

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ,
ТОКСИКОЛОГИИ И ПРОФПАТОЛОГИИ» ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА (ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России)

На правах рукописи

БРИТАНОВ
Николай Григорьевич

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ
ИЛИ ЛИКВИДАЦИИ ОБЪЕКТОВ ПО ХРАНЕНИЮ
И УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

14.02.01 Гигиена

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
доктор медицинских наук, профессор
Филатов Борис Николаевич

Волгоград – 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава 1. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ, ХРАНЕНИЮ И УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	22
1.1. Общая характеристика бывших объектов по производству, хранению и уничтожению химического оружия.....	24
1.2. Эколого-гигиенические аспекты безопасности процессов перепрофилирования или ликвидации объектов по хранению и уничтожению химического оружия.....	30
1.3. Методические подходы по оценке опасности токсичных отходов и рисков их воздействия на персонал и население.....	38
1.4. Методические аспекты регламентирования содержания опасных химических веществ на поверхностях строительных конструкций.....	42
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	46
Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	61
3.1. Санитарно-гигиеническая характеристика объектов по хранению и уничтожению химического оружия.....	61
3.2. Гигиеническая оценка работ по перепрофилированию и ликвидации объектов хранения и уничтожения химического оружия.....	91
3.2.1. Алгоритм работ по перепрофилированию и ликвидации объектов.....	91
3.2.2. Опасность отходов, образующихся при перепрофилировании или ликвидации объектов.....	107
3.2.3. Оценка риска для здоровья персонала и населения работ по ликвидации последствий деятельности объектов.....	126
3.2.4. Санитарно-гигиенические рекомендации по предотвращению ущерба здоровью персонала и населения.....	129
3.3. Гигиеническая оценка опасности работ по ликвидации или перепрофилированию бывших объектов по производству химического оружия.....	136
3.3.1. Бывшее производство зарина и зомана.....	138
3.3.2. Бывшее производство иприта, люизита и ипритно-люизитных смесей.....	143
3.3.2.1. Загрязнение строительных конструкций.....	143

3.3.2.2. Опасность отходов, образующихся при ликвидации корпусов.....	144
3.3.2.3. Загрязнение территории вокруг корпусов.....	154
3.4. Гигиенические требования к организации и осуществлению федерального государственного санитарно- эпидемиологического надзора при перепрофилировании и ликвидации объектов по хранению и уничтожению химического оружия.....	162
3.4.1. Гигиеническое нормирование для осуществления федерального государственного санитарно- эпидемиологического надзора при перепрофилировании и ликвидации объектов.....	163
3.4.2. Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей сред в период ликвидационных работ.....	171
3.4.3. Обеспечение безопасности при завершении работ по уничтожению химического оружия, дегазации оборудования, строительных конструкций и отходов.....	174
3.4.4. Проектные решения по безопасному выводу объектов из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности.....	177
3.4.5. Основные мероприятия по обеспечению безопасности работ по ликвидации последствий деятельности объектов.....	188
3.4.6. Разработка методологии обоснования регламентов безопасного содержания опасных химических веществ на поверхностях строительных конструкций зданий после деконтаминации.....	203
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	223
ВЫВОДЫ	252
РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	255
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	257
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	259

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В соответствии с «Конвенцией о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» [1] при ликвидации или конверсии объектов по производству химического оружия (ХО) первостепенное внимание уделяется обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды. Это в полной мере должно относиться и к выводу из эксплуатации, ликвидации или перепрофилированию объектов по хранению и уничтожению ХО. Гарантия безопасности людей как в условиях нормального течения работ по ликвидации последствий деятельности и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО, так и при чрезвычайных ситуациях, возникающих при авариях, может быть обеспечена при условии создания научно обоснованной системы защиты персонала объектов и населения, нацеленной на исключение или максимальное снижение воздействия на людей и окружающую среду поражающих факторов.

Закон Российской Федерации «Об уничтожении химического оружия» [2] и Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3] предусматривают после осуществления процесса уничтожения химического оружия поэтапный вывод объектов по хранению и уничтожению ХО из эксплуатации и ликвидацию последствий их деятельности, включающие обезвреживание и демонтаж технологического оборудования, зданий и сооружений, санацию загрязненных территорий, утилизацию и захоронение отходов. В настоящее время приоритеты в научных исследованиях сдвигаются в сторону безопасного вывода указанных объектов из эксплуатации, их перепрофилирования или ликвидации. Ведется поиск путей реализации в хозяйственной деятельности продуктов переработки ХО, в частности, металлолома, товарной мышьяксодержащей продукции, предлагается создание производств дефицитных материалов и выпуск продукции малотоннажной химии для вооружения и военной специальной техники [4–10].

Чрезвычайная токсичность и опасность хранящегося и уничтожаемого ХО,

новизна технических решений, принятых в процессе ликвидации запасов отравляющих веществ (ОВ) создает совершенно новые условия в плане опасности для персонала, выполняющего работы по ликвидации или перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО, и населения, проживающего на близлежащей территории. Наличие факторов риска токсического воздействия на людей в производственной и окружающей средах при штатном выполнении работ и аварийных ситуациях составляют целый комплекс нерешенных медико-гигиенических проблем [11–13].

Вывод из эксплуатации, ликвидация или перепрофилирование объектов по хранению и уничтожению ХО является многоплановой и чрезвычайно сложной в реализации проблемой, обусловленной повышенным риском воздействия на персонал, население и окружающую среду не только уничтожаемых ОВ, но и токсичных продуктов их деструкции. Определенную потенциальную опасность могут представлять загрязненные остаточными количествами ОВ и продуктами их деструкции технологическое оборудование, коммуникации и строительные конструкции, твердые отходы, грунт промплощадки, вентиляционные выбросы и пыль из ликвидируемых помещений и участков хранения твердых отходов, ливневые и грунтовые воды, газовоздушные выбросы от установок термического обезвреживания, а также полигоны захоронения твердых отходов [14–17].

Систематическая концептуальная и научная разработка многих важнейших проблем, связанных с выводом из эксплуатации, ликвидацией или перепрофилированием объектов хранения и уничтожения ХО, начатая в последнее время в России, строится на накопленном опыте работы по медико-гигиеническому сопровождению процессов производства и уничтожения химического оружия, а также ликвидации и перепрофилирования производств по разработке и получению ОВ. Конверсия или уничтожение объектов по производству и разработке химического оружия характеризуются определенной потенциальной опасностью для персонала, населения и окружающей среды [11, 13, 18–20].

Научное обоснование мероприятий, касающихся организации санитарно-эпидемиологического надзора и санитарно-химического контроля при выводе из

эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, должно основываться на данных многоуровневых исследований, направленных на решение сложного комплекса задач по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды, обуславливающих необходимость разработки новых подходов и апробации их в практике медико-гигиенического сопровождения указанных процессов [13–17].

Перепрофилирование или ликвидация объектов по хранению и уничтожению ХО неизбежно вызовет необходимость решения целого комплекса задач, которые будут касаться разработки санитарно-гигиенических требований к демонтажу, захоронению или повторному использованию технологического оборудования и строительных конструкций, обезвреживанию, утилизации и транспортировке строительных отходов, использованию помещений указанных предприятий для других целей, эксплуатации хранилищ твердых отходов, организации длительного контроля за санитарно-гигиенической обстановкой в районе их размещения, санации территории [12, 21, 22].

Эколого-гигиеническая безопасность и охрана здоровья человека, в связи с предстоящими крупномасштабными работами по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО на территории России, на сегодняшний день является новой, чрезвычайно ответственной и актуальной проблемой. Для сохранения здоровья персонала и населения при ликвидации последствий деятельности бывших объектов хранения и уничтожения ХО требуется всестороннее изучение отечественных и международных достижений по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности. Решение данной проблемы имеет важное народнохозяйственное значение. Необходимость с научно обоснованных позиций методического обеспечения токсиколого-гигиенических исследований указанных производств при ликвидационных процессах для внедрения в практику современных эффективных подходов оценки влияния на организм работающих химического фактора свидетельствует о важности проведения настоящего исследования. В связи с этим разработка единой методологии обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности процесса

вывода из эксплуатации, ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению химического оружия представляется своевременной и продиктована потребностями практики.

Все вышеизложенное определило **актуальность** настоящих исследований.

Степень разработанности темы исследования. В настоящее время Российская Федерация, уничтожившая значительную часть запасов ОВ, оказалась перед сложной проблемой – обеспечение безопасности работ по выводу из эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО. Ликвидация последствий деятельности последних является новым направлением перепрофилирования особо опасных химических производств. Образующиеся вследствие ликвидационных работ промышленные отходы могут содержать чрезвычайно токсичные и опасные соединения, что обуславливает отнесение ликвидируемых предприятий к потенциальным и реальным источникам загрязнения различных объектов производственной и окружающей сред. Научные исследования по проблеме обеспечения безопасности работ для персонала и населения при выводе из эксплуатации, ликвидации и перепрофилировании указанных объектов не нашли достаточного отражения в отечественной и зарубежной литературе. Учитывая современное состояние, специфику, важность, актуальность и практическую значимость проблема обоснования научно-методической системы гигиенического обеспечения процесса вывода из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО является не достаточно разработанной. Масштабы задач, которые предстоит решить, беспрецедентны, не имеют аналогов в мировой практике и требуют особого подхода к своему разрешению. Решение вопросов гигиенической безопасности персонала и населения, охраны окружающей среды при проведении ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО должно основываться на законодательной базе и результатах опережающих научных исследований.

Цель исследования: разработка научно-методической системы гигиенического обеспечения процесса вывода из эксплуатации, перепрофилирования или ликвидации объектов по хранению и уничтожению химического оружия.

В соответствии с поставленной целью решались следующие **задачи:**

1. Оценить состояние промышленной зоны при функционировании, выводе из эксплуатации и ликвидации объектов по хранению и уничтожению химического оружия.

2. Разработать гигиенические требования к проектной документации на проведение работ по ликвидации последствий деятельности бывших объектов хранения и уничтожения химического оружия.

3. Дать гигиеническую оценку технологическим процессам по дегазации, демонтажу и ликвидации производственных мощностей объектов по производству, хранению и уничтожению химического оружия.

4. Научно обосновать гигиенические требования по обеспечению безопасности работ при выводе из эксплуатации, перепрофилировании или ликвидации объектов хранения и уничтожения кожно-нарывных и фосфорорганических отравляющих веществ.

5. Разработать нормативно-методическую базу для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора по обеспечению гигиенической безопасности персонала и экологической безопасности населения и окружающей среды при выводе из эксплуатации, перепрофилировании или ликвидации объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Реализация поставленных задач и всесторонний научный анализ результатов исследования и составляет содержание настоящей работы. Решение перечисленных проблем позволит, с нашей точки зрения, создать надежную систему гигиенического обеспечения работ по выводу из эксплуатации, ликвидации или перепрофилированию объектов хранения и уничтожения химического оружия, санации их территории и обращению с отходами.

Научная новизна исследования.

Принципиально новым в диссертационной работе является теоретическое обоснование и разработка специализированного комплекса мероприятий по гигиеническому обеспечению процесса вывода из эксплуатации, ликвидации и перепрофилирования объектов хранения и уничтожения ХО на основе результатов анализа отечественной и зарубежной литературы, обобщения результатов собственных исследований на указанных объектах во время их эксплуатации, а также при ликвидации и конверсии бывших производств по наработке ОВ.

Наиболее существенными результатами работы являются следующие:

– обоснованы гигиенические требования к проектным решениям и подходы к осуществлению санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов по ликвидации последствий деятельности и разработке специальных мероприятий, касающихся обеспечения безопасности работ, организации и осуществления санитарно-эпидемиологического надзора и санитарно-химического контроля при ликвидации или перепрофилировании объектов хранения и уничтожения химического оружия в штатном и аварийном режимах выполнения работ;

– обоснованы критерии и разработаны унифицированные методологические подходы к организации комплексного токсиколого-гигиенического обследования ликвидируемых объектов по хранению и уничтожению химического оружия и прилегающих территорий, формированию перечней приоритетных загрязняющих веществ, оценке риска для здоровья персонала и населения, созданию системы их безопасности;

– разработаны методологические подходы к проведению гигиенической оценки объектов хранения и уничтожения химического оружия в периоды их эксплуатации и проектирования работ по дегазации, ликвидации или перепрофилированию производственных мощностей для обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды при ликвидационных процессах;

– оценена с гигиенической точки зрения система обеспечения безопасности и научно обоснованы с использованием современных компьютерных технологий обработки данных алгоритмы санитарно-эпидемиологической

экспертной оценки влияния химического фактора на здоровье работающих и населения, а также постоянного комплексного гигиенического мониторинга состояния производственной и окружающей сред при ликвидации и перепрофилировании особо опасных бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению химического оружия;

– обоснованы гигиенические критерии опасности ликвидационных работ и показатели оценки риска для раннего выявления воздействия на организм человека неблагоприятных факторов, направленные на установление причинно-следственной связи между условиями труда и изменением здоровья персонала, а также состоянием окружающей среды и варьированием здоровья населения для разработки мер по профилактике и снижению вредного воздействия до приемлемого уровня на ликвидируемых и перепрофилируемых объектах;

– экспериментально обоснованы принципиально новые методические подходы и разработаны гигиенические нормативы отравляющих веществ и продуктов их деструкции в почве территорий промплощадок, материалах строительных конструкций, отходах после печей, на поверхности металлических отходов объектов по уничтожению химического оружия;

– разработана методология экспериментального определения стандартов безопасности после деконтаминации помещений;

– обоснована нормативно-методическая база для осуществления санитарно-эпидемиологического надзора за условиями труда и охраной окружающей среды при проведении ликвидации и перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению химического оружия.

Теоретическая значимость работы заключается в углублении представлений о критериях и унифицированных методологических подходах к организации комплексного токсиколого-гигиенического обследования и системе обеспечения безопасности при ликвидации и перепрофилировании особо опасных химических производств, а также в обосновании необходимости принципиально новых гигиенических регламентов и разработки методологии их экспериментального определения. Такое понимание обуславливает особенности

практических подходов к обеспечению безопасности при ликвидации и перепрофилировании объектов хранения и уничтожения химического оружия, а также бывших производств по разработке и наработке отравляющих веществ.

Практическая значимость работы.

- Разработаны гигиенические требования к проектной документации по безопасному выводу объектов хранения и уничтожения химического оружия из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности, а также осуществлению санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов.

- Проведена санитарно-эпидемиологическая экспертная оценка проектных решений на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения химического оружия, технологических решений по обезвреживанию и рекультивации мест прошлого хранения и уничтожения химического оружия.

- Разработаны гигиенические стандарты безопасности, необходимые для обеспечения контроля качества обеззараживания загрязненных зданий, сооружений, технологического оборудования, металлоконструкций, отходов и почвы территорий объектов по хранению и уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия.

- Разработан комплекс санитарно-эпидемиологических мероприятий по безопасному выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения химического оружия.

- Разработаны санитарно-гигиенические рекомендации по организации комплексного эколого-токсикологического обследования территорий в местах хранения и уничтожения химического оружия, формированию перечней приоритетных загрязняющих веществ, оценке риска для здоровья и обоснованию системы безопасности персонала и населения.

- Дана гигиеническая оценка загрязненности люизитом, ипритом и продуктами их деструкции зданий, сооружений, технологического оборудования, металлоконструкций, отходов и почвы территорий бывших объектов по производству, хранению и уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия и риска

для здоровья персонала и населения при работах по ликвидации указанных объектов.

- Разработана, апробирована и внедрена нормативно-методическая база для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилировании объектов по хранению и уничтожению химического оружия.

Полученные данные дают возможность гарантировать безопасность ликвидационных работ и решать экспертные вопросы. Материалы диссертационного исследования могут быть использованы специалистами территориальных органов ФМБА России, осуществляющих функции по государственному контролю (надзору) в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, и учреждений, обеспечивающих их деятельность, при решении вопросов, касающихся безопасности персонала, населения и окружающей среды при ликвидации или перепрофилировании бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ХО, проектных организаций, разрабатывающих проектную документацию по выводу указанных объектов из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности, а также предприятий, выполняющих эксплуатацию объектов хранения и уничтожения ХО, их ликвидацию или перепрофилирование.

Результаты настоящих исследований использованы при подготовке нормативно-методических документов различного уровня:

- Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Утверждена постановлением Правительства РФ от 21.03.1996 № 305 (ред. от 27.12.2012).

- Концепция федеральной целевой программы «Ликвидация последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия в Российской Федерации на 2015–2022 годы» (проект).

- МУ 2.2.1.016-98. Методические указания «Безопасность условий труда при работе с отравляющими веществами в лабораторных и экспериментальных подразделениях научно-исследовательских институтов, учреждений и организаций». Утверждены и введены в действие заместителем Главного

государственного санитарного врача РФ по специальным вопросам 11.11.1998.

- НСП 01-99/МО РФ. «Нормы специального проектирования объектов 1281, 1282, 1596, 1597, 1726, 1728, 1729 по уничтожению химического оружия». Утверждены Начальником войск радиационной, химической и биологической защиты Министерства обороны РФ приказом № 173 от 17.06.1999.

- МУ 2.2.5.013-99. Методические указания «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной среды на объектах по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия». Утверждены и введены в действие зам. Главного государственного сан. врача по специальным вопросам РФ 26.07.1999.

- МУ 1.1.020-99. Методические указания «Организация и осуществление санитарно-эпидемиологического надзора за условиями труда и охраной окружающей среды на объектах по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия». Утверждены и введены в действие заместителем Главного государственного санитарного врача РФ по специальным вопросам 31.12.1999.

- МУ 1.1.019-00. Методические указания «Организация и осуществление санитарно-эпидемиологического надзора на объектах по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ». Утверждены и введены в действие зам. Главного государственного сан. врача РФ по специальным вопросам 21.09.2000.

- МУ 2.2.5.08-02. Методические указания «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной среды на объектах по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ». Утв. и введены в действие зам. Главного государственного сан. врача РФ по специальным вопросам 21.03.2002.

- МУ 2.2.1/2.1.1.24-06. Методические указания «Установление размеров санитарно-защитной зоны объектов по уничтожению химического оружия». Утв. и введены в действие Главным государственным сан. врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям ФМБА России 08.11.2006.

- «Медико-технические требования к средствам индивидуальной защиты персонала объектов по уничтожению химического оружия». Утверждены Руководителем Федерального медико-биологического агентства и заместителем

Руководителя Федерального агентства по промышленности 24.11.2006.

- «Методические рекомендации по эксплуатации средств индивидуальной защиты персонала объектов по уничтожению химического оружия». Утверждены Руководителем Федерального медико-биологического агентства и заместителем Руководителя Федерального агентства по промышленности 24.11.2006.

- СП 2.2.1.2513-09. Санитарные правила «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия». Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 18.05.2009: введены в действие с 19.07.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 08.07.2009 № 14275).

- ГН 2.1.7.2559-09. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в почве территорий промплощадок объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия». Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 19.10.2009 : введены в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 25.11.2009 № 15319).

- ГН 2.1.7.2606-10. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в материалах строительных конструкций объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия». Утверждены Главным государственным сан. врачом РФ 26.04.2010 : введены в действие с 01.07.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 07.06.2010 № 17507).

- ГН 2.1.7.2607-10. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения 2,2'-дихлордиэтилсульфидом (ипритом) и 2-хлорвинилдихлорарсином (люизитом) металлических отходов объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия». Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 26.04.2010 : введены в действие с 18.06.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2010 № 17286).

- ГН 2.1.7.2608-10. Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в отходах после печей объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия». Утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 26.04.2010 : введены в действие с 07.06.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2010 № 17486).

- Методические рекомендации «Заполнение, ведение и применение медико-санитарного паспорта химически опасного объекта и прилегающей к нему территории». Утв. и введены в действие приказом ФМБА России от 07.12.11 № 526.

- МР 45-12. Методические рекомендации «Осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия». Утверждены и введены в действие зам. руководителя ФМБА России, Главным государственным сан. врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям 21.09.2012.

- МР 46-12. Методические рекомендации «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей среды при выводе из эксплуатации объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия». Утверждены и введены в действие заместителем руководителя ФМБА России, Главным государственным санитарным врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям 21.09.2012.

- МР 058-12. Методические рекомендации «Организация безопасных условий работ при ликвидации или перепрофилировании опасных химических производств». Утверждены и введены в действие заместителем руководителя ФМБА России, Главным государственным санитарным врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям 12.12.2012.

- МР 2.2.1.031-14. Методические рекомендации «Санитарно-эпидемиологический надзор за полигонами захоронения отходов объектов по уничтожению химического оружия». Утверждены и введены в действие зам.

руководителя ФМБА России, Главным государственным санитарным врачом по обслуживаемым организациям и обслуживаемым территориям 03.04.2014.

Методология и методы исследования. Разработка методологических подходов к гигиеническому обеспечению безопасности работ по выводу из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности или перепрофилированию объектов хранения и уничтожения химического оружия базировалась на методологии медико-гигиенического сопровождения опасных химических производств, включая получение ОВ, уничтожение ХО, ликвидацию и конверсию бывших объектов по разработке и производству ОВ кожно-нарывного и нервнопаралитического действия, основополагающих законодательных актах и нормативно-методических документах, включающих Указы Президента, Федеральные законы РФ, Постановления Правительства РФ и Министерства труда и социального развития РФ, Приказы Министерства здравоохранения и социального развития РФ, Министерства природных ресурсов РФ, Федерального медико-биологического агентства и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, санитарно-эпидемиологические правила и нормы, руководства, строительные нормы и правила, анализе данных научной литературы по материалам отечественных и зарубежных публикаций. В работе были применены современные и общепринятые гигиенические, эпидемиологические, химические, токсикологические и статистические методы исследования, а также методология оценки риска для здоровья человека.

Положения, выносимые на защиту.

1. Концептуальные подходы к гигиенической безопасности персонала, населения и окружающей среды при ликвидации или перепрофилировании объектов хранения и уничтожения химического оружия.

2. Гигиенические требования к проектным решениям по безопасному выводу объектов хранения и уничтожения химического оружия из эксплуатации, ликвидации последствий их деятельности и санитарно-эпидемиологической экспертизе проектов.

3. Показатели состояния промышленной зоны и окружающей среды при функционировании, выводе из эксплуатации, ликвидации или перепрофилировании объектов хранения и уничтожения химического оружия.

4. Особенности федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения химического оружия.

5. Особенности санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей сред при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения химического оружия.

6. Гигиенические регламенты безопасности как критерии эффективности деkontаминации рабочих помещений, загрязненных хемотоксикантами в результате аварии.

7. Нормативно-методическая база санитарно-эпидемиологической безопасности персонала и населения при ликвидационных и конверсионных работах на объектах хранения и уничтожения химического оружия.

Степень достоверности и апробация работы. Результаты работы основаны на анализе научно-технической и патентной информации, оценке проектных материалов, результатов санитарно-эпидемиологических и гигиенических исследований, данных производственного и санитарного контроля производственной среды и мониторинга окружающей среды, эколого-токсикологических показателей по обоснованию гигиенических нормативов и определению класса опасности строительных отходов, а также оценке риска для персонала и населения. Обоснованность и достоверность результатов проведенных исследований обусловлена достаточным объемом гигиенических, санитарно-эпидемиологических и эколого-токсикологических наблюдений, значимостью выборки анализируемого материала, использованием современных методов исследования, статистической обработкой полученных данных, логически обоснованными выводами.

Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на научно-практической конференции «Современные аспекты промышленного

здравоохранения» (Москва, 2003), научно-практической конференции «Проблемы технологического терроризма и методы предупреждения террористических угроз» (Москва, 2003), ежегодных экологических чтениях, посвященных 10-летию Волгоградского отделения Российской Экологической Академии (Волгоград, 2003), II научно-практической конференции «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия» (Москва, 2004), Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Головного центра Госсанэпиднадзора Федерального управления «Медбиоэкстрем» (Москва, 2004), II научно-практической конференции «Современные аспекты промышленного здравоохранения в системе Федерального медико-биологического агентства» (Москва, 2006), III научно-практической конференции «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия» (Москва, 2006), Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации» (Санкт-Петербург, 2007), межрегиональной научно-практической конференции «Современные проблемы утилизации отходов» (Волгоград, 2007), XXXVIII научной конференции «Актуальные вопросы теории и практики радиационной, химической и биологической защиты» (Вольск-18, 2008), Российской научной конференции «Медико-биологические проблемы токсикологии и радиологии» (Санкт-Петербург, 2008), IV научно-практической конференции «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия» (Москва, 2008), Всероссийской научно-практической конференции «Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях» (Санкт-Петербург, 2010), V научно-практической конференции «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия» (Москва, 2010), Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы общей и военной гигиены» (Санкт-Петербург, 2011), Юбилейной научной конференции, посвященной 40-летию ФГУП «НИИ ГТП»

ФМБА России, «Химическая безопасность России: медицинские и эколого-гигиенические аспекты» (Волгоград, 2011), Всероссийском симпозиуме, посвященном 50-летию со дня основания ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, «Медико-биологические аспекты обеспечения химической безопасности Российской Федерации» (Санкт-Петербург, 2012), XI Всероссийском съезде гигиенистов и санитарных врачей (Москва, 2012); VI научно-практической конференции «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия» (Москва, 2012); IV съезде токсикологов России (Москва, 2012); *на Международных симпозиумах*: «Медицинские и биологические проблемы, связанные с уничтожением химического оружия» (Волгоград, 2003), «How clean is clean? Setting decontamination targets for chemical and biological counter-terrorism» (Волгоград, 2005), «Technical Workshop on Restoration and Decontamination of Chemical, Biological and Radiological Terrorist Actions» (Канада, Оттава, 2006), «Proceedings of the Twenty-ninth Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar» (Канада, Ванкувер, 2006), «Очистка зданий и сооружений, загрязненных в результате химического терроризма» (Москва, 2006); «10th International Chemical Weapons Demilitarisation Conference – CWD 2007» (Бельгия, Брюссель, 2007), «V Международный конгресс по управлению отходами и природоохранным технологиям – ВэйстТэк-2007» (Москва, 2007), «Предупреждение и устранение последствий химически опасных чрезвычайных ситуаций, обусловленных терроризмом и промышленными авариями» (Санкт-Петербург, 2007), «Technical Workshop on Decontamination after Chemical, Biological and Radiological Terrorist Attacks» (Канада, Оттава, 2008), «Technical Workshop on Response to Chemical, Biological, and Radiological/Nuclear Terrorist Attacks» (Канада, Оттава, 2009), «Current Science and Future Trends in Decontamination – DECON 2010» (Канада, Альберта, Лейк-Луиз, 2010).

Внедрение результатов работы.

Работа выполнена в рамках Федеральных целевых программ «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» и «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014

годы)». Полученные в ходе диссертационного исследования материалы использованы при подготовке комплекса нормативно-методических документов различного уровня и **внедрены**:

– **в работу** проектных организаций ФГУП «СоюзпромНИИпроект» (г. Москва) и ООО «Гипросинтез» (г. Волгоград), разрабатывающих проектную документацию по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению химического оружия и других опасных химических производств;

– **в деятельность** Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, объектов хранения и уничтожения химического оружия и их лабораторий санитарно-химического контроля безопасности производства и мониторинга окружающей среды;

– **в надзорно-контрольную и экспертную работу** Управления надзора и контроля в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и территориальных органов ФМБА России, осуществляющих функции по государственному контролю (надзору) в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, и центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России, обеспечивающих их деятельность на объектах хранения и уничтожения химического оружия, а также на бывших предприятиях по разработке и производству отравляющих веществ, при ликвидации или репрофилировании указанных объектов и других опасных химических производств;

– **в научно-исследовательскую работу** лаборатории гигиены ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России;

– **в экспертную работу** лаборатории гигиены ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России (санитарно-эпидемиологические экспертные оценки проектных материалов по технико-экономическим обоснованиям на строительство промзон объектов уничтожения ХО «Горный», «Камбарка», «Леонидовка», «Почеп» и «Кизнер», их корректировок и дополнений, а также проектной документации на проведение работ по ликвидации последствий деятельности бывших объектов хранения и уничтожения химического оружия «Камбарка»).

Личный вклад автора. Автор работы самостоятельно сформировал и в процессе исследования корректировал направление и дизайн исследования.

Автор лично организовал и провел сбор и анализ санитарно-эпидемиологических и гигиенических данных, научно-технической и патентной информации, данных производственного и санитарного контроля производственной среды и мониторинга окружающей среды; оценил проектные материалы; провел гигиеническую оценку факторов производственной и окружающей сред; организовал и лично участвовал в обследовании производств; участвовал в разработке гигиенических нормативно-методических документов, комплексных эколого-токсикологических исследованиях по обоснованию гигиенических нормативов и определению класса опасности строительных отходов, оценке риска для персонала и населения, разработке подходов к определению регламентов деконтаминации; разработал комплекс санитарно-эпидемиологических мероприятий.

Полученные результаты статистически обработаны лично автором. На всех этапах исследования вклад автора является определяющим. Личный вклад автора заключается в организации и непосредственном выполнении исследований по всем разделам диссертации, формулировании цели и задач, определении направления, объема и методов исследования, апробации и обсуждении результатов в научных публикациях. Доля личного участия в исследованиях составляет более 80 %, в обобщении и анализе фактических материалов – около 100 %.

Публикации. Материалы диссертации опубликованы в виде 83 печатных работ в отечественных и зарубежных научных изданиях, включая 1 монографию и 15 публикаций в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для докторских диссертаций.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 298 страницах компьютерного текста, состоит из введения, аналитического обзора литературы, главы, посвященной организации, объему и методам исследований, главы с изложением результатов собственных исследований, заключения, выводов, рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы. Список литературы содержит 408 источников, из них 356 отечественных и 52 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 35 рисунками и 49 таблицами.

ГЛАВА 1. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЛИКВИДАЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ, ХРАНЕНИЮ И УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Уничтожение огромных запасов ХО в нашей стране стало возможным в связи с подготовкой «Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» [1], подписанной Россией 13 января 1993 года, ратифицированной законом Российской Федерации от 5 ноября 1997 года № 138-ФЗ [23] и вступившей в силу для Российской Федерации 5 декабря 1997 года.

Впервые ликвидация ХО и объектов по его производству, запрещение разработки, производства и накопления ХО в комплексе с эффективными механизмами контроля выполнения взятых обязательств подошли к практической реализации, ставшей важнейшей вехой в деле разоружения и нераспространения оружия массового уничтожения и укрепления международной безопасности [6, 24–26]. Здесь и далее под термином «отравляющие вещества» подразумеваются химические вещества (зарин, зоман, Ви-икс, иприт, люизит), являющиеся основной составной частью ХО.

Признание Конвенцией приоритетности сохранения здоровья персонала и населения при выполнении работ по уничтожению ОВ, ликвидации или конверсии бывших объектов по их производству, снижения риска изменений в экологических системах за годы функционирования объектов по уничтожению ХО, поставившее множество совершенно новых задач по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды, обусловило необходимость выбора и обоснования оптимальных, в том числе и с медико-гигиенических позиций, вариантов решения данных проблем [27–33].

Для выполнения международных обязательств по уничтожению ХО и реализации Конвенции в России была разработана Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3],

утвержденная Постановлением Правительства РФ в марте 1996 года, неоднократно уточнявшаяся в 2001–2012 гг. и получившая в апреле 1996 года статус президентской, а также принят Федеральный закон от 2 мая 1997 № 76-ФЗ [2], являющиеся правовой базой для решения задач химического разоружения в соответствии с интересами национальной безопасности страны [6–7, 34].

В числе основных проблем, которые должны быть решены в рамках Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» является обеспечение поэтапного вывода объектов по уничтожению ХО из эксплуатации в соответствии с законодательством Российской Федерации, Конвенцией, иными нормативными правовыми актами, общепризнанными принципами и нормами международного права. Предусматривается ликвидация последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО, включающая обезвреживание и ликвидацию загрязненных зданий и сооружений, в том числе технологического оборудования, хранение различных видов отходов на специализированных полигонах, осуществление санации загрязненных территорий.

В настоящее время в России приступили к реализации второго этапа научно-технической политики в области химического разоружения. На этом этапе приоритетами в научных исследованиях являются выработка и обоснование концептуальных подходов к проведению безопасного вывода объектов по уничтожению ХО из эксплуатации, разработка необходимых для этих целей санитарно-эпидемиологических правил и нормативов, поиск путей реализации в хозяйственной деятельности продуктов переработки химического оружия в виде металлического лома, товарной мышьяксодержащей продукции, различных шламов, образующихся при высокотемпературной переработке, и других продуктов, подготовка исходных данных для ликвидации последствий деятельности, реабилитации загрязненных территорий и использования пригодной инфраструктуры указанных предприятий для государственных нужд. По окончании эксплуатации объектов по прямому назначению предлагается создание производств дефицитных материалов и выпуск продукции малотоннажной химии для вооружения и военной специальной техники [4–10, 21, 35–37].

1.1. Общая характеристика бывших объектов по производству, хранению и уничтожению химического оружия

Промышленное производство на ВОАО «Химпром» (г. Волгоград) зарина прекращено в 1982 году, зомана – в начале 1987 года. Зарин (О-изопропилметилфторфосфонат) и зоман (О-(1,2,2-триметилпропил)метилфторфосфонат) относятся к классу чрезвычайно опасных химических соединений с выраженным антихолинэстеразным и нейротоксическим действием, проникающих в организм через органы дыхания, кожные покровы и слизистые глаз в парообразном или капельно-жидком состоянии. Физико-химические и токсические характеристики этих веществ подробно представлены в ряде работ [38–41].

Синтез зарина и зомана представлял собой многостадийное производство, характеризующееся современным аппаратурным оформлением. Технологическое оборудование отделения синтеза указанных продуктов состояло из большого количества разнообразных химических аппаратов, сборников и ёмкостей, имеющих различную степень контакта с заринем и зоманом, их парами и растворами. Налив (снаряжение) изделий заринем и зоманом являлся высокомеханизированным, многостадийным процессом, включающим технологические операции по наливу продуктов, герметизации, дегазации и гермоиспытанию изделий. Станки налива на всех технологических потоках размещались под вентилируемыми укрытиями. В производстве осуществлялись хранение ОВ и вспомогательные операции по приготовлению вязкой рецептуры зомана, обезвреживанию сточных вод, очистке абгазов и воздуха производственных помещений, эвакуации зарина и зомана из изделий и дегазации некондиционных продуктов, разложению кубовых остатков.

После завершения выпуска зарина и зомана актуальной потребностью являлось решение вопросов ликвидации или перепрофилирования производственных мощностей на выпуск народнохозяйственной продукции. Обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей среды обуславливало необходимость разработки комплекса технических, организационных и гигиенических

мероприятий. После дегазации, демонтажа и полной разборки технологического оборудования и коммуникаций, удаления и дополнительной дегазации прокладочно-уплотнительного материала и арматуры, соответствующего контролю эффективности обезвреживания предусматривалось проведение комплексных исследований по оценке степени загрязнения зарином и зоманом объектов производственной среды для решения вопросов о возможности использования или уничтожения строительных конструкций, технологического оборудования и коммуникаций, средств КИПиА, электрооборудования, вентиляционных систем и канализации существующих производственных помещений [19].

Отсутствие специфического загрязнения (зарином и зоманом) объектов производственной среды (воздушная среда рабочей зоны и внутри технологического оборудования, внутренние и наружные поверхности технологического оборудования и коммуникаций, строительные конструкции, воздуховоды вентиляции, электрооборудование, приборы КИПиА, системы канализования сточных вод, активная окись алюминия, промывные и сточные воды, машинное масло) выше нормативных значений позволило разработать научно обоснованные рекомендации о возможности перепрофилирования на выпуск народнохозяйственной продукции или уничтожения основных производственных мощностей бывшего производства фосфорорганических отравляющих веществ (ФОВ) [19].

Уничтожение ХО на объекте «Горный» (п. Горный Саратовской области) осуществлялось с 19 декабря 2002 года до 25 декабря 2005 года. На указанном объекте были полностью уничтожены запасы кожно-нарывных ОВ (иприт, люизит и смеси на их основе) [19, 42, 43]. В дальнейшем производственная деятельность объекта была связана с задачей переработки промышленных отходов, образовавшихся при уничтожении ХО, а также с ликвидацией последствий функционирования объекта и реабилитации территории, на которой он расположен. Указанный объект представляет собой высокотехнологичное предприятие, характеризующееся наличием систем обеспечения безопасности персонала и окружающей среды. Опытно-промышленный объект «Горный»,

являясь первым, создавался в условиях отсутствия опыта промышленного уничтожения ХО, что обусловило потребность в использовании основных подходов по медико-санитарному сопровождению бывших производств ОВ, придавая приоритет обеспечению безопасности населения и защите окружающей среды, требующих специальных положений по организации и осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора [44].

На стадии проектирования объекта «Горный» была выбрана наиболее эффективная и безопасная технология уничтожения ХО, разработаны нормативы и стандарты безопасности ОВ для производственной и окружающей сред и соответствующие аналитические методики, необходимые для организации и проведения государственного санитарно-эпидемиологического надзора [28].

Бывшее первое производство по уничтожению ХО характеризовалось наличием технических, технологических, санитарно-технических, организационных и объемно-планировочных решений по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды.

Наиболее опасными веществами, поступление которых не исключалось в рабочую зону производственных помещений и окружающую среду, являлись, в частности, люизит, иприт и соединения мышьяка [28, 45]. Основные физико-химические свойства указанных токсикантов хорошо изучены [39, 41, 46, 47].

После завершения процесса уничтожения отравляющих веществ кожно-нарывного действия (ОВ КНД) на объекте «Горный» были складированы два вида мышьяксодержащих продуктов – реакционные массы, полученные при детоксикации люизита, хранившегося на данном объекте и образовавшиеся при детоксикации люизита на объекте по уничтожению ХО «Камбарка» (г. Камбарка Удмуртской Республики). Для переработки реакционных масс от уничтожения люизита используется электролиз с получением мышьяка, от детоксикации двойных и тройных ипритно-люизитных смесей – битумирование, от уничтожения иприта, жидких и твердых отходов – высокотемпературное обезвреживание [48, 49]. Для объекта «Горный» разработано технико-экономическое обоснование проекта по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности [9].

Объект «Камбарка» (г. Камбарка Удмуртской республики), являлся вторым объектом по уничтожению ХО (люизита), находившийся в эксплуатации с марта 2006 г. по март 2009 года, и предназначенный для уничтожения всех запасов люизита, хранящихся в России. На указанном объекте вслед за объектом «Горный» полностью уничтожены все запасы ОВ [3, 43, 50].

В 2009 году завершена разработка технико-экономического обоснования проекта по выводу из эксплуатации объекта «Камбарка» и ликвидации последствий его деятельности на основе исходных данных по результатам обследования территории, зданий и сооружений. Полученный опыт будет востребован для проведения ликвидационных работ и на других объектах [9].

Объект «Кизнер» (пос. Кизнер Удмуртской Республики) по хранению и уничтожению ХО в Кизнерском районе Удмуртской Республики – крупный промышленный комплекс с собственной сложной структурой вспомогательных служб, сооружений энергообеспечения, коммуникаций, предназначенный для уничтожения различных боеприпасов, снаряженных зарин, зоманом, Ви-икс и «вязким» люизитом [3, 51–53]. В воздух рабочей зоны в ходе производственного процесса могут попадать вредные химические вещества 1–4 классов опасности, в том числе ФОВ (зарин, зоман, Ви-икс), люизит и продукты их деструкции.

Объект по уничтожению ХО «Почеп» (г. Почеп Брянской области), введенный в эксплуатацию в 2010 г., располагает крупнейшим в Европе арсеналом хранения ФОВ (зарин, зоман и Ви-икс) в авиационных боеприпасах [3, 43]. На объекте по уничтожению ХО «Почеп» осуществляется детоксикация ФОВ. Образующиеся в процессе обезвреживания ОВ реакционные массы, пустые корпуса боеприпасов и отходы подвергаются высокотемпературному термическому обезвреживанию [50].

Объект по хранению и уничтожению ХО «Щучье» (г. Щучье Курганской области) является одним из крупнейших арсеналов химического оружия в Российской Федерации в виде ракетно-артиллерийских химических боеприпасов. Пуск первой очереди был осуществлен в мае 2009 года. На объекте «Щучье» впервые начато промышленное уничтожение боеприпасов ствольной и

реактивной артиллерии, снаряженных ФОВ (зарин, зоман, Ви-икс) и предусмотрено уничтожение фосгена. Данное производство является уникальным поскольку практически весь процесс автоматизирован и позволяет осуществлять уничтожение артиллерийских химических боеприпасов в непрерывном режиме с минимальными рисками для обслуживающего персонала [3, 50].

Объект по уничтожению ХО «Марадыковский» (пос. Мирный Кировской области), функционирующий с 2006 года, предназначен для уничтожения артиллерийских снарядов, снаряженных ФОВ (зарином, зоманом, Ви-икс) и ипритно-люизитной смесью. На данном химическом производстве впервые реализована технология уничтожения ФОВ непосредственно в боеприпасах [3, 43].

Объект по уничтожению ХО «Леонидовка» (пос. Леонидовка Пензенской области) проектировался для уничтожения зарина, зомана и Ви-икс, находящихся в различных химических боеприпасах [3].

Филиал ФГУП «Государственный НИИ органической химии и технологии» «Обособленный завод № 4» (г. Новочебоксарск Чувашской Республики) является бывшим объектом по производству с 1972 по 1987 гг. вещества типа Ви-икс и снаряжению им боеприпасов. В настоящее время на данном предприятии заканчиваются работы по ликвидации последствий его деятельности [3]. Показано, что на указанном бывшем объекте по производству ХО в 2004–2005 гг., в ряде случаев, имело место загрязнение поверхностей и глубинных проб строительных конструкций веществом типа Ви-икс и продуктами его деструкции [54–58].

Филиал ФГУП «Государственный НИИ органической химии и технологии» «Шиханы» является бывшим объектом по разработке ХО. В последние годы имеющиеся производственные мощности использовались для выпуска химических соединений, применяемых в различных отраслях народного хозяйства, в частности, фосфорорганических антипиренов – замедлителей горения, фосфорсодержащих соединений, используемых для получения пенополиуретанов с пониженной горючестью, ирритантов, дезинфицирующих средств и других соединений. В настоящее время на предприятии завершаются работы по безопасной ликвидации последствий деятельности.

На бывшем объекте по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» (г. Дзержинск Нижегородской области) до 1946 года синтезировался люизит и до 1957 года – иприт. После прекращения работ по производству ОВ производственные корпуса были законсервированы, а в период 2002–2007 гг. они были ликвидированы, оборудование демонтировано [3]. В процессе многолетней эксплуатации бывшего производства по наработке ОВ КНД, получению их смесей и снаряжению ими изделий происходило заражение строительных конструкций производственных корпусов и грунта прилегающих к ним территорий ипритом, люизитом и продуктами их деструкции, в частности, соединениями мышьяка.

Проведенные исследования показали, что в некоторых помещениях корпусов бывшего производства люизита на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» загрязнение мышьяком и хлорвинилсодержащими соединениями мышьяка (продуктами распада люизита) в сотни раз превышали ПДК. Проведение работ по реконструкции или сносу производственных строений может привести к запыленности окружающей среды. Пыль с сорбированными токсичными веществами наиболее опасна при ингаляции для человека, не исключается также контактный путь воздействия. Поэтому была обоснована необходимость профилактических мероприятий по уменьшению пылеобразования и защиты персонала, занятого проведением опасных работ [59–61]. Разработанная технология детоксикации строительных отходов от разрушения корпусов по производству люизита позволяет надежно химически фиксировать мышьяк непосредственно в самих строительных материалах с использованием щелочных свойств цементного раствора, переводящего продукты деструкции люизита и соединений мышьяка в нерастворимые соединения. Образующийся «бетон» относится к пятому классу опасности по воздействию на окружающую среду [59].

Показана высокая степень загрязненности почвы территории промплощадки бывшего производства ОВ КНД на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» мышьяком, ипритом и люизитом, являющихся веществами 1 класса опасности [10, 20, 62].

Основой обеспечения безопасного уничтожения ХО являются надежные, безопасные и высокоэффективные технологические процессы, являющиеся в

высокой степени механизированными и автоматизированными [63]. Известно, что уничтожение ХО в отличие от его хранения представляется потенциально более опасным, обусловленное проведением технологических операций, связанных с высвобождением ОВ из боеприпасов [64, 65]. Объекты по уничтожению ХО, относятся к числу наиболее опасных химических объектов в том числе в плане их возможного влияния на окружающую среду и здоровье населения [31, 66].

Вместе с тем, для российских объектов уничтожения ХО отличительной особенностью является: исключение высоких температур и давления, азотное дыхание аппаратов, образование менее летучих веществ, использование вакуума, отсутствие нижних сливов, наличие разряжения в помещениях, применение персоналом средств индивидуальной защиты (СИЗ), высокоэффективные системы очистки воздуха, система производственного контроля безопасности и экологического мониторинга [67, 68].

Преимущества российских технологий, их надежность и безопасность подтверждены практикой уничтожения ХО на различных объектах уничтожения ХО, на которых за периоды их функционирования не регистрировались происшествия, связанные со сбоями в технологических процессах. О действенности разработанных санитарно-гигиенических мероприятий свидетельствует обеспечение промышленной и экологической безопасности на протяжении всего периода функционирования объектов [27, 50, 68].

1.2. Эколого-гигиенические аспекты безопасности процессов перепрофилирования или ликвидации объектов по хранению и уничтожению химического оружия

Основой для выработки национальной позиции в отношении безопасности работ по выводу из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО, санации их территории и обращению с образующимися отходами является ориентация на законы Российской Федерации по охране здоровья населения, всех сред обитания

человека, а также биосферы. Это, прежде всего, Федеральные законы «Об уничтожении химического оружия» [2], «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [69], «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [70], «Об охране атмосферного воздуха» [71] и «Об охране окружающей среды» [72]. Конверсия объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ХО – это элемент большой федеральной программы и одно из международных обязательств России [24].

Проблема обеспечения безопасности при проведении конверсии бывших производств ОВ предусматривает сохранение здоровья персонала этих особо опасных производств и предотвращение поступления ОВ и продуктов их деструкции в окружающую среду. Решение этих вопросов представляет сложную задачу в гигиеническом, токсикологическом и технологическом плане, требующую новых неординарных подходов и апробацию их в практике [73].

Основой обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды на всех этапах уничтожения ХО, при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия является эколого-гигиенический мониторинг, предусматривающий организацию сбора и комплексной оценки медико-экологической информации для своевременного определения уровней приоритетных вредных факторов техногенного воздействия [73–82].

В рамках реализации Конвенции разработанный специализированный и унифицированный комплекс санитарно-эпидемиологических мероприятий предусматривал в качестве обязательного условия обеспечение безопасности работ для персонала, населения и окружающей среды на всех этапах уничтожения ХО, включающих проектирование, функционирование, вывод из эксплуатации, ликвидацию последствий деятельности и репрофилирование объектов по хранению и уничтожению химического оружия [7, 13, 15, 28, 50, 83–85].

Предприятия военно-промышленного комплекса при конверсии являются источником серьезной техногенной опасности, что обуславливает необходимость четких количественных критериев оценки потенциального и реального риска для

здоровья населения [86].

В настоящее время приоритетами в научных исследованиях является разработка мероприятий по безопасному выводу объектов по хранению и уничтожению ХО из эксплуатации, их перепрофилированию или ликвидации. Наиболее предпочтительным представляется перепрофилирование объектов для решения задач экономически целесообразных и актуальных для региона и страны, в частности, по реализации в народном хозяйстве продуктов переработки ОВ и отходов с получением из них различных материалов. Кроме того, предусматривается научное обоснование и разработка санитарно-гигиенических нормативов по безопасному использованию или ликвидации производственных мощностей объектов по уничтожению ХО, санации загрязненных промплощадок, организации санитарно-эпидемиологического контроля, а также определение класса опасности токсичных отходов [5, 7, 87–90].

Различные аспекты обеспечения безопасности работ по уничтожению ХО, учитывая, прежде всего, чрезвычайную токсичность и опасность ОВ, отражены в многочисленных публикациях отечественных и зарубежных исследователей [12, 14, 91–97]. В этих работах показано, что полностью не могут быть исключены различные отклонения в функционировании технологических процессов по детоксикации ОВ, в том числе и аварийные ситуации с распространением приоритетных токсикантов и продуктов их деструкции за пределы промплощадки объектов по уничтожению ХО, обуславливающие возможность влияния на здоровье населения.

Рядом авторов подчеркивалось, что безопасность персонала, населения и окружающей среды на объектах по хранению и уничтожению ХО должна основываться на опыте комплексного медико-гигиенического сопровождения работ на бывших предприятиях по разработке и производству ОВ [11, 29, 44, 98]. Обеспечение безопасности работ по уничтожению ХО для персонала, населения и окружающей среды, с учетом многофакторного воздействия токсичных химикатов, базируется на надежных технологиях, соблюдении гигиенических требований к организации технологических процессов и оборудованию, предотвращении загрязнения ОВ и продуктами их деструкции производственной и окружающей

сред [31, 99–102]. Была разработана высокоэффективная система экологического мониторинга, предусматривающая непрерывное получение информации и позволившая реализовать технологии исследований, основанные на комплексном подходе к оценке состояния окружающей среды [103].

Рядом авторов указывалось на то, что для обеспечения безопасности работ для персонала, населения и окружающей среды при выводе из эксплуатации, конверсии или ликвидации объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ХО необходимо разрабатывать технологические, санитарно-технические, организационные и научно обоснованные санитарно-эпидемиологические мероприятия [13, 15, 104–106].

Важным является разработка и актуализация гигиенических нормативов и методик измерения концентраций приоритетных токсикантов в объектах производственной и окружающей сред, промплощадки и отходах, обоснование критериев опасности производственных помещений, а также требований к организации санитарно-химического контроля и средствам коллективной и индивидуальной защиты персонала [13, 15, 99].

Для снижения риска для персонала на период проведения работ по ликвидации и перепрофилированию бывших производств ХО разработаны рекомендации [19]. Разработаны санитарно-технические и санитарно-эпидемиологические требования и документы, регламентирующие работы по безопасному частичному выводу из эксплуатации и перебазированию технологического оборудования после обезвреживания вещества типа Ви-икс между объектами по уничтожению ХО, предусматривающие условное разделение оборудования на «опасное», «условно опасное» и «условно безопасное» с учетом возможного загрязнения поверхностей оборудования Ви-икс [107, 108].

Показано, что почва на территории бывших предприятий по производству ХО вследствие возможных аварийных ситуаций при функционировании объектов могут содержать вещества первого класса опасности в концентрациях, многократно превышающих ПДК. По загрязненности люизитом и соединениями мышьяка грунта вокруг бывших корпусов по получению ОБ КНД на ОАО

«Капролактам-Дзержинск» территория предприятия условно разделяется на сильнозагрязненные, среднезагрязненные и слабозагрязненные участки [20, 60, 62].

При высоком загрязнении почвы рекомендуется фиторемедиация, обработка дегазатором, термическая санация грунта и микробиологические методы, а также консервация почвы с помощью цемента [10, 109–118]. Проведение мероприятий по реабилитации территорий бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ХО направлено на обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей среды в соответствии с требованиями действующих нормативно-методических документов [119].

Предусматривается также разделение территории предприятий на условно «чистые» и «грязные» зоны исходя из назначения бывших корпусов, определения загрязненности их строительных конструкций, мест размещения площадок и условий временного хранения ОВ, зарегистрированных случаев аварий, розы ветров и данных визуального осмотра [29, 54, 55, 76, 120–123]. Показана необходимость проверки перед началом работ состояния оборудования, герметичности транспорта и коммуникаций, оценки эффективности систем вентиляции и пылеподавления [28, 124].

В соответствии с Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» после завершения процесса уничтожения ХО будут проводиться мероприятия по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО [3].

По мнению ряда авторов ликвидация объектов по уничтожению ХО представляется крайне убыточным мероприятием и предпочтительнее является перепрофилирование этих производств для народнохозяйственных нужд, в частности, для уничтожения ядохимикатов, лекарственных и ветеринарных препаратов с истекшими сроками хранения, утилизации промышленных отходов, различных ирритантов, организации производства высокочистых мышьяксодержащих продуктов и других материалов [12, 125–128]. Вместе с тем, указывается, что процессы перепрофилирования или уничтожения подобных объектов сопряжены с риском загрязнения окружающей среды токсичными

веществами, сорбированными в строительных конструкциях и оборудовании. Поэтому перепрофилирование или ликвидация производств по уничтожению ХО диктует целесообразность разработки санитарно-гигиенических требований к альтернативному использованию производственных мощностей объектов, захоронению или повторному использованию строительных конструкций и оборудования, организации систематического санитарно-эпидемиологического контроля, санации территории и других мероприятий [48, 88, 89].

В соответствии с данными многих авторов при проведении работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО помимо возможного контакта с оборудованием и емкостями, содержащими ранее ОВ, не исключается воздействие токсикантов на человека ингаляционным и перкутаным путями через пыль, пары или газы [129–134].

Поскольку уничтожаемые ОВ являются чрезвычайно токсичными и опасными соединениями объекты по их уничтожению отнесены к числу особо опасных химических производств. Потенциально функционирование объектов и их ликвидация сочетаются с риском для персонала и населения в регионах их расположения [12, 86, 135, 136]. Чрезвычайная токсичность и опасность уничтожаемых ОВ, новизна технических решений по уничтожению запасов ХО обуславливает необходимость разработки подходов к безопасному проведению работ по выводу объектов хранения и уничтожения ХО из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности, решению вопросов санитарно-эпидемиологического надзора на различных этапах от составления проектов ликвидации до непосредственного проведения ликвидационных работ [12, 13, 15].

Безопасность при уничтожении ХО базируется на современных инженерных, технических, технологических и организационных решениях в комплексе с системами производственного контроля безопасности [77].

К настоящему времени для ОВ и продуктов их деструкции разработаны или актуализированы гигиенические регламенты безопасности (ПДК, ПДУ, ОБУВ, ОДК, АПВ) и соответствующие методики измерений содержания в производственной и окружающей средах, на промплощадке, на поверхности

кожных покровов и изолирующих СИЗ персонала, в отходах [30, 52, 136–138]. В связи с этим актуальной теоретической и практической задачей является разработка унифицированных методических подходов к организации экологического мониторинга. Разработанные или актуализированные стандарты безопасности и соответствующие им методические указания по контролю ОВ и продуктов их деструкции в производственной и окружающей средах будут использованы для осуществления санитарно-гигиенического мониторинга производственной и окружающей сред на период завершения эксплуатации объектов по хранению и уничтожению ХО, конверсии и ликвидации последствий их деятельности для обеспечения безопасного проведения работ. По результатам контроля за загрязненностью ОВ производственной и окружающей сред будут оцениваться риски для здоровья персонала и населения, обусловленные факторами, связанными с ликвидационными работами [12, 13, 15, 139].

В соответствии с Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3] в настоящее время осуществляются подготовительные этапы ликвидации хранилищ, вывода из эксплуатации и перепрофилирования объектов по уничтожению ХО.

По мнению ряда исследователей до ликвидации или перепрофилирования объектов хранения и уничтожения ХО необходимо оценить степень загрязнения приоритетными токсикантами окружающей среды в регионах функционирования этих предприятий. Это направлено на предотвращение усугубления ситуации в районе ликвидационными работами, которые могут быть дополнительными источниками поступления вредных веществ в окружающую среду и является основой для дифференцирования возможного влияния ликвидируемых объектов на население и окружающую среду от других причин [14, 15, 17, 73, 106].

Для проведения дегазации, в том числе при выводе объектов уничтожения ХО из эксплуатации, имеется ряд универсальных методик и дегазаторов, пригодных для текущей деконтаминации от ОВ как оборудования, так и строительных конструкций [59, 140–146]. Безопасное проведение работ по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности указанных объектов

требует осуществления контроля за загрязненностью ОВ и продуктами их деструкции производственной и окружающей сред на всех этапах вывода из эксплуатации. Актуальной задачей является организация санитарно-химического контроля почвы, воды водоемов, воздуха рабочей зоны и атмосферы. Это обуславливается тем, что не исключается значительная загрязненность почвы, в частности, ФОВ и продуктами их деструкции в местах расположения объектов по хранению и уничтожению ХО [147–149]. Указанные соединения легко мигрируют из почвы в воздух и грунтовые воды [137, 149–151].

Сведения о миграции и трансформации ОВ в окружающей среде, об основных продуктах превращения ОВ, длительности сохранения в объектах окружающей среды, их токсичности и экотоксичности необходимы, прежде всего, для обезвреживания загрязненных территорий. Данные о поведении, превращениях и персистентности ОВ и токсичных продуктов их трансформации в различных объектах окружающей среды подробно освещены в литературе [152–168]. В этих работах особенное внимание уделяется потенциальным продуктам деструкции ОВ, образующимся вследствие контакта ОВ с почвой, водой, атмосферой и различными материалами при удалении, транспортировке и захоронении отходов и их деконтаминации. Конечным продуктом гидролиза ФОВ (зарина, зомана и Ви-икс) является метилфосфоновая кислота [169, 170].

Известно, что многие химические вещества, сорбируясь строительными материалами и покрытиями, способны сохранять свою химическую структуру и десорбироваться в воздух. Это важно учитывать при реконструкции производств поскольку персонал может подвергаться одновременному комбинированному действию новых загрязнителей и продуктов десорбции ранее получаемых соединений [171]. Многолетние экспериментально-натурные данные на бывшем объекте по производству ХО, свидетельствуют о существовании феномена миграции вещества типа Ви-икс из глубины строительных материалов [18, 55]. Показано, что после обезвреживания остаточное химическое загрязнение более устойчивыми ОВ, в частности, ипритом и Ви-икс, регистрируется на пористых и проницаемых поверхностях [145].

Следует отметить, что на бывшем предприятии по производству ХО для оценки загрязненности ограждающих поверхностей помещений в рамках мониторинга эффективности дегазационных мероприятий и обеспечения безопасности персонала в процессе ликвидационных работ был предложен комплексный показатель, включающий допустимое содержание ОВ на поверхности и в материалах строительных конструкций [18, 55].

Таким образом, ликвидация последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО – новое направление перепрофилирования опасных производств с разными технологиями, реализованными в опытных, опытно-промышленных и промышленных вариантах с учетом имеющегося определенного опыта ликвидации аналогичных конверсируемых бывших объектов по производству и разработке ОВ в России. Ликвидируемые объекты хранения и уничтожения ХО являются как потенциальными, так и реальными источниками загрязнения различных объектов окружающей среды. В настоящее время Российская Федерация, уничтожившая значительную часть запасов ХО, должна решать не менее сложную проблему – обеспечение безопасности работ по выводу из эксплуатации, ликвидации или перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО, санации их территории и обращению с образующимися отходами. Разнообразие и масштабы задач, подлежащих решению в России в связи с ликвидацией последствий деятельности указанных объектов, отсутствие аналогов в мировой практике обуславливают необходимость разработки особого подхода для безопасного использования производственных мощностей подобных предприятий в хозяйственной деятельности, не связанной с ХО.

1.3. Методические подходы по оценке опасности токсичных отходов и рисков их воздействия на персонал и население

Одной из актуальных гигиенических проблем на объектах по уничтожению ХО является образование большого количества промышленных отходов. Образующиеся вследствие ликвидационных работ разнообразные по

качественному и количественному составу промышленные отходы, содержащие чрезвычайно токсичные и опасные соединения, имеют потенциальную опасность.

В ряде работ [56, 57, 172–175] рассмотрены вопросы токсиколого-гигиенической оценки опасности отходов, образующихся при ликвидации бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ОВ, позволившей отнести указанные отходы к 1–4 классам опасности.

Имеющиеся данные по характеристике загрязненности ОВ строительных конструкций и поверхностей оборудования на бывших объектах по производству, хранению и уничтожению ХО позволили выделить зоны повышенного риска на объектах и провести ранжирование всех помещений на «грязные», «условно грязные» и «чистые», детерминирующие оптимальный алгоритм оценки опасности отходов, образующихся при ликвидации предприятий [57, 105, 106, 172].

Отходы строительных материалов, образующиеся при ликвидации бывших объектов по производству, хранению и уничтожению ХО, представляют потенциальную опасность для человека и окружающей среды в зависимости от уровней загрязнения ОВ и продуктами их деструкции, обуславливающее необходимость соблюдения соответствующих мер для обеспечения санитарно-эпидемиологической и эколого-гигиенической безопасности при проведении работ по демонтажу технологического оборудования и строительных конструкций, обезвреживанию, утилизации и транспортировке отходов [57, 105, 172, 176, 177].

Отходы, образующиеся при перепрофилировании и демонтаже зданий предприятий, связанных с производством или использованием опасных веществ, должны направляться на переработку или размещаться на полигонах с учетом класса опасности. Потенциальная опасность отходов оценивается в соответствии с действующими нормативными документами. Способность ОВ, содержащихся в строительных материалах и отходах, мигрировать в подземные воды и атмосферный воздух, оказывать фитотоксическое действие и негативное влияние на общесанитарное состояние почвы предопределяет обязательность проведения водно-миграционных исследований, а также оценки состояния микробоценоза почвы и влияния ОВ на корневую систему высших растений [178, 179].

Дальнейшее обращение с отходами регламентируется согласно гигиеническим требованиям к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления в зависимости от класса их опасности [180]. В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» [181] отходы от ликвидации бывших объектов по производству ОВ ранжируются по классам опасности в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду в соответствии с существующими критериями. Широкий набор неоднородных строительных материалов, влияющих на деградацию токсичного Ви-икс, обуславливал необходимость их оценки как отходов, потенциально загрязненных токсичными химикатами [105, 172].

Одним из значимых аспектов в области обеспечения химической безопасности является разработка гигиенических регламентов для контроля загрязненности производственной и окружающей сред. Это требование в полной мере распространяется на отходы, образующиеся при ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО. При проведении работ по деконтаминации, перепрофилированию или ликвидации бывших объектов хранения и уничтожения ХО необходимо оценивать уровни санитарно-эпидемиологической опасности строительных конструкций, коммуникаций и оборудования всех помещений предприятий. Это связано с возможным загрязнением ОВ и продуктами их деструкции производственной среды в процессе эксплуатации производств и нештатных ситуаций. Для обеспечения безопасности работ актуальным является решение сложных вопросов отдельного определения ОВ и продуктов их превращений [182]. Кроме того, строительные материалы, являющиеся сложными, многокомпонентными системами, состоящими из широкого набора неорганических и органических химических веществ, сами могут служить источником экологической опасности [57, 58, 183].

Важнейшими источниками образования отходов, содержащих высокотоксичные вещества, являются бывшие объекты по производству ХО, что обуславливает необходимость обеспечения санитарной, экологической и гигиенической безопасности при проведении работ по ликвидации

производственных мощностей подобных производств [57, 58].

Показано, что опасность отходов строительных конструкций, образующиеся при ликвидации бывшего объекта по производству ХО ОАО «Капролактамы-Дзержинск» (г. Дзержинск Нижегородской области), содержащие высокие концентрации мышьяка и люизита, снижается до безопасного уровня после обезвреживания с помощью цементирования [59, 61, 159].

Для обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности персонала, населения и окружающей среды при обращении с металлоотходами на всех этапах их обработки (дегазация, термообезвреживание и хранение) определены требования к осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора за подготовкой к утилизации или захоронению металлических отходов, образующихся при уничтожении ХО, выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия [107, 108]. В принципиальной схеме экспериментов по определению класса опасности металлических отходов для передачи его на металлоперерабатывающие предприятия предусматривается определение остаточных количеств ОВ, являющихся основным фактором опасности указанного металлолома [173].

В общем виде условия безопасного для персонала, населения и окружающей среды обращения с отходами определены в СП 2.2.1.2513-09 [184].

Предупреждение негативных последствий загрязнения окружающей среды опасными отходами базируется на разработке и внедрении организационно-технических мероприятий в виде организации специальных полигонов захоронения, предназначенных для снижения реальной и потенциальной опасности химического загрязнения окружающей среды [185]. Для утилизации образующихся на объектах по уничтожению ХО отходов планируется разрабатывать специальные технологии, а также способы захоронения не утилизируемых отходов. В качестве оптимального подхода предполагается создание на загрязненной территории бывшего объекта по хранению ХО специализированного полигона, исключающего воздействие продуктов детоксикации ОВ на человека и окружающую среду. В настоящее время определены критерии гигиенической безопасности

функционирования полигонов захоронения отходов объектов по уничтожению ХО и выбора участка размещения полигона, требования к принимаемым технологическим решениям, рассмотрены вопросы обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды, а также основные задачи санитарно-химического контроля при эксплуатации полигонов [185].

1.4. Методические аспекты регламентирования содержания опасных химических веществ на поверхностях строительных конструкций

Проблема химической деконтаминации при загрязнении производственной среды токсикантами является одной из актуальных проблем современности. Оценка эффективности деконтаминации невозможна без стандартов безопасного содержания загрязнителей одновременно в воздушной среде и на поверхностях строительных конструкций. Система противохимической защиты при чрезвычайных ситуациях с несанкционированным поступлением во внешнюю среду больших количеств опасных хемотоксикантов предусматривает меры по очистке загрязненных зданий и сооружений. Арсенал современных технологий деконтаминации весьма обширен и включает физические, механические, химические и биологические методы; наряду с ними рассматривается возможность обезвреживания опасных химических веществ посредством их естественного разложения и ослабления токсичности [186]. После проведения комплекса работ, связанных с деконтаминацией загрязненных помещений, неизбежно возникает вопрос о возможности дальнейшего их использования в производственных целях [187–190]. Очевидным преимуществом спонтанной деградации является низкая вероятность нанесения ущерба инфраструктуре и отсутствие отходов; основной недостаток заключается в зависимости эффективности от метео- и микроклиматических условий. В случаях, когда после деконтаминации, проведенной иными методами, уровень загрязнения продолжает оставаться для человека небезопасным, значение данных способов очистки существенно возрастает. Принимаемые в этих ситуациях управленческие решения должны быть

адекватны степени потенциального риска здоровью персонала и научно обоснованные регламенты очистки призваны стать как критерием эффективности деkontаминации, так и стратегически важным элементом долговременной и надежной защиты здоровья людей, возвращающихся в восстановленные здания.

Однако подходы к обоснованию стандартов деkontаминации на сегодняшний день развиты недостаточно. Общеизвестно, что методологически основу разработки гигиенических регламентов составляют исследования преимущественно изолированного действия химических соединений. Между тем в результате массивного выброса экстремально опасных токсикантов при чрезвычайных ситуациях следует ожидать одновременное загрязнение сразу нескольких сред не только основным загрязнителем, но и продуктами его разложения. Хемотоксиканты могут поступать в организм разными путями одновременно из нескольких загрязненных сред – при вдыхании воздуха, контакте с поверхностями, приеме пищи и воды. Поэтому очевидно, что фактический вред здоровью может быть определен корректно только на основе оценки комбинированного и комплексного воздействия на человека, обуславливающее определенный отход от принципов традиционного нормирования и сближение с подходами, активно развиваемыми в экотоксикологии и максимально реализованными в токсикологии пестицидов [191–194].

Одной из главных задач при ликвидации последствий химических чрезвычайных ситуаций является проведение дегазационных мероприятий для очистки загрязненных зданий, оборудования и других элементов инфраструктуры. Между тем, при осуществлении дегазации, неизбежно следует установить безопасный уровень содержания токсиканта на внутренних поверхностях зданий для оценки эффективности обезвреживания. Если сохраняются определенные количества загрязнителя, то необходимо обосновать длительность нахождения персонала без СИЗ на своих рабочих местах без угрозы для здоровья людей. Относительно оценки опасности загрязнения воздушной среды ориентирами безопасности будут гигиенические регламенты, устанавливаемые для воздуха рабочей зоны и/или атмосферы населенных мест.

Вышеизложенное обуславливает целесообразность разработки методологических подходов по обоснованию нового вида гигиенического регламента для целей деконтаминации – критерия безопасного уровня содержания химических веществ на поверхностях зданий и сооружений. В основе концептуального решения предлагается учитывать вероятность комплексного воздействия токсиканта. Отечественный опыт оценки опасности комплексного воздействия химических веществ свидетельствует о том, что исследуемое соединение должно иметь утвержденную величину гигиенического регламента для той среды, из которой возможно поступление вещества в организм человека [192, 195]. Известно, что в России гигиенические регламенты разрабатываются на основе экспериментальных исследований, проводимых в унифицированных условиях [196–198]. Базовым параметром при установлении предельно допустимой концентрации является величина порога хронического действия (Lim_{ch}) токсиканта, для перехода которого к ПДК используется коэффициент запаса [199, 200]. В отличие от отечественных зарубежные гигиенические регламенты разрабатываются, как правило, на основе анализа обширной релевантной информации о токсических свойствах изучаемого соединения [201]. При анализе информационных источников главное внимание уделяется поиску величин низкоуровневых влияний, включая уровни пороговых воздействий и не обнаруживаемых эффектов. К значениям максимально недействующей дозы (МНД) применяется коэффициент запаса, при выборе величины которого учитывается ряд неопределенностей [202]. Под последними подразумеваются наличие межвидовых и внутривидовых различий, опасность развития острой и хронической интоксикаций, специфических механизмов токсического действия, способность инициировать отдаленные неблагоприятные эффекты, в частности, опухолевый рост, нарушение генеративной функции и иммунного статуса [200].

В целом по основополагающим методическим подходам к разработке гигиенических регламентов в России и за рубежом имеются определенные совпадения. Они, в первую очередь, касаются использования пороговых величин и коэффициентов запаса. Выявленные «точки соприкосновения» были положены в

основу разработки гигиенических регламентов деконтаминации, необходимых для оценки достаточности очистки зданий после химических инцидентов.

Таким образом, материалы исследований, изложенные в настоящей главе, свидетельствуют о том, что процесс вывода из эксплуатации объектов по хранению и уничтожению ХО в России находится на начальном этапе. Научные исследования по проблеме обеспечения безопасности работ для персонала и населения при выводе из эксплуатации, ликвидации и перепрофилировании указанных объектов не нашли достаточного отражения в отечественной и зарубежной литературе. Учитывая современное состояние, специфику, важность, актуальность и практическую значимость проблема обоснования научно-методической системы гигиенического обеспечения процесса вывода из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО является не достаточно разработанной. Масштабы задач, которые предстоит решить, беспрецедентны, не имеют аналогов в мировой практике и требуют особого подхода к своему разрешению. Гигиеническая безопасность персонала и населения, охрана окружающей среды при проведении ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО должны основываться на законодательной базе и результатах опережающих научных исследований. В настоящее время разработана проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности бывших объектов хранения и уничтожения ХО «Камбарка». В связи с этим, учитывая современное состояние проблемы, специфику вопросов санитарно-гигиенического сопровождения работ, важность сохранения здоровья персонала и населения, мы поставили основной целью своего исследования разработку методологических подходов к гигиеническому обеспечению безопасности работ по выводу из эксплуатации, ликвидации и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО.

ГЛАВА 2. ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в соответствии с основным планом научно-исследовательских работ Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии и профпатологии» Федерального медико-биологического агентства (ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России), который определялся Указом Президента Российской Федерации от 24.03.1995 № 314 «О подготовке Российской Федерации к выполнению международных обязательств в области химического разоружения» [203], Постановлениями Правительства Российской Федерации от 30.12.1994 № 1470 «Об организации работ по созданию объектов по уничтожению запасов отравляющих веществ, хранящихся на территории Саратовской области» [204] и от 22.03.1995 № 289 «Об организации работ по уничтожению запасов люизита, хранящегося на территории Камбарского района Удмуртской Республики» [205]. Работа выполнена в рамках Федеральных целевых программ «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3] и «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 годы)» [206], а также международных проектов с Международным научно-техническим центром и Министерством по охране окружающей среды Канады.

Для достижения поставленной цели и реализации задач настоящего исследования мы руководствовались основополагающими законодательными актами и действующими нормативно-методическими документами, включающие:

– Федеральные законы от 21.12.1994 № 68-ФЗ, от 23.11.1995 № 174-ФЗ, от 02.05.1997 № 76-ФЗ, от 21.07.1997 № 116-ФЗ, от 05.11.1997 № 138-ФЗ, от 24.06.1998 № 89-ФЗ, от 30.03.1999 № 52-ФЗ, от 04.05.1999 № 96-ФЗ, от 07.11.2000 № 136-ФЗ, от 10.01.2002 № 7-ФЗ, от 27.12.2002 № 184-ФЗ, от 18.12.2006 № 232-ФЗ, от 26.06.2008 № 102-ФЗ [2, 23, 69–72, 81, 207–212];

– Федеральный классификационный каталог отходов [213];

– Постановления Правительства РФ от 05.11.1997 № 1387, от 24.02.1999 № 208, от 21.01.2000 № 52, от 24.07.2000 № 554, от 11.05.2001 № 369, от 11.05.2001

№ 370, от 31.08.2002 № 1225-р, от 11.04.2005 № 206, от 15.09.2005 № 569, от 05.12.2005 № 734, от 02.02.2006 № 60, от 02.07.2007 № 421, от 16.02.2008 № 87 [214–226];

– Постановление Министерства труда и социального развития РФ от 22.12.2003 № 85 [227];

– Приказы Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 21.03.2000 № 101, от 16.07.2007 № 477, от 01.10.2008 № 541н, от 07.12.2009 № 954н, от 12.04.2011 № 302н и от 19.10.2011 № 1194н [228–233];

– Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 15.06.2001 № 511 [234];

– Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 19.07.2007 № 224 [235];

– Санитарно-эпидемиологические правила и нормы СанПиН 1.2.2353-08, СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.1.5.980-00, СанПиН 2.1.6.1032-01, СанПиН 2.1.7.1287-03, СанПиН 2.1.7.1322-03, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4.548-96 [180, 236–244];

– Санитарные правила СП 1.1.1058-01, СП 2.1.5.1059-01, СП 2.1.7.1386-03, СП 2.2.1.1312-03, СП 2.2.1.2513-09, СП 2.2.2.1327-03 [184, 245–249];

– Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [250];

– Руководства Р 2.1.10.1920-04 и Р 2.2.2006-05 [251, 252];

– Свод правил СП 52.13330.2011 [253];

– Строительные нормы и правила СНиП 2.01.28-85 [254];

– Общесоюзный нормативный документ ОНД-86 [255];

– Гигиенические нормативы (ГН) содержания ОВ КНД и отравляющих веществ нервнопаралитического действия (ОВ НПД) и продуктов их деструкции в различных объектах производственной и окружающей сред.

Объектами настоящего исследования являлись предприятия по хранению и уничтожению ХО и прилегающие к ним территории, подлежащие после прекращения функционирования дегазации, выводу из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности: «Горный» (пос. Горный, Саратовская область), «Камбарка» (г. Камбарка, Удмуртская Республика), «Марадыковский» (пос.

Мирный, Кировская область), «Леонидовка» (пос. Леонидовка, Пензенская область), «Щучье» (г. Щучье, Курганская область), «Почеп» (г. Почеп, Брянская область) и «Кизнер» (пос. Кизнер, Удмуртская Республика), а также бывшие производства ОВ кожно-нарывного действия на ОАО «Капролактам-Дзержинск» (г. Дзержинск, Нижегородская область), нервнопаралитического действия на ВОАО «Химпром» (г. Волгоград) и в филиале ФГУП «Государственный НИИ органической химии и технологии» «Обособленный завод № 4» (г. Новочебоксарск Чувашской Республики) и бывший объект по разработке химического оружия – филиал ФГУП «Государственный НИИ органической химии и технологии» «Шиханы» (г. Шиханы Саратовской области), подвергнутые ликвидации или репрофилированию.

Для решения поставленных задач в работе были применены современные и общепринятые гигиенические, эпидемиологические, химические, токсикологические и статистические методы исследования, а также методология оценки риска для здоровья человека, которые позволили получить сопоставимые с результатами других исследователей материалы.

Санитарно-гигиеническая оценка мест работы персонала указанных предприятий и среды обитания на прилегающих к ним территориях основывалась на ретроспективных данных производственного и санитарного контроля, осуществляемого лабораториями предприятий и промышленно-санитарными лабораториями центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России за период 2000–2012 гг. и на результатах собственных исследований в 2005–2012 годы.

В процессе работы были оценены результаты анализов сотен тысяч проб по исследованию загрязненности ОВ и продуктами их деструкции объектов производственной (воздух рабочей зоны, смывы с различных поверхностей, материалы строительных конструкций, вентиляционные выбросы, промывные и сточные воды и др.) и окружающей (атмосферный воздух, вода и донные отложения водоемов, почва, грунтовые воды, снеговой покров) сред и тысяч замеров уровней физических факторов всех объектов по хранению и уничтожению ХО и прилегающих к ним территорий, подлежащих после прекращения

функционирования дегазации и ликвидации последствий деятельности, а также некоторых бывших объектов по разработке и производству химического оружия, подвергнутых ликвидации или перепрофилированию, выполненных ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, лабораториями по контролю безопасности производства и мониторинга окружающей среды предприятий, центрами гигиены и эпидемиологии ФМБА России.

Условия труда персонала и содержание ОВ и других приоритетных химических загрязнителей в атмосферном воздухе, воде водоемов, почве, снежном покрове и донных отложениях оценивалось согласно действующим нормативно-методическим документам.

Определение содержания ОВ кожно-нарывного и нервнопаралитического действия и продуктов их деструкции в различных объектах производственной и окружающей сред, включающих воздух рабочей зоны, различные поверхности технологического оборудования, строительных конструкций и средств индивидуальной защиты, отходы после печей сжигания (зола), материалы строительных конструкций, металлические отходы, атмосферный воздух, почву, снежный покров, питьевую и подземную воду, воду и донные отложения водоемов на территории санитарно-защитной зоны предприятий и населённых мест, выполнялось при функционировании объектов в штатных режимах газохроматографическими, вольтамперометрическими, биохимическими и фотометрическими методами с использованием разработанных или актуализированных аттестованных методик измерений (МВИ 031-01-151-05; МВИ 031-05-154-05; МВИ 031-01-163-05; МВИ 031-03-177-05; МВИ 031-03-185-05; МВИ 031-01-068А-06; МВИ 031-05-234-07; МВИ 031-01-282-08; МВИ 031-01-314-09; МВИ 031-03-309-09; МВИ 031-05-310-09; МУ 31-09/04; МУ 31-11/05; МУК 4.1.047-02; МУК 4.1.054-02; МУК 4.1.007-2009 – МУК 4.1.010-2009; МУК 4.1.013-2009; МУК 4.1.014-2009; МУК 4.1.010-2010 – МУК 4.1.017-2010; МУК 4.1.020-2010; МУК 4.1.021-2010; МУК 4.1.046-2010 – МУК 4.1.049-2010; МУК 4.1.052-2010 – МУК 4.1.057-2010; МУК 4.1.001-2011; МУК 4.1.024-2011 – МУК 4.1.026-2011; МУК 4.1.038-11; МУК 4.1.039-11; МУК 4.1.040-12 – МУК 4.1.042-12; ПНД Ф 13.1:2:3.63-08) [256–306].

Оценка загрязнения ОВ кожно-нарывного и нервнопаралитического действия, а также продуктами их деструкции различных объектов производственной и окружающей сред проводилась с учетом действующих гигиенических нормативов (ГН 2.1.5.1315-03; ГН 2.1.5.2036-05; ГН 2.1.5.2122-06; ГН 2.1.5.2561-09; ГН 2.1.5.2738-10; ГН 2.1.5.2947-11; ГН 2.1.6.1338-03; ГН 2.1.6.2157-07; ГН 2.1.6.2556-09; ГН 2.1.6.2563-09; ГН 2.1.6.2658-10; ГН 2.1.6.2736-10; ГН 2.1.6.2737-10; ГН 2.1.7.2035-05; ГН 2.1.7.2041-06; ГН 2.1.7.2121-06; ГН 2.1.7.2511-09; ГН 2.1.7.2559-09; ГН 2.1.7.2560-09; ГН 2.1.7.2606-10 – ГН 2.1.7.2609-10; ГН 2.1.7.2611-10; ГН 2.1.7.2726-10; ГН 2.1.7.2727-10; ГН 2.1.7.2751-10; ГН 2.1.7.2946-11; ГН 2.2.5.1313-03; ГН 2.2.5.1371-03; ГН 2.2.5.2032-05; ГН 2.2.5.2037-05; ГН 2.2.5.2119-06; ГН 2.2.5.2120-06; ГН 2.2.5.2219-07; ГН 2.2.5.2220-07; ГН 2.2.5.2388-08; ГН 2.2.5.2389-08; ГН 2.2.5.2557-09; ГН 2.2.5.2558-09; ГН 2.2.5.2562-09; ГН 2.2.5.2610-10; ГН 2.2.5.2728-10; ГН 2.2.5.2729-10; ГН 2.2.5.2827-11; ГН 2.2.5.2829-11; ГН 2.2.5.2945-11 [307–353].

Замеры параметров микроклимата, уровней шума, освещенности, электромагнитных и электростатических полей от компьютеров в производственных и лабораторных помещениях, на центральном пульте управления (ЦПУ) проводились с использованием соответствующих поверенных средств измерений.

Измерение параметров микроклимата (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха, ТНС-индекс) выполнялось аспирационным психрометром МВ-4М, метеометром «МЭС-2», цифровым термоанемометром «Testo 450» и шаровым термометром. Микроклиматические условия изучали в теплый и холодный периоды года. Результаты измерений микроклиматических параметров оценивали по их соответствию допустимым значениям по СанПиН 2.2.4.548-96 [244].

Уровни искусственной освещенности определяли с помощью люксметра-яркомера «Аргус-01» и оценивали по их соответствию нормативным значениям по СП 52.13330.2011 [253] и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [242]. Измерение электромагнитных излучений, создаваемых персональными электронно-вычислительными машинами, проводилось с помощью комплекта приборов

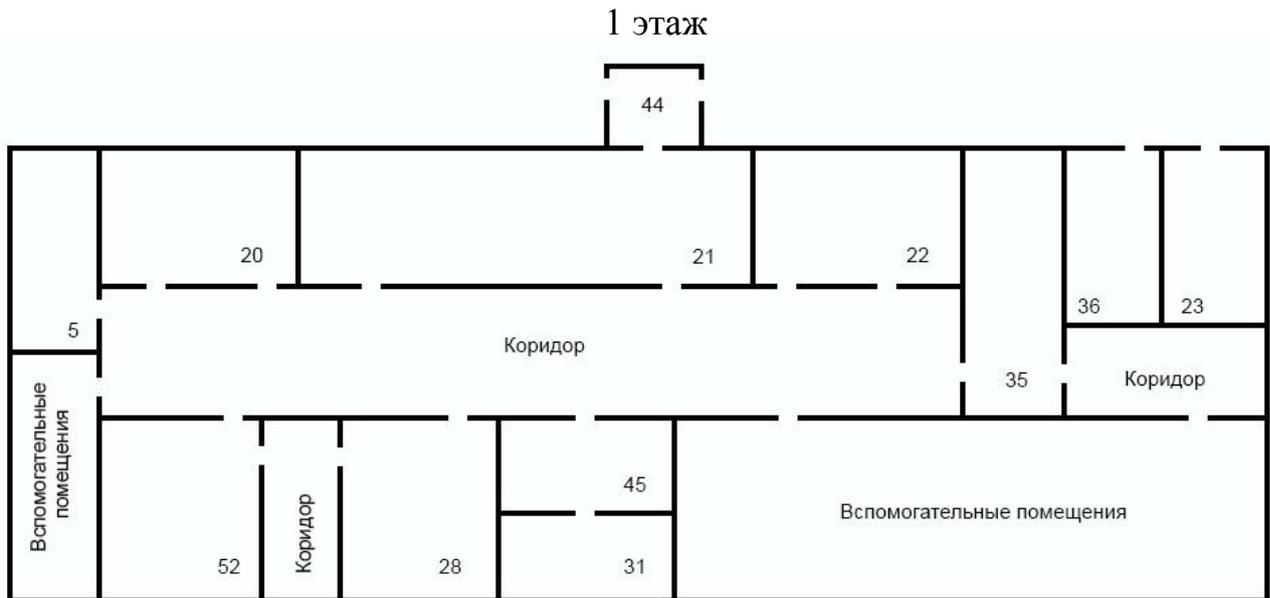
«Циклон-05М» (ИЭП-05, ИМП-05/1, ИМП-05/2 и ИЭП-01), оценка результатов – по СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [243]. Измерение шума выполнялось с помощью шумомеров 00023 «Роботрон» и ВШВ-003-М2 и оценивалось по СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [250].

Расположение основных производственных помещений корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» представлены на рисунках 2.1 и 2.2.

Разработка санитарно-гигиенических рекомендаций по предотвращению ущерба здоровью персонала и населения при проведении работ по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО «Горный» (пос. Горный Саратовской области) основывалась на гигиенической оценке загрязненности строительных конструкций промышленных сооружений и предлагаемого алгоритма работ по разборке (демонтажу) зданий, сооружений и емкостей, определении класса опасности потенциальных строительных отходов и оценке риска для здоровья персонала и населения.

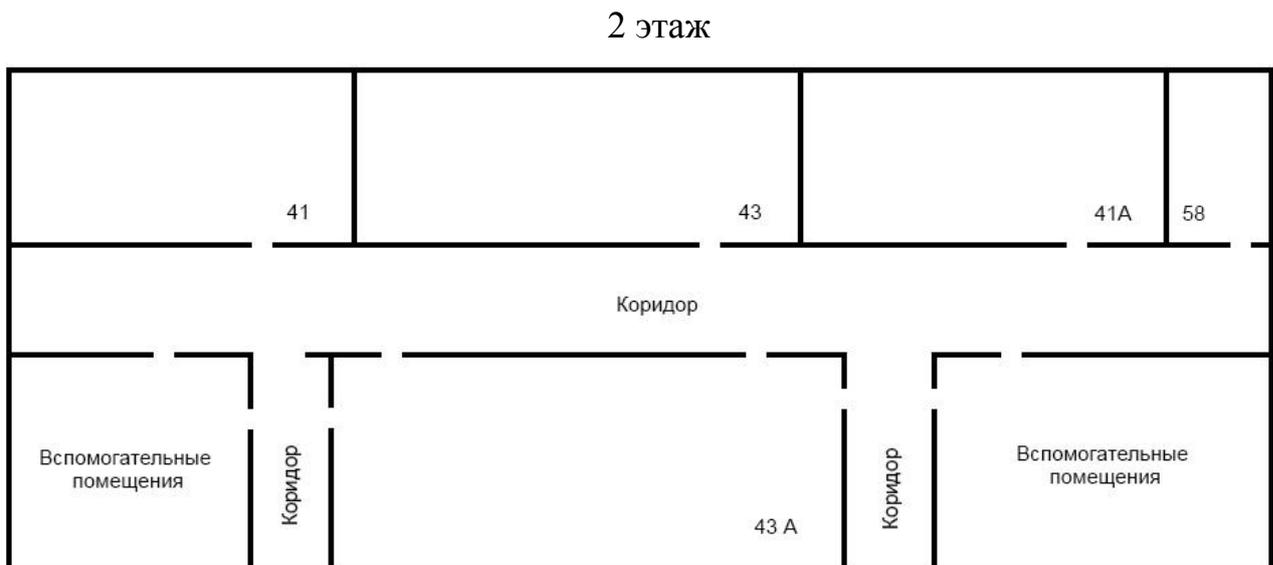
Обследование зданий, сооружений и оборудования, составление и согласование схемы отбора проб, отбор проб и определение уровней загрязнения строительных конструкций и технологического оборудования на объектах по хранению и уничтожению ХО «Горный» выполнено специалистами ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, ФГУП «ГосНИИОХТ», войсковых частей № 66762 и № 96688. Был произведен наружный и внутренний осмотр зданий и сооружений, определено их назначение, техническое состояние, содержимое, характер строительных конструкций. Определены места отбора проб для химического анализа загрязненности материалов ОВ КНД и продуктами их деструкции с учётом расположения оборудования и емкостей в помещениях, опроса обслуживающего персонала, идентификации мест возможного пролива токсикантов.

Пробы в производственных помещениях объекта по уничтожению ХО «Горный» отбирали преимущественно с пола и стен. Всего было отобрано 174 пробы. В хранилищах пробы отбирались, прежде всего, с бетонного пола и стен, балок перекрытия, деревянной обрешетки и шиферного покрытия крыш, а также в модулях очистки вентвоздуха. Всего было отобрано 128 проб. При отборе проб руководствовались методическими документами [247, 354, 355]. Химико-аналитические исследования проб материалов строительных конструкций на



Условные обозначения: 5 – отделение разлива реакционной массы люизита, 20 – отделение гидролиза люизита, 21 – отделение растарки бочек, 22 – отделение детоксикации иприта, 23 – отделение хранения реакционной массы иприта, 28 – отделение стоков пожаротушения, 31 – помещение реанимации, 35 – отделение разлива реакционной массы иприта, 36 – отделение приготовления дегазирующих рецептур, 44 – отделение загрузки бочек, 45 – помещение дегазационно-обмывочного душа, 52 – отделение сбора реакционных масс люизита и сточных вод.

Рисунок 2.1 – Схема расположения основных производственных помещений корпуса 1-1 (1 этаж) объекта по уничтожению химического оружия «Горный»



Условные обозначения: 41, 41А, 43, 43А, 58 – отделения очистки вентвоздуха.

Рисунок 2.2 – Схема расположения основных производственных помещений корпуса 1-1 (2 этаж) объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

содержание ОВ КНД (иприт, люизит) и мышьяка выполнены с использованием методик газохроматографических, фотоколориметрического и атомно-абсорбционного методов анализа.

Обследование бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» осуществляли путем визуального осмотра оставшихся корпусов и территории складирования отходов, оценки их состояния. Точки отбора проб определяли исходя из бывшего расположения оборудования, опроса персонала, идентификации мест возможного пролива ОВ. В соответствии с методическими документами [247, 354, 355] выполнен отбор проб различных строительных фрагментов, включающих бетон с пола, футеровочную плитку с оборудования, кирпич и штукатурку со стен, деревянные фрагменты оконных переплетов, кирпич от разрушенных корпусов и фрагменты укрывного материала крыш (рубероид). Гигиеническая оценка загрязненности фрагментов строительных конструкций проводилась по данным химических анализов, выполненных сотрудниками ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России и химико-аналитической лаборатории ОАО «Капролактамы-Дзержинск». Всего отобраны 108 проб фрагментов строительных конструкций и оборудования, в которых определяли ОВ КНД (люизит) и мышьяк.

На основании результатов химико-аналитических исследований загрязненности ОВ КНД (иприт, люизит) и мышьяком строительных отходов, образующихся при ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» и бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск», были проведены гигиеническая оценка загрязненности строительных конструкций и токсиколого-гигиенические исследования по определению класса опасности отходов строительных материалов расчетным и экспериментальными методами, в соответствии с требованиями СП 2.1.7.1386-03 [247]. Гигиеническая оценка загрязненности строительных материалов выполнена путем сравнения результатов химических исследований с ПДК ОВ и соединений мышьяка. В соответствии с существующими требованиями [129] проведена гигиеническая оценка предлагаемого алгоритма работ по разборке (демонтажу) зданий, сооружений и емкостей, находящихся на территории бывших объектов

хранения и уничтожения ХО «Горный».

Токсиколого-гигиеническое определение класса опасности отходов, образующихся при ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО «Горный» и бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» выполнялось по сокращенной схеме в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247]. Исследования включали в себя изучение влияния потенциальных строительных отходов на жизнеспособность гидробионтов, сельскохозяйственные растения (фитотоксическое действие), общесанитарное состояние почвы и способности токсических компонентов отходов к миграции в грунтовые воды и атмосферный воздух. Кроме того, проводилось определение параметров острой смертельной токсичности образцов на крысах и оценка подострой токсичности экстрактов проб отходов при пероральном введении лабораторным животным. В экспериментах использованы пробы с максимальным содержанием люизита и мышьяка. Определение класса опасности отходов бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» проведено до и после цементирование. Расчеты классов опасности образцов отходов выполняли с использованием универсальной статистической программы Excel. При проведении исследований по определению класса опасности отходов руководствовались положениями действующих нормативно-методических документов [247, 356–360].

Токсическое влияние водных вытяжек строительных отходов на микробоценоз почвы оценивали с использованием сапрофитных бактерий, микромицетов, актиномицетов и азотобактера [247]. Контролем являлись почвы, отобранные в районе размещения бывших объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» и по производству ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск», не загрязненные ипритом, люизитом и мышьяком. Для исключения возможного токсического влияния компонентов, входящих в состав строительных конструкций, в качестве позитивного контроля использовались экстракты проб строительных материалов, не содержащие ОВ и продукты их деструкции.

Изучение токсичности тестируемых образцов отходов проводили на 292 белых беспородных крысах самцах с исходной массой тела 200–220 граммов.

Общерезорбтивное действие образцов отходов на животных оценивали по наличию гибели животных, клинической картине отравления, а также с помощью интегральных и специфических показателей. Интегральные показатели включали в себя динамику массы тела, частоту дыхания и сердечных сокращений подопытных животных, суммационно-пороговый показатель, поведенческие реакции в установке «открытое поле», основные параметры периферической крови [361–363]. Определяли биохимические показатели крови, включающие активность ферментов, содержание общего белка и общих липидов, количество холестерина и мочевины, уровень пировиноградной кислоты [364]. Кроме того, оценивали иммунологическую реактивность организма исследованием фагоцитарной активности нейтрофилов, активности комплемента, титра «нормальных» антител в реакции пассивной гемагглютинации, уровня общих иммуноглобулинов, бактерицидной активности сыворотки крови [365–367]. В каждой группе животных рассчитывали относительную массу внутренних органов, а также проводили гистологические и гистохимические исследования [368, 369]. Экспериментальные данные обрабатывали статистически с применением параметрических и непараметрических методов [370, 371]. Статистическую обработку результатов гистохимического исследования проводили полуколичественным методом Ван-дер-Вардена [372]. Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$.

Для обоснования безопасности производственного персонала и населения при возможном воздействии на здоровье человека образующихся строительных отходов в процессе ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО была использована методология оценки риска нарушений здоровья персонала и населения с использованием математических методов.

Оценка риска для здоровья персонала и населения при обращении и захоронении на полигоне высоко опасных строительных отходов, образующихся при проведении работ по демонтажу и утилизации зданий, сооружений, технологического оборудования и емкостей на объектах по хранению и уничтожению ХО «Горный», а также от загрязненности грунта при проведении работ по его рекультивации, обезвреживанию и утилизации на территории,

прилегающей к основным корпусам бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск», выполнена в соответствии с существующими нормативными документами [70, 210, 251, 373, 374].

Оценку степени химического загрязнения почвы на территории бывшего производства ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» (г. Дзержинск, Нижегородская область) выполняли в 2006–2007 годах с учетом требований нормативно-методических документов [354, 356, 376]. На основании обследования территории указанного объекта с оценкой возможной площади загрязнения грунта вокруг производственных корпусов, выбора и обоснования мест отбора проб осуществлен отбор проб почвы на различных расстояниях от корпусов и на разной глубине в соответствии с требованиями [376]. Анализ проб на содержание ОВ КНД проводили в соответствии с аттестованными методиками [270, 271]. Мышьяк в почве определяли атомно-абсорбционным методом с использованием ртутно-гидридного генератора «ГРГ-107» [377]. Гигиеническую оценку результатов химического анализа проб производили путем сравнения фактических концентраций с гигиеническими нормативами содержания определяемых веществ в почве, анализа распределения загрязнений по площади и в глубину. ПДК в почве иприта равна 0,05 мг/кг [325], люизита – 0,1 мг/кг [322], мышьяка – 2,0 мг/кг [321]. Выполнено картографирование территории, прилегающей к основным корпусам бывшего объекта по производству ХО, по степени загрязненности ОВ КНД и мышьяком.

При разработке стандартов безопасности в производственной и окружающей средах иприта, люизита, их смесей и продуктов деструкции для проведения работ по обеззараживанию зданий, сооружений, оборудования и почвы территорий объектов хранения и уничтожения ХО учтен опыт медико-гигиенического сопровождения процесса ликвидации бывших объектов по производству ОВ КНД и ОВ НПД. Оценена информация касающаяся разработки рекомендаций по безопасному проведению работ и алгоритма возможного использования отходов, образующихся при ликвидации указанных производств.

На момент начала настоящей работы отсутствовали разработанные и утвержденные инструктивно-методические документы по экспериментальному

обоснованию ПДК токсикантов в строительных конструкциях, отходах после печей сжигания и металлоотходах, предназначенных для дальнейшего вовлечения в хозяйственный оборот, и почве территории промплощадок. В этой связи при разработке гигиенических нормативов принимали во внимание методические подходы, изложенные в действующих нормативно-методических документах для оценки отходов и почвы [247, 357, 358]. При выборе методов исследований учитывали, что при ликвидации объектов хранения и уничтожения ОВ основная опасность для персонала, занятого в ликвидационных работах, состоит в десорбции ОВ из указанных материалов в воздух и попадании в органы дыхания [378]. Исходя из этого, при оценке опасности и обосновании гигиенических регламентов люизита, иприта, зарина и зомана в строительных конструкциях, отходах после печей сжигания, металлоломе, металлических отходах и почве территории промплощадок использовались воздушно-миграционный и водно-миграционный показатели, оценивалось состояние микробоценоза почвы и фитотоксичность [247, 358].

Определение расчетной ПДК метилфосфоновой кислоты в почве населенных мест выполняли в соответствии с рекомендуемыми уравнениями с использованием токсикометрического параметра, установленного в условиях острых опытов в виде величины среднесмертельной дозы при внутрижелудочном введении, и экспериментально обоснованного стандарта безопасности токсиканта в одной из основных экосистем – ПДК вещества в воде водоемов [379].

Разработка методологии экспериментального обоснования стандартов безопасного содержания опасных химических веществ в воздушной среде и на внутренних поверхностях строительных конструкций зданий и сооружений при комплексном воздействии после проведения деконтаминации проводилась с учетом данных литературы и нормативных документов [380–389].

Экспериментальная проверка теоретического обоснования регламентов деконтаминации была проведена на примере ОВ Ви-икс (О-изобутил-β-N-диэтиламиноэтантолового эфира метилфосфоновой кислоты, CAS # 159939-87-4) с массовой долей вещества 92 % в условиях однократного комплексного воздействия на лабораторных крыс. Как наиболее вероятные в реальной обстановке

пути поступления токсиканта в организм рассматривали ингаляционный и перкутанный. Однако ввиду наличия объективных препятствий к проведению ингаляционных опытов воздействие Ви-икс через дыхательные пути имитировали внутрибрюшинным введением. Рабочие растворы Ви-икс из расчета 0,1 мл на 100 г массы тела животного инъецировали внутрибрюшинно, через 10–15 секунд апплицировали вещество на участок кожи размером 16 см² и после 4-часовой экспозиции проводили определение активности ацетилхолинэстеразы (АХЭ).

Исследования по оценке возможности ликвидации или перепрофилирования производственных мощностей бывшего производства ФОВ зарина и зомана на ОАО «Химпром» (г. Волгоград) выполняли в течение в 1990–1992 и 2002–2003 годах. Степень загрязнения технологического оборудования и трубопроводов, имевших контакт с ОВ, изучалась путем отбора по 1–14 проб с наружной и внутренней поверхностей каждого его элемента (крышка, обечайка, мешалка, штуцер, фланец или место разреза трубопровода, узлы налива и термодегазации, разгерметизации и эвакуации, конвейеры). Из ванн с загруженными в них разобранными основными узлами станков налива и запорной арматурой, насадками или прокладочно-уплотнительным материалом, сборников сточных вод и гидрозатворов каждого трапа канализации отбирали по 1–9 проб конденсата, промывной или сточной воды, из гидростанций, предназначенных для обеспечения работы основных механизмов станков налива и эвакуации, – по 1 пробе машинного масла. С наружной поверхности оборудования, не имевшего непосредственного контакта с ОВ (трубопроводы пара, конденсата, щелочи, инертного газа, воздуха КИПиА, рассола, оборотной, фильтрованной и охлажденной воды, электрооборудования, включающего электродвигатели, электрощиты, пускатели, электрокабели, их защитные трубопроводы и экраны, светильники, средства КИПиА), и строительных конструкций производственных помещений, коридоров, лестничных клеток, галерей, «грязных» душей и помещений для снятия СИЗ (пол, стены и потолок) отбирали по 1–10 проб. Отбор проб осуществляли с каждого вида материалов (штукатурка, теплоизоляция и металлоконструкции окрашенные и неокрашенные, стекло, кирпич, оргстекло, резина, фторопласт, кафель, метлахская

плитка, бетон, включая поверхности под кафелем и метлахской плиткой и др.) на поверхности и с различной глубины. Особое внимание было уделено фундаментам станков налива, где пробы отбирались на различной глубине, начиная с поверхности и до 20 см включительно, через каждые 5 см. Активную окись алюминия отбирали по 5 проб из каждой кассеты контактных аппаратов.

Воздух для химического анализа отбирался ежедневно до и после разборки технологического оборудования и удаления прокладочно-уплотнительного материала по 5 проб из внутреннего объема оборудования, имевшего контакт с ОВ, а также из рабочей зоны производственных помещений.

Для исследования степени загрязнения зарином и зоманом различных поверхностей, воздушной среды, промывной воды и машинного масла были использованы известные биохимические методики, основанные на способности указанных веществ необратимо ингибировать холинэстеразу [256, 265], оценку загрязненности проводили по более токсичному химическому соединению – зоману.

Оценку полученных результатов определения степени загрязнения различных объектов производственной среды зоманом проводили с учетом утвержденных его ПДК в воздухе рабочей зоны и воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования на уровне $1,0 \times 10^{-5}$ мг/м³ и $5,0 \times 10^{-6}$ мг/дм³, соответственно [312, 349], а также ПДУ загрязнения технологического оборудования – $1,0 \times 10^{-6}$ мг/дм² [353]. Всего было отобрано и проанализировано 19821 смыв с поверхностей, 1567 проб воздуха, 428 проб промывной и сточной воды, 300 проб активной окиси алюминия и 6 проб машинного масла.

Полученный цифровой материал был обработан с помощью вариационно-статистических методов с использованием пакета прикладных программ STATISTICA 6.0, Microsoft Excel. Обработка и анализ информации заключались в определении минимальных и максимальных величин, расчетах средних арифметических, относительных и суммарных показателей, стандартных ошибок, построении и анализе динамических рядов, графическом анализе данных [371, 372, 375]. Различия считали достоверными при $P \leq 0,05$.

При обосновании основных требований и разработке нормативно-

методических документов, касающихся проблемы гигиенического обеспечения работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, были собраны и проанализированы имеющиеся материалы по уничтожению и перепрофилированию бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ОВ КНД и ОВ НПД, подготовленные в научно-исследовательских организациях и проектных институтах нашей страны. Анализ современного состояния проблемы обеспечения безопасности работ по ликвидации последствий деятельности бывших объектов хранения и уничтожения ХО выполнен по материалам отечественных и зарубежных публикаций.

В работе использованы материалы совместных исследований с сотрудниками ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России (г. Волгоград), ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России (г. Санкт-Петербург), Центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России № 29 (г. Новочебоксарск, Чувашская Республика), № 40 (г. Волгоград), № 41 (г. Глазов, Удмуртская Республика), № 49 (г. Шиханы, Саратовская область), № 52 (г. Кирово-Чепецк, Кировская область), № 59 (г. Заречный, Пензенская область), № 92 (г. Миасс, Челябинская область), № 135 (г. Десногорск, Смоленская область), ФГУП «ГосНИИОХТ» (г. Москва), войсковых частей № 66762 и № 96688, лабораторий по контролю безопасности производства и мониторинга окружающей среды объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» (пос. Горный, Саратовская область), «Камбарка» (г. Камбарка, Удмуртская Республика), «Марадыковский» (пос. Мирный, Кировская область), «Леонидовка» (пос. Леонидовка, Пензенская область), «Щучье» (г. Щучье, Курганская область), «Почеп» (г. Почеп, Брянская область) и «Кизнер» (пос. Кизнер, Удмуртская Республика), а также бывших производств ОВ на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» (г. Дзержинск, Нижегородская область), ВОАО «Химпром» (г. Волгоград), филиала ФГУП «ГосНИИОХТ» «Обособленный завод № 4» (г. Новочебоксарск Чувашской Республики) и бывшего объекта по разработке химического оружия – филиал ФГУП «ГосНИИОХТ» «Шиханы» (г. Шиханы, Саратовская область).

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Санитарно-гигиеническая характеристика объектов по хранению и уничтожению химического оружия

Поэтапный вывод объектов по хранению и уничтожению ХО из эксплуатации после завершения процессов обезвреживания ОВ предусматривается Федеральным законом «Об уничтожении химического оружия» [2] и Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3].

Систематическая концептуальная и научная разработка многих важнейших проблем, связанных с обеспечением безопасности работ по выводу из эксплуатации, ликвидации или конверсии объектов по хранению и уничтожению ХО в России, не проводилась. Вместе с тем, накоплен опыт по медико-гигиеническому сопровождению процессов конверсии или уничтожения предприятий по производству и разработке ХО и ликвидации последствий их деятельности¹. Проведенные исследования показали, что указанные работы могут обуславливать определенную потенциальную опасность для персонала, населения и окружающей среды. Медико-гигиеническое обеспечение процессов перепрофилирования или ликвидации бывших объектов по хранению и уничтожению ХО должно быть направлено на снижение риска для здоровья персонала и предотвращение поступления ОВ и продуктов их деструкции в окружающую среду. Решение этого сложного комплекса задач обусловило необходимость разработки новых подходов и практической их апробации. Многоуровневые исследования и опыт внедрения разработок санитарно-технических и эколого-гигиенических мероприятий при ликвидации или конверсии бывших объектов по разработке и производству ХО явились основой для

¹ Работы выполнялись сотрудниками ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России (г. Волгоград) и ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России (г. Санкт-Петербург).

разработки мероприятий по организации и осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора при проведении работ по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО.

В целях выполнения международных обязательств России в области химического разоружения в соответствии с Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» первым из семи был построен объект «Горный» (пос. Горный, Саратовская область) по уничтожению ОВ КНД (иприта, люизита и их смесей). Эксплуатация этого объекта по детоксикации ОВ осуществлялась с декабря 2002 года по декабрь 2005 года. В настоящее время на указанном предприятии перерабатываются продукты детоксикации люизита, иприта и их смесей.

На объекте «Камбарка» (г. Камбарка, Удмуртская Республика) уничтожения ХО в период с марта 2006 года по март 2009 года полностью ликвидирован люизит. В 2009 году была разработана проектная документация по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности указанного объекта.

Следующие объекты по уничтожению ХО были последовательно введены в эксплуатацию: «Марадыковский» (пос. Мирный, Кировская область) с 2006 года, «Леонидовка» (пос. Леонидовка, Пензенская область) с 2008 года, «Щучье» (г. Щучье, Курганская область) с 2009 года, «Почеп» (г. Почеп, Брянская область) с 2010 года. В настоящее время на объектах «Марадыковский», «Леонидовка», «Щучье» и «Почеп» продолжается уничтожение, в основном, ФОВ.

Объект «Кизнер» (пос. Кизнер, Удмуртская Республика), предназначенный для уничтожения ФОВ и люизита, пущен в эксплуатацию в декабре 2013 года.

Для обезвреживания ОВ используются двухстадийные технологии, предусматривающие использование на первом этапе различных дегазирующих растворов с получением реакционных масс и последующую их переработку [4].

По мере приближения к окончанию процессов детоксикации ОВ в Российской Федерации все большую актуальность приобретает проблема ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО после завершения их эксплуатации. При этом планируется обезвреживание и

демонтаж производственных мощностей, санацию территорий промышленных площадок, утилизацию и захоронение образующихся отходов. Разрабатываются планы безопасного вывода указанных объектов из эксплуатации и необходимые для этой деятельности санитарно-эпидемиологические нормативы и требования, ведется поиск путей реализации в народном хозяйстве продуктов переработки [35].

На основе обоснованных гигиенических требований для объектов по хранению и уничтожению ОВ научными коллективами ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России (г. Волгоград) и ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России (г. Санкт-Петербург) были разработаны с участием автора нормативно-методические документы, включающие методические указания «Организация и осуществление санитарно-эпидемиологического надзора за условиями труда и охраной окружающей среды на объектах по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия» (МУ 1.1.020-99²), «Организация и осуществление санитарно-эпидемиологического надзора на объектах по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ» (МУ 1.1.019-00²), «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной среды на объектах по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия» (МУ 2.2.5.013-99²), «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной среды на объектах по уничтожению фосфорорганических отравляющих веществ» (МУ 2.2.5.08-02³), «Безопасность условий труда при работе с отравляющими веществами в лабораторных и экспериментальных подразделениях научно-исследовательских институтов, учреждений и организаций» (МУ 2.2.1.016-98⁴), а также санитарные правила «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия» (СП 2.2.1.2513-09⁵).

² С участием специалистов ОАО «Гипросинтез» (г. Волгоград) и ФУ «Медбиоэкстрем» (г. Москва).

³ С участием специалистов ФУ «Медбиоэкстрем» (г. Москва).

⁴ С участием специалистов ОАО «Гипросинтез» (г. Волгоград).

⁵ С участием специалистов ФМБА России (г. Москва), ФУ БХ и УХО (г. Москва), ФГБУЗ «ЦГиЭ № 49 ФМБА России» (г. Шиханы, Саратовская область) и ФГУП «ГосНИИОХТ» (г. Москва).

Гигиенические требования указанных нормативно-методических документов, гигиеническая оценка действующих объектов по уничтожению ХО и результаты выполненных под руководством автора санитарно-эпидемиологических экспертиз проектных материалов по технико-экономическому обоснованию на строительство промышленных зон объектов по уничтожения ХО «Горный», «Камбарка», «Леонидовка», «Почеп» и «Кизнер», их корректировок и дополнений явились основой для разработки эколого-гигиенических мероприятий для обеспечения безопасности персонала и населения при выводе из эксплуатации объектов по хранению и уничтожению ХО и ликвидации последствий их деятельности.

Объект по уничтожению химического оружия «Горный»

Хранение ОВ на арсенале объекта «Горный» осуществлялось в трех одноэтажных кирпичных хранилищах (в бочках и стационарных емкостях) и в трех утепленных цистернах. Строительные конструкции хранилищ за время существования частично подвергались реконструкции, в ряде случаев они находятся в аварийном состоянии. Хранилища не отапливаются, вентиляция естественная через три дефлектора, расположенных на крыше. Полы хранилищ бетонные, выполненные в виде поддона. Над цистернами смонтирована площадка для осуществления осмотра верхней части цистерн и систем трубопроводов.

Емкости в хранилищах оборудованы устройствами с фильтрами типа ФП-200 и ФП-300 для очистки абгазов дыхания. По истечении защитной мощности, использованные фильтры демонтируются и вывозятся на уничтожение. Очищенный на фильтрах воздух поступает в помещение, которое оборудовано вытяжной системой вентиляции с двумя фильтрующими установками. Из помещений воздух выбрасывается через низкую трубу над козырьком крыши.

В хранилищах предусматривается контроль воздуха на содержание паров иприта и люизита с помощью стационарных автоматических газосигнализаторов непрерывного действия типа М1 90-А.

В случае возникновения аварийной ситуации (пролив ОВ) и, соответственно, при срабатывании газосигнализаторов предусмотрено автоматическое включение принудительной вентиляции хранилищ с очисткой удаляемого воздуха на контактных аппаратах.

Работы в хранилищах проводились в изолирующих СИЗ, которые после выхода из помещений дегазировались и направлялись на сжигание.

Объект «Горный» предназначался для уничтожения люизита, иприта и их смесей. Уничтожение ОВ КНД выполнялось в производственном здании корпуса 1-1 на опытной установке дегазации люизита и опытно-промышленной установке обезвреживания иприта, «двойной» и «тройной» ипритно-люизитных смесей из емкостей и бочек. Уничтожение люизита проводилось методом щелочного гидролиза с получением реакционных масс без стадии электролиза. Детоксикация иприта выполнялась водным раствором моноэтаноламина, «двойной» (иприт с люизитом) и «тройной» (иприт с люизитом в дихлорэтаноле) смесей – моноэтаноламином в сочетании с этиленгликолем с получением реакционных масс. Установка термического обезвреживания отходов промзоны объекта «Горный» до продуктов полного сгорания и элементов при температуре 700÷1200 °С предусмотрена в отдельно стоящем корпусе 33.

В административно-бытовом корпусе 1-2 размещены лабораторный комплекс, предназначенный для обеспечения аналитического контроля технологических процессов уничтожения ОВ и санитарного контроля рабочей зоны, и пункт дистанционного управления производственными процессами.

Наиболее опасными операциями производства уничтожения ОВ КНД являлись: транспортировка ОВ из хранилищ в производственный корпус; расснаряжение бочек с ОВ; детоксикация последних; очистка абгазов и вентиляционного воздуха; дегазация твердых отходов и сточных вод.

Наиболее опасными веществами, поступление которых возможно в рабочую зону производственных помещений при аварийных ситуациях и проведении ремонтных работ, являются люизит, треххлористый мышьяк, иприт, моноэтаноламин, арсенит и арсенат натрия.

В производстве были предусмотрены технические, технологические, санитарно-технические, организационные и объемно-планировочные решения, направленные на уменьшение интенсивности и локализацию вредных производственных факторов и обуславливающие обеспечение безопасности объекта для персонала, населения и окружающей среды. В частности, организация технологического процесса детоксикации ОВ предусматривала соблюдение поточности, наличие систем видеонаблюдения, автоматического контроля, сигнализации и блокировок, высокой степени автоматизации и механизации, герметичного оборудования и коммуникаций. Технологический процесс проводился, как правило, под разрежением и при сравнительно низкой температуре. Объемно-планировочные и конструктивные решения производственного здания направлены на создание системы коллективной защиты персонала от воздействия чрезвычайно токсичных и опасных уничтожаемых ОВ. Предусмотрено зонирование производственных помещений по группам опасности в соответствии с действующими требованиями [184, 390]. С учетом технологии уничтожения и риска воздействия на персонал ОВ производственные помещения условно подразделялись на 3 группы опасности. Помещения разной степени опасности, располагавшиеся в одном здании по ходу технологического процесса уничтожения ОВ, изолированы друг от друга, входы в них из условно «чистого» коридора оборудованы тамбур-шлюзами с подпором приточного воздуха.

Для определения степени загрязнения люизитом и ипритом воздуха рабочей зоны и вентиляционных выбросов помещения I и II группы опасности оснащались стационарными автоматическими непрерывно действующими газоанализаторами санитарно-гигиенического контроля с сигнализацией о превышении ПДК_{р.з.} и стационарными автоматическими быстродействующими приборами санитарно-технологического контроля с сигнализацией о появлении концентраций выше 100 ПДК_{р.з.} (аварийный контроль), а также были оборудованы постами пробоотбора для проведения количественного анализа в лаборатории объекта [391, 392].

В помещениях I и II групп опасности предусмотрена механическая приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая разрежение в помещениях I группы – не

менее 10 мм вод. ст., II группы – не менее 5 мм вод. ст. Вентвоздух очищался в контактных аппаратах с насадкой из активированного угля, технологические абгазы – на угольных адсорберах, фильтрах типа ФП-300 и контактных аппаратах.

Воздушная система отопления предназначалась для обеспечения оптимальной температуры воздуха в помещениях I и II групп опасности. Для теплого периода года в помещениях I группы предусматривалось кондиционирование воздуха, для помещений II группы оборудовалась комната охлаждения с кондиционированием воздуха.

В производственных, лабораторных и вспомогательных помещениях основных корпусов имелось рабочее и аварийное освещение в соответствии с требованиями [242, 253], применялись конструктивные и технологические методы по уменьшению уровней шума и вибрации.

Персонал в помещениях I и II группы опасности использовал изолирующие СИЗ кожи и фильтрующие – органов дыхания.

Санитарно-бытовые помещения для работающих в производственных отделениях I и II групп опасности были запроектированы в виде санпропускника. На выходе из «грязной» зоны имелись ванны дегазации перчаток и бахил с 5 % раствором щелочи и дегазационно-обмывочные души (ДОД) для обработки СИЗ с подводкой дегазирующего раствора и воды, сушки и автоматического приборного контроля полноты дегазации СИЗ.

За период функционирования объекта по уничтожению ХО «Горный» люизит был обнаружен в двух пробах воздуха рабочей зоны отделения гидролиза люизита, в концентрациях, превышающих ПДК в 2,0 и 3,5 раза⁶. Иприт и мышьяк в воздухе рабочей зоны не регистрировались (таблица 3.1). В промывных водах после дегазации СИЗ концентрации люизита, иприта и мышьяка были ниже чувствительности методов анализа. Содержание люизита на поверхностях технологического оборудования и строительных конструкций в корпусе 1-1,

⁶ Исследования на объектах УХО проводились совместно с сотрудниками отдела химии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством к.т.н. Пильдуса И.Э.

Таблица 3.1 – Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны в корпусах 1-1, 1-2 и 33 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Место отбора проб	Определяемые вещества	ПДК, мг/м ³	Число проб	Число проб, превышающих ПДК/%	Максимальное содержание вещества, мг/м ³
Корпус 1-1	Иприт	0,0002	126	0/0,0	0*
	Люизит	0,0002	179	2/1,6	0,0007
	Мышьяк	0,04	139	0/0,0	0
	Моноэтаноламин	0,5	25	0/0,0	0
	Дихлорэтан	10,0	25	0/0,0	0
Корпус 1-2	Иприт	0,0002	20	0/0,0	0
	Люизит	0,0002	38	0/0,0	0
	Мышьяк	0,04	14	0/0,0	0
	Азота окислы	5,0	10	0/0,0	< 2,5
	Углерод оксид	20,0	10	0/0,0	< 10,0
	Углеводороды	300,0	10	0/0,0	< 150,0
Корпус 33	Иприт	0,0002	20	0/0,0	0
	Люизит	0,0002	22	0/0,0	0
	Мышьяк	0,04	14	0/0,0	0
Примечание – *Содержание ниже чувствительности метода.					

как правило, не обнаруживалось, в единичных случаях превышало допустимую величину в 1,2–15,4 раза в основном в отделениях растарки бочек и гидролиза люизита (таблица 3.2). Концентрации мышьяка в этих отделениях и в помещении сбора реакционной массы (РМ) люизита на указанных поверхностях превышали, в ряде случаев, ПДУ в 1,4–24,0 раза (таблица 3.3). В единичных случаях отмечалось загрязнение ипритом поверхностей в отделении детоксикации иприта на уровне 1,0–25,0 ПДУ (таблица 3.4). В помещениях лабораторий корпуса 1-2 люизит, иприт и мышьяк на различных поверхностях производственной среды не обнаруживались, исключение составило помещение лаборатории химанализа («грязная»), где на столешнице вытяжного шкафа, в ряде случаев, регистрировался мышьяк на уровне 0,5–9,4 ПДУ (таблица 3.5).

Таблица 3.2 – Содержание люизита на поверхностях технологического оборудования и строительных конструкций в корпусе 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Помещение	Место отбора	Число проб	Число положительных проб, абс./%	Содержание люизита*, мг/дм ²	
				минимальное	максимальное
Отделение растарки бочек, помещение 21	Технологическое оборудование	163	8/4,9	0,001	0,020
	Строительные конструкции	50	1/2,0	0**	0,001
	ТТК и бочки	23	2/8,7	0	0,009
Отделение гидролиза люизита, помещение 20	Технологическое оборудование	282	3/1,1	0,006	0,077
	Строительные конструкции	107	2/1,9	0,016	0,035
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41	Технологическое оборудование и строительные конструкции	20	0/0,0	0	0
Отделение сбора РМ люизита, помещение 52	Технологическое оборудование и строительные конструкции	51	1/2,0	0	0,001
Отделение разлива РМ люизита, помещение 5	Технологическое оборудование и строительные конструкции	94	4/4,3	0,001	0,003
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	Технологическое оборудование	137	5/3,6	0,002	0,006
	Строительные конструкции	34	2/5,9	0,001	0,005
Отделение хранения РМ иприта, помещение 23	Технологическое оборудование и строительные конструкции	20	2/10,0	0,001	0,002
Отделение разлива РМ иприта, помещение 35	Технологическое оборудование и строительные конструкции	16	0/0,0	0	0
Коридоры и галереи	Строительные конструкции	45	1/2,2	0	0,003
Помещение ДОД 45	Строительные конструкции	37	0/0,0	0	0
Помещение реанимации 31	Технологическое оборудование и строительные конструкции	29	0/0,0	0	0
Примечания 1 *ПДУ люизита на поверхности оборудования – 5×10^{-3} мг/дм ² (ГН 2.2.5.2119-06). 2 **Содержание ниже чувствительности метода.					

Таблица 3.3 – Содержание мышьяка на поверхности технологического оборудования и строительных конструкций в корпусе 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Помещение	Место отбора	Число проб	Число положительных проб, абс./%	Содержание мышьяка*, мг/дм ²	
				минимальное	максимальное
Отделение растарки бочек, помещение 21	Технологическое оборудование	141	9/6,4	0,01	0,08
	Строительные конструкции	114	10/8,8	0,03	0,07
	ТТК и бочки	18	1/5,5	0**	0,05
Отделение гидролиза люизита, помещение 20	Технологическое оборудование	289	28/9,7	0,05	1,20
	Строительные конструкции	229	10/4,4	0,03	0,18
Отделение сбора РМ люизита, помещение 52	Технологическое оборудование	53	3/5,7	0,03	0,09
	Строительные конструкции	53	8/15,1	0,03	0,27
Отделение разлива РМ люизита, помещение 5	Технологическое оборудование и строительные конструкции	51	1/2,0	0	0,05
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	Технологическое оборудование и строительные конструкции	44	0/0,0	0	0
Отделение хранения РМ иприта, помещение 23	Технологическое оборудование и строительные конструкции	11	0/0,0	0	0
Отделение разлива РМ иприта, помещение 35	Технологическое оборудование и строительные конструкции	15	0/0,0	0	0
Коридоры и галереи	Строительные конструкции	100	2/2,0	0,03	0,05
Помещение ДОД 45	Строительные конструкции	16	0/0,0	0	0
Помещение реанимации 31	Технологическое оборудование и строительные конструкции	61	0/0,0	0	0
<p>Примечания</p> <p>1 *ПДУ мышьяка на поверхности технологического оборудования и строительных конструкций – 0,05 мг/дм² (ГН 2.2.5.2557-09).</p> <p>2 **Содержание ниже чувствительности метода.</p>					

Таблица 3.4 – Содержание иприта на поверхности технологического оборудования и строительных конструкций в корпусе 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Помещение	Число проб	Число положительных проб, абс/%	Содержание иприта*, мг/дм ²	
			минимальное	максимальное
Отделение растарки бочек, помещение 21	7	0/0,0	0**	0
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	330	8/2,4	0,0002	0,005
Отделение хранения РМ иприта, помещение 23	6	0/0,0	0	0
Отделение разлива РМ иприта, помещение 35	49	0/0,0	0	0
Коридоры и галереи	15	0/0,0	0	0
Помещение ДОД 45	19	0/0,0	0	0
Помещение реанимации 31	11	0/0,0	0	0
Примечания 1 *ПДУ иприта на поверхности оборудования – 2×10^{-4} мг/дм ² (ГН 2.2.5.2558-09). 2 **Содержание ниже чувствительности метода.				

Таблица 3.5 – Содержание иприта, люизита и мышьяка на поверхности лабораторного оборудования, вытяжных шкафов и строительных конструкций в корпусе 1-2 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Определяемые вещества	Места отбора проб	Число проб	Число проб, превышающих ПДУ*	Максимальное содержание**, мг/дм ²
Иприт	Строительные конструкции	48	0	0
	Лабораторное оборудование и вытяжные шкафы	95	0	0
Люизит	Строительные конструкции	70	0	0
	Лабораторное оборудование и вытяжные шкафы	121	0	0
Мышьяк	Строительные конструкции	95	0	0
	Лабораторное оборудование и вытяжные шкафы	143	1	0,47
Примечания 1 *ПДУ на поверхности оборудования и строительных конструкций люизита – 5×10^{-3} мг/дм ² (ГН 2.2.5.2119-06), иприта – 2×10^{-4} мг/дм ² (ГН 2.2.5.2558-09), мышьяка – 0,05 мг/дм ² (ГН 2.2.5.2557-09). 2 **Минимальное содержание мышьяка составляло 0,025 мг/дм ² .				

В основных производственных помещениях корпуса 1-1 средние значения параметров микроклимата в теплый и холодный периоды года находились, в основном, в пределах регламентируемых величин. Исключением являлось отделение гидролиза люизита, где средняя температура воздуха рабочей зоны в теплый период года превышала требуемое значение на 1,8 °С. Максимальные значения температуры воздуха в рабочей зоне производственных помещений корпуса 1-1 в изучаемые периоды превышали, в ряде случаев, допустимые значения на 0,5–4,5 °С (таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Показатели микроклимата в рабочей зоне корпуса 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Помещение	Группы опасности помещений	Число замеров	Температура воздуха*, °С			Относительная влажность, %		
			средняя (M ± m)	макс.	мин.	средняя (M ± m)	макс.	мин.
Теплый период года								
Отделение гидролиза люизита, помещение 20	I	15	22,8 ± 0,8	25,5	20,0	63 ± 3,9	70	44
Отделение растарки бочек, помещение 21	I	15	20,6 ± 1,0	24,1	18,1	57 ± 3,4	72	38
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	I	10	22,2 ± 1,7	25,5	18,0	46 ± 5,15	62	34
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41	II	45	23,7 ± 0,6	28,1	18,1	56 ± 2,3	84	37
Отделение сбора РМ люизита, помещение 52	II	14	23,6 ± 1,2	26,7	19,0	57 ± 3,9	68	42
Коридор 1 этажа	II	14	20,6 ± 1,3	24,5	17,3	60 ± 2,4	70	49
Холодный период года								
Отделение гидролиза люизита, помещение 20	I	14	20,1 ± 0,8	23,5	18,0	39 ± 4,8	49	29
Отделение растарки бочек, помещение 21	I	14	18,9 ± 0,7	22,5	17,4	37 ± 4,3	60	27
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	I	10	17,2 ± 1,5	21,1	12,2	35 ± 2,3	42	29
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41	II	18	19,2 ± 1,1	22,2	14,6	33 ± 3,1	52	18
Отделение сбора РМ люизита, помещение 52	II	12	17,1 ± 0,8	19,4	13,7	45 ± 3,9	54	33
Коридор 1 этажа	II	6	20,3 ± 1,2	22,1	19,2	39 ± 4,8	43	30
Примечание – *Температура воздуха рабочей зоны в помещениях I группы должна быть в пределах +14÷21 °С, II группы – +22÷24 °С (СП 2.2.1.2513-09).								

В лабораториях, ЦПУ и отделении спецобработки СИЗ средние значения параметров микроклимата в теплый и холодный периоды года соответствовали, в основном, допустимым величинам. В ряде случаев температура воздуха рабочей зоны этих помещений в холодный период года превышала допустимое значение в среднем на 0,7–2,3 °С, максимально – на 1,3–4,2 °С (таблица 3.7)

Таблица 3.7 – Показатели микроклимата в рабочей зоне корпуса 1-2 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Помещение	Число замеров	Температура воздуха*, °С			Относительная влажность воздуха, %		
		средняя (M ± m)	макс.	мин.	средняя (M ± m)	макс.	мин.
Теплый период года							
Лаборатория по контролю безопасности производства	7	25,3 ± 2,4	29,3	22,2	27 ± 7,6	42	15
Препараторская	4	23,6 ± 0,4	24,0	23,4	21 ± 1,3	21	18
Лаборатория химического анализа («грязная»)	7	24,5 ± 1,5	26,8	22,7	31 ± 9,0	47	18
Лаборатория хроматографии («грязная»)	7	23,6 ± 0,6	24,5	22,0	20 ± 1,4	22	17
Отделение обработки СИЗ	12	22,6 ± 2,1	27,3	18,3	57 ± 6,4	70	40
Холодный период года							
Лаборатория по контролю безопасности производства	52	25,3 ± 0,2	28,0	22,8	26 ± 0,9	28	20
Препараторская	40	25,5 ± 0,3	28,2	20,4	26 ± 0,2	28	24
Весовая	18	24,9 ± 0,3	26,4	21,9	26 ± 0,2	28	25
ЦПУ	16	24,2 ± 0,4	26,5	21,5	27 ± 0,3	28	23
Лаборатория химического анализа («грязная»)	56	24,7 ± 0,1	25,8	23,0	26 ± 0,1	27	25
Лаборатория хроматографии («грязная»)	56	26,3 ± 0,1	27,5	25,3	26 ± 0,1	26	24
Отделение обработки СИЗ	10	21,2 ± 2,1	25,3	19,0	33 ± 6,7	42	22
Примечание – Допустимые величины температуры воздуха в помещениях лабораторий и ЦПУ в теплый период года – +20÷28 °С, в холодный период года – +19÷24 °С (СН 2.2.4.548-96).							

Уровни искусственной освещенности большинства производственных помещений были в пределах нормируемых величин, в лабораторных помещениях они были, как правило, ниже допустимых значений (таблица 3.8).

Таблица 3.8 – Уровни искусственного освещения производственных и лабораторных помещений основных корпусов объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Место измерения	Разряд зрительной работы	Система искусственного освещения	Вид лампы	Число замеров	Фактическое значение освещенности, лк			Нормируемое значение освещенности, лк*
					средняя (M ±m)	мин.	макс.	
Отделение растарки бочек	VIII ^a	общее	накаливания	12	118 ±4,6	100	150	100
Отделение гидролиза люизита	VIII ^b	общее	накаливания	12	133 ±9,2	100	200	30
Отделение очистки вентвоздуха	VIII ^b	общее	накаливания	27	62 ±2,0	35	75	30
Отделение детоксикации иприта	VIII ^b	общее	накаливания	12	109 ±7,9	85	170	30
Отделение пожаротушения	VIII ^b	общее	накаливания	12	186 ±18,5	100	300	30
Отделение сбора реакционных масс	VIII ^b	общее	накаливания	12	109 ±5,0	90	144	30
Отделение приема реакционных масс	VIII ^b	общее	накаливания	9	85 ±3,8	68	100	30
Лаборатория химанализа («чистая») лабораторные столы	Г-0,8**	общее	люминесцентные	8	305 ±46,5	200	550	400
Лаборатория химанализа («чистая») вытяжные шкафы	Г-0,8	комбинированное	люминесцентные	19	511 ±16,0	350	600	600
Лаборатория химанализа («грязная») вытяжные шкафы	Г-0,8	комбинированное	люминесцентные	10	544 ±10,7	500	599	600
<p>Примечания</p> <p>1 *Нормируемое значение освещенности по СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.</p> <p>2 **Рабочая поверхность и плоскость нормирования освещенности (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03).</p>								

Электромагнитные излучения, создаваемые компьютерами, на рабочих местах в помещениях лабораторий и ЦПУ не превышали допустимых величин.

Эквивалентные уровни шума в помещении центрального пульта управления соответствовали нормативной величине и превышали допустимое значение на 3–8 дБА на некоторых рабочих местах в химических лабораториях.

Основные профессии в корпусе 1-1 были представлены аппаратчиками, слесарями-ремонтниками и слесарями КИПиА, в корпусе 1-2 – лаборантами и инженерами лабораторий по контролю технологического процесса и безопасности производства, а также операторами и мастерами ЦПУ.

Тяжесть и напряженность трудового процесса персонала при проведении работ по уничтожению ОВ в условиях функционирования производства в проектном режиме оценивались в соответствии с действующими положениями [252]. Условия труда аппаратчиков, слесарей-ремонтников и слесарей КИПиА по тяжести трудового процесса были отнесены к вредным, 1 степени (класс 3.1), лаборантов и инженеров химических лабораторий, операторов и мастеров ЦПУ – оптимальным (класс 1) (таблица 3.9).

Условия труда аппаратчиков, операторов и мастеров ЦПУ по напряженности трудового процесса были оценены как вредные, 2 степени (класс 3.2), слесарей-ремонтников и слесарей КИПиА, инженеров химических лабораторий – вредные, 1 степени (класс 3.1), лаборантов – допустимые (класс 2) (таблица 3.10).

В соответствии с общей гигиенической оценкой условия труда слесарей-ремонтников, слесарей КИПиА, лаборантов и инженеров химических лабораторий, операторов и мастеров ЦПУ относятся к вредным, 2 степени (класс 3.2), аппаратчиков – вредным, 3 степени (класс 3.3) (таблица 3.11).

Объект по уничтожению химического оружия «Камбарка»

Объект «Камбарка» (г. Камбарка, Удмуртская Республика) по уничтожению ХО предназначался для обезвреживания ОВ люизита. Работы по уничтожению люизита были закончены в марте 2009 года. В настоящее время проводятся

Таблица 3.9 – Оценка условий труда персонала в корпусах 1-1 и 1-2 по показателям тяжести трудового процесса (классы условий труда, степень вредности и опасности) объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Показатели тяжести трудового процесса	Корпус 1-1			Корпус 1-2			
	Аппаратчики	Слесари-ремонтники	Слесари КИПиА	Лаборанты	Инженеры-химики	Операторы ЦПУ	Мастера ЦПУ
1. Физическая динамическая нагрузка							
1.1. Региональная – перемещение груза до 1 м	1	2	2	1	1	1	1
1.2. Общая нагрузка – перемещение груза:							
1.2.1. От 1 до 5 м	1	2	2	1	1	1	1
1.2.2. Более 5 м	1	2	2	1	1	1	1
2. Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза							
2.1. При чередовании с другой работой	1	1	1	1	1	1	1
2.2. Постоянно в течение смены	1	2	1	1	1	1	1
2.3. Суммарная масса за каждый час смены:							
2.3.1. С рабочей поверхности	1	2	1	1	1	1	1
2.3.2. С пола	1	2	1	1	1	1	1
3. Стереотипные рабочие движения							
3.1. Локальная нагрузка	1	1	1	1	1	1	1
3.2. Региональная нагрузка	1	1	1	1	1	1	1
4. Статическая нагрузка – величина статической нагрузки за смену при удержании груза, приложении усилий							
4.1. Одной рукой	1	2	1	1	1	1	1
4.2. Двумя руками	1	2	1	1	1	1	1
4.3. С участием мышц корпуса и ног	1	2	1	1	1	1	1
5. Рабочая поза	3.1	3.1	3.1	1	1	1	1
6. Наклоны корпуса	2	2	1	1	1	1	1
7. Перемещение в пространстве, обусловленные технологическим процессом							
7.1. По горизонтали	1	1	1	1	1	1	1
7.2. По вертикали	1	1	1	1	1	1	1
Общая оценка тяжести труда	3.1	3.1	3.1	1	1	1	1

Таблица 3.10 – Оценка условий труда персонала в корпусах 1-1 и 1-2 по показателям напряженности трудового процесса (классы условий труда, степень вредности и опасности) объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Показатели напряженности трудового процесса	Корпус 1-1			Корпус 1-2			
	Аппаратчики	Слесари- ремонтники	Слесари КИПиА	Лаборанты	Инженеры- химики	Операторы ЦПУ	Мастера ЦПУ
1. Интеллектуальные нагрузки							
1.1. Содержание работы	2	3.1	3.1	2	3.1	3.1	3.1
1.2. Восприятие сигналов и их оценка	3.1	3.1	2	2	3.1	3.1	3.1
1.3. Распределение функций по сложности задания	2	2	3.1	2	3.1	3.1	3.1
1.4. Характер выполняемой работы	2	2	2	2	2	2	3.1
2. Сенсорные нагрузки							
2.1. Длительность сосредоточенного наблюдения	2	1	2	3.1	3.1	3.2	2
2.2. Плотность сигналов (световых, звуковых)	1	1	1	1	1	2	2
2.3. Число объектов одновременного наблюдения	1	1	1	2	2	2	1
2.4. Размер объекта различения в мм (% смены)	2	1	1	2	2	2	2
2.5. Работа с оптическими приборами	1	1	1	1	1	1	1
2.6. Наблюдение за экранами видеотерминалов	1	1	1	1	3.1	3.1	1
2.7. Нагрузка на слуховой анализатор	1	1	2	1	1	1	1
2.8. Нагрузка на голосовой аппарат	1	1	1	1	2	2	2
3. Эмоциональные нагрузки							
3.1. Ответственность за результат деятельности	3.2	3.2	3.2	1	3.1	3.1	3.2
3.2. Степень риска для собственной жизни	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	1	1
3.3. Ответственность за безопасность других лиц	3.2	3.2	1	1	3.2	1	3.2
4. Монотонность нагрузок							
4.1. Число элементов повторяющихся операций	1	1	1	1	1	1	1
4.2. Продолжительность повторяющихся операций	1	1	1	1	1	2	1
4.3. Время активных действий (% смены)	1	1	1	1	1	3.1	1
4.4. Монотонность (% смены пассивного наблюдения)	1	1	1	1	1	1	1
5. Режим работы							
5.1. Фактическая продолжительность рабочего дня	1	1	1	1	1	1	1
5.2. Сменность работы	3.1	1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
5.3. Наличие регламентированных перерывов	3.2	3.1	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1
Общая оценка напряженности труда	3.2	3.1	3.1	2	3.1	3.2	3.2

Таблица 3.11 – Общая оценка условий труда персонала в корпусах 1-1 и 1-2 по степени вредности и опасности (классы условий труда, степень вредности и опасности) объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Факторы	Корпус 1-1			Корпус 1-2			
	Аппаратчики	Слесари-ремонтники	Слесари КИПиА	Лаборанты	Инженеры-химики	Операторы ЦПУ	Мастера ЦПУ
Химический	3.2	3.2	3.1	2	2	1	1
Биологический	1	1	1	1	1	1	1
Аэрозоли ПФД	1	1	1	1	1	1	1
Шум	2	2	2	3.1	3.1	2	2
Инфразвук	1	1	1	1	1	1	1
Ультразвук воздушный	1	1	1	1	1	1	1
Вибрация общая	1	1	1	1	1	1	1
Вибрация локальная	1	1	1	1	1	1	1
Ультразвук контактный	1	1	1	1	1	1	1
Неионизирующие излучения	1	1	2	2	2	2	2
Микроклимат	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Освещение	2	2	2	3.1	3.1	2	2
Тяжесть труда	3.1	3.1	3.1	1	1	1	1
Напряженность труда	3.2	3.1	3.1	2	3.1	3.2	3.2
Общая оценка условий труда	3.3	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2

подготовительные мероприятия для проведения ликвидационных и конверсионных работ.

В основу процесса уничтожения люизита была заложена высокопроизводительная технология щелочного гидролиза с использованием реактора-смесителя струйного типа. Процесс уничтожения люизита включал в себя операции по извлечению его из емкостей хранилищ и подачи на детоксикацию, обезвреживанию ОВ, утилизации реакционной массы и ацетилен, очистке технологических и вентиляционных выбросов, удалению остатков токсиканта из емкостей хранилищ с помощью растворителя, дегазации оборудования после уничтожения люизита, сжиганию твердых и жидких отходов, захоронению токсичных отходов.

В реактор детоксикации струйного типа инжектирующим потоком являлся 20 % водный раствор гидроксида натрия, инжектируемым – люизит. После детоксикации ОВ образовывалась реакционная масса в виде водного раствора неорганических солей, содержащего арсенит, хлорид и гидроксид натрия, шлам и тетрахлорэтан. Реакционная масса упаривалась и сушилась в барабанной роторно-вакуумной сушилке с получением смеси солей, переданные на объект «Горный» для переработки в народнохозяйственную продукцию.

На объекте «Камбарка» по уничтожению ХО были предусмотрены технические, технологические, санитарно-технические, организационные и объемно-планировочные решения, обеспечивающие безопасность производства для персонала, населения и окружающей среды.

В основу объемно-планировочных и конструктивных решений объекта «Камбарка» положен принцип изоляции «грязных» технологий. Организация технологического процесса детоксикации люизита характеризовалась высокой степенью автоматизации и механизации, использованием герметичного оборудования и коммуникаций, выполненных из коррозионностойкой стали, отсутствием нижних сливов, наличием сифонов для приема токсичных жидкостей, специальных защитных кожухов и индикаторных покрытий сварных швов и разъемных соединений трубопроводов с люизитом и его растворами.

Наиболее опасными стадиями уничтожения люизита являлись извлечение и детоксикация ОВ, переработка РМ и получение сухих солей; обработка и стирка СИЗ; прием, загрузка в печь и выгрузка после термического обезвреживания отходов; проведение лабораторных исследований с ОВ.

Отсутствие непосредственного контакта персонала с токсичными веществами обеспечивалось транспортировкой люизита и РМ преимущественно самотеком или транспортным вакуумом, автоматическим отбором проб ОВ и токсичных продуктов, дистанционным управлением технологическим процессом, обеспечением работающих СИЗ кожи и органов дыхания.

Предусмотрено зонирование производственных помещений по группам опасности. Связь между помещениями I и II групп осуществлялась через тамбур-шлюзы с подпором чистого воздуха. В помещениях I и II групп опасности имелась механическая приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая разрежение в помещениях I группы – не менее 10 мм вод. ст., II группы – не менее 5 мм вод. ст.

На выходе из «грязной» зоны предусматривались ванны с 10 % раствором щелочи для дегазации перчаток и бахил и ДОД для обработки СИЗ с подводкой дегазирующего раствора и воды, камеры сушки и индикации.

Контроль воздуха рабочей зоны осуществлялся непрерывно с помощью автоматических газоанализаторов на уровне 1 ПДК_{р.з.} и 100 ПДК_{р.з.}, периодически – химико-аналитическими методами.

Вместе с тем, применявшаяся технология по уничтожению люизита не исключала наличие загрязнителей различных объектов производственной среды.

В период функционирования комплекса по уничтожению ХО опасным фактором основного производства являлось возможное выделение в производственную среду разнообразных загрязняющих веществ 1–4 классов опасности органической и неорганической природы (таблица 3.12).

При уничтожении ХО загрязнению могли подвергаться воздух производственных помещений, поверхности технологического оборудования, СИЗ и кожные покровы персонала, коммуникации и сточные воды.

Приоритетными загрязнителями производственной среды на всех этапах

Таблица 3.12 – Характеристика веществ, поступление которых возможно в воздух рабочей зоны основных корпусов объекта «Камбарка» при детоксикации люизита

Наименование веществ	ПДК, мг/м ³		Класс опасности
	максимальная разовая	средне-сменная	
Люизит	0,0002	-	1
Мышьяк и его соединения	0,04	0,01	1
Азота оксид	5,0	-	3
Азота диоксид	2,0	-	3
Ацетон	800,0	200,0	4
Бенз(а)пирен	-	0,00015	1
Бензол	15,0	5,0	2
Водород хлористый	5,0	-	2
Водород фтористый	0,5	0,1	2
Гексан	900,0	300,0	4
Зола	-	4,0	3
ДиЖелезо триоксид	-	6,0	4
Калия карбонат	2,0	-	3
Кислота уксусная (этановая)	5,0	-	3
Кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли от 10 до 70 %	6,0	2,0	3
Марганец в сварочных аэрозолях при его содержании: до 20 % от 20 % до 30 %	0,6	0,2	2
	0,3	0,1	2
Метанол	15,0	5,0	3
Натрия гидроксид	0,5	-	2
Натрия хлорид	5,0	-	3
Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	-	0,05	1
Серы диоксид	10,0	-	3
Тетрахлорэтан	5,0	-	3
Дихром триоксид (по хрому III)	3,0	1,0	3
Углеводороды алифатические предельные C 1–10 (в пересчете на C)	900,0	300,0	4
Углерода оксид	20,0	-	Остронаправленного действия

функционирования объекта «Камбарка» являются люизит, соединения мышьяка, щелочь (гидроокись натрия), оксид углерода, оксиды азота и пыль.

За период функционирования объекта «Камбарка» по уничтожению ХО люизит и мышьяк в воздухе рабочей зоны, как правило, не обнаруживались. В смывах с поверхностей технологического оборудования, строительных конструкций, СИЗ и кожных покровов персонала данные вещества в концентрациях, превышающих допустимый уровень, в основном, не определялись. Единичные случаи обнаружения мышьяка в воздушной среде и на кожных покровах аппаратчиков на уровнях, превышающих гигиенические нормативы, были связаны с проведением ремонтных работ.

В основных производственных и лабораторных помещениях показатели микроклимата (температура, влажность, скорость движения воздуха), уровни шума, вибрации, освещенности и электромагнитных излучений соответствовали, в основном, их допустимым значениям. В азотно-кислородной, азотной, холодильной, насосной станциях, в ряде случаев, отмечалась температура воздуха, превышающая допустимое значение до 2,5 °С. На некоторых рабочих местах в насосной станции, спецпрачечной и отделении по переработке РМ регистрировался шум выше ПДУ до 13 дБА.

Уровни электромагнитных излучений на рабочих местах в помещениях ЦПУ и лабораторий не превышали допустимых величин.

Уровни освещенности в большинстве производственных помещений характеризовались значительной неравномерностью. Минимальные значения их, в ряде случаев, не соответствовали гигиеническим нормам.

В настоящее время на объекте «Камбарка» проводятся подготовительные мероприятия для проведения работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО и строительству полигона для обезвреживания строительных отходов и грунта с площадкой захоронения отходов. Предусматривается расчистка и оборудование земельных площадок, котлованов для строительства новых зданий и сооружений на территории полигона, прокладывание и строительство временных дорог, а также перепрофилирование и

использование некоторых зданий, сооружений и инженерных коммуникаций, расположенных на территории объекта по уничтожению ХО.

В период ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО персонал будет участвовать в проведении работ по демонтажу зданий, сооружений, инженерных коммуникаций, технологического оборудования, дегазации грунта, термическому обезвреживанию твердых и жидких производственных отходов, захоронению не утилизируемых отходов.

В ходе проведения строительно-монтажных и земельных работ в атмосферный воздух будут поступать, в первую очередь, загрязняющие вещества с пылью при выемке грунта, движении автомобильного транспорта и дорожно-строительной специальной техники, а также проведении сварочных работ. Кроме того, при проведении ликвидационных работ на объектах по хранению и уничтожению химического оружия не исключается наличие пыле- и газоздушных выбросов, содержащих люизит и неорганические соединения мышьяка, при проведении демонтажных работ в корпусах и работ по разборке хранилищ. Характеристика веществ, которые могут поступать в атмосферный воздух в указанные периоды функционирования объекта приведена в таблице 3.13.

Перед началом конверсионных работ будет проведена дегазация наружных поверхностей оборудования, трубопроводов, наружных поверхностей стен и площадок в «грязных» зонах, с выполнением анализов на полноту дегазации. Особое внимание будет уделено дегазации цистерн, которую планируется провести при помощи «острого» пара, наружных поверхностей приборов КИП, трубопроводов и воздухопроводов, кабельных изделий, электроосветительной аппаратуры. Демонтаж с разделкой на фрагменты технологического оборудования и трубопроводов предусмотрен методом газовой и механической резки, цистерн в хранилищах люизита – методом направленного взрыва. Образующиеся горючие отходы будут сжигаться, а металлические – подвергаться термообезвреживанию.

Специфика технологического процесса обуславливает наличие вредных факторов на различных этапах производственного цикла. При работах по дегазации не исключается контакт с люизитом, мышьяком и щелочью. При обезвреживании

Таблица 3.13 – Перечень загрязняющих веществ, которые могут содержаться в газоздушных выбросах при проведении работ по ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению ХО «Камбарка» и строительству полигона

Наименование вещества	ПДКм.р., мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	ОБУВ, мг/м ³
Загрязняющие вещества 1 класса опасности			
Хром (VI) (в пересчете на хрома (IV) оксид)	-	0,0015	-
Мышьяк, неорганические соединения (в пересчете на мышьяк)	-	0,0003	-
Бенз(а)пирен	-	0,000001	-
Люизит	-	-	0,000004
Загрязняющие вещества 2 класса опасности			
Марганец и его соединения	0,01	0,001	-
Водород хлористый	0,2	0,1	-
Загрязняющие вещества 3 класса опасности			
ДиЖелезо триоксид (Железа оксид) (в пересчете на железо)	-	0,04	-
Натрия карбонат	0,15	0,5	-
Натрия сульфат	0,3	0,1	-
Азота диоксид	0,2	0,04	-
Азота оксид	0,4	0,06	-
Сажа	0,15	0,05	-
Серы диоксид	0,5	0,05	-
Пыль неорганическая: 70–20% SiO ₂	0,3	0,1	-
Загрязняющие вещества 4 класса опасности			
Углерода оксид	5,0	3,0	-
Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод)	5,0	1,5	-
Вещества, имеющие ОБУВ			
Хрома трехвалентные соединения (в пересчете на Cr ³⁺)	-	-	0,010
Керосин	-	-	1,2
Пыль древесная	-	-	0,5
Угольная зола (20<SiO ₂ <70)	-	-	0,3

цистерн острым паром присоединяется температурный фактор. Взрыв цистерн может сопровождаться выделением в окружающую среду люизита, мышьяка, оксидов азота и углерода. При резке строительных конструкций из листового и многопрофильного металла, углеродистой стали в помещениях I и II групп возможно воздействие марганца и его соединений, оксидов железа, углерода и азота, люизита и мышьяка. Процесс разрушения строительных конструкций из кирпича и бетона будет проходить с образованием большого количества неорганической пыли, которая может содержать остаточные количества люизита и мышьяка.

Распиловка деревянных балок повлечет за собой выделение в рабочую зону древесной пыли, а вместе с ней, возможно, и некоторого количества люизита и мышьяка. При работах, связанных со сжиганием твердых отходов и термообезвреживанием металлолома, ведущими неблагоприятными факторами являются высокая температура и возможный контакт с остатками люизита и мышьяка. При работе печей сжигания будет выделяться смесь газов, включающая окись углерода, оксиды азота и сернистый ангидрид. В золе, шлаках и пыли от топочных установок могут содержаться соединения мышьяка, никеля, хрома, марганца, железа, свинца, цинка и меди, в шламе от реагентной очистки сточных вод – неорганические соединения мышьяка, сульфат кальция, оксид железа и хлорид натрия. При обезвреживании грунта не исключено попадание на СИЗ персонала гидроокиси натрия и сложных полидегазирующих рецептур. Шум и вибрация – неблагоприятные факторы производственной среды, характерные для компрессорной и холодильной станций, а также ремонтно-механической мастерской. В мастерской возможно также выделение сварочного аэрозоля. В спецпрачечной при стирке загрязненных СИЗ возможен контакт с мышьяком, люизитом, синтетическими моющими средствами и щелочами, в отделении очистки сточных вод – с хлорным железом, соляной кислотой, пергидролью и щелочью.

Объект по уничтожению химического оружия «Кизнер»

Объект «Кизнер» (пос. Кизнер, Удмуртская Республика) по уничтожению ХО, представляющий собой сложный комплекс инженерных сооружений,

проектируется для уничтожения артиллерийских снарядов и головных частей реактивных снарядов различного калибра, снаряженных ФОВ зарин, зоманом и Ви-икс, а также «вязким» люизитом.

В основу процесса уничтожения ФОВ заложена двухстадийная технология, включающая в себя расснаряжение боеприпасов с последующей химической детоксикацией зарина и зомана смесью моноэтаноламина и воды, а Ви-икс – дегазирующей рецептурой РД-4М и переработку образующихся РМ методом окисления нитратом кальция в «кипящем слое».

В процессе обезвреживания ФОВ в воздух производственных помещений могут выделяться зарин, зоман, Ви-икс, продукты их деструкции (метилфосфоновая кислота и ее эфиры), моноэтаноламин, щелочь и другие компоненты дегазаторов.

Двухстадийная технология уничтожения «вязкого» люизита состоит из расснаряжения боеприпасов с последующей химической детоксикацией ОВ моноэтаноламином и этиленгликолем в присутствии четыреххлористого углерода и битумирования РМ для последующего безопасного их захоронения. В процессе обезвреживания люизита не исключено выделение в воздух рабочей зоны ряда вредных химических соединений: люизита, оксида люизита, соединений мышьяка, моноэтаноламина, этиленгликоля, четыреххлористого углерода и других.

Основные операции по уничтожению боеприпасов будут состоять из приема и временного хранения боеприпасов, подготовки последних к расснаряжению и его выполнения, детоксикации ОВ, термической обработки корпусов расснаряженных боеприпасов. Персонал будет выполнять непосредственно в производственных помещениях операции по распаковке боеприпасов, сбору и отправке корпусов боеприпасов и другого металлолома на переработку, а также техническое обслуживание оборудования, подготовку к уничтожению аварийных изделий.

В агрегатах расснаряжения поточных линий основные операции включают в себя прием и закрепление на объектодержателе боеприпаса, его перемещение и вскрытие, эвакуацию ОВ, промывку корпуса боеприпаса дегазирующим раствором, сбор образовавшейся при вскрытии боеприпаса стружки, отбор проб

ОВ для идентификации. Операции по эвакуации ОВ из боеприпасов, заполнению их дегазатором планируется осуществлять с помощью вакуума. Процесс детоксикации ОВ предусматривается в реакторах детоксикации, расположенных в непосредственной близости от агрегата расснаряжения, и в реакторах-дозревателях.

Организация технологического процесса на объекте «Кизнер» включает комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности. Так, транспортировка боеприпасов будет осуществляться в специальных транспортных контейнерах, предотвращающих повреждение боеприпасов; предусмотрена автоматизация технологических процессов; зонирование технологических стадий по степени потенциальной опасности проводимых операций; наиболее опасные операции будут выполняться в кабинах и укрытиях, с обеспечением разряжения и перепада давления между помещениями. Планируется одновременная работа в производственных корпусах только с одним видом ОВ; эвакуация ОВ из боеприпасов и транспортировка его по трубопроводам с помощью вакуума, сведение до минимума количества одновременно перерабатываемого в технологическом процессе ОВ, использование при этом принципа периодичности и дискретности; использование оборудования из коррозионностойких материалов и емкостного оборудования без нижнего слива.

Работа в помещениях I и II групп опасности будет осуществляться в соответствующих изолирующих и фильтрующих комплектах СИЗ.

Отбор технологических проб, содержащих ОВ, РМ и токсичных продуктов в помещениях I и II группы опасности будет проводиться с помощью автоматической системы пробоотбора с доставкой в лабораторию пневмопочтой.

В производственных помещениях I и II групп планируется механическая приточно-вытяжная вентиляция с устройством местных отсосов в наиболее опасных местах, в частности от пробоотборных шкафов и мест загрузки-выгрузки реагентов и осадков в технологические аппараты и др., для предотвращения поступления вредных веществ и пыли в воздух рабочей зоны.

В помещениях I группы запланировано кондиционирование воздуха, направленное на поддержание оптимальной температуры воздуха в пределах

+14÷21 °С. Для помещений II группы предусматривается комната охлаждения рабочего персонала.

В производственном помещении расснаряжения и детоксикации предусмотрена установка автоматических газоанализаторов с чувствительностью на уровне 1 ПДК_{р.з.} зарина, зомана, Ви-икс и быстродействующие газосигнализаторы ОВ с чувствительностью – 100 ПДК_{р.з.} со световой и звуковой сигнализацией на ЦПУ.

В производственных корпусах предусматривается устройство ДОД для обработки СИЗ моющим раствором после каждой рабочей смены и аварийно-дегазационных душей в тамбур-шлюзах на выходах из помещений I и II групп опасности.

При нарушениях технологического процесса уничтожения ОВ, разгерметизации технологического оборудования и коммуникаций, содержащих ОВ или их растворы, загрязнению заринном, зоманом, Ви-икс и люизитом и токсичными продуктами их деструкции могут подвергаться воздух производственных помещений, поверхности технологического оборудования, коммуникации, сточные воды, СИЗ и кожные покровы персонала.

На объекте хранения ХО возможно загрязнение производственной среды ОВ при разгерметизации боеприпасов и компонентами дегазирующих рецептур (гидроксид натрия, моноэтаноламин, этиловый спирт и др.) при проведении деконтаминационных работ.

Перечень и характеристика веществ 1–4 классов опасности, которые могут поступать в воздух рабочей зоны при эксплуатации основных корпусов объекта по уничтожению ХО «Кизнер» приведена в таблице 3.14.

В основном корпусе не предусматриваются источники шума, транспортно-технологической и технологической вибрации рабочих мест, ионизирующих и неионизирующих излучений, превышающих допустимые уровни.

Таким образом, на объектах уничтожения ХО «Горный», «Камбарка» и «Кизнер» предусмотрены технические, технологические, санитарно-технические, организационные и объемно-планировочные решения, направленные на уменьшение интенсивности и локализацию вредных производственных факторов и

Таблица 3.14 – Характеристика веществ, которые могут поступать в воздух рабочей зоны при эксплуатации основных корпусов объекта «Кизнер»

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³		Класс опасности
	максимальная разовая	средне-сменная	
Зарин	0,00002	-	1
Зоман	0,00001	-	1
Ви-икс	0,000005	-	1
Люизит	0,0002	-	1
β-хлорвиниларсиноксид(оксид люизита)	0,0006	-	1
Мышьяк	0,04	0,01	1
Азота оксид	5,0	-	3
Азота диоксид	2,0	-	3
Ацетон	800,0	200,0	4
Бенз(а)пирен	-	0,00015	1
Бензол	15,0	5,0	2
Гексан	900,0	300,0	4
Зола	-	4,0	3
ДиЖелезо триоксид	-	6,0	4
Калия карбонат	2,0	-	3
ε-капролактам	10,0	-	3
Моноэтаноламин	0,5	-	2
Натрия гидроксид	0,5	-	2
Натрия хлорид	5,0	-	3
Свинец и его неорганические соединения (по свинцу)	-	0,05	1
Серы диоксид	10,0	-	3
Тетрахлорэтан	5,0	-	3
Углеводороды алифатические предельные С 1-10 (в пересчете на С)	900,0	300,0	4
Четыреххлористый углерод	20,0	10,0	2
Углерода оксид	20,0	-	Остронаправленного действия

обуславливающие обеспечение безопасности объекта для персонала, населения и окружающей среды. При функционировании указанных объектов не регистрировались аварийные ситуации и профессиональные заболевания персонала, а также повышение заболеваемости населения. Вместе с тем, технологии по уничтожению ОВ не исключали наличие загрязнителей различных объектов производственной среды. В периоды функционирования комплексов по уничтожению ХО опасным фактором основного производства являлось возможное выделение в производственную среду разнообразных загрязняющих веществ 1–4 классов опасности. При уничтожении ХО загрязнению могли подвергаться: воздух производственных помещений, поверхности технологического оборудования, строительных конструкций, СИЗ и кожных покровов персонала, коммуникации и сточные воды. За период функционирования объекта «Горный» в единичных пробах воздуха рабочей зоны обнаруживался люизит в концентрациях, превышающих ПДК до 3,5 раза. На поверхностях технологического оборудования и строительных конструкций основного корпуса содержание люизита в единичных случаях превышало допустимую величину до 15,4 раза, иприта – до 25,0 раз, мышьяка в ряде случаев – до 24,0 раз. При уничтожении ХО на объекте «Камбарка» люизит и мышьяк в воздухе рабочей зоны, в смывах с поверхностей технологического оборудования, строительных конструкций, СИЗ и кожных покровов персонала в концентрациях, превышающих допустимые значения, как правило, не обнаруживались. Единичные случаи наличия мышьяка в воздушной среде и на кожных покровах аппаратчиков в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы, были связаны с проведением ремонтных работ. На основных этапах технологических циклов по ликвидации последствий деятельности бывших объектов уничтожения ХО к опасным химическим факторам можно отнести: ОВ, продукты их деструкции, оксиды железа и соединения марганца, неорганическую и древесную пыль, щелочь, водород хлористый, моющие средства и другие соединения. К неблагоприятным физическим факторам следует отнести параметры микроклимата и световой среды, шум и вибрацию.

3.2. Гигиеническая оценка работ по перепрофилированию и ликвидации объектов хранения и уничтожения химического оружия

Ликвидация объектов хранения и уничтожения ХО, включающая в себя работы по демонтажу технологического оборудования и строительных конструкций, обезвреживанию, утилизации и транспортировке строительных отходов, может представлять определенную угрозу для здоровья персонала и населения, проживающего на прилегающей территории. Ликвидация подобных объектов будет сопровождаться образованием огромного количества отходов, содержащих высокотоксичные химические соединения, включая ОВ и продукты их деструкции [1, 3, 11, 55]. Необходимость обеспечения безопасности указанных работ обуславливает актуальность и новизну настоящих исследований, направленных на оценку потенциальной опасности и риска при выполнении производственных операций, а также разработку санитарно-гигиенических мероприятий по предотвращению ущерба здоровью персонала и населения.

3.2.1. Алгоритм работ по перепрофилированию и ликвидации объектов

Подлежащие ликвидации производственные мощности должны быть предварительно надлежащим образом обследованы и оценена степень их загрязнения приоритетными химическими веществами. При этом, необходимо проанализировать информацию о назначении сооружений и характеристике использованных при их монтаже строительных материалов [129]. Демонтаж строительных конструкций, технологического оборудования, коммуникаций и емкостей, находящихся на территории бывших объектов по хранению и уничтожению ХО, является вредным, опасным и трудоемким процессом. Для его осуществления требуется обеспечение персонала эффективными санитарно-техническими средствами, СИЗ и соответствующими санитарно-бытовыми помещениями. Персонал, занятый подобными видами деятельности, подвергается рискам для здоровья, связанным с наличием вредных факторов производственной

среды и трудового процесса. Особенностью ликвидации объектов по хранению и уничтожению ХО является возможность воздействия ОВ и токсичных продуктов их деструкции, запыленность строительных участков, повышенные уровни шума, неблагоприятные микроклиматические условия, низкая освещенность, повышенные тяжесть и напряженность трудового процесса (особенно с учетом необходимости работы в изолирующих СИЗ).

Необходимые согласования по проведению подготовительных мероприятий должны быть сделаны на стадии разработки проекта организации ликвидационных или конверсионных работ. Разборку зданий необходимо осуществлять на основе решений, предусмотренных в организационно-технологической документации. Указанные решения должны быть разработаны после проведения обследования общего состояния зданий, их фундаментов, стен, колонн, сводов и прочих конструктивных элементов. Все вопросы, включающие организационные, технологические, санитарно-технические и санитарно-эпидемиологические мероприятия, направленные на защиту персонала и населения, должны быть отражены в проекте по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, с учетом требований СНиП 12-03-2001 [393], СНиП 12-04-2002 [394] и нормативно-методических документов, регламентирующих обеспечение безопасности работ при ликвидации и перепрофилировании указанных предприятий.

ФГУП «ГосНИИОХТ» разработал алгоритм работ по демонтажу зданий и сооружений хранилищ бывшего объекта по хранению и уничтожению ХО «Горный». Первый этап подготовительный включает полное смачивание внутренних и внешних поверхностей хранилищ дегазирующими рецептурами, второй этап – разборку хранилищ, транспортировку и обезвреживание образующихся строительных отходов.

Разборку хранилищ планируется осуществлять поэлементно с помощью грузоподъемной техники и малых средств механизации. Снятые элементы будут сосредотачиваться на промежуточной площадке, где при необходимости проводится дополнительная обработка отходов дегазирующей рецептурой. Дробление строительных материалов предусматривается обеспечить системой пылеподавления (душевание) и

местными отсосами пыли. После измельчения строительные отходы будут направляться на установку термообезвреживания. Для защиты персонала при выполнении штатных работ по демонтажу хранилищ должны использоваться изолирующие СИЗ.

По данным ФГУП «ГосНИИОХТ» при демонтаже зданий и сооружений бывшего объекта по хранению ХО «Горный» предполагается образование большого количества разного вида строительных отходов (таблица 3.15).

Таблица 3.15 – Количество и виды загрязненного материала строительных конструкций хранилищ, подлежащих демонтажу, на объекте «Горный»

Наименование материала	Хранилище № 1		Хранилище № 6		Хранилище № 7		Всего	
	м ³	т						
Дерево	1,9	0,8	11,1	4,4	10,9	4,3	23,9	9,5
Шифер	5,3	8,7	5,5	8,6	5,6	8,4	16,4	25,7
Кирпич	275,6	523,4	594,1	1 128,7	275,5	523,4	1 145,2	2 175,5
Железобетон	592,5	1 421,9	592,5	1 421,9	592,5	1 421,9	1 777,5	4 265,7
Металл	1,8	14,4	1,1	8,4	1,8	14,4	4,7	37,2
Итого:	877,1	1 969,2	1 204,3	2 572,0	886,3	1 972,4	2 967,7	6 513,6

Гигиеническая оценка загрязненности строительных конструкций и предлагаемого алгоритма работ по разборке (демонтажу) зданий, сооружений и технологического оборудования проводилась на бывших объектах по хранению и уничтожению ХО КНД «Горный» после завершения детоксикации ОВ (иприт, люизит и их смеси). Предварительно было организовано комиссионное обследование зданий, сооружений и оборудования на указанных объектах с участием сотрудников ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России, ФГУП «ГосНИИОХТ», войсковых частей № 66762 и № 96688.

Специалистами был произведен наружный и внутренний осмотр зданий и сооружений, определено их назначение и техническое состояние, установлено наличие и виды технологического оборудования, емкостей и отходов, оценен характер строительных конструкций. Определены места отбора проб, равномерно

распределённых по площадям и объёмам хранилищ и основного корпуса объекта по уничтожению ХО, для химического анализа загрязнённости материалов ОВ КНД и продуктами их деструкции. Составлены и согласованы схемы отбора проб, выполнен отбор проб и проведено определение уровней загрязнения строительных конструкций и технологического оборудования.

Хранилища химического оружия

На основании результатов комиссионного обследования объекта по хранению ХО «Горный» отбор проб был выполнен в хранилищах № 1, № 6 и № 7, в которых ранее находились ОВ КНД, и на прилегающих к ним территориях. Указанные хранилища представляют собой одноэтажные кирпичные ангары на бетонном основании с шиферным покрытием, расположенном на деревянных балках перекрытия. Хранилище № 1 предназначалось для хранения ОВ в транспортно-технологических контейнерах и бочках, № 6 и № 7 – в цистернах.

Пробы отбирали, прежде всего, с бетонного пола и стен (на высоте 1,5–1,7 м) хранилищ и модулей очистки вентвоздуха. Кроме того, взяты несколько проб с балок перекрытия и деревянной обрешетки крыши. По одной пробе бетонного пола в хранилищах № 1 и № 7 отобраны на всю глубину бетонного основания.

Гигиеническая оценка загрязнённости строительных конструкций ОВ КНД (иприт и люизит) и мышьяком проводилась по результатам химических анализов, выполненных ФГУП «ГосНИИОХТ». Результаты определения загрязнённости строительных конструкций хранилищ представлены в таблице 3.16.

В хранилище № 1 в бетоне пола максимальная концентрация иприта составляла 2,0 ПДК, люизита – 356,8 ПДК, мышьяка – 21,8 ПДК, среднее содержание люизита превышало ПДК в 49,1 раза, мышьяка – 6,1 раза. В материалах из стен содержание иприта было в пределах регламентируемого значения, максимальная концентрация люизита превышала гигиенический норматив в 16,0 раз, средняя – 2,0 раза, максимальное загрязнение мышьяком составляло 2,2 ПДК. Содержание иприта в ржавчине балок обнаруживалось на уровне 6,8–13,7 ПДК. Концентрация мышьяка в глубинной пробе бетона пола была на уровне 9,0 ПДК,

Таблица 3.16 – Загрязнение отравляющими веществами и мышьяком материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» (кратность ПДК*)

Хранилище	Строительные конструкции	Число проб	Концентрация иприта			Концентрация люизита			Концентрация мышьяка		
			средняя	минимальная	максимальная	средняя	минимальная	максимальная	средняя	минимальная	максимальная
№ 1	Бетон пола	19	0,4	< 0,1	2,0	49,1	0,4	356,8	6,1	0,7	21,8
	Кирпич и штукатурка стен	23	0,2	< 0,1	0,8	2,0	0,2	16,0	0,7	0,1	2,2
	Ржавчина металлических балок	2	10,3	6,8	13,7	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,3	0,2	0,4
	Глубинная проба бетона пола	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	3,0	-	-	9,0
	Дерево (стружка) обрешетки крыши	2	< 0,1	< 0,1	< 0,1	11,0	0,6	21,4	0,2	0,1	0,3
	Бетон пола в вытяжной камере	4	0,5	< 0,1	1,0	0,3	< 0,2	0,4	0,9	0,1	1,9
№ 6	Бетон пола	15	3,6	0,1	13,0	3,6	0,8	10,0	1,1	0,2	6,4
	Кирпич и штукатурка стен	22	2,4	< 0,1	36,0	0,7	< 0,2	3,0	0,5	0,1	1,4
№ 7	Бетон пола	16	3,8	0,3	29,0	49,0	0,3	558,0	11,8	< 0,1	95,2
	Кирпич и штукатурка стен	22	0,4	< 0,1	1,4	4,6	0,7	11,6	0,1	< 0,1	0,7
	Ржавчина металлических балок	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	547,2	-	-	31,2
	Глубинная проба бетона пола	1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	13,4	-	-	1,1
Примечание – *ПДК в материалах строительных конструкций объектов по уничтожению ОВ КНД иприта – 0,1 мг/кг (ГН 2.1.7.2606-10), люизита – 0,5 мг/кг (ГН 2.1.7.2606-10), мышьяка – 10,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2611-10).											

люизита – 3,0 ПДК. Концентрация люизита в стружке дерева обрешеток крыш достигала 21,4 ПДК. В бетоне пола помещений вытяжных камер максимальная концентрация мышьяка превышала ПДК в 1,9 раза.

В хранилище № 6 в бетоне пола максимальная концентрация иприта превышала регламентируемую величину в 13,0 раз, люизита – 10,0 раз, мышьяка – 6,4 раза, среднее содержание иприта было на уровне 3,6 ПДК, люизита – 3,6 ПДК, мышьяка – 1,1 ПДК. В материалах стен максимальное содержание иприта было на уровне 36,0 ПДК, люизита – 3,0 ПДК, мышьяка – 1,4 ПДК, средняя концентрация превышала ПДК в 2,4 раза только для иприта.

В хранилище № 7 в бетоне пола максимальная концентрация иприта превышала ПДК в 29,0 раз, люизита – 558,0 раз, мышьяка – 95,2 раза, среднее содержание иприта составило 3,8 ПДК, люизита – 49,0 ПДК, мышьяка – 11,8 ПДК. В пробах из стен максимальное содержание иприта было на уровне 1,4 ПДК, максимальная концентрация люизита составляла 11,6 ПДК, средняя – 4,6 ПДК, загрязнение мышьяком находилось в пределах нормативного значения. В глубинной пробе бетона из пола содержание люизита составляло 13,4 ПДК, мышьяка – 1,1 ПДК. В ржавчине металлических балок регистрировались концентрации люизита на уровне 547,2 ПДК, мышьяка – 31,2 ПДК. Иприт в этих материалах отсутствовал.

Сравнительная характеристика загрязненности токсичными компонентами бетона пола и кирпича со штукатуркой из стен хранилищ представлена на рисунках 3.1–3.4. Наиболее высокие значения концентраций иприта отмечались в стенах хранилища № 6, где они были выше ПДК до 36,0 раз и в бетоне пола хранилища № 7 – до 29,0 раз. Наиболее высокие концентрации люизита регистрировались в бетоне пола хранилищ № 1 и № 7, превышающие гигиенический норматив в среднем в 49,1 и 49,0 раз, максимально – 356,8 и 558,0 раз, соответственно. Наибольшее содержание мышьяка выявлено в бетоне пола хранилища № 7 в среднем на уровне 11,8 ПДК, максимально – 95,2 ПДК.

Таким образом, результаты анализа количественного и качественного состава материалов строительных конструкций, отобранных в хранилищах,

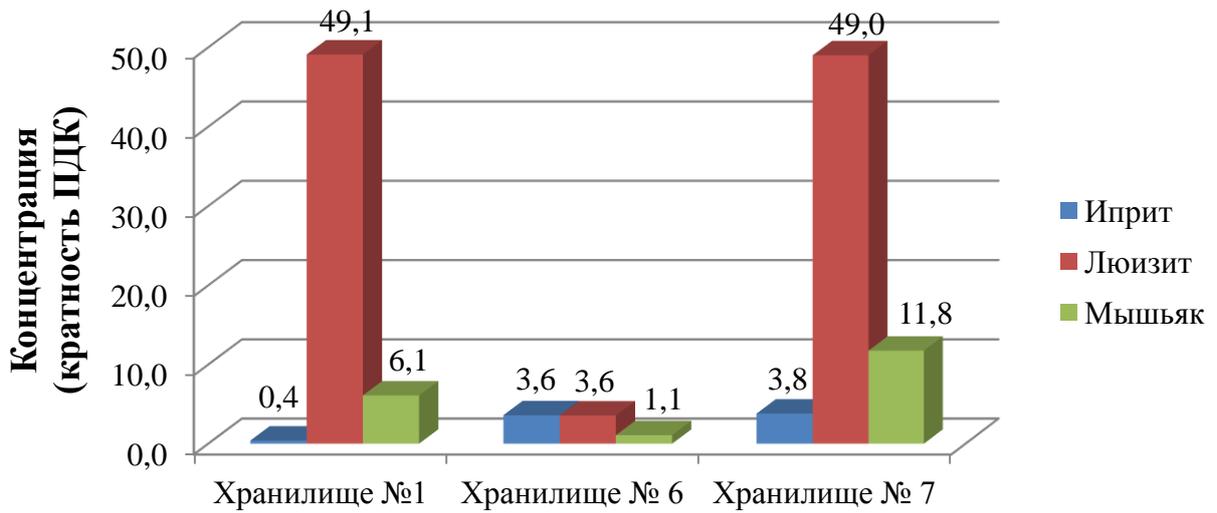


Рисунок 3.1 – Загрязненность бетона пола хранилищ объекта «Горный» по средним концентрациям

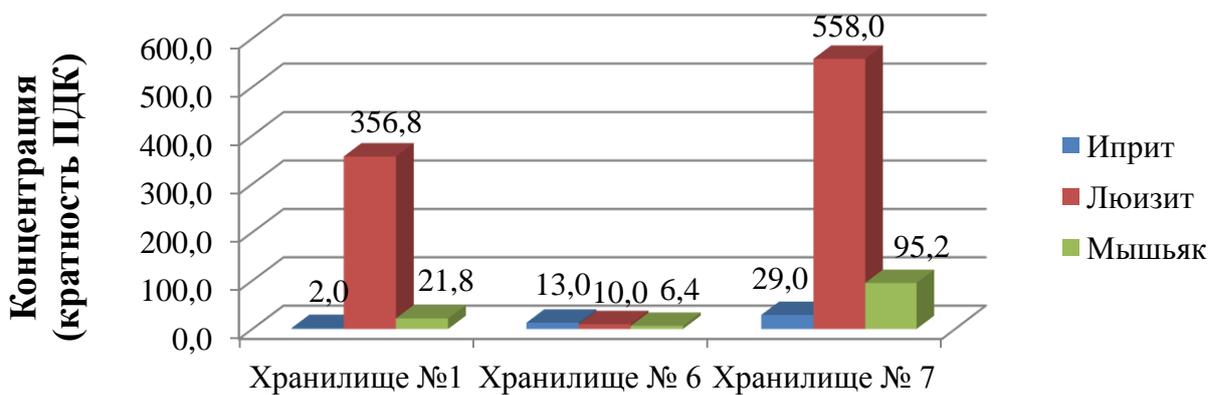


Рисунок 3.2 – Загрязненность бетона пола хранилищ объекта «Горный» по максимальным концентрациям

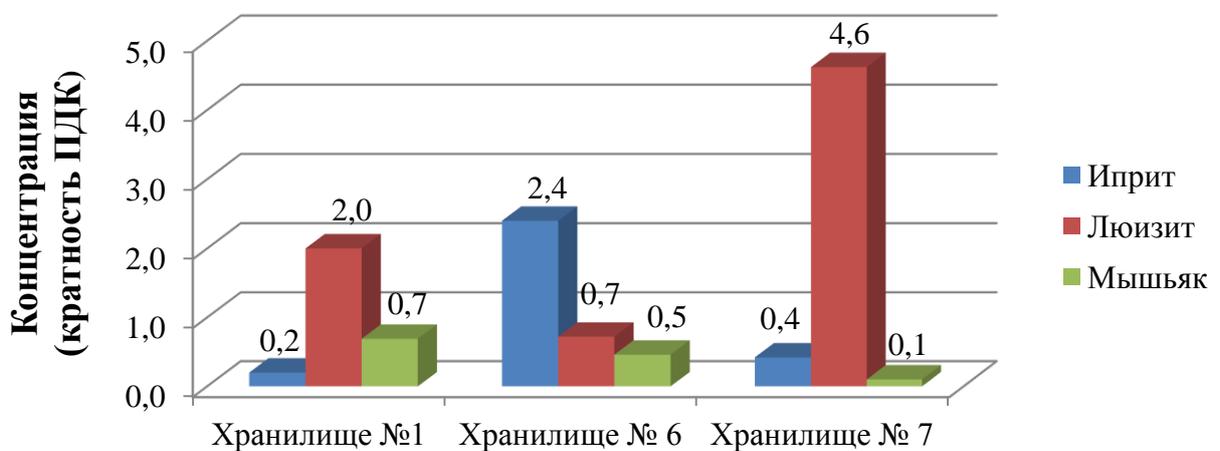


Рисунок 3.3 – Загрязненность кирпича и штукатурки стен хранилищ объекта «Горный» по средним концентрациям

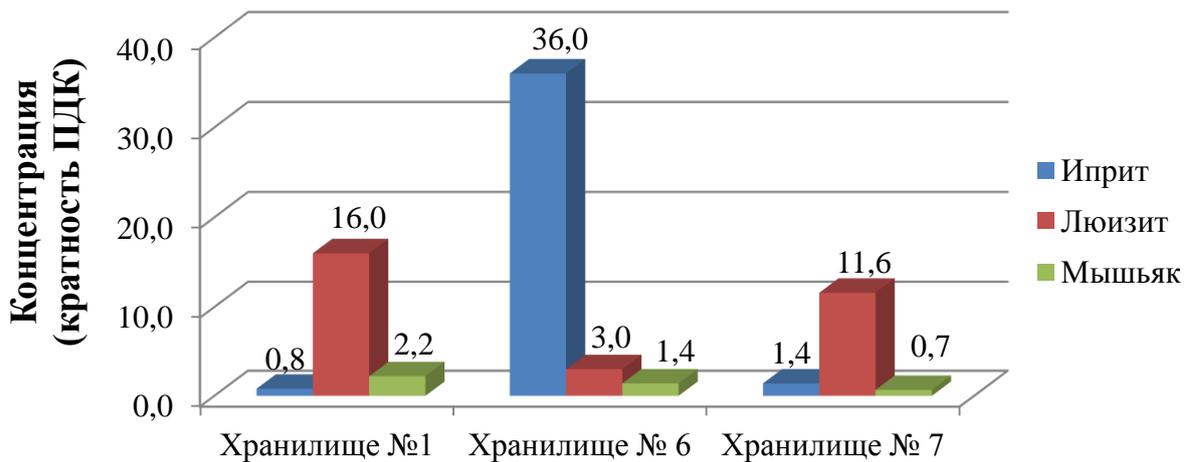


Рисунок 3.4 – Загрязненность кирпича и штукатурки стен хранилищ объекта «Горный» по максимальным концентрациям

свидетельствовали о том, что наиболее высокие уровни загрязнения регистрировались в бетоне пола. В целом в хранилищах концентрации иприта превышали гигиенический норматив до 36,0 раз, люизита – до 558,0 раз, мышьяка – до 95,2 раза.

Объект по уничтожению химического оружия

Гигиеническая оценка загрязненности поверхностей технологического оборудования и материалов строительных конструкций основного корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» проводилась по результатам химических анализов, выполненных ФГУП «ГосНИИОХТ». Содержание иприта на внутренних и наружных поверхностях технологического оборудования не превышало предельно допустимого уровня (2×10^{-4} мг/дм²).

Мышьяк и люизит на поверхностях технологического оборудования основного корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный», как правило, не обнаруживались (таблица 3.17).

В ряде помещений на поверхностях технологического оборудования регистрировали концентрации мышьяка и люизита, превышающие ПДУ в среднем до 2,5 и 2,8 раза, максимально – до 10,8 и 26,0 раза, соответственно.

В материалах строительных конструкций (пол и стены) производственных

Таблица 3.17 – Загрязнение мышьяком и люизитом поверхностей технологического оборудования основного корпуса 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный» (кратность ПДУ*)

Отделение	Число проб	Концентрация мышьяка			Концентрация люизита		
		средняя	минимальная	максимальная	средняя	минимальная	максимальная
Отделение гидролиза люизита, помещение 20	20	1,3	< 0,5	10,8	1,0	< 1,0	1,8
Отделение растарки бочек, помещение 21	22	2,5	< 0,5	6,8	2,8	< 1,0	26,0
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	11	0,8	< 0,5	2,4	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение хранения реакционных масс, помещение 23	4	0,6	< 0,5	1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение сбора стоков от пожаротушения, помещение 28	14	0,7	< 0,5	3,4	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение приема и разлива реакционной массы иприта, помещение 35	4	1,3	< 0,5	2,2	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41	6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41А	6	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 43	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 43А	4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение загрузки бочек, помещение 44	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение сбора реакционных масс люизита, помещение 52	9	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 58	4	0,5	< 0,5	0,6	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Примечание – *ПДУ на поверхности технологического оборудования мышьяка – 0,05 мг/дм ² (ГН 2.2.5.2557-09), люизита – 0,005 мг/дм ² (ГН 2.2.5.2119-06).							

помещений основного корпуса 1-1 объекта «Горный» не выявлено содержания иприта и люизита выше порога чувствительности методик. Результаты определения загрязненности строительных конструкций основных отделений мышьяком представлены в таблице 3.18 и на рисунках 3.5 и 3.6. Мышьяк обнаруживался во всех пробах, его содержание варьировало в пределах от 0,1 ПДК до 21,7 ПДК. В ряде помещений в бетоне полов средние концентрации мышьяка превышали ПДК в 1,2–7,4 раза, максимальные – 1,1–21,7 раза.

Таким образом, при демонтаже зданий и сооружений, находящихся на территориях бывших объектов хранения и уничтожения ХО «Горный», предполагается образование большого количества отходов строительных материалов. Строительные конструкции хранилищ ХО указанного объекта загрязнены ОВ КНД, особенно люизитом, и мышьяком. Концентрации иприта в хранилищах превышали гигиенический норматив до 36,0 раз, люизита – 558,0 раз, мышьяка – до 95,2 раза. В некоторых помещениях объекта по уничтожению ХО «Горный» на поверхностях технологического оборудования регистрировали содержание мышьяка и люизита выше ПДУ до 10,8 и 26,0 раз, соответственно, в бетоне полов концентрации мышьяка превышали ПДК до 21,7 раза.

Полученные результаты обусловили необходимость разработки мероприятий по обеспечению безопасности персонала при проведении работ по демонтажу зданий объектов по хранению и уничтожению ХО «Горный» с учетом возможности контакта с сорбированными строительными конструкциями и технологическим оборудованием в процессе эксплуатации зданий ипритом, люизитом и мышьяком.

При санитарно-эпидемиологической экспертизе предоставленного ФГУП «ГосНИИОХТ» алгоритма работ по демонтажу зданий и сооружений, находящихся на территории бывшего объекта по хранению ХО «Горный», выявлено, что не достаточно полно отражены виды работ, количество и загрязненность отходов строительных конструкций и ряд других организационных и технических аспектов. По результатам экспертизы обоснована необходимость разработки дополнительных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности ликвидационных работ, в частности, последовательность и технология проведения работ (разборка зданий,

Таблица 3.18 – Содержание мышьяка в строительных конструкциях основного корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» (кратность ПДК*)

Отделение	Строительные конструкции	Число проб	Концентрация мышьяка		
			средняя	минимальная	максимальная
Отделение гидролиза люизита, помещение 20	Полы	12	1,7	0,1	15,3
	Стены	8	0,3	0,2	0,5
Отделение растарки бочек, помещение 21	Полы	17	1,4	0,3	8,5
	Стены	11	0,4	0,1	0,9
Отделение детоксикации иприта, помещение 22	Полы	10	1,0	0,4	2,9
	Стены	6	0,5	0,2	0,8
Отделение хранения реакционных масс, помещение 23	Полы	5	1,2	0,5	2,9
	Стены	5	0,4	0,3	0,6
Отделение сбора стоков от пожаротушения, помещение 28	Полы	6	0,5	0,2	0,7
	Стены	9	0,3	0,1	0,9
Отделение приема и разлива реакционной массы иприта, помещение 35	Полы	7	0,6	0,3	1,3
	Стены	7	0,3	0,1	0,5
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41	Полы	7	0,3	0,1	1,1
	Стены	7	0,2	0,2	0,2
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 41А	Полы	3	0,4	0,2	0,6
	Стены	8	0,5	0,2	0,8
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 43	Полы	2	0,6	0,6	0,6
	Стены	7	0,5	0,1	0,7
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 43А	Полы	4	0,6	0,5	0,8
	Стены	10	0,3	0,1	0,5
Отделение растарки бочек, помещение 44	Полы	2	0,4	0,4	0,4
Отделение сбора реакционных масс люизита и сточных вод, помещение 52	Полы	7	7,4	0,4	21,7
	Стены	7	0,5	0,1	0,7
Отделение очистки вентвоздуха, помещение 58	Стены	7	0,4	0,2	0,9

Примечание – *ПДК мышьяка в отходах строительных конструкций объектов по уничтожению ОВ КНД – 10,0 мг/кг (ГН 2.1.7.2611-10).

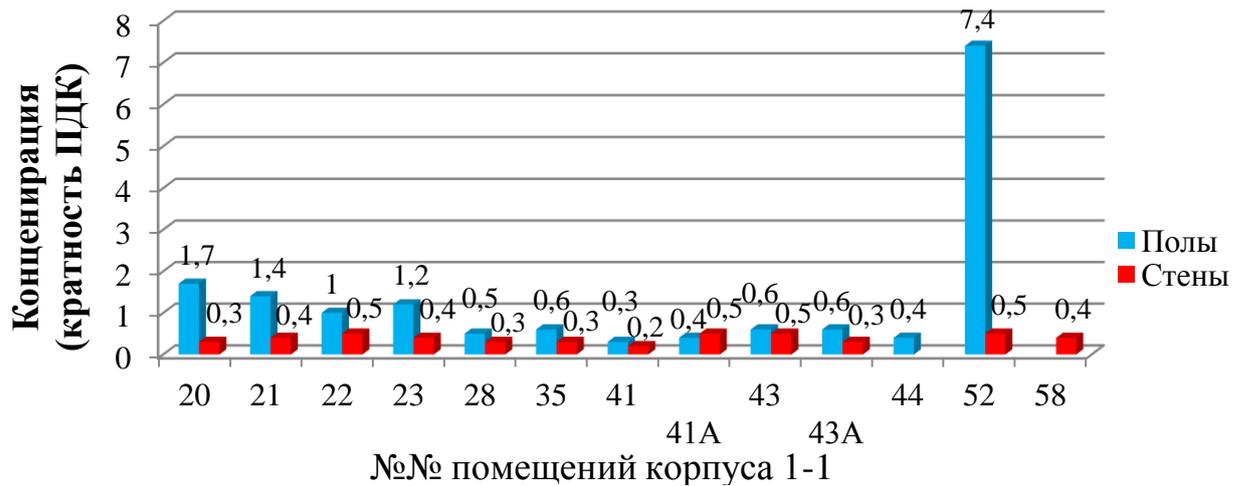


Рисунок 3.5 – Загрязнение мышьяком строительных конструкций основного корпуса 1-1 объекта «Горный» по средним концентрациям

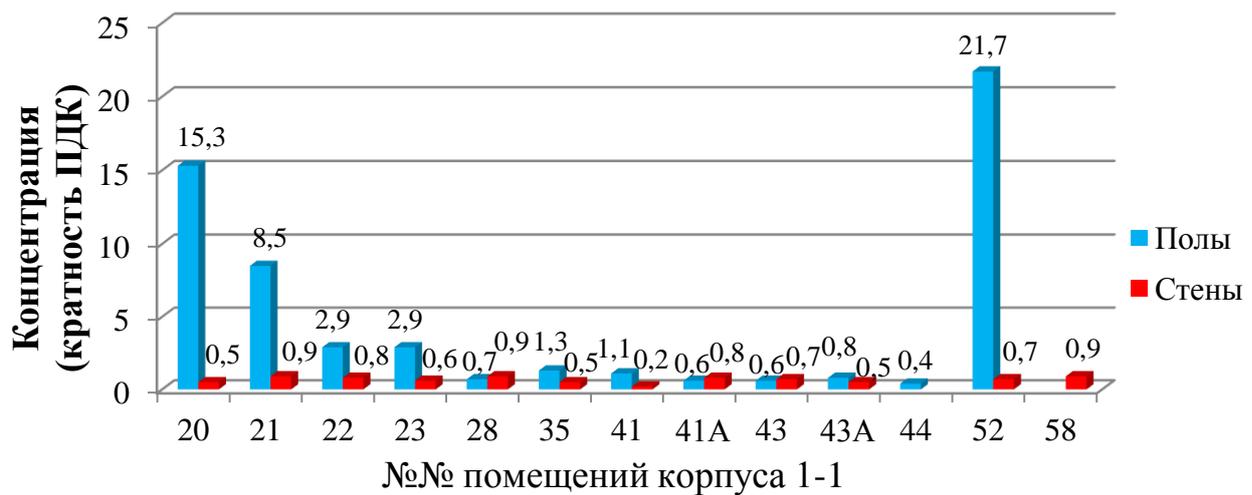


Рисунок 3.6 – Загрязнение мышьяком строительных конструкций основного корпуса 1-1 объекта «Горный» по максимальным концентрациям

сооружений и емкостей, находящихся на территории хранилищ), количество персонала (по профессиям), участвующего в работах, количество транспортных средств, алгоритм работ по освобождению цистерн от ОВ КНД, последовательность и механизм дегазации хранилищ, направление удаления сливов дегазирующих растворов, процедура «раскрытия» хранилищ, наличие санитарно-бытовых помещений для персонала, обеспечение безопасности работ для персонала,

населения и окружающей среды, плотность и количество пыли в воздухе при разборке строительных конструкций и количество материала из них, превращающегося в пыль, плотность пыли из почвы в воздухе от движения транспортных средств, занятых на разборке строительных конструкций, меры по оказанию медицинской помощи, использование пылезащитных СИЗ, вопросы утилизации отходов, направленные на исключение контакта персонала с вредными веществами, система производственного экологического мониторинга промышленной зоны объекта, санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и зоны защитных мероприятий (ЗЗМ). Указанные замечания были учтены в процессе коррекции и оформления окончательного варианта алгоритма работ по разборке зданий, сооружений и емкостей бывшего объекта хранения ХО, являющегося основой для оценки риска и разработки мероприятий по обеспечению безопасности персонала и населения.

Оценка предлагаемого алгоритма работ по демонтажу строительных конструкций, технологического и вспомогательного оборудования и коммуникаций, вентиляционных систем, электрооборудования, средств КИПиА, водопроводных и канализационных сетей промышленных сооружений объекта уничтожения ХО «Горный» проведена в отношении основного корпуса 1-1.

Следует отметить, что загрязненное оборудование перед утилизацией должно дегазироваться до уровней ниже гигиенических нормативов с последующим контролем эффективности обезвреживания.

Для обеспечения безопасности ликвидационных работ на объектах по уничтожению ХО, связанных, в частности, со снятием покрытий строительных конструкций, демонтажем последних и технологического оборудования, предложены следующие технологические мероприятия.

1. До выполнения демонтажа производственных мощностей планируется производить дегазационную обработку строительных конструкций, наружных поверхностей технологического оборудования и трубопроводов сплошным нанесением сверху вниз полидегазирующей рецептуры «МАКС» с помощью специализированного автомобиля и автономного прибора специальной обработки.

2. Технология дегазации внутренних поверхностей оборудования и трубопроводов, основанная на их обработке в течение 12–24 часов водным раствором 3%-ной щелочи с отбором пробы рецептуры на анализ через 12 часов, будет осуществляться в следующем порядке:

- оборудование освобождается от ОВ и продуктов их деструкции;
- в первую очередь планируется дегазировать аппараты, связанные с транспортировкой и временным хранением ОВ, затем – емкости, содержавшие ранее продукты детоксикации ОВ и далее – оборудование схем переработки сточных вод и очистки абгазов;
- дегазация будет проводиться по узлам или отдельным аппаратам;
- при обработке узлов одновременно предусматривается обрабатывать все датчики и трубки вспомогательного оборудования.

При содержании в дегазирующей рецептуре ОВ выше ПДК или щелочи ниже 2,0 % оборудование и трубопроводы будут заполнены новой порцией дегазатора с повторной обработкой до достижения полноты обезвреживания.

При концентрации ОВ в дегазаторе на уровне или ниже ПДК после его удаления оборудование и трубопроводы будут промываться водой и пропариваться, с последующей проверкой полноты обезвреживания путем контроля содержания в конденсате приоритетных загрязнителей, которое не должно превышать их ПДК для воды водоёмов. Отработанную дегазирующую рецептуру, промывные воды и конденсат пара планируется собирать в ёмкость и направлять на термообезвреживание.

После обработки в загрязнённых помещениях наружных поверхностей оборудования и строительных конструкций дегазирующими растворами будет оцениваться эффективность обезвреживания. При содержании ОВ и высокоопасных продуктов их деструкции ниже гигиенических нормативов поверхности промываются водой, при концентрациях указанных токсикантов выше ПДК предусматривается повторная дегазация до достижения полноты обезвреживания.

3. Планируется следующий порядок снятия покрытий со строительных конструкций загрязнённых помещений объекта:

- снятие покрытий (плитка, штукатурка, лакокрасочное покрытие) вручную с помощью отбойных молотков, по принципу «сверху–вниз»;
- в процессе снятия поверхностного слоя обрабатываемая поверхность будет непрерывно увлажняться полидегазирующей рецептурой «МАКС» или водой для предотвращения пылеобразования;
- образовавшиеся строительные отходы из «грязных» помещений будут загружаться в контейнеры, где они будут подвергаться дополнительной дегазации полидегазирующей рецептурой и увлажнению;
- после подтверждения отсутствия в отходах ОВ и токсичных продуктов их деструкции (уровень ниже ПДК) отходы, отработанные дегазирующие растворы и промывные воды будут направляться на термообезвреживание;
- отходы, образовавшиеся в результате снятия поверхностного слоя строительных конструкций из «чистых» помещений, предусматривается направлять на полигон захоронения отходов.

4. Порядок разборки технологического оборудования и коммуникаций в основных отделениях планируется следующий. Демонтаж технологического оборудования в «грязных» помещениях, после дегазации и пропарки, проводится вдоль технологических линий, начиная с коммуникаций подачи ОВ. Разборку предусматривается осуществлять с помощью газовой резки при наличии местных отсосов для очистки воздуха, мелких трубопроводов и кабелей – с использованием механических и гидравлических ножниц. В последнюю очередь удаляются воздуховоды и вентиляторы. Демонтированное технологическое оборудование и коммуникации после измельчения будут направляться на термообезвреживание.

5. Дегазацию прочих твердых отходов, образующихся при проведении демонтажных работ и включающих отработанные СИЗ, ветошь, резиновые прокладки и другие материалы, планируется осуществлять щелочным раствором в течение 24 часов. Затем обезвреженные отходы и отработанный дегазирующий раствор будут направляться на термообезвреживание.

Санитарно-гигиеническая оценка вышеизложенных мероприятий по дегазации и демонтажу производственных мощностей объектов уничтожения ХО

кожно-нарывного действия обусловила необходимость выполнения следующих гигиенических мероприятий:

- внедрение до и во время выполнения работ контроля загрязнения ОВ воздушной среды внутри технологического оборудования и в рабочей зоне;
- использование пылеподавления путём орошения территории и строительных конструкций водным раствором гипохлорита натрия;
- организация местного отсоса с очисткой воздуха от пыли на аэрозольных фильтрах при дроблении строительных элементов;
- оборудование передвижных (модульных) обмывочных пунктов в местах проведения работ и специальных площадок для обработки техники;
- осуществление ежедневной дегазации автотракторной техники после выезда за пределы демонтируемого здания или сооружения;
- использование персоналом при разборке помещений следующих СИЗ:
 - – изолирующий комплект Л-1М, включающий изолирующий костюм защитный легкий Л-1, костюм и капюшон химзащитные, резиновые сапоги и перчатки БЛ-1М, противогаз фильтрующий ПФС с коробкой ГП-7КС, и дополнительно монтажная каска – в «грязных» помещениях при обнаружении ОВ в объектах производственной среды по результатам контроля загрязнённости воздушной среды, строительных конструкций и оборудования до проведения дегазации и снижения концентраций ОВ ниже гигиенических нормативов;
 - – фильтрующий комплект СИЗ-2, включающий комбинезон фильтрующего типа, резиновые сапоги и перчатки БЛ-1М, противогаз фильтрующий ПФС с коробкой ГП-7КС в рабочем положении (на лице), и дополнительно резиновый фартук, нарукавники и монтажная каска – в «раскрытых» помещениях;
 - – хлопчатобумажная пылезащитная спецодежда, респиратор, брезентовые рукавицы, монтажная каска, защитные очки, фильтрующий противогаз в положение «наготове» – в помещениях III группы опасности, в «чистой» зоне установок термообезвреживания и на полигоне при выполнении работ по захоронению отходов;

– – защитный костюм из негорючей ткани – при выполнении газовой и плазменной резки оборудования и строительных конструкций;

– использование персоналом для защиты кожных покровов защитно-профилактических кремов «Вилпран» или «Эплан»;

– ежедневная обработка СИЗ персонала дегазирующим раствором, а затем – водой и обеспыливание спецодежды после окончания работы;

– организация сбора снятых СИЗ в специальные мешки и отправка их на обезвреживание;

– организация дегазации, проверки её эффективности, стирки, ремонта, глажения и контроля целостности СИЗ и спецодежды для повторного использования их работниками;

– обеспечение санитарной обработки персонала в гигиеническом душе;

– обеспечение медицинского контроля персонала до и после работы.

Выполнение вышеизложенных мероприятий обеспечивает санитарно-эпидемиологическую безопасность работающих, позволяет снизить риск воздействия на здоровье персонала вредных химических факторов производственной среды и способствует предотвращению профессиональной заболеваемости работников при ликвидации или перепрофилировании объектов по хранению и уничтожению ХО.

3.2.2. Опасность отходов, образующихся при перепрофилировании или ликвидации объектов

Вышеизложенные материалы свидетельствуют о том, что при ликвидации зданий и сооружений бывших объектов по хранению и уничтожению ХО, предполагается образование огромного количества отходов, подлежащие поэтапному обезвреживанию. Они включают демонтируемые строительные конструкции, технологическое оборудование и коммуникации, запорную арматуру, металлоконструкции, воздухопроводы, электрооборудование и электрокабели, средства КИПиА, водопроводные и канализационные сети,

прокладочные, фильтрующие, гидроизоляционные, теплоизоляционные и другие материалы, находящиеся внутри производственных зданий. Однако и после дегазации остается неизвестной токсичность указанных отходов, что обуславливает необходимость определения степени их опасности для решения проблемы обеспечения безопасности работ при обращении с ними.

Материалы, использованные при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений объектов по хранению и уничтожению ХО, представляют собой сложные, многокомпонентные составы, включающие широкий набор органических и неорганических соединений. Они могут быть загрязнены соединениями, используемыми в технологическом цикле, включая ОВ и продукты их деструкции, при функционировании производства в штатном режиме и при нештатных ситуациях (разгерметизация, пролив, пожар, ремонт и т.п.) и в качестве отходов могут служить источником экологической опасности. Обращение с ними, включающее складирование, транспортировку, утилизацию и захоронение на полигонах, зависит от уровня их потенциальной опасности для среды обитания и здоровья человека.

Отходы, накапливаемые при реконструкции и демонтаже зданий предприятий, связанных с хранением или уничтожением ХО, должны направляться на переработку или захоронение на полигонах после обязательного химико-аналитического контроля. Уровень их потенциальной опасности в соответствии с нормативными документами, действующими на территории России, оценивается по классу опасности [70, 181, 247], обуславливающий, согласно гигиеническим требованиям, дальнейшее обращение с отходами [180].

Для оценки опасности подобных отходов и определения их класса опасности были соблюдены ряд требований. Так, при организации и выполнении отбора репрезентативных проб для токсиколого-гигиенического исследования учитывали все многообразие материалов на основе информации об условиях функционирования производства, имевших место нарушениях технологии, аварийных и нештатных ситуациях и другие сведения. Были разработаны или адаптированы методики анализа для качественного и количественного определения токсичных веществ в отходах. Оценка их опасности в

токсикологическом эксперименте проведена, в основном, по неспецифическим признакам интоксикации, поскольку определение характерных, специфических для каждой группы токсичных химических соединений признаков интоксикации не представлялось возможным вследствие относительно небольшого содержания токсикантов и маскирующего влияния компонентов.

Хранилища химического оружия объекта «Горный»

Проведенное с помощью расчетного метода в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247] определение классов опасности проб не дегазированных материалов строительных конструкций хранилищ ОВ КНД объекта «Горный» свидетельствовало о том, что, несмотря на высокое загрязнение чрезвычайно опасными веществами, рассматриваемые отходы относились преимущественно к 4 классу, в отдельных случаях – 3 классу и единичная проба – 2 классу опасности (рисунок 3.7).

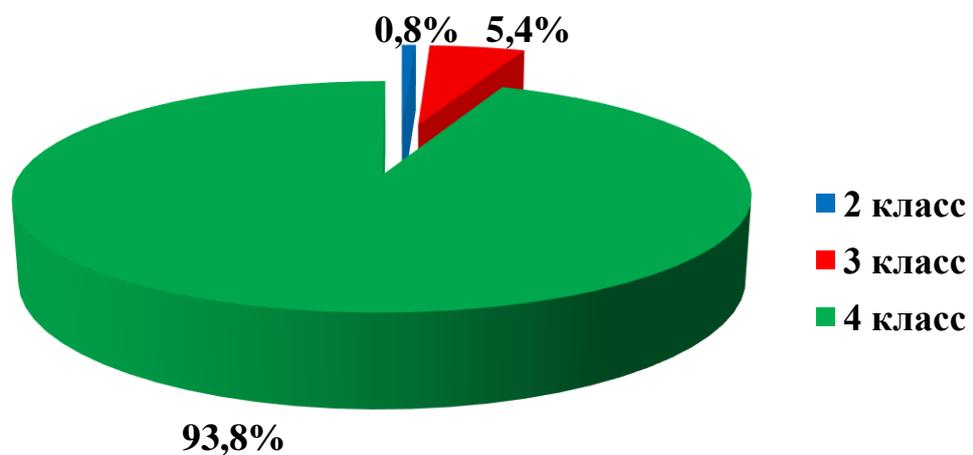


Рисунок 3.7 – Классы опасности отходов строительных конструкций хранилищ ОВ КНД объекта «Горный», определенных расчетным методом

Исходя из представленных результатов можно предположить, что расчетный метод определения класса опасности материалов строительных конструкций, содержащих чрезвычайно токсичные и опасные вещества, образующихся в результате ликвидации последствий деятельности объекта по хранению ХО,

является неадекватным. По всей вероятности, при определении класса опасности отходов, содержащих чрезвычайно и высоко опасные вещества такие как люизит, иприт и мышьяк, следует согласиться со специалистами ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России [57], которые считают неприемлемым использовать расчетный метод для особо опасных отходов. Придерживаясь мнения авторов, по-видимому, целесообразнее ориентироваться на положение Федерального классификационного каталога отходов [213], в соответствии с которым при содержании такие высоко опасных и персистентных соединений как ртуть, хром шестивалентный, мышьяк и другие супертоксики отходы должны иметь 1 класс опасности. Согласно подходов указанного документа при наличии в качестве компонентов иприта, люизита и мышьяка, независимо от их количества, отходы следует причислять к 1 классу опасности с учетом высокой стабильности токсичности и канцерогенности этих соединений.

Экспериментальное определение ⁷ класса опасности образцов строительных материалов, содержащих люизит и мышьяк, выполнялось по сокращенной схеме и включало в себя характеристику общесанитарного показателя вредности, исследование воздействия на жизнеспособность гидробионтов, фитотоксичности и способности токсических компонентов к миграции в грунтовые воды и атмосферный воздух, определение параметров острой и подострой токсичности при пероральном введении лабораторным животным.

Объектом токсикологических исследований служили образцы материалов строительных конструкций объекта по хранению ХО «Горный», подлежащих демонтажу и утилизации. В экспериментах использованы пробы с максимальным содержанием люизита (558,0 ПДК) и мышьяка (31,2 ПДК), соответственно пробы Х7П11 и Х7Б1.

Результаты исследований водно-миграционной опасности представлены на рисунках 3.8–3.9. Оба тестируемых хемотоксиканта (люизит и мышьяк), загрязняющие строительные конструкции хранилищ, проявили способность

⁷ Исследования проводились совместно с сотрудниками лаборатории экологической токсикологии ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России под руководством д.б.н. Масленникова А. А.

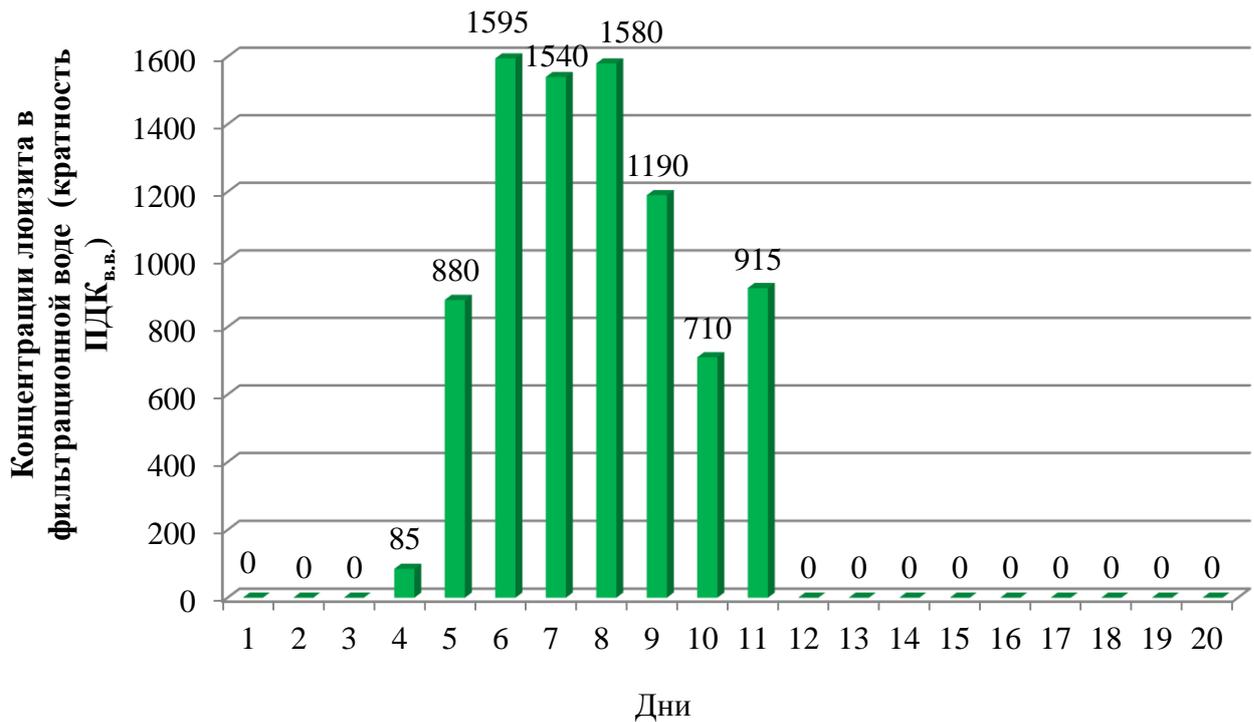


Рисунок 3.8 – Характеристика степени миграции люизита, содержащегося в экстракте материала строительных конструкций (проба Х7П11) хранилищ объекта «Горный», из почвы в фильтративные воды

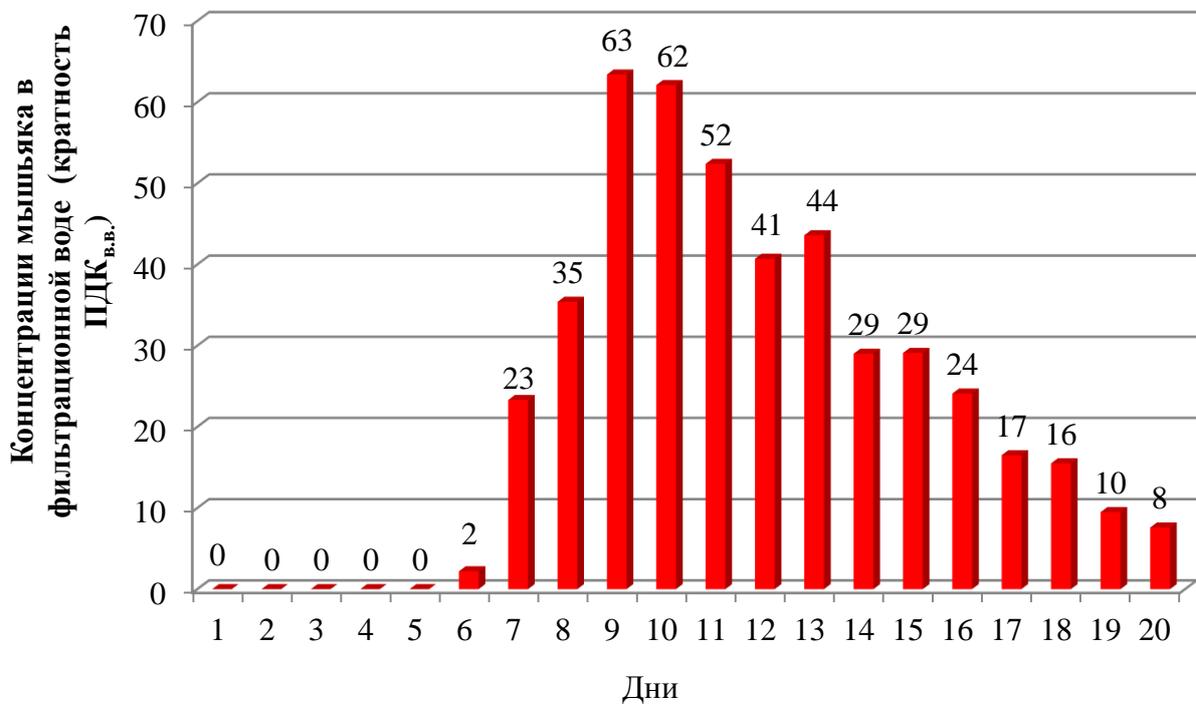


Рисунок 3.9 – Характеристика степени миграции мышьяка, содержащегося в экстракте материала строительных конструкций (проба Х7Б1) хранилищ объекта «Горный», из почвы в фильтративные воды

проникать через метровый слой модельного почвенного эталона в фильтрационные воды в концентрациях, значительно превышающих соответствующие гигиенические нормативы для воды водоемов, обуславливающее отнесение отходов строительных конструкций хранилищ к 1 классу опасности.

При оценке воздушно-миграционного показателя вредности не обнаружена миграция в атмосферный воздух люизита – наиболее летучего из токсичных компонентов, загрязняющих строительные конструкции.

Показано, что водные вытяжки тестируемых образцов материалов строительных конструкций (пробы X7П11 и X7Б1) бывших хранилищ ОВ объекта «Горный» при внесении в почву не оказывали негативного воздействия на рост и развитие корневой системы растительных тест-объектов – семян овса и ячменя, свидетельствующее об отсутствии фитотоксичности. Не выявлено также токсического влияния указанных водных экстрактов на жизнеспособность колоний *Azotobacter chroococum*.

Вместе с тем, установлено, что присутствие в грунте экстрактов указанных проб строительных материалов нарушало структуру микробоценоза, процессы самоочищения и восстановления почвы. Так, выявлено достоверное угнетение численности микромицетов (таблица 3.19) и сапрофитных бактерий (таблица 3.20), а также стимулирование более чем на 50% роста колоний актиномицетов (таблица 3.21) и негативное влияние на их морфологическую структуру, позволяющее отнести изучаемые отходы к 3 классу опасности.

Таблица 3.19 – Численность микромицетов при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» (КОЕ/1г почвы)

Период наблюдения, сутки	Контроль	Проба X7П11		Проба X7Б1	
	М ±m	М ±m	Изменения относительно контроля, %	М ±m	Изменения относительно контроля, %
1	2 040,0 ±180,0	1 470,0 ±110,0	27,9*↓	1 490,0 ±90,0	27,0*↓
3	2 750,0 ±190,0	1 750,0 ±80,0	36,4*↓	1 500,0 ±90,0	45,5*↓
7	2 470,0 ±140,0	980,0 ±170,0	19,8*↓	1 970,0 ±80,0	20,2*↓
10	1 940,0 ±170,0	1 670,0 ±80,0	13,9	1 730,0 ±100,0	10,8
Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.					

Таблица 3.20 – Численность сапрофитной микрофлоры при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» (КОЕ/1г почвы)

Период наблюдения, сутки	Контроль	Проба Х7П11		Проба Х7Б1	
	М ± m	М ± m	Изменения относительно контроля, %	М ± m	Изменения относительно контроля, %
1	3 774,4 ±350,0	6 239,4 ±631,0	65,3*↑	3 099,5 ±300,5	17,9
3	3 846,3 ±325,6	8 773,8 ±796,2	128,1*↑	2 711,3 ±268,0	29,5*↓
7	3 541,3 ±295,6	7 249,2 ±694,3	104,7*↑	2 934,6 ±260,1	17,1
10	3 004,5 ±244,4	5 433,0 ±502,4	80,8*↑	2 745,3 ±244,1	8,6
Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.					

Таблица 3.21 – Численность актиномицетов при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» (КОЕ/1г почвы)

Период наблюдения, сутки	Контроль	Проба Х7П11		Проба Х7Б1	
	М ±m	М ±m	Изменения относительно контроля, %	М ±m	Изменения относительно контроля, %
1	430,8 ±42,3	944,3 ±89,5	119,2*↑	794,3 ±67,3	84,4*↑
3	450,7 ±39,2	1 118,3 ±110,5	148,1*↑	936,3 ±89,2	107,7*↑
7	442,8 ±41,2	752,3 ±71,4	69,9*↑	683,4 ±64,3	54,3*↑
10	390,8 ±34,2	532,4 ±49,4	36,2*↑	435,4 ±42,8	11,4
Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↑ – направление изменений.					

Также отмечено токсическое влияние водных вытяжек образцов материалов строительных конструкций бывших хранилищ объекта «Горный» на дафнии. Гибель рачков в водных экстрактах строительных материалов, загрязненных люизитом и мышьяком, в отличие от контроля, была отмечена в первые сутки эксперимента при разведении 1:100. В качестве контроля в исследованиях на гидробионтах и подопытных животных использовалась дистиллированная вода, а в дальнейшем – водные экстракты материалов, не содержащих указанные токсиканты (позитивный контроль). К окончанию эксперимента (96 часов) выявлена

50 % гибель дафний в водных экстрактах строительных материалов, загрязненных люизитом и мышьяком, при разведении 1:1000 в сочетании с отсутствием достоверной гибели гидробионтов в позитивном контроле (таблица 3.22), обуславливающее отнесение этих отходов к 3 классу опасности.

Изучение острой и подострой токсичности фильтратов из образцов строительных материалов проводилось на белых беспородных крысах самцах. Установлено, что в течение всего периода наблюдений (14 дней) нативные 10 % водные вытяжки тестируемых проб не вызывали у подопытных животных проявлений острой интоксикации. Так, у крыс не зафиксировано гибели, у них отсутствовали видимые клинические признаки интоксикации, они имели удовлетворительный внешний вид и идентичный контролю прирост массы тела.

Обобщенные результаты исследований подострого токсического воздействия водных вытяжек материалов строительных конструкций из хранилищ объекта «Горный» представлены в таблице 3.23. Пероральное введение крысам водных вытяжек в разведении 1:10 из отходов вызывало достоверные изменения по отношению к контролю значения СПП, числа лейкоцитов, ЧСС, различных биохимических и иммунологических показателей⁸. Выявлены также достоверные изменения отдельных биохимических показателей относительно контроля при разведении твердых проб в соотношении 1:100. В соответствии с выявленным негативным воздействием на лабораторных животных в условиях подострых экспериментов для указанных отходов определен 2 класс опасности.

Результаты экспериментальной оценки степени опасности материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» приведена в таблице 3.24. Указанные экстракты, загрязненные люизитом и мышьяком, оказывали негативное влияние на процессы биологической активности почвы, гидробионты и состояние лабораторных животных в условиях длительного перорального поступления.

⁸ Биохимические и гематологические исследования выполнены сотрудниками лаборатории лекарственной безопасности ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством к.м.н. Точилкиной Л. П., иммунологические – лаборатории иммунологии под руководством к.м.н. Горшенина А. В.

Таблица 3.22 – Гибель дафний при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный»

Водная вытяжка из образцов	1 час		6 часов		24 часа		48 часов		72 часа		96 часов	
	Число погибших особей/штук	% гибели										
Проба X7П11												
1:10	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:100	0/10	0	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:1000	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	5/10	50
Контроль	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0
Проба X7Б1												
1:10	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:100	0/10	0	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:1000	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	5/10	50
Контроль	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0

Таблица 3.23 – Оценка воздействия водных экстрактов материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» в подострых экспериментах

Показатели	Водные вытяжки проб и их разведения					
	Х7П11			Х7Б1		
	1:10	1:100	1:1000	1:10	1:100	1:1000
Физиологические тесты						
Масса тела, г	-*	-	-	-	-	-
ЧДД в минуту	-	-	-	-	-	-
ЧСС в минуту	↑	-	-	-	-	-
СПП, вольты	-	-	-	↑	-	-
Поведенческие реакции в условиях «открытого поля»						
Горизонтальная активность	-	-	-	-	-	-
Вертикальная активность	-	-	-	-	-	-
Норковый рефлекс	-	-	-	-	-	-
Эмоциональная активность	-	-	-	-	-	-
Суммарная активность	-	-	-	-	-	-
Гематологические показатели						
Гемоглобин, г/л	-	-	-	-	-	-
Эритроциты, $10^{12}/л$	-	-	-	-	-	-
Лейкоциты, $10^9/л$	-	-	-	↑	-	-
Моноциты	-	-	-	-	-	-
Лимфоциты	-	-	-	-	-	-
Нейтрофилы	-	-	-	-	-	-
Базофилы	-	-	-	-	-	-
Эозинофилы	-	-	-	-	-	-
Биохимические показатели						
АСТ, мккат/л	-	-	-	↑	↑	-
АЛТ, мккат/л	↓↓	-	-	-	-	-
Коэффициент де Ритиса	↓↓	-	-	↓	-	-
ПВК, мкмоль/л	-	-	-	-	↑	-
Мочевина, моль/л	-	-	-	-	-	-
Общий белок, г/л	-	-	-	-	-	-
Общие липиды, г/л	-	-	-	-	-	-
Холестерин, моль/л	-	-	-	-	↑↑	-
Относительная масса внутренних органов, г/кг						
Сердце, легкие, печень	-	-	-	-	-	-
Селезенка, надпочечники	-	-	-	-	-	-
Почки	↓	-	-	-	-	-
Иммунологические исследования						
Фагоцитоз, %	-	-	-	↓	-	-
Индекс фагоцитоза, усл. ед.	-	-	-	-	-	-
Комплемент	-	-	-	↓	-	-
РПГА (О-АГ)	↑	-	-	-	-	-
Иммуноглобулины, усл. ед.	-	-	-	-	-	-
Бактерицидность, % актив.	-	-	-	-	-	-
<p>Примечания</p> <p>1 ↑Направленность достоверных изменений при $P \leq 0,05$.</p> <p>2 ↑↑Направленность достоверных изменений при $P \leq 0,05$, выходящих за границы физиологических колебаний показателей у контрольных животных ($M \pm 2\sigma$).</p> <p>3 *Показатели существенно не отличались от таковых в контроле.</p>						

Таблица 3.24 – Экспериментальная оценка степени опасности материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный»

Показатели опасности	Классы опасности
Водно-миграционный	1
Воздушно-миграционный	4
Азотобактер	4
Процессы биологической активности почвы	3
Фитотоксичность	4
Воздействие на гидробионты	3
Определение DL ₅₀ на животных	4
Подострый эксперимент на животных	2

Особую опасность тестируемые образцы представляли при миграции из водных вытяжек в грунтовые воды, вследствие чего миграционный водный показатель признан лимитирующим. С учетом этого для материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» определен 1 класс опасности.

Объект по уничтожению химического оружия «Горный»

Оценка с помощью расчетного метода в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247] опасности 174 проб отходов из материалов строительных конструкций производственных помещений корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» позволила отнести рассматриваемые отходы преимущественно к 4 классу, в отдельных случаях – 3 классу опасности (рисунок 3.10).

Экспериментальное определение ⁹ класса опасности указанных отходов проведено по результатам тестирования проб, максимально загрязненных мышьяком. Содержание мышьяка в пробах № 157 составляло 21,7 ПДК, № 159 – 20,9 ПДК, № 146 – 15,2 ПДК, № 109 – 8,5 ПДК, № 223 – 0,8 ПДК. Позитивным

⁹ Исследования проводились совместно с сотрудниками лаборатории экологической токсикологии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством д.б.н. Масленникова А. А.

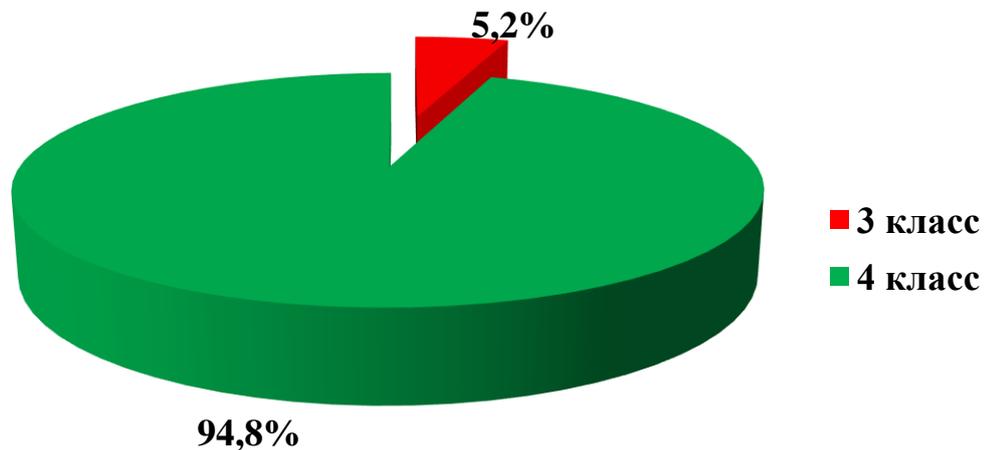


Рисунок 3.10 – Классы опасности отходов строительных конструкций объекта уничтожения ХО «Горный», определенных расчетным методом.

контролем являлась проба № 59, сходная по составу с исследуемыми образцами и практически не загрязненная ипритом, люизитом и мышьяком.

Показано, что водные вытяжки из проб строительных отходов № 146 и № 59 не оказывали отрицательного воздействия на окислительно-восстановительный потенциал почвы.

Установлено, что водные вытяжки из указанных отходов негативно воздействовали на микробоценоз почвы, проявившееся в достоверном угнетении численности микромицетов (таблица 3.25) и сапрофитной микрофлоры (таблица 3.26) без изменения численности колоний актиномицетов (таблица 3.27) и *Azotobacter chroococum*, обусловившее отнесение отходов к 3 классу опасности.

Выявлено, что водные вытяжки тестируемого образца строительных конструкций № 146 при внесении в почву не оказывали негативного воздействия на рост и развитие корневой системы растительных тест-объектов – семян овса и ячменя, что свидетельствовало об отсутствии фитотоксичности.

Воздействие отходов на дафнии изучалось с использованием нативных водных вытяжек проб № 146 и № 59 (позитивный контроль) и их последующих разведений в 10, 100 и 1000 раз. Установлена абсолютная гибель рачков (100 %) на протяжении всего эксперимента при воздействии нативного раствора пробы № 146 и его разведения 1:10. Разведение 1:100 вызывало полную гибель гидробионтов

Таблица 3.25 – Численность микромицетов при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта уничтожения ХО «Горный» (КОЕ/1г почвы)

Период наблюдения, сутки	Контроль	Проба № 59 (позитивный контроль)		Проба № 146	
	М ±m	М ±m	Изменения относительно контроля, %	М ±m	Изменения относительно контроля, %
1	1 330,0 ±90,0	1 680,0 ±130,0	26,3*↑	980,0 ±170,0	48,9*↑
3	34 460,0 ±2910,0	35 430,0 ±2870,0	2,8	27 370,0 ±1830,0	20,6 *↓
7	12 470,0 ±1140,0	11 980,0 ±1170,0	3,9	10 970,0 ±1080,0	12,0
10	7 540,0 ±720,0	7 370,0 ±680,0	2,3	7 230,0 ±100,0	4,1
Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.					

Таблица 3.26 – Численность сапрофитной микрофлоры при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта уничтожения ХО «Горный» (КОЕ/1г почвы)

Период наблюдения, сутки	Контроль	Проба № 59 (позитивный контроль)		Проба № 146	
	М ±m	М ±m	Изменения относительно контроля, %	М ±m	Изменения относительно контроля, %
1	572,5 ±51,2	895,0 ±79,5	56,3*↑	927,1 ±81,2	61,9*↑
3	4 504,2 ±449,0	4 545,8 ±322,0	0,9	2 647,8 ±61,8	41,2*↓
7	13 716,7 ±1293,6	12 703,2 ±1002,9	7,4	10 879,8 ±1070,2	20,7
10	819,6±80,4	789,3±77,2	3,7	763,1 ±69,2	6,9
Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.					

Таблица 3.27 – Численность актиномицетов при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта уничтожения ХО «Горный» (КОЕ/1г почвы)

Период наблюдения, сутки	Контроль	Проба № 59 (позитивный контроль)		Проба № 146	
	М ±m	М ±m	Изменения относительно контроля, %	М ±m	Изменения относительно контроля, %
1	199,9 ±17,3	274,0 ±25,5	37,1*↑	292,3 ±26,3	46,2*↑
3	134,8 ±13,2	138,1 ±11,5	2,4	110,0 ±10,2	18,4
7	571,9 ±56,3	559,2 ±50,9	2,2	515,8 ±49,2	9,8
10	453,8 ±44,3	449,7 ±43,7	0,9	440,3 ±39,8	3,0
Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↑ – направление изменений.					

в течение первых 6 часов, разведение 1:1000 обуславливало 50 % гибель дафний только в начале опыта (1 час), при этом водные вытяжки из образцов строительных отходов № 59 (позитивный контроль) не вызывали гибели гидробионтов (таблица 3.28). С учетом изложенного исследуемый образец строительных отходов по токсическому воздействию на дафнии соответствует 3 классу опасности.

Влияние материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта уничтожения ХО «Горный» на инфузории оценивалось с помощью концентратомера «Биотестер-2» при воздействии нативных водных вытяжек этих отходов и их разведений в 10, 50, 100, 500 и 1000 раз. Показано, что из проанализированных 85 проб строительных материалов значительная их часть не оказывала видимого негативного влияния на жизнеспособность и активность инфузорий. В то же время, водные вытяжки из 11 проб вызывали достоверные отклонения измеряемых показателей гидробионтов относительно контроля. При этом максимальное загрязнение материалов строительных конструкций хемотоксикантами соответствовало 3 классу опасности.

Водно-миграционный показатель опасности отходов из материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта «Горный» оценивали только по мышьяку, используя водные вытяжки проб № 146, № 157, № 109, № 159 и № 223, загрязненных мышьяком, включая его максимальные концентрации, при содержании люизита и иприта значительно ниже ПДК этих веществ в почве.

Мышьяк, содержащийся в водных вытяжках указанных отходов, проникал через метровый слой модельного почвенного эталона и попадал в фильтрационные воды в концентрациях, превышающих ПДК_{в.в.} в 1,2–2,0 раза, что соответствует 4 классу опасности (рисунок 3.11).

Установлено, что однократное внутрижелудочное введение водных вытяжек из пробы № 146 не вызывало у подопытных животных проявлений острой интоксикации в течение всего периода наблюдения (14 дней).

Подострая токсичность материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» оценивалась с применением комплекса физиологических, поведенческих, гематологических, биохимических,

Таблица 3.28 – Гибель дафний при воздействии экстрактов материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный»

Водная вытяжка из образцов	1 час		6 часов		24 часа		48 часов		72 часа		96 часов	
	Число погибших особей/штук	% гибели										
Проба № 146												
Нативный раствор	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:10	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:100	0/10	0	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:1000	5/10	50	5/10	50	5/10	50	5/10	50	5/10	50	5/10	50
Контроль	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0
Проба № 59 (позитивный контроль)												
Нативный раствор	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0
1:10	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0
Контроль	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0

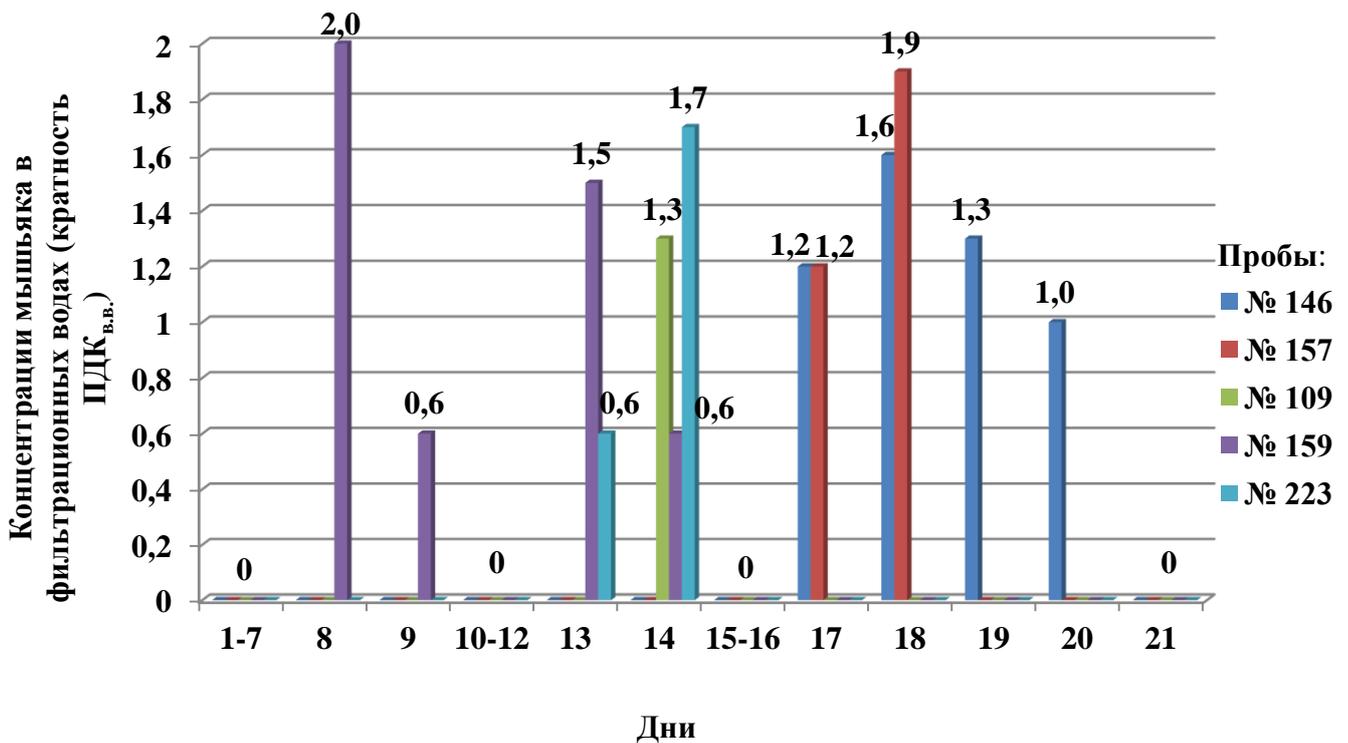


Рисунок 3.11 – Загрязненность мышьяком фильтрационных вод из экстрактов строительных материалов корпуса 1-1 объекта «Горный», внесенных в почву

иммунологических и гистохимических показателей ¹⁰ после месячного внутрижелудочного введения экстрактов проб № 146, № 157, № 144/4 и № 109, загрязнённых мышьяком. Выявлено наличие вредного действия на подопытных животных указанных отходов, носившего дозо-эффективную зависимость, при этом месячное введение водного экстракта пробы № 59 (позитивный контроль) не вызывало у крыс изменений всех определяемых показателей (таблица 3.29).

Так, подострое внутрижелудочное воздействие водных вытяжек изучаемых отходов в наименьшем разведении (нативный раствор и/или разведение 1:10) вызывало у животных наибольшее количество достоверных функциональных сдвигов, при разведении 1:100 существенно уменьшалось количество

¹⁰ Физиологические исследования и поведенческие тесты выполнены сотрудниками лаборатории экологической токсикологии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством д.б.н. Масленникова А. А., гематологические и биохимические исследования – лаборатории лекарственной безопасности под руководством к.м.н. Точилкиной Л. П., иммунологические исследования – лаборатории иммунологии под руководством к.м.н. Горшенина А. В., патоморфологические и гистохимические исследования – лаборатории патоморфологии под руководством Почепцова А. Я.

Таблица 3.29 – Комплексная оценка токсического воздействия экстрактов материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта по уничтожению химического оружия «Горный» в подостром эксперименте

Показатели	Водные вытяжки проб и их разведение													
	Проба № 146			Проба № 59 (позитивный контроль)	Проба № 157			Проба № 144/4			Проба № 109			
	1:10	1:100	1:1000		1:10	1:100	1:1000	1:1	1:50	1:100	1:10	1:100	1:1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Физиологические показатели														
Масса тела, г; ЧДД в минуту; ЧСС в минуту; СПП, вольты	_*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Поведенческие тесты														
Горизонтальная активность	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Вертикальная активность	↓↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Норковый рефлекс	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Эмоциональная активность	-	-	-	-	-	↑	↑	-	-	-	-	-	-	-
Суммарная активность	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Гематологические показатели														
Гемоглобин, г/л	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↓	-	-
Эритроциты, $\times 10^{12}/л$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лейкоциты, $\times 10^9/л$	↑↑	↑	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-	-	-
Биохимические показатели														
АСТ, мккат/л	↓↓	-	-	-	-	↓	-	-	↓	-	-	↓	-	-
АЛТ, мккат/л	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПВК, мкмоль/л	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Мочевина, моль/л	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↓	-	-
Общий белок, г/л	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Общие липиды, г/л	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Холестерин, моль/л	↑↑	↑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Глюкоза, моль/л	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Относительная масса внутренних органов, г/кг														
Головной мозг	-	-	-	-	-	↓	-	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3.29

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сердце, печень, надпочечники	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Легкие	-	-	-	-	↓	-	-	-	-	-	-	-	-
Селезенка	-	-	-	-	↑	-	-	-	-	-	-	-	-
Почки	-	-	-	-	↓	-	-	-	-	-	-	-	-
Иммунологические исследования													
Фагоцитоз, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Комплемент (уровень по 50 % гемолизу)	↑	-	-	-	↓	↓	-	↑	-	-	↓	-	-
РПГА (О-АГ)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↓	-	-
Иммуноглобулины, усл. ед.	↑	-	-	-	-	-	-	↑	-	-	-	-	-
Бактерицидность, % актив.	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Гистохимические исследования													
Головной мозг SH-группы	-	-	-	-	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-
ЛДГ, СДГ, гликоген	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Липаза	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Печень SH-группы	-	-	-	-	-	-	-	↓	↓	↓	-	-	-
ЛДГ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↓	-	-
СДГ	-	-	-	-	↓	↓	-	-	-	-	↓	↓	-
Гликоген	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↑	-	-
Липаза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Сердце СДГ	↓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SH-группы, ЛДГ, гликоген, липаза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Почки SH-группы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	↓	↓	-
ЛДГ, гликоген, липаза	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
СДГ	-	-	-	-	↓	↓	-	↓	↓	-	-	-	-
Число достоверных изменений	13	2	0	0	10	4	0	6	3	3	9	2	0
Число отклонений $M \pm 2\sigma$	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<p>Примечания</p> <p>1 ↑ Направленность достоверных изменений при $P \leq 0,05$.</p> <p>2 ↑↑ Направленность достоверных изменений при $P \leq 0,05$, выходящих за границы физиологических колебаний показателей у животных контрольных групп ($M \pm 2\sigma$).</p> <p>3 *Показатели существенно не отличались от таковых в контроле.</p>													

статистически значимых отклонений, при разведении 1:1000 токсический эффект отсутствовал. Результаты субхронического воздействия на животных экстрактов материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» позволили отнести изучаемые отходы к 3 классу опасности.

Итоги комплексного экспериментального изучения степени опасности строительных материалов промышленных сооружений объекта по уничтожению ХО «Горный» представлены в таблице 3.30. Образцы изучаемых материалов

Таблица 3.30 – Экспериментальная оценка степени опасности материалов строительных конструкций корпуса 1-1 объекта уничтожения ХО «Горный»

Показатели опасности	Классы опасности
Фитотоксичность	4
Окислительно-восстановительный потенциал почвы	4
Воздействие на гидробионты	3
Процессы биологической активности почвы	3
Азотобактер	4
Водно-миграционный	4
Определение DL ₅₀ на животных	4
Подострый эксперимент на животных	3

строительных конструкций, загрязненные токсичным химикатом (мышьяком) оказывали негативное влияние на процессы биологической активности почвы, гидробионты и состояние лабораторных животных в условиях субхронического перорального воздействия, обуславливающие отнесение этих отходов к 3 классу опасности.

Таким образом, результаты токсиколого-гигиенических исследований с использованием расчетного и экспериментального методов согласно требований СП 2.1.7.1386-03 [247] свидетельствуют о том, что изученные потенциальные отходы из материалов строительных конструкций хранилищ объекта «Горный» соответствуют 1 классу опасности, корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО

«Горный» – 3 классу опасности. Это требует соблюдения соответствующих мер безопасности при проведении работ по демонтажу технологического оборудования и строительных конструкций, транспортировке, складированию, обезвреживанию, утилизации и захоронению строительных отходов.

3.2.3. Оценка риска для здоровья персонала и населения работ по ликвидации последствий деятельности объектов

Учитывая высокую опасность отходов, образующихся при проведении работ по демонтажу и утилизации зданий, сооружений, технологического оборудования и емкостей на объектах хранения и уничтожения ХО «Горный», в соответствии с гигиеническими требованиями целесообразно оценить потенциальный риск при обращении с отходами и захоронении их на полигоне. Для надежного обоснования безопасности производственного персонала и проживания населения вблизи предприятия в период проведения работ по ликвидации или перепрофилированию объекта необходимо использовать современные методологии оценки воздействия отходов на здоровье человека, к числу которых, в первую очередь, относится оценка риска, в соответствии с существующими нормативными документами [70, 210, 251, 373, 374]. Наиболее значимыми путями воздействия вредных веществ, содержащихся в указанных промышленных отходах, для персонала и населения являются ингаляционное, пероральное и перкутанное воздействия. Согласно результатам химико-аналитических исследований в этих промышленных отходах будут содержаться приоритетные химические загрязнители – иприт, люизит и мышьяк, являющиеся канцерогенами.

Оценка риска¹¹ для здоровья населения осуществляется в соответствии со следующими этапами [251]:

– идентификация опасности предусматривает выявление потенциально вредных факторов, оценку связи между последними и нарушениями состояния

¹¹ Выполнена совместно с сотрудниками лаборатории информационных технологий ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством д.м.н., профессора Филатова Б. Н.

здоровья человека, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения объектов окружающей среды, составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике;

– оценка зависимости «доза–ответ» направлена на выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции;

– оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на человека: характеристика источников загрязнения и маршрутов движения загрязнителей от источника к человеку, пути и точки воздействия, определение доз и концентраций, воздействующих в прошлом и настоящем или тех, которые возможно будут воздействовать в будущем, установление уровней экспозиции для популяции в целом и ее отдельных субпопуляций, включая сверхчувствительные группы;

– характеристика риска включает в себя анализ полученных данных, расчет рисков для популяции и ее отдельных подгрупп, сравнение уровней риска с допустимыми (приемлемыми) значениями, сравнительная оценка и ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости, установление медицинских приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня. Расчет рисков и их характеристика проводятся отдельно для канцерогенных и неканцерогенных эффектов.

В методологии оценки индивидуального канцерогенного риска комбинированное действие нескольких канцерогенных веществ принято рассматривать как аддитивное [251].

При отсутствии сведений о величине безопасного уровня воздействия для ранжирования химических веществ по их сравнительной опасности в качестве критерия вредного действия обычно используют максимальные разовые и/или среднесуточные ПДК. При проведении работ по демонтажу и утилизации зданий, сооружений, технологического оборудования и емкостей на объектах хранения и уничтожения ХО «Горный», казалось бы, логично считать ПДК_{р.з.} той «золотой серединой», пересечение которой создает риск заболевания, а не превышение ПДК_{р.з.} якобы обеспечивает безопасность пребывания в производстве. Однако наличие

целого ряда неопределенностей, сопровождающих процесс гигиенического регламентирования вредных химических веществ, не позволяет с уверенностью говорить об убедительной корреляции состояния здоровья лиц, работающих в контакте с химическими веществами, и уровнем загрязнения воздуха рабочей зоны. Таким образом, ПДК_{р.з.}, обоснованные по традиционной схеме, не позволяют прогнозировать развитие отдаленной или отсроченной патологии.

Выполнено определение величин постоянных суточных доз иприта, люизита, различных соединений мышьяка и значений индивидуальных дополнительных канцерогенных рисков работников в случае, когда концентрации указанных веществ в воздухе рабочей зоны при проведении работ по демонтажу и утилизации зданий, сооружений, технологического оборудования и емкостей на объектах по хранению и уничтожению ХО «Горный» будут равны ПДК_{р.з.}. По результатам проведенных расчетов канцерогенный риск для производственного персонала определяется в интервале 10^{-3} – 10^{-4} , что классифицирует индивидуальный пожизненный риск как «средний», допустимый для производственных ситуаций и неприемлемый для населения в целом.

В соответствии с результатами расчета дополнительный риск годовой смертности от прогнозируемого выброса взвешенных частиц (PM₁₀) при ликвидации объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» для населения близлежащего поселка Горный составляет 0,051 случая, что соответствует минимальному уровню риска.

По представленным ФГУП «ГосНИИОХТ» данным загрязненности строительных конструкций и технологического оборудования была проведена оценка неканцерогенного риска для здоровья персонала в результате проведения работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» в зависимости от плотности пыли в местах демонтажа зданий и оборудования. Характеристику риска развития неканцерогенных эффектов проводили на основе расчета коэффициента опасности при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений – индекса опасности. Согласно классификации уровней риска, принятой в соответствии с рекомендациями [251],

минимальный риск соответствует коэффициенту опасности менее 0,1, низкий (приемлемый) – от 0,1 до 1, средний – более 1 до 5, высокий – более 5 до 10 и чрезвычайно высокий – более 10.

Установлено, что неканцерогенный риск для здоровья персонала по результатам определения концентраций иприта, люизита и мышьяка в различных пробах строительных конструкций и предлагаемого алгоритма ликвидационных работ на объекте по хранению ХО «Горный» определялся как низкий (приемлемый), средний, высокий или чрезвычайно высокий уровни. Неканцерогенный риск для здоровья персонала по результатам определения содержания иприта, люизита и мышьяка на технологическом оборудовании корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» и предлагаемого алгоритма ликвидационных работ определен как низкий (приемлемый).

Таким образом, при проведении работ по демонтажу и утилизации зданий, сооружений, технологического оборудования и емкостей на объектах хранения и уничтожения ХО «Горный» канцерогенный риск оценен как «средний» индивидуальный пожизненный риск, допустимый для производственных ситуаций и неприемлемый для населения в целом. Дополнительный риск годовой смертности от выброса взвешенных частиц (PM_{10}) при ликвидации указанных объектов для населения близлежащего поселка Горный является несущественным. Неканцерогенный риск, обусловленный загрязнением строительных конструкций и технологического оборудования, для здоровья персонала объекта по хранению ХО «Горный» определен от низкого (приемлемого) до чрезвычайно высокого уровня, для объекта по уничтожению ХО «Горный» этот риск оценен как низкий (приемлемый). Наличие повышенного риска для здоровья персонала обуславливает необходимость разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

3.2.4. Санитарно-гигиенические рекомендации по предотвращению ущерба здоровью персонала и населения

При решении вопроса об условиях проведения работ по демонтажу хранилищ и основного корпуса объекта по уничтожению ХО необходимо учитывать особую

опасность ОВ КНД, как для человека, так и окружающей среды. В связи с этим, санитарно-эпидемиологическая оценка данных о загрязнении строительных конструкций и технологического оборудования ипритом, люизитом и продуктами их деструкции, а также зонирование помещений и разделение их на категории с учетом возможного контакта с указанными токсикантами представляется приоритетными.

По данным химико-аналитических исследований установлены разные уровни загрязненности строительных конструкций в хранилищах и технологического оборудования основного корпуса объекта по уничтожению химического оружия ОВ КНД и мышьяком, что может оказывать негативное влияние на персонал, занятый на работах по ликвидации указанных объектов. По результатам выполненных токсиколого-гигиенических исследований отходы строительных материалов из хранилищ отнесены к I классу опасности, объекта по уничтожению ХО – 3 классу опасности.

В связи с изложенным помещения, подлежащие уничтожению, условно могут быть разделены на 3 категории: «грязные», «условно грязные» и «чистые». «Грязные» – помещения, в которых хранились и уничтожались ОВ КНД и где при штатном и аварийном режимах функционирования имелись условия для загрязнения ОВ строительных конструкций и технологического оборудования, «условно грязные» – помещения смежные с «грязными», из которых возможен занос загрязнений, «чистые» – помещения, в которых отсутствовали ОВ КНД и, следовательно, не было возможности загрязнения ими производственной среды.

Установлено наличие высоких концентраций иприта, люизита и мышьяка в материалах строительных конструкций хранилищ, обуславливающее отнесение их к категории «грязных» помещений. Выявлены участки наиболее высокого загрязнения строительных конструкций хранилищ (полы и стены).

При проведении работ в хранилищах по разборке и разрушению строительных конструкций не исключается риск воздействия на персонал комплекса вредных производственных факторов. К ним следует отнести, прежде всего, химический, где приоритетными веществами являются иприт, люизит и мышьяк, содержащиеся в значительных количествах в строительных

конструкциях, а также химические соединения 1–2 классов опасности, образующиеся при газо-плазменной резке металлических элементов внутренних стен и перегородок.

Оценка опасности помещений проводится также в зависимости от обнаруженных концентраций ОВ и мышьяка в воздухе рабочей зоны, на поверхностях технологического оборудования и строительных конструкций, в строительных материалах. При этом к I группе опасности («грязные») отнесены помещения, в строительных конструкциях которых содержание ОВ и мышьяка превышало гигиенические нормативы, ко II («условно грязные») – помещения, где концентрации ОВ КНД и мышьяка были выявлены на уровнях, близких к чувствительности методов определения и не превышающих предельно допустимых значений, к III («чистые») – помещения, в которых ОВ КНД и мышьяк не обнаруживались.

В целях снижения риска для здоровья персонала и населения целесообразно проведение мероприятий по обеспечению безопасности работ по ликвидации объектов хранения и уничтожения ХО «Горный». Прежде всего, необходимо разработать проект по ликвидации последствий деятельности указанных объектов, включающий организационные, технологические, санитарно-технические, санитарно-эпидемиологические и другие мероприятия, направленные на обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей среды.

Перед началом работ в помещениях объектов необходимо провести отбор и анализ проб на содержание ОВ на поверхностях и в глубине строительных конструкций, снаружи и внутри технологического оборудования. Выбор места отбора проб должен осуществляться с учетом наибольшего загрязнения этих поверхностей в период эксплуатации объектов. По результатам исследований демонтируемые помещения должны быть разделены на 3 группы опасности в зависимости от наличия ОВ: «грязные», «условно грязные» и «чистые».

По результатам исследований проб должен составляться план демонтажа элементов строительных конструкций и оборудования для последующей дегазации образовавшихся отходов. Работы должны выполняться дифференцировано, в зависимости от группы опасности помещения.

В помещениях, где обнаружены остаточные количества ОВ на поверхностях строительных конструкций и оборудования, должны быть проведены дегазационные мероприятия до подтверждения отсутствия содержания ОВ. При обнаружении ОВ в «глубинных» пробах материала строительных конструкций помещений I и II групп опасности необходимо удалять слой, в котором обнаружено ОВ, и должно быть проведено повторное исследование «глубинных» проб на содержание ОВ, отобранных в местах ранее выявленного загрязнения. При отсутствии ОВ в «глубинных» пробах проводится «раскрытие» помещения для проведения работ по разрушению строительных конструкций «открытым» способом.

Организация технологических процессов по дегазации, демонтажу зданий, технологического оборудования и воздухопроводов вентиляционных систем должна предусматривать максимальную механизацию и исключать возможность непосредственного контакта персонала с материалами и поверхностями, загрязненными дегазаторами, ОВ и продуктами их деструкции. Наиболее опасные технологические операции следует проводить с использованием влажного пылеподавления и передвижных вентилируемых укрытий, с очисткой удаляемого воздуха перед выбросом в атмосферу. Скорость удаляемого воздуха в рабочем проеме должна составлять не менее 1,5 м/с.

Используемые при разборке помещений I и II групп опасности инструменты и оборудование после эксплуатации должны подвергаться обеспыливанию и дегазации, их хранение должно осуществляться в специально отведенных закрытых помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией.

Необходимо проводить оценку качества дегазационных работ, после завершения каждого очередного этапа дегазации, с целью определения наиболее опасных операций, рабочих мест и оборудования.

Твердые отходы, образующиеся при ликвидации строительных конструкций помещений I и II групп опасности, потенциально или фактически загрязненные ОВ, должны контролироваться на содержание остаточных количеств ОВ, транспортироваться в герметичных емкостях и складироваться в отдельном помещении для проведения дегазации. Обязательным условием является

обеспечение места складирования этих отходов эффективным местным передвижным вентилируемым укрытием и системой «гашения» пыли, а также очисткой удаляемого воздуха от пыли и химических веществ.

Металлические отходы (оборудование, трубопроводы, арматура, вентиляторы, воздухопроводы), материалы строительных конструкций от снятия верхнего загрязненного слоя (бетон, кирпич, плитка, стеклоблоки), жидкие отходы (отработанные дегазационные растворы, стоки от помещений I и II групп опасности), использованные СИЗ и другие материалы, загрязненные ОВ, из помещений I и II групп опасности подлежат термическому обезвреживанию при температуре 500–950 °С. Установки термообезвреживания отходов должны быть снабжены приспособлением для исключения поступления в атмосферу пылегазовых выбросов, включая полициклические ароматические углеводороды и полихлорированные бифенилы, в количествах, превышающих предельно допустимые выбросы. Место выгрузки строительных отходов на установку термообезвреживания должно обеспечиваться системой местной очистки от пыли и химических веществ. Обезвреженные строительные отходы должны вывозиться на полигон захоронения твердых отходов. Необходимо организовать отдельную транспортировку, временное хранение, утилизацию и захоронение строительных материалов, золы и других видов обожженных отходов от установок термообезвреживания в зависимости от класса опасности, установленного согласно СП 2.1.7.1386-03 [247], и остаточного содержания ОВ КНД и мышьяка.

Работы, проводимые в помещениях I группы опасности («грязные») при наличии остаточных количеств ОВ в поверхностных и «глубинных» пробах со строительных конструкций, снаружи и внутри технологического оборудования, являются потенциально опасными и должны выполняться в полном комплекте СИЗ (Л-1М или СИЗ-1), включающим костюм защитный легкий Л-1, костюм и капюшон химзащитный, противогаз ПФС с коробкой ГП-7КС, перчатки резиновые БЛ-1М, до проведения дегазации и снижения концентраций ОВ ниже гигиенических нормативов.

Персонал помещений II группы опасности («условно грязные») и после «раскрытия» помещений I группы должен быть обеспечен СИЗ-2 (костюм

фильтрующего типа, химзащитный комбинезон, защитный комплект НИВА-2М, сапоги резиновые, перчатки резиновые БЛ-1М), дополнительно – резиновый фартук и нарукавники, в сочетании с фильтрующим противогазом ПФС с коробкой ГП-7КС в рабочем положении (на лице).

Персонал помещений III группы опасности («чистые») должен использовать хлопчатобумажную спецодежду, соответствующую постановлению Министерства труда и соцразвития РФ от 22.12.2003 № 85 [227], и респиратор для защиты кожных покровов и органов дыхания от пыли, брезентовые рукавицы, защитные очки, фильтрующий противогаз ПФС с коробкой ГП-7КС в положении «наготове».

Работники, проводящие демонтаж строительных конструкций, оборудования, коммуникаций, погрузку и разгрузку металлических отходов должны быть дополнительно обеспечены брезентовыми рукавицами и монтажными защитными касками. Для увеличения травмобезопасности целесообразно заменить сапоги резиновые на ботинки кожаные с усиленной подошвой и наружными металлическими носками в комплекте с бахилами от общевоинского защитного комплекта. Лица, занятые на операциях плазменной и газовой резки, должны дополнительно использовать защитный костюм из негорючей ткани и светозащитные очки.

Персонал по загрузке отходов на установках термообезвреживания должен иметь СИЗ, аналогичные таковым для работников помещений I группы опасности. На операциях по выгрузке золы и утилизации термообезвреженных отходов персонал должен обеспечиваться хлопчатобумажными пылезащитной спецодеждой, головным убором, нательным бельем и носками или портянками, резиновыми перчатками и сапогами, фартуком прорезиненным, защитными очками и респиратором.

Персонал, работавший в полном комплекте СИЗ, после смены должен проходить дегазационно-обмывочный душ, в СИЗ-2 – обмывочный пункт для обработки сапог, фартука, перчаток и нарукавников дегазирующим раствором и затем водой. Спецодежда и СИЗ должны собираться в специальные мешки и отправляться на дегазацию и в стирку. Повторная выдача работникам СИЗ и спецодежды должна проводиться после дегазации, стирки, ремонта и проверки

эффективности дегазации и целостности.

При выполнении работ по ликвидации объектов необходимо проводить аналитический контроль содержания ОВ в воздухе рабочей зоны, внутри технологического оборудования и емкостей до и во время проведения демонтажных работ, на внутренних и наружных поверхностях оборудования, на поверхности строительных конструкций, в «глубинных» пробах строительных конструкций (пол, стены, потолок) и оборудования (соскобы краски), в промывных и сточных водах, а также на СИЗ работающих. По результатам исследований выделяются наиболее «грязные» участки с повышенным содержанием ОВ на поверхностях и в глубине строительных конструкций и технологического оборудования.

В производственных помещениях, в которых возможно накопление паров ОВ в концентрациях, опасных для здоровья персонала, необходимо предусматривать наличие автоматических газоанализаторов, с чувствительностью на уровне ПДК ОВ для рабочей зоны.

Санитарно-химический контроль состояния производственной и окружающей среды в период ликвидации объектов должен проводиться в объеме и силами организаций, осуществлявших наблюдение в период эксплуатации хранилищ и производств по уничтожению ХО. Оценка состояния окружающей среды должна проводиться в границах СЗЗ и территории выводимых из эксплуатации объектов, а также в населенных пунктах ЗЗМ. Объектами окружающей среды, подлежащими наблюдению, должны быть атмосферный воздух, вода и донные отложения поверхностных водоемов, подземные воды, система водоснабжения промплощадки, почва и снеговой покров.

На всех этапах работ персонал должен быть обеспечен благоустроенными бытовыми помещениями с достаточным количеством санузлов, душевых и раздевалок, наличием отопления и кондиционирования, обеспечивающих микроклимат, соответствующий гигиеническим требованиям. Бытовые помещения должны быть оборудованы сетями хозяйственно-питьевого холодного и горячего водоснабжения для бесперебойной подачи расчетных расходов воды с необходимым напором и системой хозяйственно-бытовой канализации. Бытовые помещения

должны включать в себя ДОД для обезвреживания полного комплекта СИЗ и обмывочный пункт для обработки сапог, фартука, перчаток и нарукавников, помещения для обеспыливания спецодежды, снятия СИЗ и спецодежды, гигиенической обработки персонала и медицинского контроля.

Медицинский контроль, лечение и реабилитационно-оздоровительные мероприятия персонала, участвующего в процессе вывода из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов, должны быть организованы так же, как и для работников, обслуживающих объект по уничтожению ХО, силами медперсонала здравпункта предприятия. Персонал, работающий в помещениях I и II групп опасности, должен проходить до- и послесменный медицинский осмотр.

Рабочие места на всех этапах ликвидационных работ должны быть обеспечены аптечками, а при работе без противогаза в помещениях III группы опасности – средствами для промывания глаз в случае попадания пыли.

Работающие должны проходить предварительные и периодические медосмотры согласно Приказа Министерства здравоохранения РФ № 101 от 21.03.2000 [228] и обеспечиваются лечебно-профилактическим питанием.

3.3. Гигиеническая оценка опасности работ по ликвидации или перепрофилированию бывших объектов по производству химического оружия

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 24.03.1995 № 314 «О подготовке Российской Федерации к выполнению международных обязательств в области химического разоружения» [203] перед ФМБА и подведомственными ему научно-исследовательскими институтами была поставлена задача по медико-санитарному обеспечению работ по ликвидации или конверсии бывших производств ОВ, являющихся частью химического разоружения [1, 3, 91], позволившие накопить определенный опыт по медико-гигиеническому сопровождению процессов ликвидации и перепрофилирования подобных производств [19, 54].

На бывших предприятиях по производству ХО, подлежащим

демилитаризации и разрушению, персонал при ведении работ контактирует со строительными конструкциями, технологическим оборудованием и отходами, которые могут быть загрязнены ОВ и продуктами их деструкции. Ликвидационные работы носят сложный характер, так как связаны с проведением дегазации зараженного технологического оборудования и строительных конструкций, демонтажем и разрушением производственных мощностей, обезвреживанием и утилизацией образующихся отходов. В процессе уничтожения или конверсии указанных объектов приоритетными являются вопросы обеспечения безопасности работ для персонала, населения и окружающей среды [55].

При ликвидации бывших производств ХО образуется большое количество отходов с возможным содержанием высокотоксичных веществ, обращавшихся в технологическом цикле при штатном режиме и нештатных ситуациях (разгерметизация, пролив, пожар и т.п.). Это, прежде всего, материалы разрушенных строительных конструкций (кирпич, бетон, штукатурка, плитка, дерево, металл, утеплитель, полимеры, резина, стекло), оборудование и коммуникации, грунт прилегающей территории. Дальнейшая переработка, складирование, уничтожение и захоронение указанных отходов зависит от уровня их потенциальной опасности для человека и окружающей среды. При проведении работ по ликвидации производственных мощностей подобных производств необходимо обеспечивать санитарную, экологическую и гигиеническую безопасность [57, 172]. Кроме того, следует иметь в виду, что материалы, применяемые при строительстве и эксплуатации промышленных зданий, являются сложными, многокомпонентными системами, включающими широкий спектр неорганических и органических соединений, и как отходы они могут служить источником экологической опасности.

Конверсируемые предприятия военно-промышленного комплекса являются источником серьезной техногенной опасности и возникновения аварий, сопровождающихся чрезвычайными ситуациями. Необходимы четкие количественные критерии оценки потенциального и реального ущерба для здоровья. Целесообразно сосредоточить внимание на количественной оценке опасности воздействия факторов окружающей среды. Первостепенное значение имеет раннее

выявление признаков изменения здоровья населения, а также внедрение методологии оценки риска для выявления опасных для здоровья экологических факторов [86].

3.3.1. Бывшее производство зарина и зомана

Объектом исследования являлось бывшее производство зарина и зомана, размещенное в цехе 34 Волгоградского ОАО «Химпром» (ВАО «Химпром»), после прекращения выпуска зарина в 1982 году, зомана в 1987 году, дегазации, демонтажа и разборки технологического оборудования.

Технологические процессы и оборудование получения зарина и зомана являлись аналогичными, поэтому в настоящей работе приводится краткая характеристика существовавшей технологии производства более токсичного и опасного продукта – зомана. Технологический процесс получения зомана состоял из основных стадий по синтезу его из эквимолекулярной смеси хлорфторангидрида метилфосфоновой кислоты и пинаколинового спирта. Синтез продукта представлял собой многостадийное производство, характеризующееся современным аппаратным оформлением, размещавшееся в 4-х этажных зданиях 304–304А корпусов. Технологическое оборудование состояло из большого количества разнообразных химических аппаратов, сборников и емкостей, имеющих различную степень контакта с зоманом, его парами и растворами. На продуктовых коммуникациях использовалась герметичная сильфонная запорная арматура, в качестве прокладочного материала во фланцевых соединениях применялся фторопласт. Основное технологическое оборудование, содержащее зоман и его растворы, размещалось в изолированных технологических кабинах.

Снаряжение изделий зоманом являлось высокомеханизированным, многостадийным процессом, включающим технологические операции по наливу ОВ, герметизации, термовоздушной дегазации и гермоиспытанию изделий, осуществлявшихся в помещениях корпуса 602 с размещением станков налива под укрытиями. После дегазации и нанесения на наливные узлы индикаторного покрытия изделия поступали в термо- или вакуум-камеры для испытания на

герметичность по результатам непрерывного контроля воздушной среды в них (газоанализаторами типа ИН-0054 и ФК-0072), состоянию индикаторного покрытия и отсутствию признаков капельной течи.

В корпусах 304А, 304 и 602 осуществлялось хранение зомана и операции по приготовлению его вязкой рецептуры, обезвреживанию сточных вод, очистке абгазов и вентвыбросов, эвакуации из изделий и дегазации некондиционного ОВ, разложению кубовых остатков. В основных помещениях проводился непрерывный автоматический контроль за загрязнением воздушной среды газоанализаторами и периодический контроль – аналитическим методом.

Для решения вопроса безопасной конверсии бывшего производства зарина и зомана возникла необходимость проведения комплексных исследований по оценке степени загрязнения ОВ объектов производственной среды, в частности, воздушной среды рабочей зоны и внутри аппаратов, внутренних и наружных поверхностей технологического оборудования и коммуникаций, различных поверхностей строительных и металлоконструкций, воздухопроводов вентиляции, электрооборудования, средств КИПиА, систем канализования сточных вод, конденсата, промывных и сточных вод, активной окиси алюминия, машинного масла из гидростанций станков налива и эвакуации. Подобные исследования в бывших производствах по получению зарина и зомана ранее не проводились. Результаты исследований позволили разработать научно обоснованные рекомендации о возможности уничтожения или использования существующих производственных мощностей бывшего производства чрезвычайно опасных химических соединений для выпуска народнохозяйственной продукции. Предварительно персоналом цеха были проведены дегазация, демонтаж и разборка технологического оборудования, емкостей, станков налива и эвакуации, термо- и вакуум-камер, коммуникаций и запорной арматуры, контактировавших с заринном и зоманом, их растворами и парами, с удалением прокладочного и уплотнительного материалов.

Для исследования степени загрязнения¹² различных поверхностей,

¹² Исследования проводились совместно с сотрудниками отдела химии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством к.т.н. Пильдуса И.Э.

воздушной среды, воды и машинного масла были использованы биохимические методики количественного определения зомана, основанные на способности ФОВ необратимо ингибировать холинэстеразу [256, 265]. Следует отметить, что методика определения степени загрязнения зоманом различных поверхностей, являющаяся наиболее чувствительной и позволяющая определять содержание ОВ на уровне 0,5 ПДУ, не достаточно специфична. Поэтому при ее применении возможно обнаружение определенного уровня загрязнения различных поверхностей производственной среды, обусловленного неспецифичными ферментингибирующими веществами (краски, щелочь, машинное масло и т.п.). Поэтому методика предусматривает дополнительную обработку экстрактов гексаном, позволяющая дифференцировать ингибирование фермента, обусловленное мешающими примесями или зоманом. Оценка степени загрязнения объектов производственной среды зоманом проводилась с учетом утвержденных его предельно допустимых уровней и концентраций. При этом отрицательными результатами являлись содержание ферментингибирующих веществ ниже чувствительности методик и, соответственно, нормативных величин содержания зомана в воздушной среде рабочей зоны, на поверхностях технологического оборудования и в воде водоемов.

В воздухе рабочей зоны производственных помещений и обслуживающих коридоров, а также внутри технологического оборудования (до и после разборки оборудования) зоман не обнаруживался. На внутренних поверхностях большинства технологического оборудования и коммуникаций, имевший непосредственный контакт с зоманом, последний, как правило, не обнаруживался. В ряде случаев содержание ферментингибирующих веществ, составляло от 0,7 до 10,6 ПДУ зомана. Учитывая чрезвычайную опасность зомана, неселективность существующей методики его определения, несмотря на низкие уровни обнаруженных концентраций и отсутствие зомана в воздушной среде внутри аппаратов, указанные поверхности подвергались дополнительной (в отдельных случаях неоднократной) дегазации 12,5 % спиртовым раствором щелочи, в ряде случаев обрабатывались паром и обжигались газовой горелкой, с последующим

промытием водой. После этого ферментингибирующие вещества на внутренних поверхностях технологического оборудования и коммуникаций в основных корпусах бывшего производства зарина и зомана не обнаруживались.

На поверхностях, непосредственно не контактировавших с заринном и зоманом, включающих строительные конструкции на различной глубине, основания термокамер и фундаменты станков налива и эвакуации, наружные поверхности технологического оборудования и коммуникаций, трубопроводов пара, конденсата, щелочи, инертного газа, воздуха КИПиА, рассола, оборотной, фильтрованной, охлажденной и сточных вод, средств КИПиА, электрооборудования, пробоотборных шкафчиков, поверхности воздухопроводов вентиляции, канализационных трапов, вытяжных шкафов лабораторий, а также в промывных и сточных водах ОВ не обнаруживались.

В машинном масле из гидростанций станков налива и эвакуации снаряжательного отделения не выявлено содержания зомана при пределе определения 4×10^{-3} мг/кг. Следует отметить, что для машинного масла не установлена ПДК зомана. Указанный предел определения был оценен как безопасный уровень, не приводящий к загрязнению внутренней поверхности гидростанций до величин, превышающих ПДУ зомана на поверхности технологического оборудования. Это было подтверждено выполненными определениями содержания зомана на контактирующих с маслом поверхностях, где данный токсикант отсутствовал. В активной окиси алюминия ферментингибирующие вещества, как правило, не обнаруживались. В ряде случаев их уровни составляли $0,2-0,8 \times 10^{-6}$ мг/г.

Таким образом, результаты исследований свидетельствовали об отсутствии специфического загрязнения (заринном и зоманом) объектов производственной среды отделений синтеза и снаряжения бывшего производства ФОВ на ВОАО «Химпром». В ходе проведения исследований были разработаны и внедрены научно-обоснованные рекомендации по обеспечению безопасных условий труда и исключению неблагоприятного воздействия на окружающую среду при уничтожении и конверсии указанного производства, возможности ликвидации его

основных корпусов. Так, дополнительно были продегазированы и обработаны (паром, обжигом, промывка водой) внутренние поверхности технологического оборудования и коммуникаций, контактировавших с заринном и зоманом, при обнаружении на них ферментингибирующих веществ; удалены из производственных помещений продуктовые трубопроводы, запорная арматура и пробоотборные шкафчики; уничтожены прокладочно-уплотнительные материалы; обожжены ручки дверей; осуществлены дегазация и мытье внутренних поверхностей вытяжных шкафов лабораторий; проведена генеральная влажная уборка поверхностей производственных помещений основных корпусов, с заполнением их пеной поверхностно-активных веществ с помощью систем автоматического пожаротушения и последующей промывкой водой; рекомендовано регенерировать активную окись алюминия из контактных аппаратов с помощью обжига и уничтожить машинное масло из гидростанций станков налива и эвакуации путем сжигания. На базе сохраненных производственных мощностей было рекомендовано создать производства по выпуску товаров народного потребления. В частности, организованы производства водно-дисперсионной краски, полимерной тары, аэрозольных препаратов с озонобезопасным пропеллентом, химических средств защиты растений, инсектицидов, шампуней и ряда других товаров бытовой химии. Вопросы санитарно-гигиенической безопасности учитывались на этапах проектирования новых производств. Были обоснованы требования к СИЗ и спецодежде работающих в последних. Экологическая безопасность и утилизация строительных отходов решались совместно с территориальными природоохранительными организациями.

Для снижения риска профессиональной заболеваемости персонала разработаны рекомендации на период проведения работ по ликвидации бывших производств ОВ и на перспективу, включающие, в частности, положение о необходимости сохранить существующую систему медико-санитарного обслуживания работников бывших производств ХО.

Опыт гигиенического сопровождения работ по ликвидации и конверсии бывшего производства ФОВ на ВОАО «Химпром» был использован для

разработки методического документа по обеспечению безопасности персонала и населения при выполнении аналогичных работ, учитывая их актуальность и практическую значимость, а также для решения вопросов ликвидации последствий деятельности или перепрофилирования объектов хранения и уничтожения ХО после окончания их функционирования.

3.3.2. Бывшее производство иприта, люизита и ипритно-люизитных смесей

На территории ОАО «Капролактам-Дзержинск» (г. Дзержинск, Нижегородская область) до 1946 года производили люизит, до 1957 года – иприт. Корпуса по производству иприта были уничтожены в 90-х годах. Корпус № 317 использовался для производства люизита из треххлористого мышьяка и ацетилена, № 316 – для производства треххлористого мышьяка, № 315 – для хранения люизита, № 305 – для приготовления и хранения смеси иприта и люизита, № 310 – для подготовки смеси иприта с люизитом и снаряжения ею боеприпасов, № 251 – для сборки и проверки боеприпасов, № 252 – для завершающей обработки боеприпасов и их покраски. Корпуса представляли собой разноэтажные здания из силикатного кирпича с оштукатуренными или покрытыми кафельной плиткой внутренними стенами, железобетонными внутренними перекрытиями, бетонными полами, железобетонными кровлями с асфальтовыми и рубероидными покрытиями. В настоящее время корпуса по производству люизита и его смесей с ипритом разрушены, материалы строительных конструкций подлежат обезвреживанию и последующему цементированию.

3.3.2.1. Загрязнение строительных конструкций

Проведенные ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России¹³ и ОАО «Капролактам-Дзержинск» исследования выявили высокое содержание ОВ КНД и мышьяка в материалах строительных конструкций корпусов. Максимальные уровни

¹³ Исследования проводились совместно с сотрудниками отдела химии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством к.т.н. Пильдуса И.Э.

загрязненности люизитом, ипритом и мышьяком строительных конструкций в корпусах колебались в широких пределах, превышавшие ПДК [326, 330] в материалах и отходах строительных конструкций объектов по уничтожению ОВ КНД. Так, в корпусе № 305 в стенах и бетонном основании концентрации мышьяка составляли 46,0–430,9 мг/кг (4,6–43,1 ПДК), люизита – 0,8–344,2 мг/кг (1,6–688,4 ПДК), иприта – 7,0–40,0 мг/кг (70,0–400,0 ПДК). В корпусе № 315 в стенах, плитке и бетонном основании содержание мышьяка было на уровне 275,4–2 228,0 мг/кг (27,5–222,8 ПДК), люизита – 4,2–2 216,0 мг/кг (8,4–4 432,0 ПДК). Мышьяк в стенах и бетонном основании корпуса № 316 обнаруживался в пределах 88,5–5 580,0 мг/кг (8,9–558,0 ПДК). В корпусе № 317 в стенах и бетонном основании концентрации мышьяка составляли 12 436,0–18 116,0 мг/кг (1 243,6–1 811,6 ПДК), люизита – 10,8–45 135,0 мг/кг (21,6–90 270,0 ПДК).

В связи с интенсивным загрязнением люизитом или его оксидом, ипритом и мышьяком материалов строительных конструкций основных корпусов рекомендовано проведение работ по их демонтажу в СИЗ, обеспечивающих сохранение работоспособности и гарантированную защиту персонала от попадания токсикантов в органы дыхания и на кожные покровы пыли.

В соответствии с принятой технологией разборка корпусов производилась вручную, при помощи отбойных молотков, лопат, ломов и прочего ручного инструмента. Непосредственно перед проведением разборки здания рабочая площадка орошалась водой из автоцистерны для пылеподавления. Для исключения вывоза строительных отходов за пределы бывшего производства ОВ КНД предусматривалось дробленую массу строительных материалов после дегазации смешивать с цементным раствором, обладающим щелочными свойствами, и захоранивать в бункерах корпусов.

3.3.2.2. Опасность отходов, образующихся при ликвидации корпусов

Загрязнение окружающей среды отходами производства и потребления, в первую очередь опасными, является одной из наиболее острых эколого-гигиенических проблем. Обеспечение безопасности при обращении со строительными

отходами, образующимися при ликвидации бывшего объекта по производству ХО, невозможно без определения степени их опасности.

Среди факторов эколого-гигиенического риска потенциальной опасности воздействия отходов можно выделить риск токсического поражения и экологический риск, связанный с поступлением отходов в окружающую среду и их дальнейшей диссеминацией в воздушной и водной средах, почве. Этот риск будет тем меньше, чем полнее обеспечены меры профилактики предыдущего риска [395].

Для определения класса опасности отходов, образующихся при ликвидации корпусов бывшего производства ОВ КНД на ОАО «Капролактам-Дзержинск», в соответствии с требованиями СП 2.1.7.1386-03 [247], устанавливающие требования и критерии по степени токсичности отходов и предназначенных для предотвращения вредного воздействия токсичных отходов не только на среду обитания, но и здоровье человека, были использованы расчетный и экспериментальный методы. При использовании расчетного метода для каждого компонента (люизита и мышьяка) изучаемых строительных отходов были определены токсикологические, санитарно-гигиенические и физико-химические показатели опасности по данным литературы и нормативных документов [39, 40, 307, 309, 313, 316, 321, 324, 335]. Установлено, что указанные отходы до цементирования по расчетному методу относились к различным классам опасности и по наиболее опасным фрагментам – ко 2 классу опасности (рисунок 3.12).

Экспериментальная оценка¹⁴ опасности строительных отходов до цементирования проводилась по сокращенной схеме с использованием проб № 22 и № 31, содержащие максимальное количество мышьяка (1166,8 ПДК) и люизита (7496,4 ПДК), соответственно. Установлено, что водные вытяжки строительных отходов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» не оказывали негативного воздействия на рост и развитие корневой системы растительных тест-объектов (семена овса и ячменя), что свидетельствовало об отсутствии у загрязненных образцов фитотоксичности.

¹⁴ Исследования проводились совместно с сотрудниками лаборатории экологической токсикологии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством д.б.н. Масленникова А. А.

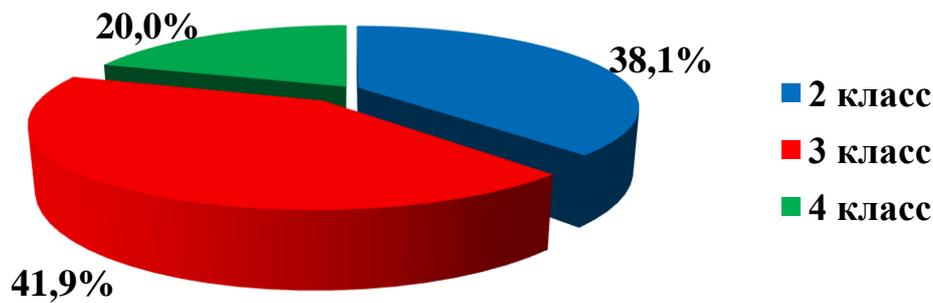


Рисунок 3.12 – Классы опасности отходов, образующиеся при ликвидации бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск», определенных расчетным методом, до цементирования

При оценке воздушно-миграционного показателя вредности не обнаружена миграция в атмосферный воздух люизита – наиболее летучего из токсичных компонентов, загрязняющих строительные отходы.

Показано, что присутствие в грунте экстрактов строительных отходов оказывало негативное влияние на численность колоний микроорганизмов. Так, выявлено достоверное угнетение роста колоний микромицетов при воздействии пробы № 31, достигшее максимального уровня (51,9%) на 3 сутки (таблица 3.31).

Таблица 3.31 – Численность микромицетов при воздействии экстрактов строительных материалов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» (КОЕ/1г почвы)

Период посева, сутки	Контроль	Контроль позитивный		Проба № 22 (мышьяк)		Проба № 31 (люизит)	
	М±m	М±m	Изменения относительно контроля, %	М±m	Изменения относительно контроля, %	М±m	Изменения относительно контроля, %
1	1 873,2 ±181,7	1 879,3 ±182,9	0,3	1 850,5 ±178,4	1,2	1 397,8 ±131,2	25,4*↓
3	1 925,0 ±189,4	1 909,1 ±189,3	0,8	1 905,8 ±188,6	1,0	925,0 ±89,5	51,9*↓
7	1 731,1 ±169,3	1 727,3 ±169,5	0,2	1 700,3 ±169,3	1,8	925,0 ±89,4	46,6*↓
10	1 504,0 ±148,3	1 504,0 ±149,2	0,0	1 497,0 ±145,5	0,5	1 212,7 ±119,9	19,4

Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.

Негативное влияние проба № 31 оказывала также на актиномицеты и азотобактер, максимальное снижение роста колоний которых составило на 3-и сутки 37,0 % и 48,0 %, соответственно (таблицы 3.32–3.33). Водная вытяжка из пробы № 22 оказывала токсическое влияние только на азотобактер – снижение роста до 29,0 % (см. таблицу 3.33). В противоположность отмеченному, экстракты строительных отходов проб № 22 и № 31 более чем на 50% стимулировали рост колоний сапрофитных бактерий (таблица 3.34). Следует отметить, что в позитивном контроле, по воздействию на все виды исследуемой микрофлоры, значимых изменений относительно контроля не выявлено. В соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247] строительные отходы бывшего производства ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» по воздействию на микробоценоз почвы относились к 3 классу опасности.

Отмечалось также токсическое влияние водных вытяжек строительных материалов на дафнии. Так, на протяжении всего эксперимента при разведении водных экстрактов проб № 22 и № 31 в соотношении 1:10 и 1:100 отмечена 100 % гибель рачков, при разведении 1:1000 выявлена 50 % и 60 % гибель дафний, соответственно, при отсутствии их гибели в позитивном контроле (таблицы 3.35–3.36), что обуславливало отнесение изучаемых отходов к 3 классу опасности.

Оба тестируемых хемотоксиканта (мышьяк и люизит), загрязняющих строительные отходы, проявили способность проникать через метровый слой модельного почвенного эталона. Максимальное количество в фильтрационных водах зафиксировано для люизита на уровне 58 500,0 ПДК (рисунок 3.13), мышьяка – 82,0 ПДК (рисунок 3.14), что соответствовало 1 классу опасности по миграционному водному показателю в отношении обоих токсикантов.

Установлено, что при однократном внутрижелудочном введении экстрактов строительных отходов бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск» до их цементированья белым беспородным крысам-самцам гибель подопытных особей и видимые проявления интоксикации отсутствовали.

Показано, что месячное внутрижелудочное введение экстрактов указанных строительных отходов не вызывало у подопытных животных каких-либо клинических проявлений интоксикации. Однако последующее обследование

Таблица 3.32 – Численность актиномицетов при воздействии экстрактов строительных конструкций бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» (КОЕ/1г почвы)

Период посева, сутки	Контроль	Контроль позитивный		Проба № 22 (мышьяк)		Проба № 31 (люизит)	
	M ±m	M ±m	Изменения относительно контроля, %	M ±m	Изменения относительно контроля, %	M ±m	Изменения относительно контроля, %
1	1 100,5 ±100,7	1 094,7 ±100,0	0,5	1 120,4 ±109,4	1,8	825,3 ±79,7	25,0*↓
3	1 400,0 ±138,4	1 350,8 ±129,9	3,5	1 439,7 ±134,9	2,8	881,7 ±82,0	37,0*↓
7	1 244,6 ±119,2	1 209,4 ±117,1	2,8	1 292,4 ±127,4	3,8	995,7 ±99,3	20,0
10	989,5 ±96,3	977,0 ±95,4	1,3	1 000,7 ±99,5	1,1	833,5 ±81,2	15,8

Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.

Таблица 3.33 – Численность азотобактера при воздействии экстрактов строительных материалов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» (КОЕ/1г почвы)

Период посева, сутки	Контроль	Контроль позитивный		Проба № 22 (мышьяк)		Проба № 31 (люизит)	
	M ±m	M ±m	Изменения относительно контроля, %	M ±m	Изменения относительно контроля, %	M ±m	Изменения относительно контроля, %
1	50,0 ±0,0	49,0 ±4,1	2,0	41,5 ±4,0	17,0*↓	35,0 ±3,1	30,0*↓
3	50,0 ±0,0	47,9 ±3,5	4,2	35,5 ±3,4	29,0*↓	26,0 ±1,9	48,0*↓
7	50,0 ±0,0	48,3 ±3,3	3,4	39,4 ±3,8	21,2*↓	36,3 ±3,6	27,4*↓
10	50,0 ±0,0	49,4 ±4,8	1,2	43,9 ±3,9	12,2	42,2 ±3,9	15,6

Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↓ – направление изменений.

Таблица 3.34 – Численность сапрофитной микрофлоры при воздействии экстрактов строительных материалов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» (КОЕ/1г почвы)

Период посева, сутки	Контроль	Контроль позитивный		Проба № 22 (мышьяк)		Проба № 31 (люизит)	
	M ±m	M ±m	Изменения относительно контроля, %	M ±m	Изменения относительно контроля, %	M ±m	Изменения относительно контроля, %
1	394,0 ±37,2	407,6 ±39,0	3,5	582,3 ±53,4	47,8*↑	782,8 ±77,5	98,7*↑
3	421,9 ±40,3	440,8 ±43,2	4,5	804,2 ±79,9	90,6*↑	947,2 ±91,9	124,5*↑
7	547,9 ±53,3	567,3 ±55,4	3,5	864,0 ±84,7	57,7*↑	1 016,2 ±93,0	85,5*↑
10	386,4 ±37,4	399,1 ±38,4	3,3	521,5 ±51,4	35,0*↑	546,0 ±53,9	41,3*↑

Примечание – *Достоверные изменения при $P \leq 0,05$; ↑ – направление изменений.

Таблица 3.35 – Гибель дафний под воздействием экстрактов строительных отходов (проба № 22)

Водная выпяжка из образцов	1 час		6 часов		24 часа		48 часов		72 часа		96 часов	
	Число погибших особей/шт.	% гибели										
1:10	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:1000	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	5/10	50
Контроль	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0

Таблица 3.36 – Гибель дафний под воздействием экстрактов строительных отходов (проба № 31)

Водная выпяжка из образцов	1 час		6 часов		24 часа		48 часов		72 часа		96 часов	
	Число погибших особей/шт.	% гибели										
1:10	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100	10/10	100
1:1000	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	6/10	60
Контроль	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0	0/10	0

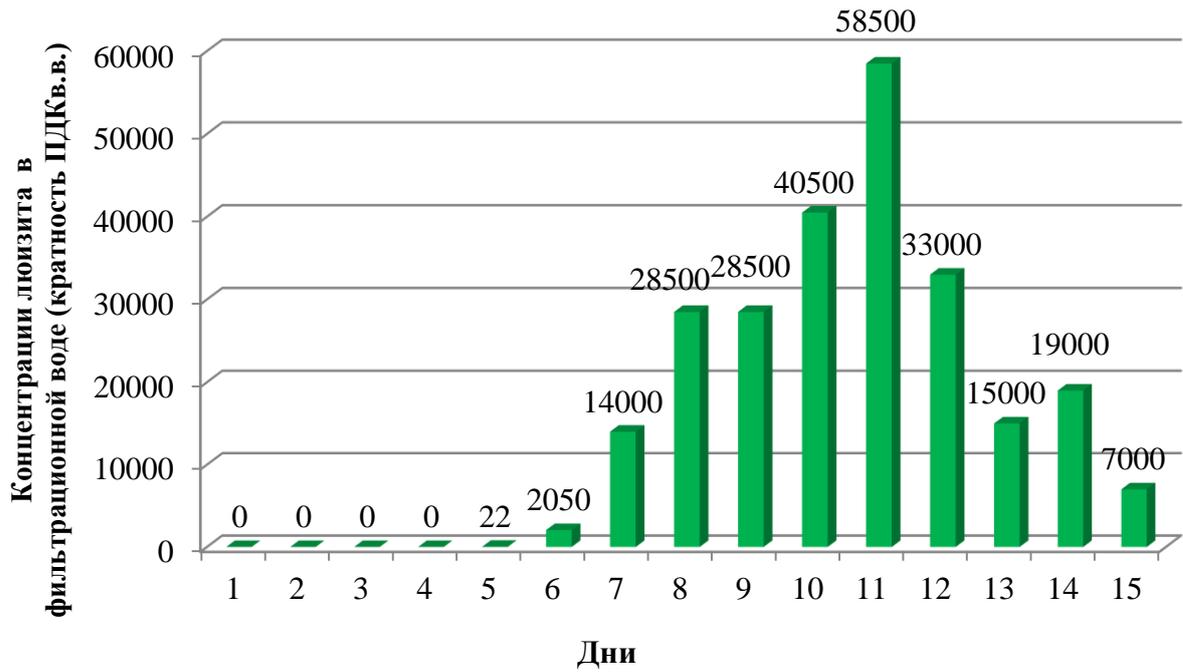


Рисунок 3.13 – Миграция люизита, содержащегося в экстракте строительных отходов бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск», из почвы в фильтрационные воды

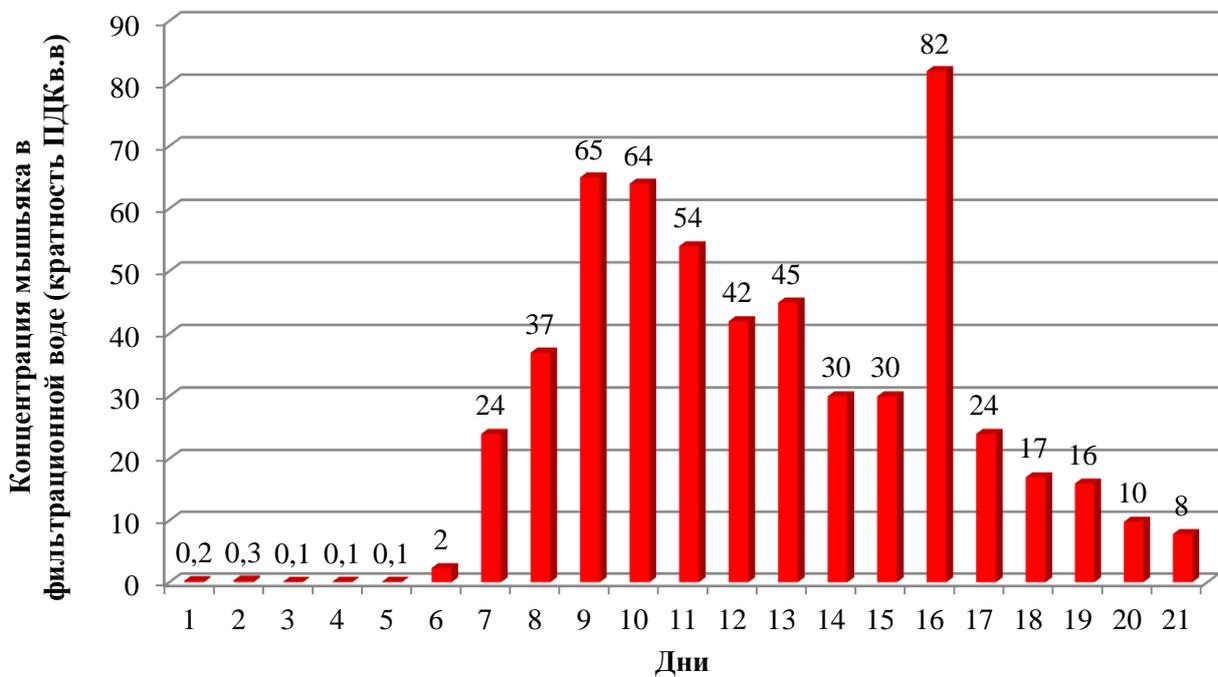


Рисунок 3.14 – Миграция мышьяка, содержащегося в экстракте строительных отходов бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактамы-Дзержинск», из почвы в фильтрационные воды

животных подопытных групп¹⁵ позволило выявить наличие вредного действия водных экстрактов изучаемых отходов, носившего дозо-эффективную зависимость. Так, субхроническое внутрижелудочное поступление водных вытяжек строительных отходов в разведении 1:10 и 1:100 вызывало у животных достоверные функциональные сдвиги, выходящие, в ряде случаев, за границы физиологических колебаний показателей у контрольных животных, при отсутствии изменений в разведении 1:1000 (таблица 3.37), что позволило отнести изучаемые отходы к 3 классу опасности.

Сопоставление уровней содержания оцениваемых токсичных веществ в водных вытяжках из проб строительных материалов до и после их цементирования свидетельствовало о значительной их детоксикации. В соответствии с проведенной экстраполяцией данных установлено, что по предполагаемому воздействию на тестируемые биообъекты строительные отходы с максимальным содержанием люизита и мышьяка после цементирования относились к 4 классу опасности.

Таким образом, образцы строительных отходов, загрязнённых токсичными химикатами, до цементирования оказывали негативное влияние на процессы биологической активности почвы, азотобактер, гидробионты, а также состояние лабораторных животных в условиях длительного перорального поступления. Однако особую опасность тестируемые пробы строительных отходов представляли при миграции водных вытяжек из них в грунтовые воды, вследствие чего миграционный водный показатель признан лимитирующим.

Учитывая большую информативность, разнообразие и доказательность экспериментальных методов при установлении класса опасности изучаемых строительных отходов по сравнению с расчетным и в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247], предпочтение было отдано результатам экспериментальных методов при окончательном обосновании классов опасности

¹⁵ Физиологические исследования и поведенческие тесты выполнены сотрудниками лаборатории экологической токсикологии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством д.б.н. Масленникова А. А., гематологические и биохимические исследования – лаборатории лекарственной безопасности под руководством к.м.н. Точилкиной Л. П., иммунологические исследования – лаборатории иммунологии под руководством к.м.н. Горшенина А. В., патоморфологические и гистохимические исследования – лаборатории патоморфологии под руководством Почепцова А. Я.

Таблица 3.37 – Оценка токсического воздействия строительных отходов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» в подостром эксперимент

Показатели и единицы измерения	Водные вытяжки проб и их разведения					
	№ 31			№ 22		
	1:10	1:100	1:1000	1:10	1:100	1:1000
Физиологические тесты						
Масса тела, г	-*	-	-	-	-	-
ЧДД в минуту	-	-	-	-	-	-
ЧСС в минуту	-	-	-	↑	↑	-
СПП, вольты	-	-	-	↓	↓	-
Поведенческие тесты						
Горизонтальная активность	↑↑	-	-	↑↑	↑↑	-
Вертикальная активность	↑↑	-	-	↑↑	↑↑	-
Норковый рефлекс	-	-	-	-	-	-
Эмоциональная активность	↓	-	-	↓	↓	-
Суммарная активность	↑	-	-	↑↑	↑↑	-
Гематологические показатели						
Гемоглобин, г/л	-	-	-	-	-	-
Эритроциты, $10^{12}/л$	-	-	-	-	-	-
Лейкоциты, $10^9/л$	-	-	-	-	-	-
Биохимические показатели						
АСТ, мккат/л	-	-	-	-	-	-
АЛТ, мккат/л	-	-	-	-	-	-
Коэффициент де Ритиса	-	-	-	-	-	-
ПВК, мкмоль/л	-	-	-	-	-	-
Мочевина, моль/л	-	-	-	-	-	-
Общий белок, г/л	↓	↓	-	-	-	-
Общие липиды, г/л	-	-	-	-	-	-
Холестерин, моль/л	-	-	-	-	-	-
Относительная масса внутренних органов, г/кг						
Сердце	-	-	-	-	-	-
Легкие	-	-	-	-	-	-
Печень	-	-	-	-	-	-
Селезенка	-	-	-	-	-	-
Почки	-	-	-	-	-	-
Надпочечники	-	-	-	-	-	-
Иммунологические исследования						
Фагоцитоз, %	-	-	-	-	-	-
Индекс фагоцитоза, усл. ед.	-	-	-	-	-	-
Комплемент	-	-	-	-	-	-
РПГА (О-АГ)	-	-	-	-	-	-
Иммуноглобулины, усл. ед.	-	-	-	-	-	-
Бактерицидность, % актив.	-	-	-	-	-	-
<p>Примечания</p> <p>1 ↑Направленность достоверных изменений при $P \leq 0,05$.</p> <p>2 ↑↑Направленность достоверных изменений при $P \leq 0,05$, выходящих за границы физиологических колебаний показателей у контрольных животных ($M \pm 2\sigma$).</p> <p>3 *Показатели существенно не отличались от таковых в контроле.</p>						

отходов. Строительные отходы, образующиеся при ликвидации бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск», были отнесены до цементирования к 1 классу опасности по водно-миграционному показателю и 3 классу опасности по биологическому тестированию, после цементирования – 4 классу опасности.

Несоответствие класса опасности фрагментов строительных конструкций по расчетным и экспериментально обоснованным данным, на наш взгляд, вполне логично, поскольку по данным литературы [396] соответствие степени опасности по этим методам отмечается в 50 % случаев, а в остальных случаях имеет место расхождение класса опасности отхода на одну градацию.

Процессы разрушения зданий, транспортировки, измельчения и обезвреживания строительных отходов при ликвидации основных корпусов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» обуславливают, учитывая характер работ, возможность загрязнения воздушной среды пылью, содержащей высокотоксичные химические соединения, в частности, люизит или его оксид, мышьяк и других продуктов деструкции люизита.

Для обеспечения безопасности работ по демонтажу корпусов, обезвреживанию, транспортировке и утилизации образующихся строительных отходов в бывшем производстве ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» были разработаны рекомендации. Так, предлагалось строительные отходы, загрязненные люизитом или его оксидом и мышьяком, до утилизации обезвреживать, а разрушение строительных конструкций, измельчение и цементование строительных материалов проводить с использованием пылеподавления, принудительной вентиляции и герметичного оборудования. Указанные работы должны выполняться в СИЗ, обеспечивающих сохранение работоспособности и защиту персонала от попадания в органы дыхания и на кожные покровы пыли. В качестве СИЗ кожных покровов персонала при обращении с необезвреженными строительными отходами было обосновано одноразовое использование защитного комбинезона из материала Tyvek® модели «Классик плюс» и комбинезона Tychem® С из материала Tyvek® с защитным покрытием, органов дыхания – противогаза с

лицевой частью ППФ и коробкой БКФ. СИЗ персонала после окончания смены и предварительной обработки в ДОД подвергались утилизации (верхний слой), стирке и обработке (хлопчатобумажное белье, сапоги и противогазы или респираторы). Персонал, участвующий в работах по обезвреживанию и утилизации отходов, проходит предварительные и периодические медосмотры. Обезвреживание и утилизация строительных отходов должны проводиться с соблюдением мероприятий по предотвращению загрязнения объектов окружающей среды, предусмотренных при обращении с отходами 1 класса опасности. Утилизация забетонированных строительных отходов 4 класса опасности рекомендовано проводить с учетом значительного содержания в них соединений мышьяка. Сделано заключение о недопустимости использования указанных отходов в качестве стройматериалов или добавок к ним в общественном и жилищном строительстве, при строительстве дорог и в других аналогичных хозяйственных сферах. Утилизированные забетонированные строительные отходы не должны подвергаться воздействию инсоляции, атмосферных осадков и грунтовых вод. Рекомендовано ведение лабораторного контроля содержания мышьяка в окружающей среде (почва и грунтовые воды) вокруг места хранения забетонированных строительных отходов.

3.3.2.3. Загрязнение территории вокруг корпусов

Результаты проведенных исследований по оценке загрязненности грунта¹⁶ вокруг основных корпусов бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» свидетельствуют о выраженной неравномерности и высокой степени содержания мышьяка и в меньшей степени люизита. Максимальное содержание мышьяка в грунте представлено на рисунках 3.15–3.22. Наибольшая загрязненность грунта регистрировалась около корпусов № 317,

¹⁶ Исследования проводились совместно с сотрудниками отдела химии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством к.т.н. Пильдуса И.Э.

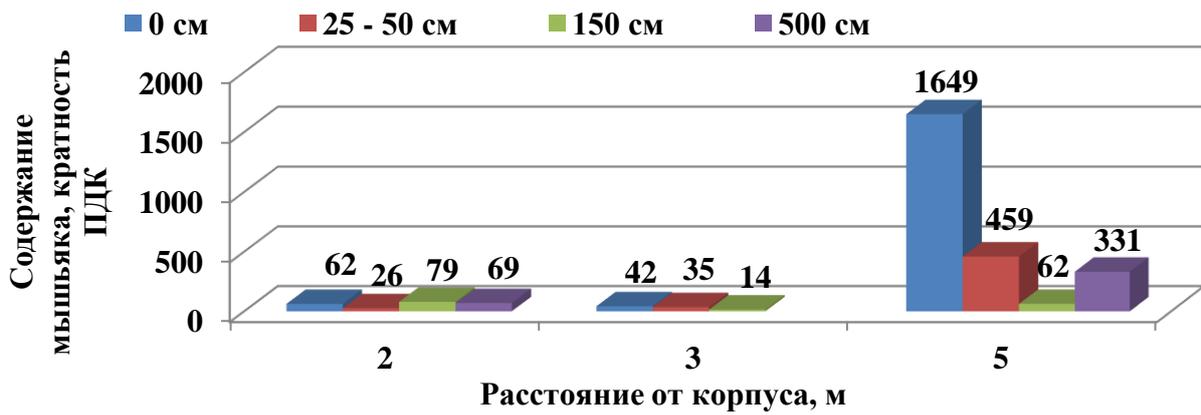


Рисунок 3.15 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 317 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

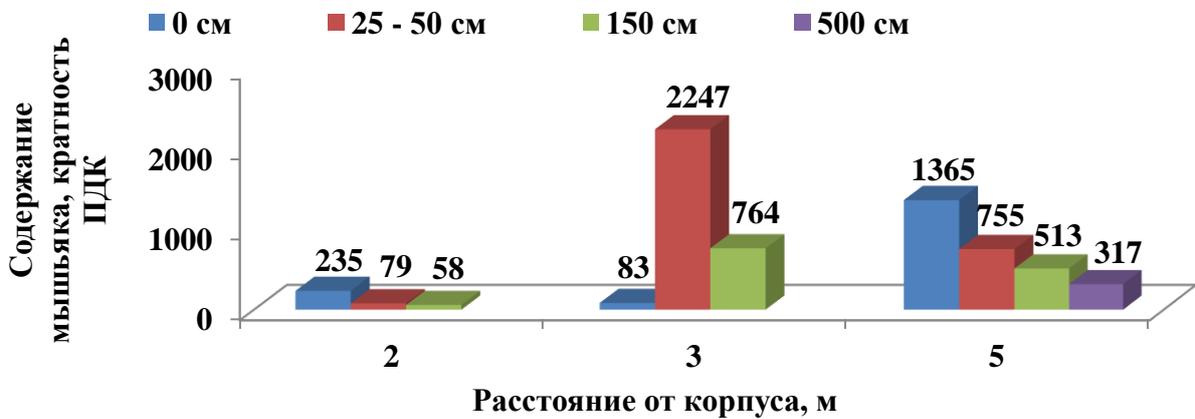


Рисунок 3.16 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 316 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

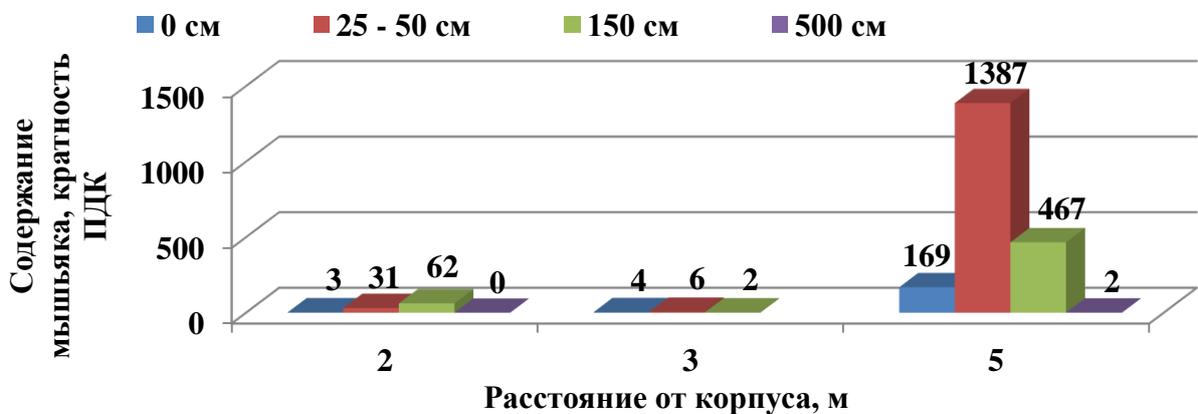


Рисунок 3.17 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 315 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

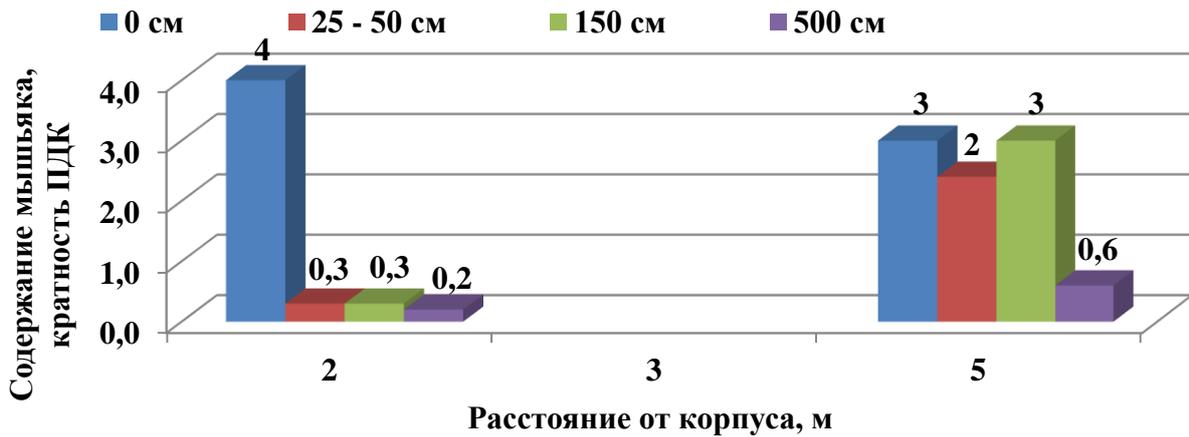


Рисунок 3.18 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 305 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

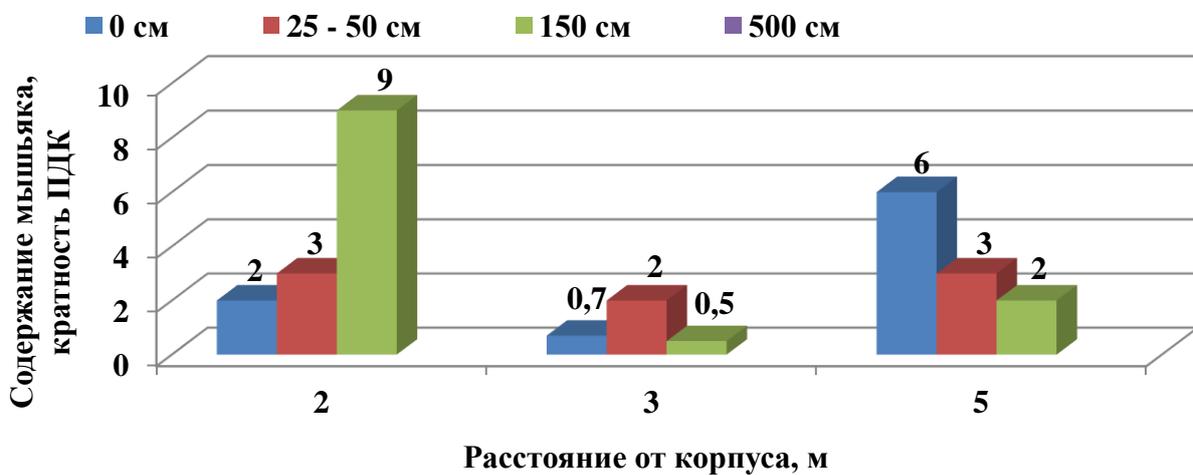


Рисунок 3.19 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 310 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

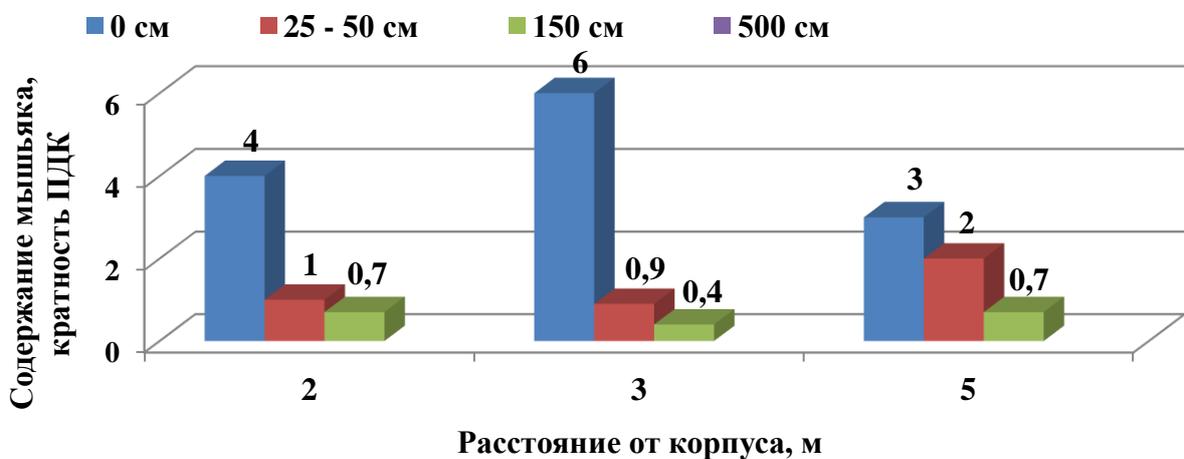


Рисунок 3.20 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 252 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

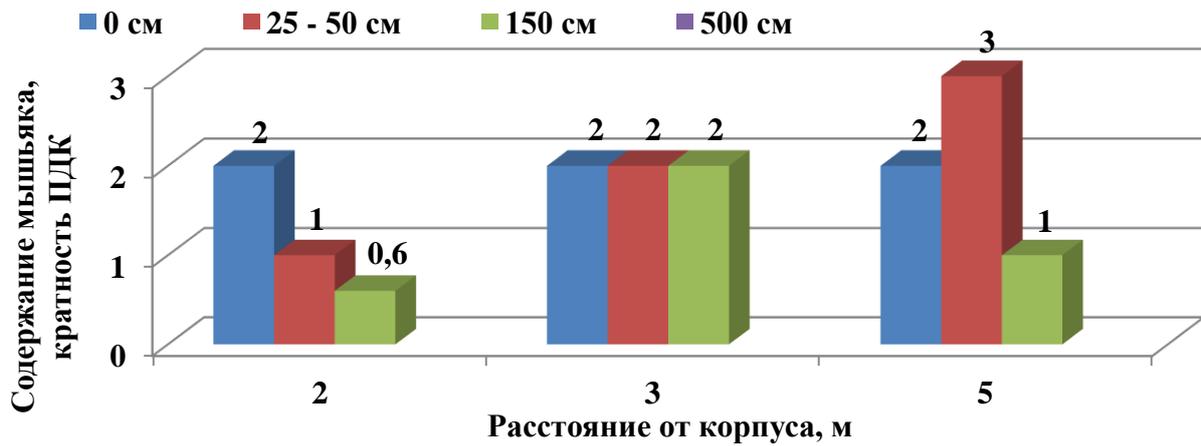


Рисунок 3.21 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпуса 251 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

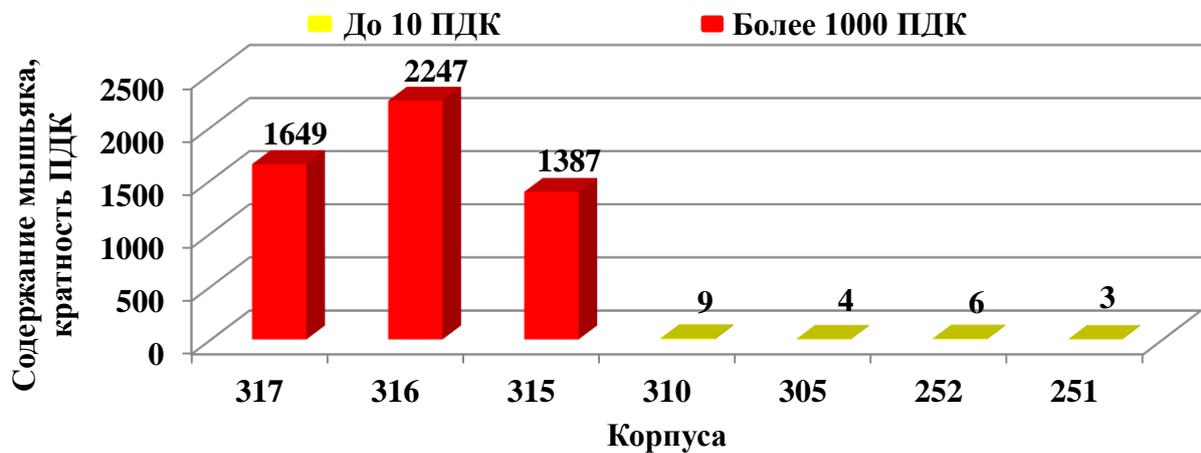


Рисунок 3.22 – Максимальное загрязнение мышьяком грунта вокруг корпусов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

№ 316 и № 315 (см. рисунок 3.22). Так, загрязненность грунта мышьяком более 1000 ПДК для почвы регистрировалась на удалении 5 м от корпуса № 317 (поверхностный слой), на расстоянии 3 м (на глубине 25–50 см) и 5 м (поверхностный слой) от корпуса № 316 и на удалении 5 м (на глубине 25–50 см) от корпуса № 315 (см. рисунки 3.15–3.17). Максимальная загрязненность грунта мышьяком вокруг корпусов № 305, № 310, № 252 и № 251 не превышала 10 ПДК (см. рисунки 3.18–3.21).

Максимальное содержание люизита в грунте вокруг корпусов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» представлено на рисунках 3.23–3.30. Существенное загрязнение грунта люизитом (до 30 ПДК) наблюдалось

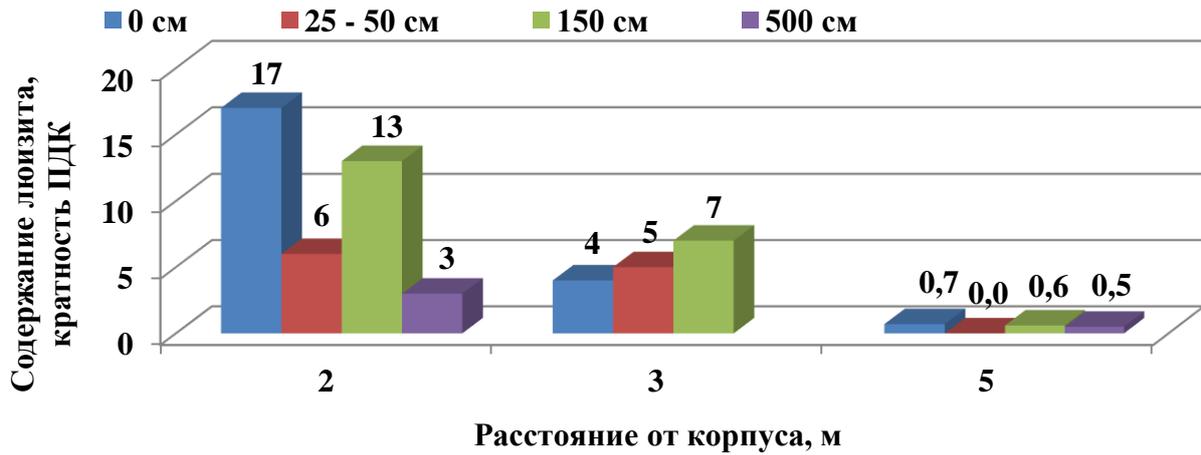


Рисунок 3.23 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 317 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

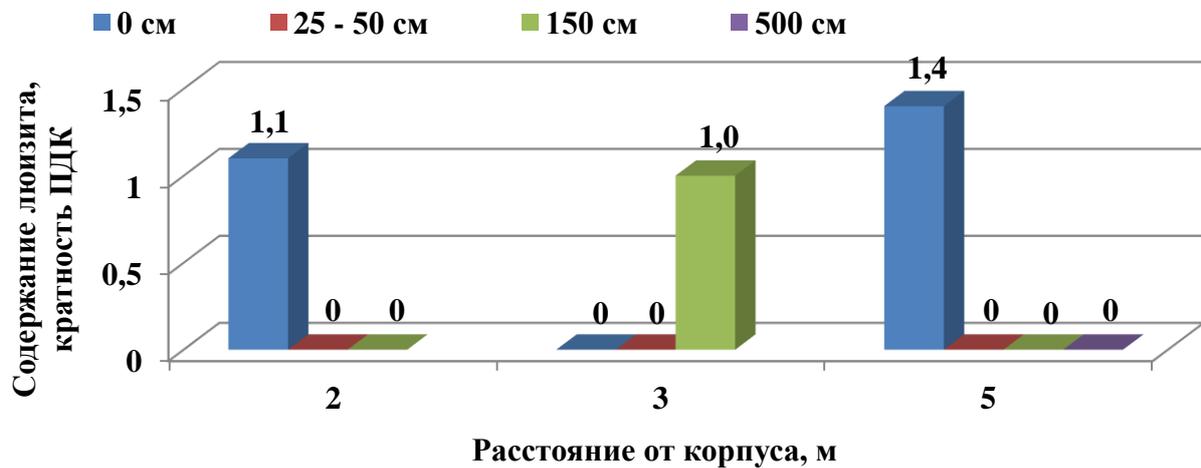


Рисунок 3.24 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 316 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

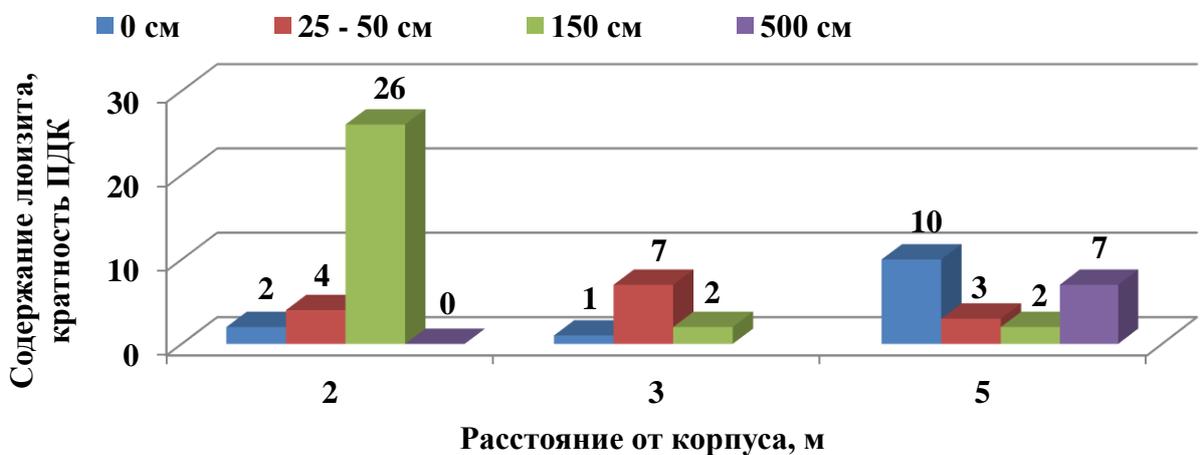


Рисунок 3.25 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 315 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

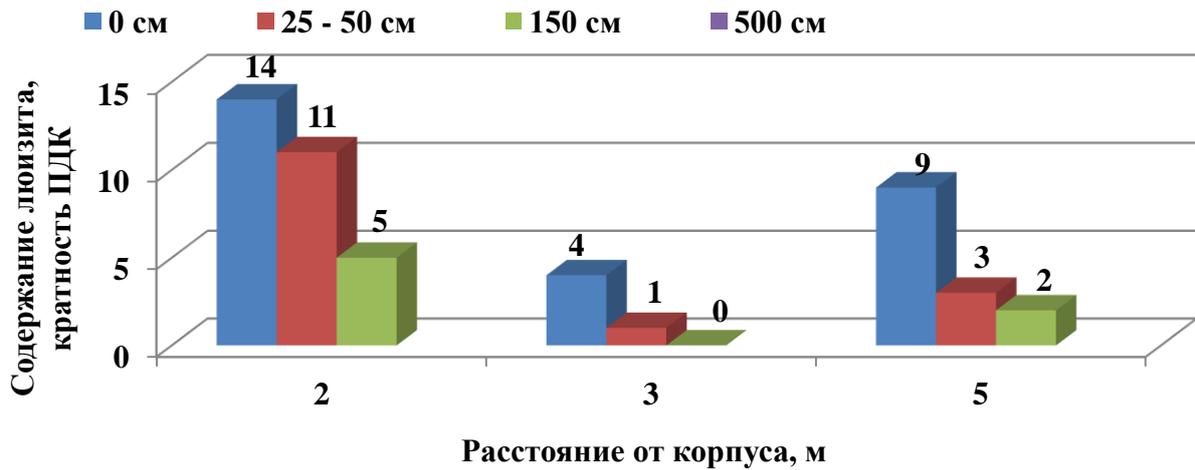


Рисунок 3.26 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 310 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

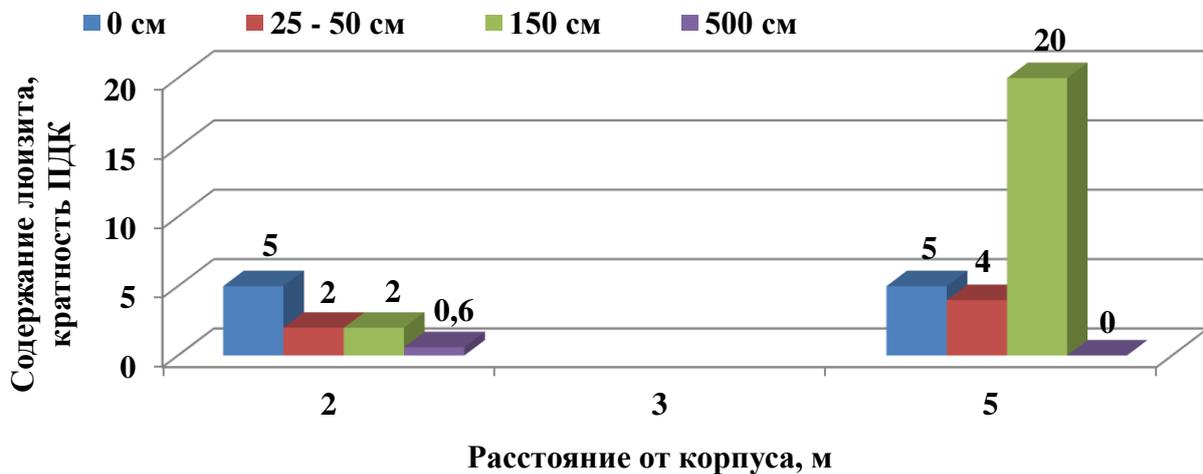


Рисунок 3.27 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 305 бывшего производства ХО ОАО «Капролактам-Дзержинск»

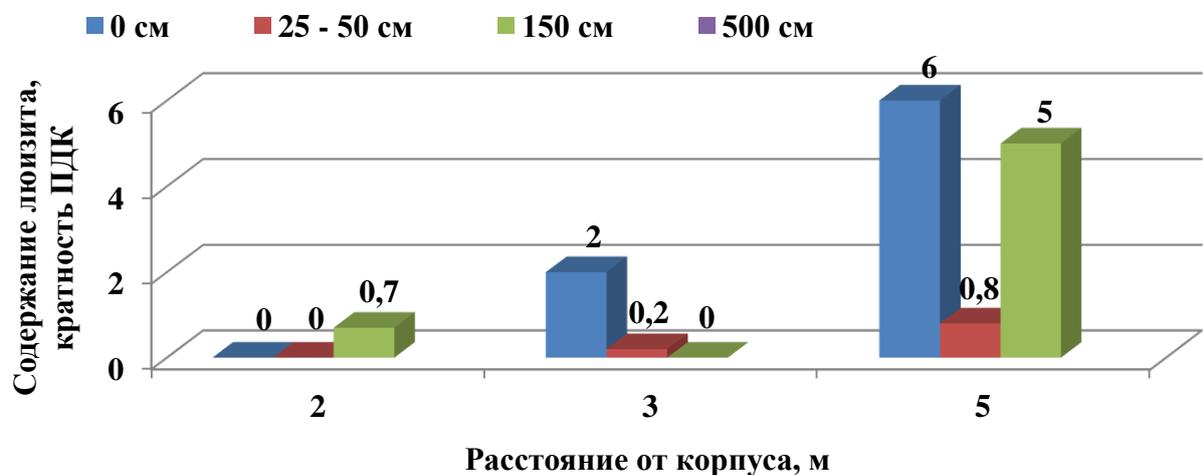


Рисунок 3.28 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 252 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск»

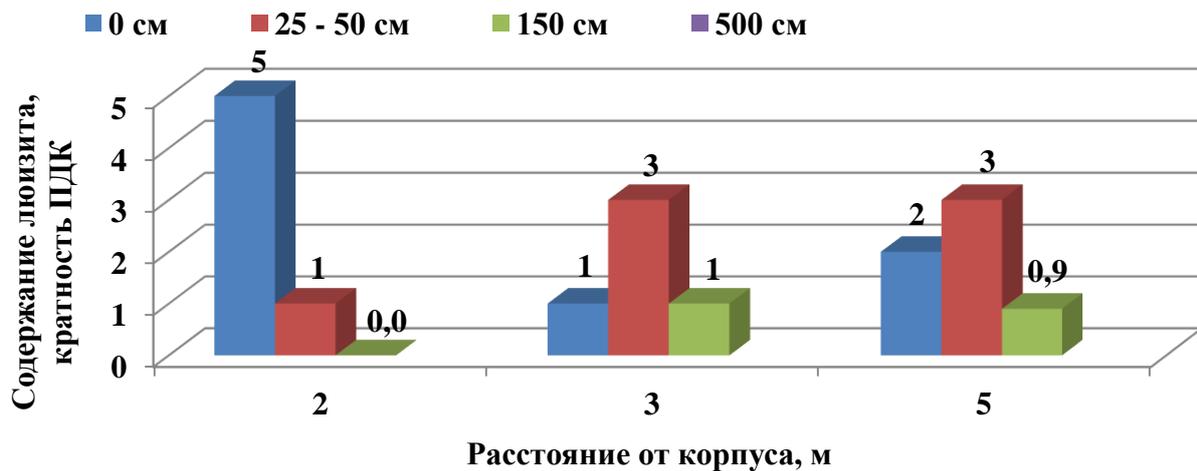


Рисунок 3.29 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпуса 251 бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

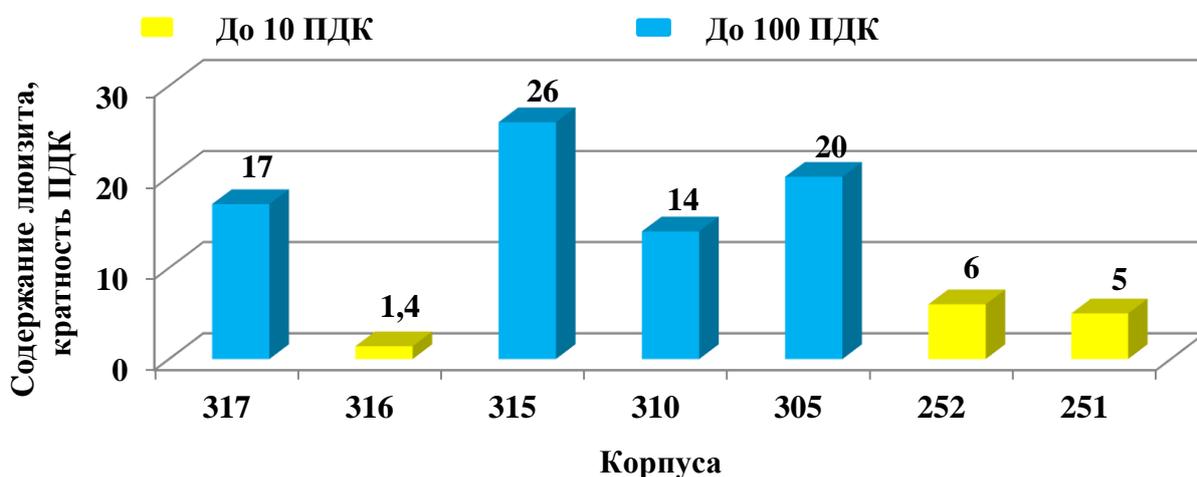


Рисунок 3.30 – Максимальное загрязнение люизитом грунта вокруг корпусов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактam-Дзержинск»

около корпусов № 317, № 315, № 310 и № 305 (см. рисунок 3.30). Так, максимальное загрязнение грунта люизитом зарегистрировано на расстоянии 2 м от корпуса № 317 в поверхностном слое и на глубине 150 см, на удалении 2 м (на глубине 150 см) и 5 м (поверхностный слой) от корпуса № 315, на расстоянии 2 м от корпуса № 310 – в поверхностном слое и на глубине 25–50 см, на удалении 5 м от корпуса № 305 – на глубине 150 см (см. рисунки 3.23, 3.25–3.27). Меньшее загрязнение грунта люизитом (максимально до 6 ПДК) отмечено вокруг корпусов № 316, № 252 и № 251 практически на всех изученных расстояниях и уровнях по глубине (см. рисунки 3.24, 3.28 и 3.29).

Таким образом, максимальная загрязненность мышьяком более 1 000 ПДК регистрировалась вокруг корпусов № 317, № 316 и № 315, до 10 ПДК – корпусов № 305, № 310, № 252 и № 251, люизитом до 30 ПДК – корпусов № 317, № 315, № 310 и № 305, до 10 ПДК – корпусов № 252, № 251 и № 316.

Расчетным методом установлено, что грунты вокруг корпусов бывшего объекта по производству ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск», являющиеся потенциальными отходами и имеющими наибольшее загрязнение мышьяком и люизитом, относятся ко 2 классу опасности (территория вокруг корпусов № 317, № 316 и № 315), менее загрязненные – 4 классу опасности (территория вокруг корпусов № 305, № 310, № 251, № 252).

Рассчитан риск для здоровья персонала и населения от загрязненности грунта на территории, прилегающей к основным корпусам бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» при ингаляционном, пероральном и перкутанном поступлении. Комплексный анализ всех типов рассмотренных рисков свидетельствует, что по люизиту риск находится на приемлемом уровне, по мышьяку риск высокий (возле корпусов № 315, № 316 и № 317) и чрезвычайно высокий (в южном направлении от корпусов № 315 и № 317 и в восточном – от корпуса № 316).

По результатам оценки риска разработаны рекомендации по обеспечению безопасности работ при обращении с потенциальными опасными отходами. Так, рекомендовано разработать технические мероприятия по обезвреживанию (реабилитации или удалению) грунта вокруг корпусов бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск» в зависимости от степени загрязненности, включающие использование эффективного пылеподавления и герметичных транспортных средств для исключения попадания загрязненного грунта на прилегающие территории, наличие средств очистки и обезвреживания транспорта. Необходимо исключить воздействие осадков и грунтовых вод на удаленный сильно загрязненный грунт, захоронение которого на полигоне должно осуществляться в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.7.1322-03 [180]. Предложено организовать мониторинг загрязнения мышьяком грунтовых вод на территории предприятия и полигона. Рекомендовано предусмотреть мероприятия по

обеспечению безопасности при обращении с грунтом как с отходами 2 класса опасности. Обоснована целесообразность определения экспериментально класса опасности грунта, подлежащего реабилитации или удалению, в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247]. При обращении с загрязненным грунтом рекомендовано использовать СИЗ кожи и органов дыхания в зависимости от величины загрязнения почв, подвергающихся реабилитации. Для защиты кожных покровов предложено использовать пылезащитные костюмы, органов дыхания – фильтрующие пылезащитные респираторы. В комплект пылезащитных СИЗ должны входить белье нательное, хлопчатобумажные костюм, носки и головной убор, перчатки защитные в комплекте с нитяными, рукавицы брезентовые. Кроме того, персонал должен быть обеспечен защитными касками, надеваемыми поверх капюшона пылезащитного костюма, и ботинками кожаными с усиленной подошвой и носком. Санитарно-бытовые помещения должны включать помещения по обеспыливанию и дегазации СИЗ и гигиенической обработке персонала. Работающие должны проходить предварительные и периодические медосмотры в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения РФ № 101 от 21.03.2000 [228] и Приказом Минздравсоцразвития России № 302н от 12.04.2011 [232].

3.4. Гигиенические требования к организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при перепрофилировании и ликвидации объектов по хранению и уничтожению химического оружия

Поэтапный вывод объектов хранения и уничтожения ХО из эксплуатации и ликвидация последствий их деятельности представляет потенциальную опасность для персонала и населения в связи с возможным загрязнением окружающей среды ОВ и продуктами их деструкции из инфраструктур, подлежащих разгерметизации (оборудование и коммуникации) и разрушению (строительные конструкции). Обеспечение безопасности указанных работ должно осуществляться путем разработки и введения в практику организационных, технологических и

гигиенических мероприятий, оптимизирующих условия труда персонала и обуславливающих снижение загрязнения ОВ и продуктами их деструкции производственной среды, а также рациональной системы химико-аналитического контроля за проведением основных технологических процессов.

Федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор на объектах уничтожения и частично на объектах хранения ХО, включая их ликвидацию и перепрофилирование, осуществляют специалисты региональных (межрегиональных) управлений ФМБА России и их подразделений – ФГБУЗ «Центры гигиены и эпидемиологии» ФМБА России [221, 225, 231, 233].

При выведении объектов хранения и уничтожения ХО из эксплуатации основными задачами санитарно-эпидемиологических учреждений является надзор за соблюдением требований, обеспечивающих безопасность персонала, населения и окружающей среды при завершении процесса обезвреживания ОВ, проведении дегазационных мероприятий, согласовании проектов, осуществлении ликвидационных работ и решении вопросов о перепрофилировании объектов для использования в других целях.

3.4.1. Гигиеническое нормирование для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при перепрофилировании и ликвидации объектов

Ликвидация объектов по хранению и уничтожению ХО обуславливает потребность в решении комплекса задач по организации и осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора, заключающегося в необходимости разработки и актуализации гигиенических регламентов безопасности и методик санитарно-химического контроля ОВ и продуктов их деструкции в различных объектах производственной и окружающей сред, промплощадки, на коже и наружной поверхности изолирующих СИЗ персонала, в отходах металлолома от боеприпасов, строительных и металлических конструкций. Основным критерием оценки опасности для работающих и

возможности использования бывших объектов по хранению и уничтожению ХО для хозяйственных целей является соблюдение гигиенических нормативов содержания приоритетных вредных веществ в различных средах, материалах и на поверхностях, с которыми может контактировать персонал при проведении конверсионных работ. Гигиенические нормативы ОВ и продуктов их деструкции в материалах строительных конструкций и отходах позволяют осуществлять оценку степени их загрязнения токсичными веществами, контролировать эффективность дегазации, а также проводить другие профилактические мероприятия.

В настоящее время завершена деятельность объектов по уничтожению ОВ КНД «Горный» и «Камбарка» и разработана технология переработки продуктов деструкции люизита с получением технических мышьяксодержащих продуктов и особо чистого мышьяка. Разрабатывается проектная документация на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, предусматривающая строительство печей по термическому обезвреживанию отходов, расширение полигонов захоронения отходов и санацию территорий хранилищ. В связи с этим, для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за безопасностью процесса вывода из эксплуатации, ликвидации и репрофилирования указанных объектов сотрудниками ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России в приоритетном порядке были разработаны или актуализированы ¹⁷ гигиенические нормативы для кожно-нарывных ОВ и продуктов их деструкции в различных объектах производственной и окружающей сред и отходах (таблицы 3.38–3.39).

Впервые были обоснованы гигиенические нормативы загрязнения ипритом, люизитом и мышьяком поверхностей технологического оборудования и строительных конструкций, предельно допустимые концентрации содержания в металлических отходах, отходах после печей и материалах строительных конструкций, а также в почве территорий промплощадок объектов по

¹⁷ Выполнено сотрудниками лабораторий ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России: экологической токсикологии под руководством д.б.н. Масленникова А. А. и промышленной токсикологии под руководством д.м.н. Жукова В. Е. с участием автора.

Таблица 3.38 – Гигиенические нормативы содержания кожно-нарывных ОВ в объектах производственной и окружающей сред и отходах

Гигиенический норматив	Люизит	Иприт	Ипритно-люизитные смеси
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.2.5.2610-10	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.2.5.2610-10	по иприту 2,0×10 ⁻⁴ по люизиту 2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.2.5.2610-10
ПДК в воде водоемов, мг/л	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.5.2122-06	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.5.2561-09	по иприту 1,0×10 ⁻⁴ по люизиту 1,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.5.2561-09
ОБУВ в атмосферном воздухе, мг/м ³	4,0×10 ⁻⁶ ГН 2.1.6.2563-09	2,0×10 ⁻⁶ ГН 2.1.6.2563-09	по иприту 2,0×10 ⁻⁶ по люизиту 4,0×10 ⁻⁶ ГН 2.1.6.2563-09
ПДК в почве районов размещения объектов уничтожения ХО, мг/кг	0,1 ГН 2.1.7.2121-06	0,05 ГН 2.1.7.2560-09	по иприту 0,01 по люизиту 0,01 ГН 2.1.7.2560-09
ПДК в почве территорий промплощадок объектов уничтожения ХО, мг/кг	1,0 ГН 2.1.7.2559-09	0,5 ГН 2.1.7.2559-09	-
ПДК в отходах после печей сжигания, мг/кг	0,2 ГН 2.1.7.2608-10	0,1 ГН 2.1.7.2608-10	-
ПДК в материалах строительных конструкций, мг/кг	0,5 ГН 2.1.7.2606-10	0,1 ГН 2.1.7.2606-10	-
ПДУ загрязнения металлических отходов, мг/дм ²	1,5×10 ⁻³ ГН 2.1.7.2607-10	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.7.2607-10	-
ПДУ загрязнения технологического оборудования, мг/дм ²	5,0×10 ⁻³ ГН 2.2.5.2119-06	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.2.5.2558-09	-
ПДУ загрязнения кожи, мг/см ²	3,0×10 ⁻⁵ ГН 2.2.5.2120-06	7,0×10 ⁻⁷ ГН 2.2.5.2558-09	-
АПВ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ : 1 час 4 часа 8 часов	1,4×10 ⁻¹ 4,0×10 ⁻² 1,4×10 ⁻² ГН 2.2.5.2037-05	-	-
АПВ в атмосферном воздухе, мг/м ³ : 1 час 4 часа 8 часов 24 часа	1,0×10 ⁻² 2,4×10 ⁻³ 1,2×10 ⁻³ 4,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.6.2658-10	6,0×10 ⁻³ 1,3×10 ⁻³ 5,0×10 ⁻⁴ 2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.6.2658-10	-

Таблица 3.39 – Гигиенические нормативы содержания мышьяка в объектах производственной среды и отходах

Гигиенический норматив	Величина норматива	Утверждение
ПДУ загрязнения поверхности технологического оборудования, мг/дм ²	$5,0 \times 10^{-2}$	ГН 2.2.5.2557-09
ПДУ загрязнения поверхности строительных конструкций, мг/дм ²	$5,0 \times 10^{-2}$	ГН 2.2.5.2557-09
ПДУ загрязнения кожных покровов персонала, мг/см ²	$5,0 \times 10^{-4}$	ГН 2.2.5.2729-10
ПДУ загрязнения отходов металлических конструкций, мг/дм ²	$1,5 \times 10^{-2}$	ГН 2.1.7.2726-10
ПДК в отходах строительных конструкций, мг/кг	10,0	ГН 2.1.7.2611-10
ПДК в отходах после печей сжигания, мг/кг	5,0	ГН 2.1.7.3200-14

уничтожению ОВ КНД. Кроме того, обоснован ОБУВ 2-хлорвиниларсиноксида (оксида люизита) в атмосферном воздухе населенных мест на уровне 1×10^{-4} мг/м³ [315] и его ПДК в воздухе рабочей зоны на уровне 6×10^{-4} мг/м³ [347].

Для повышения эффективности осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и обеспечения безопасности работ при эксплуатации, выводе из эксплуатации, дегазационных мероприятиях, ликвидации и перепрофилировании объектов по хранению и уничтожению ФОВ были разработаны или актуализированы¹⁸ гигиенические нормативы содержания зарина, зомана и В-икс в объектах производственной и окружающей сред и отходах (таблица 3.40). Кроме того, разработана ориентировочная допустимая концентрация (ОДК) метилфосфоновой кислоты, являющейся основным продуктом деградации ФОВ, в почве населенных мест районов размещения объектов хранения и уничтожения ХО [329]. Для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора были разработаны или актуализированы¹⁹ методики

¹⁸ Выполнено сотрудниками лабораторий ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России: экологической токсикологии под руководством д.б.н. Масленникова А. А. и промышленной токсикологии под руководством д.м.н. Жукова В. Е. с участием автора.

¹⁹ Выполнено сотрудниками отдела химии ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России под руководством к.т.н. Пильдуса И.Э.

Таблица 3.40 – Гигиенические нормативы содержания фосфорорганических ОВ в объектах производственной и окружающей сред и отходах

Гигиенический норматив	Зарин	Зоман	Ви-икс
ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	2,0×10 ⁻⁵ ГН 2.2.5.2829-11	1,0×10 ⁻⁵ ГН 2.2.5.2728-10	5,0×10 ⁻⁶ ГН 2.2.5.1371-03
ПДК в воде водоемов, мг/л	5,0×10 ⁻⁵ ГН 2.1.5.2738-10	5,0×10 ⁻⁶ ГН 2.1.5. 2947-11	2,0×10 ⁻⁶ ГН 2.1.5.2036-05
ОБУВ в атмосферном воздухе, мг/м ³	2,0×10 ⁻⁷ ГН 2.1.6.2736-10	1,0×10 ⁻⁷ ГН 2.1.6.2737-10	5,0×10 ⁻⁸ ГН 2.1.6.2737-10
ПДК в атмосферном воздухе, мг/м ³	-	5,0×10 ⁻⁷ ГН 2.1.6.2157-07	-
ПДК в почве районов размещения объектов уничтожения ХО, мг/кг	2,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.7.2751-10	1,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.7.2751-10	5,0×10 ⁻⁵ ГН 2.1.7.2035-05
ПДУ загрязнения технологического оборудования, мг/дм ²	1,0×10 ⁻⁵ ГН 2.2.5.2945-11	1,0×10 ⁻⁶ ГН 2.2.5.2945-11	2,0×10 ⁻⁶ Рег. № 08-96
ПДУ загрязнения кожи, мг/см ²	1,0×10 ⁻⁶ ГН 2.2.5.2827-11	1,0×10 ⁻⁷ ГН 2.2.5.2827-11	3,0×10 ⁻⁸ ГН 2.2.5.2032-05
ПДУ загрязнения СИЗ, мг/см ²	1,0×10 ⁻⁶ ГН 2.2.5.2219-07	1,0×10 ⁻⁷ ГН 2.2.5.2219-07	3,0×10 ⁻⁸ ГН 2.2.5.2219-07
ПДУ загрязнения металлических отходов, мг/дм ²	1,0×10 ⁻⁴ ГН 2.1.7.2727-10	1,0×10 ⁻⁵ ГН 2.1.7.2727-10	-
ПДК в материалах строительных конструкций, мг/кг	0,4 ГН 2.1.7.2946-11	0,1 ГН 2.1.7.2946-11	-
ПДК в отходах после печей сжигания, мг/кг	0,5 на утверждении	0,25 на утверждении	-
АПВ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³ : 30 мин. 1 час 2 часа 4 часа	1,3×10 ⁻¹ 6,7×10 ⁻² 3,4×10 ⁻² 1,6×10 ⁻² ГН 2.2.5.2389-08	9,6×10 ⁻³ 4,7×10 ⁻³ 3,3×10 ⁻³ 1,5×10 ⁻³ ГН 2.2.5.2388-08	3,0×10 ⁻⁴ 1,5×10 ⁻⁴ 7,5×10 ⁻⁵ 3,5×10 ⁻⁵ ГН 2.2.5.2220-07
АПВ в атмосферном воздухе, мг/м ³ : 1 час 4 часа 8 часов 24 часа	8,0×10 ⁻⁴ 2,0×10 ⁻⁴ 1,0×10 ⁻⁴ 3,3×10 ⁻⁵ ГН 2.1.6.2658-10	1,2×10 ⁻⁴ 3,0×10 ⁻⁵ 1,5×10 ⁻⁵ 5,0×10 ⁻⁶ ГН 2.1.6.2658-10	1,6×10 ⁻⁵ 4,1×10 ⁻⁶ 2,0×10 ⁻⁶ 6,6×10 ⁻⁷ ГН 2.1.6.2658-10

химико-аналитического контроля содержания ОВ в объектах производственной и окружающей сред и отходах (таблицы 3.41–3.42).

Таблица 3.41 – Методики измерения концентраций ОБ КНД и продуктов их деструкции в объектах производственной и окружающей сред и отходах

Наименование методики выполнения измерений	Номер и дата свидетельства об аттестации	Номер в реестре Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений
1	2	3
МУК 4.1.007-2009. Методика выполнения измерений массовой доли люизита в пробах почв методом газовой хроматографии.	224.03.11.100/2008 от 23.12.2008	ФР.1.31.2011.09227
МУК 4.1.008-2009. Методика выполнения измерений массовой доли иприта в пробах почв методом газовой хроматографии.	224.03.11.205/2008 от 23.12.2008	ФР.1.31.2011.09228
МУК 4.1.009-2009. Методика выполнения измерений массовой концентрации люизита в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии.	224.01.11.099/2008 от 23.12.2008	ФР.1.31.2011.09229
МУК 4.1.010-2009. Методика выполнения измерений массовой концентрации иприта в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии.	224.01.11.204/2008 от 23.12.2008	ФР.1.31.2011.09230
МУК 4.1.039-11. Методика измерений содержания люизита на поверхности кожных покровов методом газовой хроматографии.	224.0294/01.00258/2011 от 09.08.2011	ФР.1.31.2012.12180
МУК 4.1.038-11. Методика измерений содержания иприта на поверхности кожных покровов методом газовой хроматографии.	224.0292/01.00258/2011 от 09.08.2011	ФР.1.31.2012.12179
МУК 4.1.013-2009. Методика выполнения измерений содержания люизита на металлических поверхностях технологического оборудования методом газовой хроматографии.	224.13.11.098/2008 от 23.12.2008	ФР.1.31.2011.09233
МУК 4.1.014-2009. Методика выполнения измерений содержания иприта на металлических поверхностях технологического оборудования методом газовой хроматографии.	224.13.11.203/2008 от 23.12.2008	ФР.1.31.2011.09234
МУК 4.1.014-2010. Методика выполнения измерений массовой доли иприта в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии.	224.13.11.158/2009 от 01.12.2009	ФР.1.31.2011.09239
МУК 4.1.015-2010. Методика выполнения измерений массовой доли люизита в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии.	224.13.11.159/2009 от 01.12.2009	ФР.1.31.2011.09240

Продолжение таблицы 3.41

1	2	3
МУК 4.1.016-2010. Методика выполнения измерений содержания иприта на поверхностях металлических отходов после обжига методом газовой хроматографии.	224.13.11.156/2009 от 01.12.2009	ФР.1.31.2011.09241
МУК 4.1.017-2010. Методика выполнения измерений содержания люизита на поверхностях металлических отходов после обжига методом газовой хроматографии.	224.13.11.157/2009 от 01.12.2009	ФР.1.31.2011.09242
МУК 4.1.054-2010. Методика измерений содержания мышьяка на поверхности кожных покровов методом инверсионной вольтамперометрии.	224.11.10.047/2010 от 17.05.2010	ФР.1.31.2011.09559
МУК 4.1.055-2010. Методика измерений содержания мышьяка на поверхностях отходов металлических конструкций методом инверсионной вольтамперометрии.	224.13.10.026/2010 от 25.03.2010	ФР.1.31.2011.09560
МУК 4.1.026-2011. Методика измерений массовой доли мышьяка в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом инверсионной вольтамперометрии.	224.0093/01.00258/2010 от 28.09.2010	ФР.1.31.2011.10021
МУК 4.1.013-2013. Методика измерений содержания люизита на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, методом газовой хроматографии.	222.0263/01.00258/2012 от 17.10.2012	ФР.1.31.2013.15158
МУК 4.1.014-2013. Методика измерений содержания иприта на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, методом газовой хроматографии.	222.0262/01.00258/2012 от 17.10.2012	ФР.1.31.2013.15159

Таблица 3.42 – Методики измерения концентраций фосфорорганических ОБ в объектах производственной и окружающей сред и отходах

Наименование методики выполнения измерений	Номер и дата свидетельства об аттестации	Номер в реестре Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений
1	2	3
МУК 4.1.010-2010. Методика выполнения измерений массовой концентрации вещества Vx в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования биохимическим методом.	224.01.17.062/2009 от 09.11.2009	ФР.1.31.2011.09235
МУК 4.1.011-2010. Методика выполнения измерений массовой концентрации зомана в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии.	224.01.11.061/2009 от 09.11.2009	ФР.1.31.2011.09236

Продолжение таблицы 3.42

1	2	3
МУК 4.1.012-2010. Методика выполнения измерений массовой концентрации зарины в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии.	224.01.11.060/2009 от 09.11.2009	ФР.1.31.2011.09237
МУК 4.1.013-2010. Методика выполнения измерений содержания вещества Vx на металлических поверхностях технологического оборудования биохимическим методом.	224.13.17.065/2009 от 09.11.2009	ФР.1.31.2011.09238
МУК 4.1.020-2010. Методика выполнения измерений содержания вещества Vx на поверхности кожных покровов биохимическим методом.	224.13.17.064/2009 от 09.11.2009	ФР.1.31.2011.09243
МУК 4.1.021-2010. Методика выполнения измерений содержания зомана на поверхности кожных покровов биохимическим методом.	224.13.17.063/2009 от 09.11.2009	ФР.1.31.2011.09244
МУК 4.1.046-2010. Методика измерений содержания зомана на поверхности средств индивидуальной защиты биохимическим методом.	224.0034/01.00258/2010 от 06.08.2010	ФР.1.31.2011.09553
МУК 4.1.047-2010. Методика измерений содержания вещества Vx на поверхности средств индивидуальной защиты биохимическим методом.	224.0035/01.00258/2010 от 06.08.2010	ФР.1.31.2011.09554
МУК 4.1.048-2010. Методика измерений массовой доли зомана в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии.	224.0139/01.00258/2010 от 12.10.2010	ФР.1.31.2011.09555
МУК 4.1.049-2010. Методика измерений массовой доли зарины в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии.	224.0159/01.00258/2010 от 19.10.2010	ФР.1.31.2011.09556
МУК 4.1.052-2010. Методика измерений содержания зомана на поверхностях отходов металлических конструкций биохимическим методом.	224.13.17.087/2010 от 12.07.2010	ФР.1.31.2011.09557
МУК 4.1.053-2010. Методика измерений содержания зарины на поверхностях отходов металлических конструкций биохимическим методом.	224.13.17.083/2010 от 06.07.2010	ФР.1.31.2011.09558
МУК 4.1.056-2010. Методика измерений содержания зарины на поверхности кожных покровов биохимическим методом.	224.11.17.088/2010 от 13.07.2010	ФР.1.31.2011.09561

Продолжение таблицы 3.42

1	2	3
МУК 4.1.057-2010. Методика измерений массовой доли зарины в пробах почв методом газовой хроматографии.	224.0162/01.00258/2010 от 22.10.2010	ФР.1.31.2011.09562
МУК 4.1.024-2011. Методика измерений массовой концентрации зомана в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии.	224.0208/01.00258/2010 от 12.11.2010	ФР.1.31.2011.10019
МУК 4.1.025-2011. Методика измерений массовой концентрации зарины в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии.	224.0202/01.00258/2010 от 08.11.2010	ФР.1.31.2011.10020
МУК 4.1.001-2011. Методика измерений массовой концентрации вещества Vx в воздухе рабочей зоны биохимическим методом.	224.0259/01.00258/2010 от 30.11.2010	ФР.1.31.2011.09563
МУК 4.1.040-12. Методика измерений содержания вещества Vx на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, биохимическим методом.	224.0522/01.00258/2011 от 12.12.2011	ФР.1.39.2012.13292
МУК 4.1.041-12. Методика измерений содержания зарины на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, биохимическим методом.	224.0520/01.00258/2011 от 12.12.2011	ФР.1.39.2012.13293
МУК 4.1.042-12. Методика измерений содержания зомана на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, биохимическим методом.	224.0521/01.00258/2011 от 12.12.2011	ФР.1.39.2012.13294

Разработанные гигиенические нормативы и методики измерений в сочетании с нормативно-методическими документами позволят обеспечить санитарно-эпидемиологическую безопасность работ по ликвидации и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО.

3.4.2. Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей сред в период ликвидационных работ

Основной задачей санитарно-химического контроля в период проведения ликвидационных работ является определение полноты дегазации

технологического оборудования, строительных конструкций и твердых отходов путем отбора и анализа смывов и «глубинных» проб, а также жидких отходов после обезвреживания различных поверхностей и материалов. Кроме того, предусматривается контроль загрязненности ОВ воздуха рабочей зоны и внутри технологического оборудования, инструментов и приспособлений, используемых при ликвидационных работах, вентиляционных выбросов и СИЗ персонала, а также за полнотой дегазационных мероприятий в «грязной» зоне санпропускников. Обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности для населения и окружающей среды процесса вывода из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО должны предусматривать соблюдение комплекса санитарно-технических мероприятий по защите атмосферного воздуха, поверхностных водоемов и почвы от загрязнения ОВ и продуктами их деструкции, а также осуществление санитарно-химического контроля за содержанием ОВ, продуктов их деструкции и приоритетных загрязнителей в твердых отходах, направляемых на полигон захоронения. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость сохранения служб постоянного производственного контроля объектов, функционировавших при проведении уничтожения ХО и включающих лаборатории контроля безопасности производства и мониторинга окружающей среды, в сочетании с периодическим контролем за безопасным ведением процессов со стороны промышленно-санитарных лабораторий (ПСЛ) центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России.

Для качественного проведения санитарно-эпидемиологических мероприятий по обеспечению безопасности процесса выведения из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО при активной роли представителей региональных (межрегиональных) управлений и центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России на объекте должны быть разработаны программы производственного контроля за состоянием производственной среды при ликвидационных работах в каждом здании и сооружении. На территории ЗЗМ в период проведения ликвидационных мероприятий силами лабораторных служб объектов по хранению и уничтожению ХО обязательным является сохранение

практики контроля за загрязненностью приоритетными соединениями атмосферного воздуха, почвы, снегового покрова, донных отложений и воды поверхностных водоемов с помощью автоматических стационарных постов наблюдения и передвижных лабораторий в реперных точках.

Службы федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора на объектах, выводимых из эксплуатации, должны анализировать информацию, полученную лабораториями объектов, и разрабатывать дополнительные мероприятия по обеспечению санитарно-эпидемиологической безопасности для персонала, населения и окружающей среды процесса ликвидации объектов хранения и уничтожения ХО. Должен осуществляться контроль за условиями труда персонала, занятого на ликвидационных работах, на соответствие требованиям действующих законодательных, нормативных, методических и инструктивных документов. Особое внимание должно уделяться вопросам соблюдения безопасности персонала при выполнении работ в помещениях I и II групп опасности, использования адекватных СИЗ, правильности проведения дегазации, организации пылеподавления и очистки воздуха рабочей зоны.

Лаборатории, осуществляющие санитарно-химический контроль загрязнения производственной и окружающей сред отравляющими и другими химическими веществами, аккредитуются установленным порядком. Методики и аппаратура для измерений содержания загрязнителей в производственной и окружающей средах должны быть метрологически аттестованы в соответствии с действующей системой обеспечения единства измерений.

В соответствии с полученными результатами санитарно-химического контроля разрабатываются технические и технологические мероприятия по безопасному выведению из эксплуатации инфраструктур зданий и помещений I и II групп опасности и условиям размещения отходов, а также санитарно-эпидемиологические мероприятия по защите персонала, населения и окружающей среды от неблагоприятного воздействия вредных факторов процесса вывода из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО.

При планировании работы лабораторий контроля безопасности производства

предприятий и ПСЛ центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России рекомендуется исходить из следующих положений. Количество проб смывов со строительных конструкций определяется по числу квадратов (размером 2×2 м) площади пола и стен на высоте до 2 м, проб смывов и соскобов с оборудования и коммуникаций – по числу оборудования; первоначальное количество точек отбора проб с оборудования обуславливается числом точек обязательного контроля за полнотой дегазации, обозначенных в «Технологических картах» «опасного» оборудования; первоначальное число обязательных «глубинных» проб из строительных конструкций определяется с учетом площадей и мест размещения оборудования с ОВ и временного хранения боеприпасов, в том числе с реагентом.

После снятия и удаления из помещения I группы опасности загрязненных ОВ слоев строительных конструкций и дегазации проводится повторный контроль содержания ОВ на их поверхностях. Повторные дегазации и контроль загрязненности поверхностей и «глубинных» проб проводятся до достижения допустимого уровня содержания ОВ. Специалисты ПСЛ центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России осуществляют контрольные химико-аналитические исследования загрязненности ОВ объектов производственной среды на завершающем этапе дегазационных работ. На основании результатов санитарно-химического контроля комиссией, включающей представителей различных ведомств и организаций, обеспечивающих разнообразные аспекты безопасности персонала, населения и охрану окружающей среды, принимается решение о «раскрытии» помещения с составлением акта.

3.4.3. Обеспечение безопасности при завершении работ по уничтожению химического оружия, дегазации оборудования, строительных конструкций и отходов

При выводе объектов по хранению и уничтожению ХО из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор должен осуществляться за соблюдением требований, обеспечивающих безопасность персонала, населения и окружающей среды, с учетом достоверной информации о санитарно-гигиеническом состоянии зданий и сооружений,

их использовании в период обезвреживания ОВ, проведении ремонтных и дегазационных мероприятий, условиях хранения, утилизации и местах захоронения отходов с остаточным содержанием ОВ. Следует составить базу данных мониторинга фактического загрязнения ОВ производственной среды на объекте и проанализировать данные лаборатории контроля безопасности производства и ПСЛ центра гигиены и эпидемиологии ФМБА России по текущим дегазационным мероприятиям и санитарно-химическому контролю при функционировании производства.

Необходимость проведения дегазации производственных помещений обуславливается возможностью наличия основного вредного фактора в виде ОВ, остаточные количества которых в концентрациях выше гигиенических нормативов могут присутствовать в строительных конструкциях, на оборудовании и коммуникациях, в пыли, образующейся при демонтаже производственных мощностей. Поэтому химико-аналитический контроль эффективности дегазационных работ рекомендуется проводить после завершения каждого очередного этапа дегазации.

В помещениях, где обнаружены остаточные количества ОВ в поверхностных пробах, должно проводиться обезвреживание загрязненных участков оборудования и строительных конструкций с повторным контролем полноты дегазации по содержанию ОВ, не превышающем гигиенические нормативы. Число отбираемых проб должно определяться исходя из площади дегазируемой поверхности строительных конструкций из расчета 1 проба на 4 м² в помещениях I и II групп опасности и 1 проба на 10 м² в помещениях III группы. Строительные конструкции, поверхности которых после дегазации остались загрязненными ОВ выше ПДУ, должны исследоваться после повторной обработки на наличие ОВ в «глубинных» пробах. Для оформления окончательного заключения о результатах дегазации производственных мощностей объектов по хранению и уничтожению ХО необходимо, после получения протоколов производственной лаборатории объекта об отсутствии ОВ, специалистам ПСЛ центра гигиены и эпидемиологии ФМБА России провести контрольные определения содержания ОВ в воздухе и смывах с различных поверхностей производственной среды, а также «глубинных» пробах строительных конструкций. В случае обнаружения ОВ обосновываются

позиции и локализации мест для проведения повторной дегазации и принятия дополнительных мер безопасности при осуществлении ликвидационных работ.

До проведения работ по разрушению строительных конструкций и демонтажа оборудования в помещениях I группы опасности, особенно на «наиболее грязных» участках, должен проводиться отбор «глубинных» проб из строительных конструкций на содержание ОВ. При обнаружении последних выше гигиенических нормативов необходимо выполнить удаление загрязненных слоев строительных материалов на глубину до 12 см. Удаляемые материалы строительных конструкций и оборудования, загрязненные ОВ, следует транспортировать в герметичной таре в специально отведенные помещения (I группа опасности) для проведения дегазации. После удаления загрязненных ОВ строительных материалов и дегазации освобожденной поверхности должно проводиться повторное исследование «глубинных» проб на содержание ОВ. При их обнаружении необходимо удалить следующий загрязненный слой, провести дегазацию и определение содержания ОВ в «глубинных» пробах из строительных конструкций. При отсутствии ОВ в «глубинных» пробах и удаления загрязненных слоев строительных материалов рекомендуется «раскрытие» помещения для проведения дальнейших работ по ликвидации последствий деятельности объектов.

Организация безопасных работ по выводу из эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО должна учитывать разделение оборудования и коммуникаций на «опасное», «условно опасное» и «условно безопасное» в зависимости от загрязненности их ОВ и, соответственно, требующие проведения дегазационных работ. Для решения вопроса об организации контроля над остаточными концентрациями ОВ после дегазации необходимо разработать технологические схемы «опасного» и «условно опасного» оборудования с обозначением частей (точек) наиболее проблемных в плане ожидаемого загрязнения ОВ, а также трудно поддающихся дегазации (резиновые прокладки, труднодоступные полости, запорная арматура и др.). Дегазационные работы считаются завершенными, если содержание ОВ на продегазированной поверхности не превышает значение гигиенического норматива.

3.4.4. Проектные решения по безопасному выводу объектов из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности

Ликвидация или перепрофилирование бывших объектов хранения и уничтожения ХО должны быть организованы оптимально с точки зрения выполнения задач по ликвидации последствий их деятельности и минимизации возможного негативного воздействия на персонал, население и окружающую среду при штатном выполнении работ и в условиях вероятных аварийных ситуаций, предусматривающих осуществление комплекса санитарно-эпидемиологических и лечебно-профилактических мероприятий. Исключительность таких работ обусловлена их чрезвычайно высокой потенциальной опасностью для персонала, населения и окружающей среды и делает неприемлемыми подходы, используемые для перепрофилирования и ликвидации химических предприятий народнохозяйственного профиля. Безопасность ликвидационных работ закладывается с момента завершения детоксикации ОВ и продолжается при переработке реакционных масс. При создании проектов планируется разработка технологий ликвидации последствий деятельности указанных предприятий, включающих дегазацию и демонтаж технологического оборудования, зданий и сооружений, санацию загрязненных территорий, переработку, уничтожение или захоронение продуктов детоксикации и отходов. Обязательным условием является внедрение передовых безотходных и малоотходных технологических решений, позволяющих максимально сократить или избежать поступление вредных химических компонентов в атмосферу, почву и водоемы, предотвратить или снизить воздействие физических факторов, а также предусматривающих мероприятия по очистке вредных выбросов и сбросов, утилизации, обезвреживанию и захоронению отходов. Должно уделяться внимание рациональным объемно-планировочным и организационным решениям, обеспечению основных технологических процессов надежными системами электроснабжения и водоснабжения.

Существенным моментом в предупреждении загрязнения объектов окружающей среды является выбор и обоснование адекватной технологии

ликвидации производственных мощностей объектов по хранению и уничтожению ХО в соответствии с действующими законами и нормативно-методическими документами. Опыт проектирования и проведения подобных работ в нашей стране отсутствует. Методология выбора технологии ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО должна быть подчинена решению комплексной проблемы технической, физической и психологической безопасности, в том числе и ее санитарно-гигиенического аспекта. Необходимо учитывать, что структура запасов ХО достаточно сложна, а практически каждый его тип требует своей технологии ликвидации или перепрофилирования производства и, следовательно, различных мер безопасности с учетом особенностей обезвреживания ОВ и результатов контроля степени загрязнения объектов окружающей среды приоритетными веществами, а также состояния хранилищ ХО.

Критерием оптимальности проведения ликвидационных работ может быть минимизация риска поражения ОВ и продуктами их распада в запроектной аварии при разрушении объектов и транспортировке токсичных промышленных отходов. Следует учитывать, что любой район, в пределах которого размещаются объекты хранения и уничтожения ХО, имеет ту или иную численность населения и хозяйственную ценность. Поэтому целесообразно оценку различных вариантов ликвидации указанных объектов проводить по комплексу показателей, характеризующих состояние окружающей среды, особенности и потенциальную опасность выполняемых работ в случае аварийных ситуаций. С этих позиций, чем меньше возможные последствия запроектной аварии, тем более благоприятна выбранная ликвидационная технология.

Однако системообразующим фактором методологии выбора возможных технологий по ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО является человек и его жизненные физиологические и психологические потребности, социальные интересы. На стадии выбора технологии работ по ликвидации производственных мощностей этих объектов важным аспектом является обеспечение качества атмосферного воздуха, определяющего уровень санитарно-эпидемиологического благополучия

территории и оказывающего непосредственное влияние на состояние здоровья населения. Материалы, касающиеся обеспечения надлежащего качества атмосферного воздуха должны содержать: обоснование выбора технологий проведения ликвидационных работ, качественные и количественные характеристики выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с итогами лабораторных испытаний предлагаемых технологий, результаты экологического мониторинга состояния окружающей среды при эксплуатации действующих объектов по хранению и уничтожению ХО, информацию о зарубежном опыте по проведению подобных работ, намечаемые принципиальные решения по предупреждению загрязнения воздушного бассейна, данные о возможных аварийных и залповых выбросах в атмосферу, обоснование размеров СЗЗ и объемов финансирования на ее организацию, расчеты ожидаемого (прогнозируемого) загрязнения атмосферного воздуха перепрофилируемых или ликвидируемых объектов.

Разрабатываемая проектная документация по ликвидации и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО должна содержать раздел «Охрана окружающей среды», включающий информацию по охране атмосферного воздуха от загрязнения: общую экологическую и природную характеристику района расположения объекта, сведения об организации производственно-экологического контроля за изменением состояния окружающей среды, краткую характеристику уничтожаемых объектов, данные об организованных и неорганизованных источниках выбросов, составе и количественной их характеристике. Дается оценка прогрессивности выбранных технологических процессов по ликвидации последствий деятельности объектов с точки зрения исключения или уменьшения образования загрязняющих веществ. Включаются данные об эксплуатационных характеристиках оборудования по улавливанию, утилизации и обезвреживанию приоритетных загрязняющих веществ, а также информация о наличии гигиенических нормативов веществ, выбрасываемых в атмосферу. Приводятся расчеты изменения уровня загрязнения атмосферного воздуха в связи с проведением работ по ликвидации производственных мощностей объектов хранения и уничтожения ХО. В проекте

должны быть изложены сведения о значениях приземных концентраций загрязняющих веществ, полученные расчетным путем, предложения по предельно допустимым выбросам (ПДВ), сведения о наличии разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, методах и средствах контроля за соблюдением установленных норм ПДВ, мероприятия по регулированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при неблагоприятных метеорологических условиях.

Вывод из эксплуатации объектов по хранению и уничтожению ХО является новым направлением ликвидации опасных производств, с учётом опыта конверсии бывших производств ОВ. Образующиеся вследствие ликвидационных работ промышленные отходы могут содержать чрезвычайно токсичные и опасные соединения. Ликвидируемые объекты являются реальными и потенциальными источниками загрязнения атмосферного воздуха. С учетом вышеизложенного обязательным при проектировании является обоснование и расчеты для подтверждения достаточности существующей до ликвидации объектов СЗЗ. Важным моментом для обеспечения безопасности населения и охраны окружающей среды является проведение мониторинга среды обитания населения в ЗЗМ в период и после функционирования производства по уничтожению ХО.

Из технологических мероприятий наиболее значимыми являются планируемые подходы по использованию механизированных и автоматизированных способов дегазации, демонтажа, разделения на части и дробления технологического оборудования и строительных конструкций, позволяющих исключить или, по крайней мере, существенно снизить залповые выбросы в атмосферу и сократить объемы загрязнений с веттвыбросами. Кроме того, целесообразно предусматривать использование локальных укрытий с очисткой пылевых и газовых выбросов, а также систем пылеподавления.

Одним из основных требований при ликвидации опасных промышленных объектов является оценка вероятных аварийных ситуаций и их последствий. Для прогноза и оценки последствий возникших аварийных ситуаций необходима информация об аварийных пределах воздействия (АПВ) для чрезвычайно токсичных и опасных соединений, к которым относятся все ОВ и некоторые

продукты их деструкции. АПВ, обоснованные для воздуха рабочей зоны, регламентируют время пребывания ликвидаторов при разных уровнях загрязнения и, таким образом, обеспечивается безопасность при проведении работ по устранению последствий аварий при ликвидации объектов хранения и уничтожения ХО (защита временем). АПВ для атмосферы населенных мест необходимы, в случае аварий, для жителей населенных пунктов, расположенных в ЗЗМ, с целью регламентации времени пребывания жителей в зараженной местности в зависимости от степени её загрязнения. Этот гигиенический норматив нужен для принятия решения о необходимости эвакуации населения из зоны аварийного загрязнения атмосферного воздуха. В настоящее время разработаны для атмосферного воздуха населенных мест АПВ иприта, люизита, зарина, зомана и вещества Ви-икс для различного времени – 1, 4, 8 и 24 часа [317].

В проекте должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасности работ при транспортировке, обезвреживании, переработке, уничтожении и захоронении отходов, образующихся при ликвидации объектов. Эти мероприятия должны основываться на классификации производственных отходов по степени их опасности в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247]. При выполнении технологических операций по обращению с отходами, загрязненных ОВ, санитарно-эпидемиологическая безопасность обеспечивается с помощью использования герметичной тары и средств механизации для перемещения отходов, а также осуществления мероприятий по дегазации отходов, мест их хранения и помещений, оборудования мест складирования отходов системами пылеподавления, местной и общей вентиляцией с очисткой воздуха от пыли и химических веществ.

Одним из основных требований является положение о необходимости разделения на стадии проектирования производственных помещений на группы по опасности воздействия ОВ на персонал в соответствии с СП 2.2.1.2513-09 [184] и учетом их бывшего назначения, характера размещаемого оборудования и выполняемых технологических операций по уничтожению ОВ, результатов мониторинга рабочей среды при функционировании объектов. В связи с предполагаемым образованием при демонтаже производственных мощностей

твердых отходов предусматривается организация отделения по их временному хранению и обезвреживанию. Необходимо обеспечить функционирование аналитических лабораторий для осуществления контроля за безопасным проведением работ. Ликвидация или перепрофилирование лабораторий должна предусматриваться в завершающей стадии ликвидационных работ.

При демонтажных работах в помещениях I группы не исключаются загрязнения ОВ или продуктами их деструкции наружных поверхностей СИЗ, обуславливающие необходимость обязательной дегазации бахил, перчаток и мест возможного загрязнения костюма Л-1 перед выходом из помещений. Ликвидационные работы связаны с опасностью поражения персонала. Для своевременного оказания квалифицированной медицинской помощи необходимо предусмотреть возможность немедленного оповещения работников медицинского пункта через спецаптечки или кнопки вызова.

В проектных решениях по ликвидации и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО система безопасности должна включать комплекс мероприятий по предотвращению загрязнения объектов производственной и окружающей сред ОВ и продуктами их деструкции. В частности, оборудование площадок для временного хранения отходов, обеспечение качества атмосферного воздуха, установление СЗЗ, разработка отсутствующих гигиенических нормативов, проектирование полигонов захоронения образующихся отходов. Максимальную безопасность ликвидационных работ позволяют обеспечить знания свойств ОВ, реакционных масс и их компонентов в виде продуктов деструкции ОВ, а также организация ликвидации производственных мощностей в строгом соответствии с требованиями нормативно-методической документации с учетом многолетнего опыта работ по конверсии бывших объектов по разработке и производству ОВ. В частности, рациональная внутренняя планировка помещений, предусматривающая изоляцию наиболее загрязненного оборудования, строительных конструкций и образующихся отходов; зонирование производственных помещений по степени риска их загрязнения токсикантами; поточность движения и санобработки персонала; эффективная работа вентиляционной системы; комплексная система

мониторинга состояния производственных помещений и окружающей среды промплощадки, СЗЗ и селитебной территории; многостадийная очистка загрязненного воздуха от ОВ и продуктов их деструкции перед выбросом в атмосферу; обезвреживание и очистка сточных вод.

При экспертизе проектной документации по безопасному выводу объектов хранения и уничтожения ХО из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности необходимо учитывать требования к созданию проектов для промышленных предприятий, в том числе и объектов по уничтожению ХО [184, 226, 248]. В проекте по ликвидации и перепрофилированию указанных объектов в качестве обязательных составных частей должны предусматриваться разделы, касающиеся общей пояснительной записки, технологических решений по выводу из эксплуатации технологического и инженерного оборудования, коммуникаций и зданий, эксплуатации зданий для обеспечения безопасности ликвидационных работ, охраны окружающей среды, полигона захоронения отходов от ликвидации объектов и организации его СЗЗ, декларации промышленной безопасности, установок по термообезвреживанию отходов, оценки риска для здоровья населения.

В «Пояснительную записку» проектной документации необходимо включать данные, касающиеся общего ситуационного плана объектов хранения и уничтожения ХО; перечня и объемно-планируемых решений зданий и сооружений, подлежащих ликвидации, с указанием их назначения, видов отходов и их ориентировочного количества; сведений Росгидрометеослужбы о фоновых концентрациях приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха и почвы в ЗЗМ объектов; карты ЗЗМ в масштабах 1:5000 и 1:2000; мест обезвреживания и захоронения отходов; общих решений по срокам ликвидации, ассимиляции или перепрофилирования отдельных зданий и сооружений; результатов исследований загрязненности строительных конструкций и производственного оборудования ОВ, утечек ОВ при хранении; очередности проведения операций по выводу из эксплуатации, демонтажу и разборке технологического оборудования и коммуникаций, систем водоснабжения, канализации, вентиляции и энергообеспечения, разрушению зданий; обеспеченности системами очистки

воздуха от пыли; сооружений по термическому обезвреживанию жидких и твердых отходов; рецептур и установок по приготовлению дегазационных растворов.

В технологических решениях проекта должны приводиться сведения, необходимые для обеспечения безопасности работ по ликвидации производственных мощностей объектов хранения и уничтожения ХО, включающие перечень и технологические схемы «опасного» и «условно опасного» технологического оборудования и коммуникаций с указанием участков наибольшего загрязнения ОВ, в том числе мест стыковок узлов с использованием сорбирующих ОВ материалов (резина, краска, пластмассы); данные о результатах контроля загрязненности производственной среды ОВ, методиках и эффективности проводимой дегазации; указания по условиям безопасного размещения жидких и твердых отходов до их термического обезвреживания; требования к состоянию полигона захоронения твердых отходов; перечень оборудования и коммуникаций, подлежащих выводу из эксплуатации, и ведомости демонтируемого оборудования.

Опыт комплексной оценки мероприятий по обоснованию выведения из эксплуатации бывших объектов по производству ХО [19, 29, 54, 86] и наши аналогичные исследования показали, что в составе проекта по выводу из эксплуатации отдельных зданий и сооружений должны быть представлены карты помещений I и II групп опасности, содержащие планы пола, стен, потолка с обозначением «сетки» с квадратами 2×2 м и указаниями размещения ранее установленного оборудования и коммуникаций. В проекте должен быть представлен порядок осуществления работ по выводу зданий и сооружений из эксплуатации и ликвидации их деятельности с учетом безопасности работ для персонала, населения и окружающей среды. При этом должны быть отражены последовательность и технологический процесс проведения работ с учетом использования помещений в период эксплуатации объекта, условия обеспечения персонала соответствующими СИЗ, порядок обращения с отходами, образующимися при ликвидационных работах, с учетом их загрязненности ОВ, мероприятия по охране производственной и окружающей сред, порядок санации территорий вокруг ликвидируемых зданий и сооружений.

При рассмотрении проектов необходимо учитывать, что процесс выведения из эксплуатации технологического оборудования и строительных конструкций состоит из нескольких этапов. Это подготовительные работы по обеспечению необходимыми средствами механизации процесса резки оборудования и разрушения строительных конструкций, системами местной и общей вентиляции, фильтрами для очистки удаляемого воздуха от пыли и ОВ, средствами проведения многоплановых дегазационных работ, местами для хранения отходов, загрязненных ОВ, и галереями для перемещения отходов на установки термообезвреживания. Далее следуют дегазационные работы с последующим химико-аналитическим контролем их полноты, предшествующие демонтажу и разрезанию оборудования и коммуникаций, разрушению строительных конструкций, а также выборочное удаление в герметичной упаковке на заключительную дегазацию и термообезвреживание оборудования и фрагментов строительных конструкций, наиболее загрязненных ОВ, не поддающихся дегазации. Работы завершаются составлением акта об изменении групп опасности помещений в результате дегазации, разрушением отдельных зданий и сооружений, дегазацией, транспортировкой, размещением, утилизацией и захоронением отходов, термообезвреживанием отходов и сточных вод, санацией территории объектов.

При выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО должны быть разработаны и рассмотрены в установленном порядке ряд составных частей проектов. В частности, проекты объекта по хранению ХО с комплексом уничтожения аварийных специальных изделий и без такового, включая площадку для хранения отходов и установку по их термообезвреживанию. Должен быть разработан проект объекта по хранению ХО с реконструкцией части хранилищ в отделение по уничтожению запасов ОВ типа Ви-икс методом внесения реагента в корпуса крупногабаритных боеприпасов с последующей их выдержкой, который должен рассматриваться в составе проекта по ликвидации объекта по уничтожению ХО. Кроме того, необходимо предусмотреть проекты объектов по уничтожению ХО с площадками для хранения твердых и жидких отходов и установками для их

термообезвреживания, полигона для захоронения отходов предприятия по обезвреживанию ОВ и от ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО и санации их территорий, а также разделы проекта о возможных аварийных ситуациях и мероприятиях по их предотвращению и ликвидации.

Перечень материалов, на основе которых разрабатывается проект по ликвидации и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО, должен учитывать, что указанные объекты представляют сложные комплексы зданий и сооружений. Поэтому должны быть разработаны индивидуальные проектные решения по их выводу из эксплуатации и ликвидации либо дальнейшему использованию в хозяйственных целях. Для этого составителям проекта необходимо предоставить исходные материалы. Последние включают проект объекта уничтожения ХО и пояснительную записку с указанием изменений по ходу проведения работ, список зданий и сооружений объектов хранения и уничтожения ХО с указанием их назначения и использования, описанием аварийных ситуаций с разгерметизацией боеприпасов и утечками ОВ. Кроме того, необходимы база данных о результатах контроля загрязненности ОВ и токсичными продуктами их деструкции производственной среды в период эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО, об эффективности проводимой дегазации, справка об условиях размещения жидких и твердых отходов от процесса уничтожения ХО, в том числе до ввода установок термообезвреживания и после термообезвреживания.

Необходимым условием санитарно-эпидемиологической безопасности является обеспечение персонала санитарно-бытовыми помещениями по типу «санпропускника», качественным медицинским контролем за работающими в помещениях I и II групп опасности (до- и послесменный медицинские осмотры).

Порядок оформления санитарно-эпидемиологического заключения на проект вывода из эксплуатации объектов по хранению и уничтожению ХО включает в себя прием, регистрацию и предварительную оценку проектной документации в ФМБА России, оформление предписания Главного государственного санитарного врача или его заместителя по объектам и территориям, обслуживаемым ФМБА России, о выполнении санитарно-эпидемиологической экспертной оценки

материалов и её проведение. К рассмотрению принимаются проектные материалы в полном объеме, в соответствии с действующими нормативными актами Российской Федерации и по согласованию с ФМБА России, с учетом специфики проекта. Проведение санитарно-эпидемиологической экспертной оценки осуществляется профильными научно-исследовательскими институтами ФМБА России, аккредитованными в этой области деятельности. Эксперты при проведении санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов должны руководствоваться положениями действующих гигиенических правовых, нормативных и методических документов, касающихся вопросов обеспечения надлежащих условий труда персонала и охраны окружающей среды. Результаты экспертной оценки представляются в ФМБА России в виде санитарно-эпидемиологического экспертного заключения для подготовки санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии проектной документации санитарным правилам. Далее предусматривается принятие решения по результатам проведенной санитарно-эпидемиологической экспертной оценки, при необходимости – затребование дополнительных или уточняющих сведений, оформление и выдача санитарно-эпидемиологического заключения, его регистрация.

Таким образом, для обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды при ликвидации или перепрофилировании объектов по хранению и уничтожению ХО разрабатываемые проектные материалы должны соответствовать требованиям Федеральных законов и действующих нормативно-методических документов, предусматривать технические, технологические, санитарно-технические, организационные и объемно-планировочные решения. Персонал должен быть обеспечен адекватным набором СИЗ и спецодеждой. Необходимо предусмотреть меры по оказанию медицинской помощи персоналу и соответствующие требования к санитарно-бытовым помещениям. В проектных материалах должны быть представлены расчеты степени загрязнения окружающей среды при проведении ликвидационных работ, сопровождаемые оценкой риска для здоровья населения. При этом максимальные расчетные приземные концентрации вредных веществ на границе СЗЗ и в населенных местах не должны превышать

гигиенических нормативов для атмосферного воздуха. Производственные, бытовые и дождевые стоки на объектах необходимо обезвреживать и очищать. Неутилизируемые жидкие отходы должны направляться на термообезвреживание, неутилизируемые твердые отходы – на термообезвреживание или на полигон захоронения отходов, утилизируемые – на специализированные предприятия.

3.4.5. Основные мероприятия по обеспечению безопасности работ по ликвидации последствий деятельности объектов

Обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности процесса вывода из эксплуатации объектов по хранению и уничтожению ХО потребовали разработки и осуществления специальных административных, технологических, санитарно-технических, санитарно-гигиенических мероприятий и осуществления постоянного действенного федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за их выполнением. В настоящее время в России разработаны законодательные, нормативные и инструктивно-методические документы по многим направлениям организации и осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора на объектах по хранению и уничтожению ХО, включая их вывод из эксплуатации, ликвидацию и перепрофилирование. Утвержден перечень необходимого нормативно-методического обеспечения эксплуатации действующих указанных объектов и работ по их безопасному выводу из эксплуатации.

Организация технологического процесса по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО должна обеспечивать безопасность персонала, населения и окружающей среды и соответствовать требованиям существующих нормативно-методических документов. При этом должна исключаться возможность непосредственного контакта персонала с остатками ОВ и продуктами их деструкции.

Работы по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО должны быть разделены на

представляющие реальную и потенциальную опасность воздействия ОВ на персонал, население и окружающую среду. Реальная химическая опасность от работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО может быть констатирована на основании результатов химико-аналитических исследований загрязненности производственной и окружающей сред приоритетными химическими веществами. Следует отметить, что, учитывая планируемые мероприятия по обеспечению безопасности работ, реальная опасность поражения ОВ при ликвидационных процессах практически отсутствует и её наличие возможно только при возникновении заштатной ситуации. Потенциальная опасность для персонала, выполняющего работы по ликвидации последствий деятельности указанных объектов, обусловлена возможностью контакта с оборудованием, строительными конструкциями и отходами, загрязненными ОВ, при нахождении в помещениях I и II групп опасности, где ранее осуществлялись работы по уничтожению ХО или хранились боеприпасы с ОВ (особенно аварийные).

Для окружающей среды и, соответственно, населения потенциальную «химическую» опасность при работах по выводу из эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО представляют, прежде всего, вентиляционные выбросы из зданий и сооружений, в которых проводятся ликвидационные работы, пыль от ликвидируемых помещений и участков по хранению твердых отходов, ливневые и грунтовые воды. Кроме того, газовоздушные выбросы от установок термического обезвреживания, содержащие общепромышленные загрязнители и, возможно, недоокисленные компоненты продуктов деструкции ОВ, такие как диоксины и полиароматические углеводороды, могут загрязнять атмосферный воздух, почву, воду водоемов, снег, подземные воды, растения. Потенциальную опасность могут иметь грунт от площадок временного хранения отходов и полигоны захоронения твердых отходов от процесса ликвидации объектов, загрязненных продуктами деструкции ОВ и, возможно, остаточными количествами ОВ.

Для защиты населения при наличии метеоусловий, способствующих накоплению и распространению загрязнителей, если выявлено содержание контролируемых газообразных веществ и пыли в атмосферном воздухе,

превышающее гигиенические нормативы, проведение работ по ликвидации последствий деятельности объектов должно приостанавливаться.

Основными критериями санитарно-эпидемиологического благополучия состояния производственной и окружающей сред, свидетельствующими об отсутствии отрицательного воздействия на здоровье персонала и населения, является соблюдение гигиенических нормативов содержания ОВ и продуктов их деструкции при проведении работ по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО.

Помещения указанных объектов, подлежащие ликвидации или перепрофилированию, подразделяются на три группы опасности с учетом их бывшего производственного назначения: I группа – «грязные» помещения, где велись технологические процессы с ОВ, возможны загрязнения ими воздушной среды и поверхностей и наиболее вероятен контакт персонала с ОВ, II группа – «условно грязные» помещения, где отсутствуют технологические процессы с ОВ, но возможен контакт с ними за счет поступления из помещений I группы или аварий и III группа – «чистые» помещения, где исключается присутствие ОВ. Группировка помещений учитывается при решении вопросов об их ликвидации или перепрофилировании для дальнейшего использования. Производственные помещения I группы опасности подлежат обязательной ликвидации в связи с потенциальным загрязнением строительных конструкций ОВ.

Перед началом работ по демонтажу оборудования и коммуникаций, разрушению строительных конструкций должно определяться содержание ОВ в воздухе рабочей зоны и внутри оборудования до его вскрытия, на поверхностях строительных конструкций и технологического оборудования, внутренних поверхностях трубопроводов, аппаратов и емкостей. Во время проведения ликвидационных работ в помещениях I и II групп опасности рекомендуется проводить контроль содержания ОВ в воздухе рабочей зоны при выполнении опасных операций. На каждое помещение I и II групп опасности должна составляться «карта отбора проб» с регистрацией номера отобранной пробы, учетом результатов производственного контроля в период эксплуатации и

обозначением «наиболее грязных» участков, в которых отмечались повышенные содержания ОВ на поверхностях строительных конструкций и оборудования.

В помещениях I группы опасности должен выполняться контроль загрязненности ОВ «глубинных» проб строительных конструкций и оборудования, исходя из информации о «наиболее грязных» поверхностях, полученных в период эксплуатации объектов. Отбор «глубинных» проб из строительных конструкций целесообразно выполнять по специально разработанной схеме с пола, стен и потолка в местах имеющегося и ожидаемого загрязнения ОВ. В помещениях II группы опасности отбор «глубинных» проб строительных конструкций и оборудования следует проводить только в случаях обнаружения ОВ в смывах с поверхности в концентрациях выше ПДУ.

По результатам химико-аналитических исследований помещения объектов по хранению и уничтожению ХО, подлежащих ликвидации или перепрофилированию, разделяются на 3 группы опасности: 1 группа («грязные») – помещения, в которых обнаружены загрязнения ОВ выше гигиенических нормативов, 2 группа («условно грязные») – помещения, в которых концентрации ОВ не превышают гигиенических нормативов и 3 группа («чистые») – помещения, где ОВ не обнаружены.

Химико-аналитические исследования твердых отходов для определения условий дальнейшего обращения или размещения должны проводиться в зависимости от их вида. Так, содержание ОВ следует контролировать в строительных конструкциях, оборудовании, сорбентах контактных аппаратов и других материалах из помещений I и II групп опасности. Особое внимание следует уделять сорбентам из газоочистных сооружений установок термического обезвреживания и золе от последних, где целесообразно оценивать содержание ОВ, продуктов их деструкции, диоксинов и бенз(а)пирена.

Федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор за безопасностью работ по ликвидации или перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО должен осуществляться при выполнении основных технологических процессов и операций, включающих отбор и анализ проб на содержание ОВ из помещений I и II групп опасности, дегазацию коммуникаций и оборудования после ОВ

или РМ, очищение строительных конструкций и технологического оборудования в помещениях I группы от слоев, загрязненных ОВ, демонтаж коммуникаций и оборудования, транспортировку, дегазацию и термообезвреживание твердых отходов из помещений I и II группы опасности, загрязненных ОВ, дегазацию и стирку загрязненных СИЗ, окончательное разрушение зданий после их «раскрытия» и захоронение образующихся твердых отходов 1–4 классов опасности.

Санитарно-эпидемиологические мероприятия по коллективной и индивидуальной защите персонала при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО включают:

- соблюдение требований гигиенических нормативов содержания ОВ, приоритетных загрязняющих веществ и пыли в воздухе рабочей зоны;

- соответствие фактического содержания ОВ и продуктов их деструкции на поверхностях оборудования, строительных конструкций, СИЗ и кожных покровов персонала гигиеническим нормативам;

- обеспечение уровней освещенности, шума и вибрации, показателей микроклимата в рабочей зоне в пределах гигиенических нормативов;

- максимальную механизацию, снижающую тяжелый физический труд и, по возможности, обеспечение дистанционным управлением технологическими процессами по демонтажу оборудования и разрушению зданий;

- обеспечение мероприятий по локализации пыли, потенциально загрязненной ОВ, с помощью дегазационных растворов, систем местной и общей вентиляции с очисткой удаляемого воздуха;

- обеспыливание и дегазацию после эксплуатации инструмента и оборудования для разборки помещений I и II групп опасности, хранение их в специальных закрытых помещениях, оборудованных вытяжной вентиляцией;

- обеспечение и использование персоналом СИЗ органов дыхания и кожных покровов, адекватных условиям проводимых работ;

- санитарно-бытовое и медицинское обеспечение персонала.

Вывод из эксплуатации помещений I и II групп опасности целесообразно проводить поэтапно с выполнением их дегазации и безопасного «раскрытия». Так

называемое «раскрытие» зданий и сооружений для последующих ликвидационных работ основывается на содержании ОВ в концентрациях, не превышающих гигиенические нормативы, в объектах производственной среды, включая «глубинные» пробы после удаления загрязненных слоев материалов.

Перепрофилирование зданий и сооружений, использование отдельного оборудования или строительных конструкций бывших объектов хранения и уничтожения ХО осуществляется только после анализа всей информации о степени их загрязненности, возможности и условиях проведения дегазации, достаточной для обеспечения дальнейшей химической безопасности. Следует отметить, что использование строительных конструкций, оборудования и коммуникаций из помещений I группы опасности для других целей не допускается. Основным критерием возможности использования указанных объектов после завершения эксплуатации является соблюдение гигиенических нормативов содержания приоритетных вредных веществ в воздухе рабочей зоны, материалах и на поверхностях, с которыми может контактировать персонал. При выборе вариантов перепрофилирования бывших объектов хранения и уничтожения ХО предпочтение целесообразно отдавать использованию их зданий и сооружений, а также отдельного оборудования или конструкций в хозяйственной деятельности, наиболее близкой по условиям эксплуатации, требованиям безопасности и условиям труда.

Средства индивидуальной защиты, санитарно-бытовое и медицинское обеспечение персонала

Работы, связанные с опасностью контакта обслуживающего персонала с ОВ при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, проводятся в специальных СИЗ органов дыхания и кожных покровов, прошедших санитарно-эпидемиологическую экспертизу и сертификацию установленным порядком. Работы в помещениях I и II групп опасности до получения окончательных результатов об отсутствии ОВ в воздухе рабочей зоны и материалах, на различных поверхностях и в «глубинных» пробах

проводятся в изолирующих СИЗ (Л-1М или СИЗ-1), при демонтаже оборудования, погрузке и разгрузке металлоотходов, разрушении строительных конструкций дополнительно используются монтажные каски. После получения окончательных результатов об отсутствии ОВ в объектах производственной среды и «раскрытия» помещений I и II групп опасности для дальнейшего их разрушения персонал обеспечивается хлопчатобумажной пылезащитной спецодеждой или пылезащитными СИЗ и респиратором, подлежащими ежедневной замене, брезентовыми рукавицами, монтажной каской, защитными очками и противогазом в положении «наготове». Работники, занятые на операциях плазменной и газовой резки строительных конструкций и оборудования, дополнительно должны обеспечиваться защитным костюмом из негорючей ткани. Работы по дегазации и выемке грунта, загрязненного ОВ, и загрузке отходов в установки термообезвреживания осуществляются в изолирующих СИЗ. Операции по выгрузке золы, обожженного грунта и утилизации термообезвреженных отходов на объектах обезвреживания ФОВ выполняются в СИЗ, аналогичных применяемым в помещениях II группы опасности, на объектах уничтожения ОВ КНД – в хлопчатобумажной пылезащитной спецодежде или пылезащитных СИЗ, респираторах, очках и перчатках. Для повышения защищенности персонала, работающего в изолирующих СИЗ, рекомендуется дополнительное применение защитно-профилактического крема.

При проведении работ в помещениях I группы опасности, в соответствии с результатами химико-аналитических исследований, должны использоваться изолирующие комплекты СИЗ (Л-1М или СИЗ-1), в помещениях II группы – фильтрующие СИЗ кожных покровов и органов дыхания (комплект СИЗ-2 с противогазом в рабочем положении). В лабораториях сотрудники должны обеспечиваться хлопчатобумажной одеждой (костюмы, халаты, шапочки и косынки), прорезиненными или пластиковыми нарукавниками, полухалатами или фартуками, резиновыми перчатками, фильтрующими противогазами на рабочем месте, тапочками и наголовными щитками из органического стекла. Работа с «грязным» материалом, содержащим ОВ, в лабораторных помещениях должна проводиться в вытяжных шкафах с противогазом в положении «наготове».

С учетом возможного контакта персонала помещений I и II групп опасности с остатками ОВ или продуктами их деструкции на выходе из этих помещений должны оборудоваться ДОД для послесменной обработки СИЗ.

Для персонала, участвующего в ликвидационных работах в помещениях I и II групп опасности, на стадиях дегазации и выемки загрязненного ОВ грунта, необходимо использовать санитарно-бытовые помещения по типу санпропускников, существующие на объектах хранения и уничтожения ХО. Работников, занятых на работах в «раскрытых» помещениях и по размещению обезвреженных твердых отходов, необходимо обеспечивать средствами для промывания глаз в случае попадания пыли.

На всех этапах ликвидационных работ персонал должен обслуживаться медперсоналом здравпунктов медико-санитарных частей (МСЧ) ФМБА России и обеспечиваться условиями для медицинского контроля, включающего предварительный, периодические, до- и послесменные медицинские осмотры, лечения и реабилитационно-оздоровительных мероприятий, аналогичным таковым для персонала объектов хранения и уничтожения ХО во время их функционирования. Рабочие места на всех этапах ликвидационных работ требуется обеспечить аптечками общего назначения, а при работах в помещениях I группы опасности, кроме того, специальными аптечками с запасом антидотов и средств дегазации кожных покровов, обеспеченных автоматическим включением сигнализации оповещения о вскрытии с передачей сигнала на здравпункт и ЦПУ.

Персонал, занятый на работах по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО, должен обеспечиваться лечебно-профилактическим питанием.

Организация санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий

Для объектов хранения и уничтожения ХО во время ликвидации и перепрофилирования их существующие СЗЗ и ЗЗМ не изменяются. Вместе с тем, следует выполнить обоснование размера СЗЗ ликвидируемого объекта в

соответствии с требованиями действующих нормативных документов на основе расчета рассеивания всех приоритетных химических загрязнителей и ОВ, с оценкой канцерогенного и неканцерогенного рисков хронического и острого поражения населения от поступления вредных веществ в организм человека ингаляционным путем, в том числе вследствие возможных проектных аварийных ситуаций с использованием АПВ ОВ для атмосферного воздуха населенных мест, разработанных ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России и утвержденных Главным государственным санитарным врачом РФ.

При размещении полигона захоронения отходов, образующихся в результате ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО, в непосредственной близости от их территории СЗЗ для объектов и полигона является единой. Для вновь организуемого полигона размер СЗЗ рассчитывается на стадии разработки проектной документации на проведение ликвидационных работ.

Изменения или уточнения территории ЗЗМ для объектов хранения и уничтожения ХО на период их ликвидации должны обосновываться соответствующими расчетами опасности негативных воздействий на население.

Обеспечение безопасности при ликвидации аварийных ситуаций

В случае возникновения аварийной ситуации во время работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО информация о ней должна поступать, помимо других организаций, ответственных за её ликвидацию, в территориальный орган федеральной исполнительной власти, осуществляющий функции по надзору и контролю в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия персонала и населения. Представители последнего принимают непосредственное участие в оценке степени загрязненности рабочих мест и окружающей среды, возможных и фактических последствий аварийной ситуации для здоровья персонала и населения, разработке мероприятий по охране их здоровья.

Для объектов по уничтожению ОВ КНД и ОВ НПД разработаны ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России компьютерные системы поддержки принятия

медико-гигиенических решений при химических авариях [397–399].

Места проведения работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО должны быть оборудованы системой оповещения об аварийных ситуациях, а персонал – обеспечен средствами индивидуальной и коллективной защиты. На ликвидируемых объектах хранения и уничтожения ХО следует предусматривать мероприятия по локализации и дегазации опасных загрязнений, возникших вследствие аварийной ситуации, в частности, должны быть в достаточном количестве дегазирующие растворы и приспособления для их использования. При ликвидации аварийных и внештатных ситуаций, а также их последствий, связанных с возможностью выделения ОВ без воздействия открытого пламени, целесообразно использование персоналом ремонтных бригад и газоспасательных команд комплекта СИЗ-3. Для защиты членов пожарных команд и пожарных-спасателей от ОВ, опасных и вредных факторов пожара при наличии открытого пламени рекомендуется комплект СИЗ-5. После работ по ликвидации аварии должна обеспечиваться обязательная обработка СИЗ персонала в ДОД. Организуется санитарно-химический контроль полноты и качества дегазации объектов производственной среды и СИЗ персонала.

Персонал, производящий работы по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, должен быть обеспечен антидотными средствами для оказания доврачебной помощи (само- и взаимопомощи). Организованный вблизи проведения работ медицинский пункт должен быть оснащен необходимыми приспособлениями и медицинскими материалами для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим.

На ликвидируемых объектах создаются специализированные аварийные бригады, личный состав которых должен проходить медицинский осмотр перед началом дежурства и после работы. После окончания работ по ликвидации последствий аварии все участники проходят медицинское обследование в медико-санитарной части ФМБА России, обслуживающей объект, с последующим углубленным обследованием специалистами институтов ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России или ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России.

На случай запроектной аварии должны быть предусмотрены мероприятия по эвакуации и оказанию экстренной медицинской помощи населению в ЗЗМ объекта.

Сбор, хранение, транспортировка, переработка, обезвреживание и захоронение отходов

Ликвидация или перепрофилирование объектов хранения и уничтожения ХО ставит дополнительные задачи по утилизации разрушаемых строительных конструкций и оборудования, которые рассматриваются как отходы. Последние представляют собой сложные многокомпонентные системы, включающие широкий спектр неорганических и органических соединений, и могут служить источником экологической опасности [57, 58, 183]. Объекты размещения отходов могут являться потенциальными источниками вторичного загрязнения окружающей среды. Потенциально опасные для населения факторы обусловлены вентвыбросами от лаборатории, бункеров захоронения и автотранспорта, токсичными веществами, испаряющиеся с поверхности аккумулирующих и пожарных водоемов, фильтрацией токсикантов в почву и грунтовые воды, пылью от карт захоронения, загрязненными ливневыми и грунтовыми водами с территории полигонов. Возможные пути миграции приоритетных токсикантов, содержащихся в отходах объектов по уничтожению и хранению ХО, представлены на рисунке 3.31.

Характеристика отходов объектов хранения и уничтожения ХО изображена на рисунке 3.32. Дальнейшая их судьба (переработка, уничтожение или захоронение) зависит от потенциальной опасности для среды обитания и здоровья человека. Классы опасности отходов, образующихся при ликвидации строительных конструкций и оборудования из «грязных» и «условно грязных» помещений, определяются в соответствии с СП 2.1.7.1386-03[247].

Санитарно-эпидемиологические мероприятия по обеспечению безопасности при размещении отходов из помещений I и II групп опасности на полигонах захоронения должны основываться на результатах химико-аналитического контроля после дегазации за остаточным содержанием ОВ в отходах. Последние, содержащие остаточные количества ОВ, направляются на термообезвреживание.



Рисунок 3.31 – Миграция приоритетных токсикантов из отходов объектов хранения и уничтожения ХО в окружающей среде

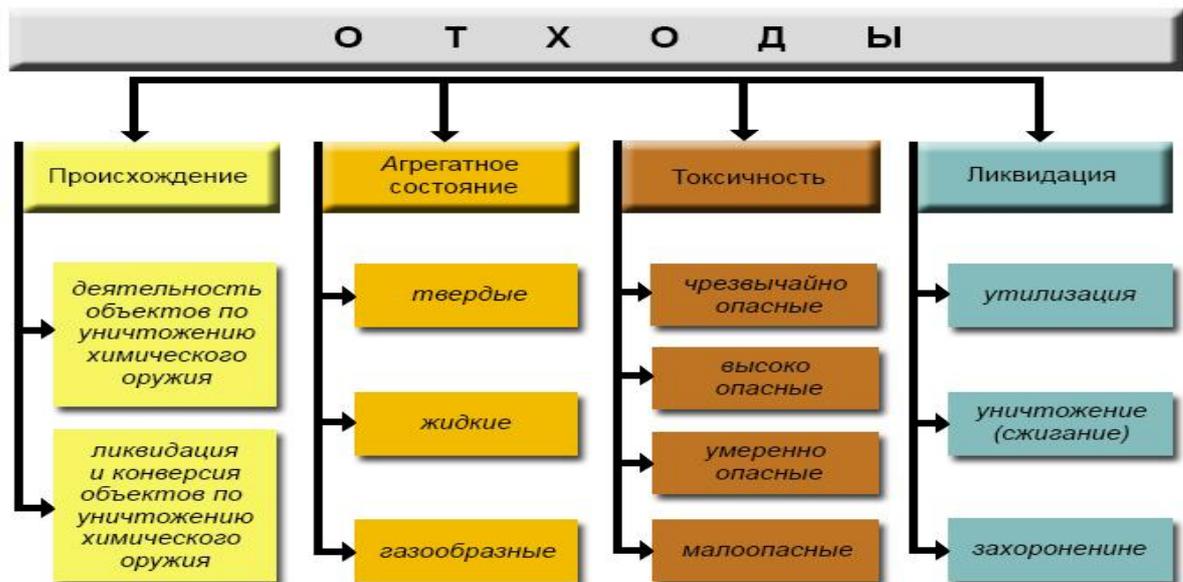


Рисунок 3.32 – Характеристика отходов объектов по уничтожению химического оружия

Захоронение строительных материалов из помещений I и II групп опасности при отсутствии ОВ должно проводиться в герметичных контейнерах, как отходов 2 класса опасности, что обуславливается необходимостью соблюдения санитарных гарантий и сложностью получения достоверных результатов по загрязненности ОВ

для больших объемов отходов.

Металлические отходы (боеприпасы, оборудование, трубопроводы, арматура, вентиляторы, воздуховоды) из помещений I и II групп опасности подлежат термическому обезвреживанию. Следует отметить, что ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России разработаны специальные гигиенические нормативы содержания зомана, зарина, Ви-икс, люизита и иприта на термообезвреженных корпусах боеприпасов, оборудовании и материалах, предназначенных в качестве сырья для металлоперерабатывающих предприятий [400, 401].

Строительный мусор, образовавшийся при снятии верхнего загрязненного слоя (штукатурка, кирпич, бетон, плитка, стеклоблоки), использованные СИЗ и другой мусор из помещений I и II групп опасности объектов по хранению и уничтожению ОВ НПД подлежат термическому обезвреживанию. Подобные материалы объектов хранения и уничтожения ОВ КНД должны обезвреживаться термическим или другими способами.

Твердые отходы из помещений I и II групп опасности удаляются после дегазации и должны транспортироваться до места термического обезвреживания в герметичных емкостях. Перед вывозом из зоны демонтажных работ груз, находящийся в контейнерах, смачивается дегазирующей рецептурой для предотвращения пыления при перевозке и укрывается герметизирующей брезентовой накидкой. После выгрузки содержимого транспортировочные емкости следует дегазировать.

Твердые отходы, формируемые из «раскрытых» помещений, должны контролироваться на содержание остаточных количеств ОВ. При обнаружении последних в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы, строительные материалы из «раскрытых» помещений должны направляться на термообезвреживание. Условия утилизации и захоронения обезвреженных строительных отходов из «раскрытых» помещений, не содержащих ОВ, определяются с учетом их классов опасности.

Места сбора и хранения строительных материалов в помещениях рекомендуется обеспечивать эффективной местной передвижной системой «гашения» и улавливания пыли с очисткой от пыли и химических веществ.

При решении вопросов о захоронении прочих отходов, образующихся при ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению ХО, учитывается их агрегатное состояние и класс опасности. Жидкие отходы (отработанные дегазирующие жидкости, стоки от помещений I и II групп опасности, промывные воды) должны направляться на термообезвреживание.

Установки термического обезвреживания отходов должны обеспечивать достаточный температурный режим (900–950 °С), иметь устройства для термообезвреживания абгазов от полициклических ароматических углеводородов и полихлорированных бифенилов (1200 °С – не менее 2,0 с) и исключения поступления в атмосферу пылегазовых выбросов в количествах, превышающих ПДВ. Зола и другие виды обожженных отходов от установок термообезвреживания складироваться временно в отдельном помещении в герметичной упаковке, условия их утилизации и захоронения определяются с учетом классов опасности.

Организацию и санитарное состояние полигона, условия захоронения отходов, образующихся при ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, следует предусматривать в соответствии с гигиеническими требованиями действующих нормативных документов.

При решении вопросов о направлении на металлоперерабатывающие предприятия для утилизации термообезвреженных металлических отходов, ранее загрязненных ОВ (корпуса боеприпасов, стенды, фрагменты технологического оборудования), и оформлении санитарно-эпидемиологического заключения рекомендуется учитывать следующее:

- металлические отходы из помещений I и II групп опасности должны проходить дегазацию в местах их обращения (контроль эффективности – по уровню гигиенических нормативов);

- внутренние полости оборудования и коммуникаций должны быть промыты дегазирующими растворами и водой, пропарены острым паром в течение 24 часов до содержания ОВ в конденсате пара не выше ПДК воды водоемов (ПДК_{в.в.});

- на технологическом оборудовании, в котором находились ОВ и их растворы, должны быть выделены участки, потенциально наиболее опасные по

загрязнению ОВ (прокладки, фланцы и т.д.), которые рекомендуется после резки оборудования дегазировать, складировать, обжигать и контролировать на остаточное содержание ОВ отдельно от другого металлолома;

– производственная лаборатория должна контролировать после обжига содержание остаточного количества ОВ на корпусах боеприпасов и наиболее опасных частях оборудования и коммуникаций;

– для хранения металлических отходов, прошедших термообезвреживание и контроль на допустимое содержание ОВ, должны быть выделены специальные площадки и созданы условия, исключающие несанкционированное поступление других материалов, особенно не прошедших термообезвреживание и контроль;

– сотрудникам ПСЛ центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России рекомендуется при выборочном контроле за полнотой термообезвреживания определять содержание ОВ на фрагментах (или частях) оборудования и коммуникаций, ранее обозначенных как наиболее опасные.

После проведения работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО следует определять загрязненность грунта их территорий. Пробы грунта должны отбираться на различных глубинах и разных расстояниях от бывших производственных и складских зданий, в зависимости от загрязненности территории, и анализироваться на содержание ОВ и продуктов их деструкции, а также других химических веществ, которые использовались в период эксплуатации объектов. Гигиеническая оценка загрязненности почвы проводится в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 [240]. Оценка опасности грунта в качестве отхода выполняется в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 [247] для определения способов его утилизации и санации территории. Транспортировка термообезвреженного грунта осуществляется в таре, исключающей пыление. По результатам исследований предусматривается разработка плана мероприятий по утилизации грунта и санации территории, согласованного с территориальными органами санэпиднадзора ФМБА России. При осуществлении работ по санации территории должны проводиться контрольно-надзорные санитарно-эпидемиологические мероприятия.

3.4.6. Разработка методологии обоснования регламентов безопасного содержания опасных химических веществ на поверхностях строительных конструкций зданий после деконтаминации

Аварии, периодически происходящие на промышленных предприятиях и не исключаются на объектах по уничтожению ХО, в том числе при их ликвидации, сопровождаются загрязнением производственной среды. Различные способы очистки помещений не гарантируют полного удаления загрязняющих агентов, вследствие чего нельзя исключить вероятность наличия остаточных количеств веществ в воздухе и на поверхностях. В этой связи вопросы обеспечения защиты здоровья работников, находящихся в помещениях после деконтаминации токсиканта, имеют первостепенное значение. Очевидно, что оценка эффективности деконтаминации должна проводиться на основе сопоставления содержания химических веществ на поверхностях и в воздухе помещений с допустимыми уровнями загрязнения указанных объектов. В качестве последних могли бы приниматься регламенты безопасного содержания веществ, установленные для конкретной среды, то есть ПДК для воздуха рабочей зоны и ПДУ для поверхностей [197, 402]. Но руководствоваться указанными гигиеническими нормативами, рассчитанными на длительный срок, можно лишь после нормализации обстановки. В период же, когда они превышены, но с учетом реально существующей потребности в скорейшем использовании производственных площадей, логично руководствоваться аварийными регламентами – АПВ [385]. Однако последние разрабатываются лишь для ОВ и компонентов ракетных топлив, причем для строго фиксированных временных интервалов. Необходимо также учитывать, что при чрезвычайных ситуациях следует ожидать одновременного загрязнения нескольких сред и, как следствие, комплексного воздействия веществ на человека. Поэтому фактический вред здоровью работающих в помещении после деконтаминации должен определяться только на основе оценки указанного воздействия, когда нагрузка может превышать допустимые пределы даже при соблюдении гигиенических нормативов загрязнения для отдельных сред [192, 195].

При проведении очистки загрязненных токсикантами зданий следует определять безопасный уровень содержания токсикантов. Для оценки степени опасности загрязнения различных поверхностей зданий и сооружений разработан методологический подход²⁰ по обоснованию нового вида гигиенического регламента для целей деконтаминации рабочих помещений, загрязненных хемотоксикантами в результате аварии. В основу предлагаемого концептуального решения была положена вероятность комплексного воздействия токсикантов.

Для обоснования медико-санитарных оценок обстоятельств химических инцидентов и поддержки принятия управленческих решений предложен собственный интегрированный подход к оценке опасности комплексного действия контаминантов. Подход базируется на прогнозировании скорости спонтанного снижения загрязнения воздуха и рабочих поверхностей, принципе суммации (расчете суммарного ингаляционного и перкутанного поступления хемотоксиканта в организм) и предупреждении токсического воздействия путем установления величин предельно допустимых комплексных доз (Permissible total dose или PD^{tot}) для одного дня (PD_{ac}^{tot}) и всего рабочего стажа (PD_{ch}^{tot}). Под предельно допустимыми дозами понимаются количества вещества в мг/кг, которые при комплексном поступлении в организм в течение одного 8-часового рабочего дня или при хроническом воздействии на человека не приводят к заметному дискомфорту, раздражению слизистых глаз и кожи и снижению работоспособности [193]. Комплексная доза токсиканта, поступающая в организм человека с вдыхаемым воздухом и через кожу, определяется по известным формулам [386, 402, 403]:

$$D^{tot} = D^{inh} + D^{cut} , \quad (1)$$

$$D^{inh} = \frac{c \times V}{M} , \quad (2)$$

$$D^{cut} = \frac{d \times S \times F \times K_{abc}}{M} , \quad (3)$$

где D^{tot} – комплексная доза, мг/кг;

D^{inh} – ингаляционная доза, мг/кг;

D^{cut} – перкутанная доза, мг/кг;

c – концентрация вещества в воздухе, мг/м³;

²⁰ Разработан автором совместно с к.м.н. Точилкиной Л. П., к.м.н. Кирюхиным В. Г., д.м.н. Филатовым Б. Н., д.м.н. Жуковым В. Е., д.б.н. Масленниковым А. А., к.м.н. Горшениным А. В.

- V – величина легочной вентиляции человека за 8 часов, м³;
 M – масса тела человека, кг;
 d – плотность загрязнения веществом поверхности, мг/дм²;
 S – площадь загрязнения кожи, дм²;
 F – доля вещества, переносимая с загрязненной поверхности на кожу (при отсутствии данных принимается равной 1);
 K_{abc} – коэффициент абсорбции (при отсутствии данных принимается равным 1).

Величина предельно допустимой комплексной дозы теоретически должна соответствовать уровню максимально недействующей дозы как в экспериментах на животных, так и для человека. При экстраполяции на человека экспериментально полученных значений этого уровня при комплексном воздействии его величина подлежит коррекции дополнительным введением коэффициента запаса.

Из литературы известны различные способы количественной оценки комплексного действия ксенобиотиков [191, 195]. Однако на практике в связи с очевидной недостаточностью экспериментальных данных о реальных последствиях комплексного воздействия ксенобиотиков, тем более на подпороговых уровнях, обоснование величин предельных доз встречает серьезные затруднения. Для преодоления этой сложности предлагается новый параметр – относительная единица или Relative value unit (*RVU*). Они основаны на определении суммарных токсических доз в условных единицах, поступающих в организм ингаляционным и чрезкожным путями. *RVU* представляет собой 1/10 часть предельно допустимых доз острого и хронического воздействия вещества для человека при каждом из изолированных путей поступления.

Для каждого из путей поступления вещества в организм человека, причем отдельно для острых и хронических воздействий, устанавливаются свои *RVU*:

$$RVU_{ac}^{inh} = 0,1 МНД_{ac}^{inh(h)}, \quad (4)$$

$$RVU_{ac}^{cut} = 0,1 МНД_{ac}^{cut(h)}, \quad (5)$$

$$RVU_{ch}^{inh} = 0,1 МНД_{ch}^{inh(h)}, \quad (6)$$

$$RVU_{ch}^{cut} = 0,1 МНД_{ch}^{cut(h)}, \quad (7)$$

где *RVU* – 1/10 часть предельно допустимой дозы для человека, мг/кг;

МНД – максимально недействующая доза, мг/кг;

^{inh} – ингаляционный; ^{cut} – перкутанный; ^{ac} – однократный; ^{ch} – хронический; ^h – для человека.

Для вычисления *RVU* необходимо знание величин максимально недействующих ингаляционных и перкутанных доз для человека, которые могут

быть получены при нахождении его в загрязненной зоне.

При определении ингаляционной токсодозы с учетом, что усредненная величина объема легочной вентиляции человека для работ категории Па – Пб при 8-часовом рабочем дне равна 7 м^3 [244, 252], а средняя масса тела человека – 70 кг [404], формула (2) упрощается до выражения

$$D^{inh} = \frac{c \times V}{M} = \frac{c \times 7}{70} = 0,1 c, \text{ мг/кг.} \quad (8)$$

При допущении, что в случае касания загрязненных рабочих поверхностей ладонями, площадь которых около 4 дм^2 [381], перенос вещества на кожу человека массой тела 70 кг составит 100 %, то есть оно полностью всасывается (K_{abc} равен 1), формула (3) принимает упрощенный вид

$$D^{cut} = \frac{d \times S \times F \times K_{abc}}{M} = \frac{d \times 4 \times 1 \times 1}{70} = 0,06 d, \text{ мг/кг.} \quad (9)$$

Перкутанная и ингаляционная дозы вещества определяются в связи с необходимостью установления максимальных уровней загрязнения токсикантом воздуха рабочей зоны и поверхностей производственных помещений, которые при одновременном воздействии не оказывают вредного влияния на здоровье человека. Последние могут быть обозначены как ориентировочно безопасные уровни загрязнения (ОБУЗ) химическими веществами производственных помещений после деконтаминации, определение которых невозможно без применения нового методологического подхода, включающего следующие положения. Так, наряду с известным токсикометрическим параметром – максимально недействующей дозой, при оценке комплексного действия веществ на организм человека используется новый – относительная условная единица (RVU), которая составляет $1/10$ часть МНД, определяемой при изолированном воздействии токсиканта (поступлении его из одной среды) на человека. RVU , являясь частью МНД, выражается, независимо от способа введения вещества в организм, в тех же значениях, что и МНД (мг/кг). При одновременном воздействии вещества из разных сред эквитоксичная комплексная МНД равна $10 RVU$. RVU , устанавливаемая для одного пути поступления вещества в организм, равноценна (эквивалентна) по биологическому эффекту RVU для другого

способа введения. *RVU*, также как и ОБУЗ, разрабатываются для веществ с известными токсическими свойствами, среди которых кожно-резорбтивные характеристики обязательны. В случае недостаточной изученности химического соединения, но аварийная опасность которого велика, проводятся экспериментальные исследования с целью получения релевантной информации.

Введение данного токсопараметра *RVU* обуславливает два важнейших преимущества. Во-первых, деление ингаляционных и перкутанных доз на соответствующие им *RVU* позволяет количественно охарактеризовать «вклад» каждого из путей поступления в эффект комплексного воздействия. Во-вторых, из определения *RVU* вытекает, что любая предельно допустимая доза при изолированном воздействии равна 10 *RVU*. Отсюда следует, что «потолочным» значением предельно допустимой комплексной дозы также должны стать 10 *RVU*, причем разных и в различных (любых) соотношениях. С этих позиций *RVU* можно рассматривать как критерий опасности комплексного действия, а величину 10 *RVU* – как сигнальную, указывающую на снижение загрязнения до безопасного уровня.

Инвариантность абсолютных значений *RVU*, математическая возможность обратного перехода от составляющих величин комплексной дозы к параметрам, контролируемым химико-аналитическими методами (концентрация токсиканта в воздухе и плотность загрязнения поверхности), и, следовательно, адекватность задачам оперативного использования в любых конкретных обстоятельствах для обоснования и принятия индивидуализированного решения являются дополнительными аргументами в пользу акцептирования данного токсопараметра. Для трех соединений корректность предложенных величин *RVU* была подтверждена экспериментально [405].

Важнейшей задачей при проведении деконтаминации является необходимость оценки опасности остаточного количества токсиканта, что в токсикологии пестицидов формулируется как распознавание убывания дозовой нагрузки [192]. В этом случае для определения судьбы контаминанта особое значение приобретает параметр «время», рассматриваемый с учетом деструкции соединения. Однако из-за недостаточности информации о поведении токсикантов в окружающей среде для

определения количества вещества в искомое время используются в основном упрощенные математические модели [192]. Предлагаемый подход базируется на прогнозировании скорости естественной деконтаминации с помощью коэффициентов убывания загрязнения веществом воздуха и поверхностей, которые можно определить на основании химико-аналитических исследований по формулам:

$$K_{dec}^c = \frac{c_1 - c_2}{c_1}, \quad (10)$$

$$K_{dec}^d = \frac{d_1 - d_2}{d_1}, \quad (11)$$

где K_{dec}^c – коэффициент убывания загрязнения контаминантом воздуха;
 c_1 и c_2 – содержание контаминанта в воздухе в 1 и 2 сутки, мг/м³;
 K_{dec}^d – коэффициент убывания загрязнения контаминантом поверхностей;
 d_1 и d_2 – загрязнение контаминантом поверхностей в 1 и 2 сутки, мг/дм².

При постоянной скорости деградации можно определять ориентировочные уровни содержания вещества в любые сроки по предлагаемым формулам:

$$c_n = c_1 \times (1 - K_{dec}^c)^{n-1}, \text{ мг/м}^3, \quad (12)$$

$$d_n = d_1 \times (1 - K_{dec}^d)^{n-1}, \text{ мг/дм}^2, \quad (13)$$

где c_n – содержание контаминанта в воздухе на n сутки, мг/м³;
 c_1 – содержание контаминанта в воздухе в 1 сутки, мг/м³;
 K_{dec}^c – коэффициент убывания загрязнения контаминантом воздуха;
 d_n – загрязнение контаминантом поверхностей на n сутки, мг/дм²;
 d_1 – загрязнение контаминантом поверхностей в 1 сутки, мг/дм²;
 K_{dec}^d – коэффициент убывания загрязнения контаминантом поверхностей.

Вычисление RVU не представляет особых трудностей при наличии всех необходимых токсикометрических характеристик идентифицированного токсиканта. Однако препятствием для проведения расчетов RVU не является отсутствие в базе данных для различных химических соединений необходимых параметров токсичности. При отсутствии таковых целесообразно использовать расчетные методы для экспрессного определения показателей острой и хронической токсичности, а также для обоснования гигиенических регламентов контаминантов при различных путях поступления [198, 383, 402, 406].

Сопоставляя методологические приемы, рекомендуемые при разработке

стандартов деконтаминации с общепринятой методологией среднего и комплексного регламентирования вредных веществ, можно провести между ними некоторые параллели. Так, главной задачей, решаемой при гигиеническом регламентировании, является снижение до безвредных уровней токсикантов, которые могут поступать в организм человека из различных объектов окружающей среды. С этой позиции формулировка предельно допустимой комплексной дозы (PD^{tot}) или RVU близка к требованиям, заложенным в определениях отечественных ПДК и АПВ для воздуха рабочей зоны, и полностью совпадает с определением аналогичных зарубежных регламентов [407]. Однако RVU имеет преимущества, предоставляя возможность вычислить временной интервал до естественного обеззараживания объекта.

Из анализа прогностической модели, используемой для разработки RVU , нетрудно видеть, что это многофакторный процесс. Одними из факторов, необходимых для расчетов RVU и, соответственно, предельно допустимых комплексных доз, являются показатели токсичности и опасности, устанавливаемые на основе зависимости «концентрация (доза) – эффект» [200]. Следовательно, при разработке регламентов деконтаминации декларируется использование общебиологической закономерности, заключающейся в возрастании степени повреждения биосистемы с увеличением дозы токсиканта. Одним из методических подходов отечественного комплексного гигиенического нормирования является учет доли каждого пути в формировании допустимой суточной дозы [192]. При расчете PD^{tot} принцип распределения суммарной дозы по путям поступления сохранен и реализуется через определение количества RVU .

Таким образом, сформулированы концептуальные положения по разработке нового вида гигиенического норматива – регламента безопасности после деконтаминации загрязненных поверхностей, отражающего, в основном, общепринятые методологию и методические приемы регламентирования вредных веществ в объектах окружающей среды. Новый регламент безопасности (RVU) предложен для оценки потенциальной опасности химических загрязнений помещений в системе поддержки принятия управленческих решений при

ликвидации аварийных ситуаций.

Корректность теоретического обоснования RVU была проверена экспериментально на примере боевого отравляющего вещества типа Ви-икс в условиях однократного комплексного воздействия на лабораторных крыс. При планировании исследований исходили из примата антихолинэстеразного механизма острого токсического действия Ви-икс [40]. При установлении порога острого специфического действия (Lim_{ac}^{sp}) в качестве критериально значимого уровня инактивирования энзима рассматривали снижение активности АХЭ на 25% по сравнению с контролем [408].

Исследования по оценке последствий комплексного поступления Ви-икс начали с предварительного определения величин RVU его острого перкутанного и интраперитонеального изолированного воздействия. Для этого установили для животных Lim_{ac}^{sp} вещества при апплицировании на кожу (Lim_{ac}^{cut}) и внутрибрюшинном введении (Lim_{ac}^{ip}), которые составили приблизительно 1/100 и 1/50 части средней смертельной дозы вещества (LD_{50}), соответственно. Полученные в остром эксперименте максимально недействующие дозы воздействия были в 2 раза ниже соответствующих порогов. Введение к МНД фактора неопределенности, равного 10, для компенсации меж- и внутривидовых различий, позволило получить безопасные для человека при однократном воздействии предельно допустимые дозы ОВ при перкутанном (PD_{ac}^{cut}) и интраперитонеальном (PD_{ac}^{ip}) поступлениях и рассчитать RVU , равные $2,5 \times 10^{-5}$ мг/кг (RVU_{ac}^{cut}) и $3,2 \times 10^{-6}$ мг/кг (RVU_{ac}^{ip}) для острого перкутанного и интраперитонеального изолированного воздействия, соответственно, и выразить в них основные токсопараметры Ви-икс (таблица 3.43).

Полученные исходные данные использовали при изучении комплексного действия Ви-икс. Эксперименты этой серии были направлены на решение двух основных задач. Первая заключалась в проверке безопасности расчетной предельно допустимой тотальной дозы, вторая состояла в определении критериальной роли RVU в исследованиях с применением заведомо действующих доз Ви-икс, существенно превышающих предельно допустимую (таблица 3.44).

Таблица 3.43 – Исходные данные для изучения комплексного действия Ви-икс

Воздействие Ви-икс					
Перкутанное			Интраперитонеальное		
Параметр	Часть LD ₅₀	Число RVU	Параметр	Часть LD ₅₀	Число RVU
LD_{50}	1	20000	LD_{50}	1	10000
Lim_{ac}^{cut}	1/100	200	Lim_{ac}^{ip}	1/50	200
MHD_{ac}^{cut}	1/200	100	MHD_{ac}^{ip}	1/100	100
PD_{ac}^{cut}	1/2000	10	PD_{ac}^{ip}	1/1000	10

Таблица 3.44 – Испытуемые уровни воздействия Ви-икс

Суммарная доза Ви-икс				
соответствующая PD_{ac}^{tot}		превышающая PD_{ac}^{tot}		
$\sum RVU_{ac} = 10$	$\sum RVU_{ac} = 100$	$\sum RVU_{ac} = 200$	$\sum RVU_{ac} = 400$	$\sum RVU_{ac} = 1420$
количество RVU^{ip} + количество RVU^{cut}				
2,5+7,5	-	-	-	355+1065
5,0+5,0	50+50	100+100	200+200	710+710
7,5+2,5	-	-	-	1065+355

При проверке безопасности предельно допустимой однократной тотальной дозы (PD_{ac}^{tot}) исходили из того, что для человека сумма RVU_{ac}^{ip} и RVU_{ac}^{cut} не должна превышать 10. В то же время учитывали, что для животных предельно допустимой дозой является экспериментально установленная МНД, что при использованном факторе неопределенности, равного 10, означало, что для крыс сумма тех же RVU может достигать 100. Поэтому проверку безопасности предельно допустимой тотальной дозы выполнили в двух вариантах, когда у животных оценивали последствия комплексного воздействия Ви-икс как в дозе, равной 100 RVU , так и дозе, соответствующей 10 RVU , причем в последнем случае использовали разные соотношения интраперитонеальной и перкутанной составляющих (см. таблицу 3.44). Проведенные исследования показали, что ни при

одном из испытанных сочетаний RVU_{ac}^{ip} и RVU_{ac}^{cut} антихолинэстеразный эффект Ви-икс не носил статистически достоверного и клинически значимого характера. Амплитуда отклонений активности энзима от контрольного уровня была сравнима с теми сдвигами, которые вещество индуцировало при изолированном поступлении в организм в сопоставимых по величине дозах – $10 RVU^{ip}$ и $10 RVU^{cut}$, либо $100 RVU^{ip}$ и $100 RVU^{cut}$ (таблица 3.45).

Таблица 3.45 – Антихолинэстеразное действие Ви-икс на уровне предельно допустимых доз

Уровни воздействия	Группы животных	Отклонения активности АХЭ от контрольного уровня, %
$PD_{ac}^{tot}(h)$ *	$2,5 RVU^{cut} + 7,5 RVU^{ip}$	-1,2
	$5,0 RVU^{cut} + 5,0 RVU^{ip}$	+7,9
	$7,5 RVU^{cut} + 2,5 RVU^{ip}$	-4,3
	$10,0 RVU^{cut}$	+4,2
	$10,0 RVU^{ip}$	+1,2
$PD_{ac}^{tot}(a)$ **	$50,0 RVU^{cut} + 50,0 RVU^{ip}$	-12,1
	$100,0 RVU^{cut}$	-9,9
	$100,0 RVU^{ip}$	-4,9
Примечания		
1 *Предельно допустимая однократная тотальная доза для человека.		
2 **Предельно допустимая однократная тотальная доза для животных.		

Исходя из безопасности указанных обоснованных предельно допустимых тотальных доз далее провели исследования для решения второй задачи по определению критериальной роли RVU в исследованиях с применением заведомо действующих доз вещества Ви-икс, перейдя с уровня MHD_{ac}^{sp} на более высокий – уровень пороговых доз (Lim_{ac}^{sp}). Первоначально провели сравнительную оценку антихолинэстеразной активности Ви-икс при изолированном и комплексном поступлении в организм в дозах, соответствующих порогу острого специфического действия: $200 RVU^{cut}$, $200 RVU^{ip}$ и $200 RVU^{tot}$, представленных суммой 100

RVU^{ip} и $100 RVU^{cut}$. Было установлено, что независимо от способа воздействия (изолированное или комплексное), контакт с веществом в дозе, равной $200 RVU$, приводил к практически одинаковому ингибированию АХЭ порядка 26–33 %. Увеличение суммарной дозы Ви-икс в 2 раза (до $400 RVU^{tot}$, состоящих из $200 RVU^{ip}$ и $200 RVU^{cut}$) сопровождалось развитием существенно более значительного ингибирующего эффекта, когда угнетение фермента составляло уже 45,1% (таблица 3.46). Полученные данные подтвердили, что антихолинэстеразный

Таблица 3.46 – Достоверные сдвиги активности ацетилхолинэстеразы под воздействием Ви-икс в дозах, близких Lim_{ac}^{sp}

Уровень воздействия	Доза Ви-икс	Состав суммарной дозы	Относительная активность АХЭ, % к контролю
Lim_{ac}^{sp}	$200 RVU^{cut}$	-	67,3
	$200 RVU^{ip}$	-	73,6
	$200 RVU^{tot}$	$100 RVU^{ip} + 100 RVU^{cut}$	71,4
$2 Lim_{ac}^{sp}$	$400 RVU^{tot}$	$200 RVU^{ip} + 200 RVU^{cut}$	54,9

эффект при комплексном поступлении Ви-икс в организм подчиняется прямой дозовой зависимости и, следовательно, есть веские основания рассматривать содержание RVU в тотальной дозе как адекватную меру её токсичности и опасности. Одновременно из проведенных наблюдений вытекало предположение, что эффект воздействия суммарной дозы должен определяться общим количеством входящих в неё RVU , но не должен зависеть от набора RVU , полученных для изолированных путей поступления (внутрибрюшинного, перкутанного, ингаляционного, внутрижелудочного и т.д.).

Предположение проверили в специальном опыте. Суммарную дозу Ви-икс увеличили в 3,5 раза, подняв её с 400 до $1420 RVU^{tot}$. Ожидаемую степень угнетения фермента (около 80 %) прогнозировали на основе анализа дозовой зависимости энзимингибирующей активности Ви-икс при изолированных путях поступления в организм и выбора изоэффективных доз, вызывавших заданное

значение показателя. Для 80%-ного ингибирования такими дозами явилась доза 1270 RVU^{cut} (0,032 мг/кг) при наружном нанесении вещества и доза 1560 RVU^{ip} (0,008 мг/кг) – при внутрибрюшинном введении. Свойства средней арифметической этих доз (1420 RVU^{tot}) и стали предметом дальнейшего исследования. Комплексное воздействие Ви-икс в избранной дозе оценивали при компоновке её различным количеством RVU^{ip} и RVU^{cut} – в соотношении 1:1, 3:1 и 1:3. При апробированных комбинациях разных видов RVU суммарная доза 1420 RVU^{tot} индуцировала практически один и тот же антихолинэстеразный эффект: степень угнетения составляла 81,9 %; 83,4 % и 84,2 %, соответственно (рисунок 3.33). Одинаковая

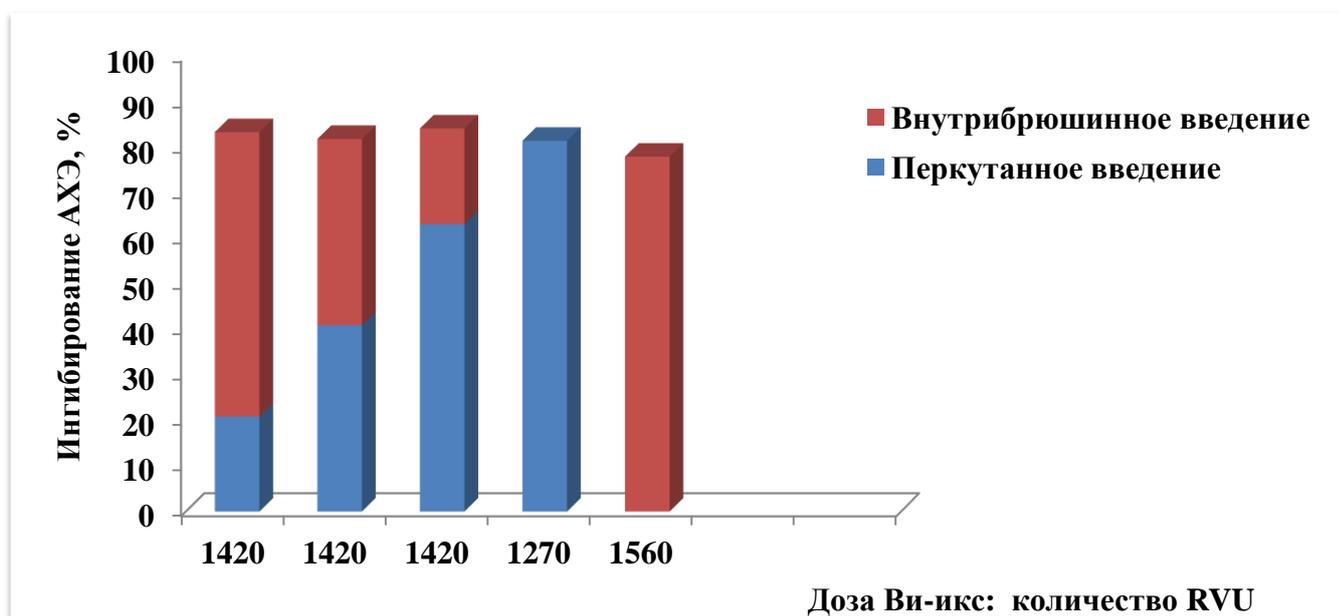


Рисунок 3.33 – Антихолинэстеразное действие Ви-икс на уровне эффективных доз
 эффективность всех испытанных вариантов изолированного и комплексного воздействия Ви-икс полностью отвечала теоретическим ожиданиям и была принята как доказательство корректности проверяемого предположения.

Таким образом, экспериментально подтвержденная безопасность расчетной предельно допустимой тотальной дозы однократного воздействия вещества Ви-икс свидетельствует, что избранная стратегия обеспечения безопасности людей путем ограничения или нормирования комплексного поступления контаминанта в организм в принципе верна. Количество конкретных RVU в дозе адекватно характеризует вклад отдельных составляющих в эффект суммарной дозы, однако

опасность комплексного действия в целом определяет только их общий набор. В отличие от предельно допустимых тотальных доз, имеющих «плавающие» значения, величины RVU постоянны, что ещё более укрепляет их позиции как критериев токсичности и опасности комплексного воздействия. Эти свойства RVU вкупе с возможностью их применения в любых конкретных обстоятельствах с четкой перспективой принятия обоснованного индивидуализированного решения делает их токсипараметрами, на сегодняшний день наиболее приемлемыми для выбора в качестве стандартов деконтаминации.

Исходя из формулы (8) МНД вещества при однократном ингаляционном поступлении в организм человека ($MND_{ac}^{inh}(h)$), как частный случай ингаляционной дозы, определяется по формуле

$$MND_{ac}^{inh}(h) = 0,1 MHK_{ac}^{inh}(h), \text{ мг/кг}, \quad (14)$$

где $MHK_{ac}^{inh}(h)$ – максимально недействующая концентрация (МНК) при однократном ингаляционном поступлении в организм человека, мг/м³.

$$\text{Тогда очевидно, что } RVU_{ac}^{inh} = 0,01 MHK_{ac}^{inh}(h), \text{ мг/кг}. \quad (15)$$

В качестве $MHK_{ac}^{inh}(h)$ оптимально использовать действующие отечественные (АПВ) или близкие им иностранные стандарты. В их отсутствие на человека экстраполируются данные о величине MHK для животных по формуле

$$MHK_{ac}^{inh}(h) = \frac{MHK_{ac}^{inh}(a)}{K_3}, \text{ мг/м}^3, \quad (16)$$

где $MHK_{ac}^{inh}(a)$ – МНК при однократном ингаляционном поступлении в организм животных;
 K_3 – коэффициент запаса.

Выбор K_3 в пределах от 1 до 10 определяется степенью выраженности меж- и внутривидовых различий, а также способностью вещества вызывать отдаленные последствия. Если величина $MHK_{ac}^{inh}(a)$ неизвестна, допустимо использование величины порога острого ингаляционного воздействия на животных ($Lim_{ac}^{inh}(a)$), для перехода от которого к недействующей величине необходимо введение дополнительного коэффициента запаса (K_3^{don}). Его величина, устанавливается в зависимости от токсических свойств вещества в пределах от 1 до 10, учитывая

степень кумуляции, абсолютную токсичность вещества, летучесть, величины зон острого и хронического действия. В этом случае

$$MHK_{ac}^{inh(h)} = \frac{Lim_{ac}^{inh(a)}}{K_3 \times K_3^{don}}, \text{ мг/м}^3. \quad (17)$$

Поэтому учитывая формулу (15) RVU можно определить по формуле

$$RVU_{ac}^{inh} = 0,01 \frac{Lim_{ac}^{inh(a)}}{K_3 \times K_3^{don}}, \text{ мг/кг}. \quad (18)$$

Исходя из формулы (8) МНД вещества при длительном ингаляционном поступлении в организм человека ($MHD_{ch}^{inh(h)}$) определяется по формуле

$$MHD_{ch}^{inh(h)} = 0,1 MHK_{ch}^{inh(h)}, \text{ мг/кг}, \quad (19)$$

где $MHK_{ch}^{inh(h)}$ – МНК при длительном ингаляционном поступлении в организм человека, мг/м³.

Из этого следует, что $RVU_{ch}^{inh} = 0,01 MHK_{ch}^{inh(h)}$, мг/кг. (20)

В качестве $MHK_{ch}^{inh(h)}$ оптимально использование C_r – отечественных (ПДК, ОБУВ) или близких зарубежных стандартов для рабочей зоны. Тогда по формулам:

$$MHK_{ch}^{inh(h)} = C_r, \quad (21)$$

$$MHD_{ch}^{inh(h)} = 0,1 C_r, \quad (22)$$

$$RVU_{ch}^{inh} = 0,01 C_r. \quad (23)$$

В отсутствие гигиенических нормативов следует использовать другие данные для вычисления их ориентировочно, например, порог хронического ингаляционного воздействия на животных ($Lim_{ch}^{inh(a)}$) с коэффициентом запаса (K_3) по формуле

$$C_r = \frac{Lim_{ch}^{inh(a)}}{K_3}. \quad (24)$$

Для однократного перкутанного воздействия в соответствии с формулой (5) $RVU_{ac}^{cut} = 0,1 MHD_{ac}^{cut(h)}$. При этом МНД для человека вычисляется по формуле

$$MHD_{ac}^{cut(h)} = \frac{MHD_{ac}^{cut(a)}}{K_3}, \text{ мг/кг}, \quad (25)$$

где $MHD_{ac}^{cut(a)}$ – максимально недействующая перкутанная однократная доза для животных;
 K_3 – коэффициент запаса.

Или, если известна величина порога острого перкутанного действия на животных ($Lim_{ac}^{cut(a)}$), МНД для человека и RVU определяются по формулам:

$$МНД_{ac}^{cut(h)} = \frac{Lim_{ac}^{cut(a)}}{K_3 \times K_3^{don}}, \text{ мг/кг}, \quad (26)$$

$$RVU_{ac}^{cut} = 0,1 \times \frac{Lim_{ac}^{cut(a)}}{K_3 \times K_3^{don}}, \text{ мг/кг}, \quad (27)$$

где K_3^{don} – дополнительный коэффициент запаса.

Для длительного перкутанного контакта в соответствии с формулой (7) $RVU_{ch}^{cut} = 0,1 МНД_{ch}^{cut(h)}$, мг/кг. МНД для человека вычисляется по формулам:

$$МНД_{ch}^{cut(h)} = \frac{МНД_{ch}^{cut(a)}}{K_3}, \text{ мг/кг} \quad (28)$$

$$МНД_{ch}^{cut(h)} = \frac{Lim_{ch}^{cut(a)}}{K_3 \times K_3^{don}}, \text{ мг/кг}, \quad (29)$$

где $МНД_{ch}^{cut(a)}$ и $Lim_{ch}^{cut(a)}$ – соответственно максимально недействующая доза и порог действия при длительном поступлении в организм животных.

В случае, если проведено гигиеническое нормирование для кожи человека, для вычисления RVU_{ch}^{cut} следует использовать величину ПДУ загрязнения кожных покровов, выражаемую в мг/дм² (D_r). При массе тела среднестатистического человека 70 кг и средней поверхности тела 166 дм² [197, 381, 404] по формуле

$$МНД_{ch}^{cut(h)} = \frac{D_r \times 166}{70} = 2,4 D_r, \text{ мг/кг}. \quad (30)$$

Тогда $RVU_{ch}^{cut} = 0,1 \times 2,4 D_r = 0,24 D_r$, мг/кг. (31)

Располагая данными о величинах RVU при острых и хронических воздействиях, а также результатами прогноза динамики загрязнения веществом воздуха и поверхностей рабочих помещений, можно перейти непосредственно к определению ориентировочно безопасных уровней загрязнения (ОБУЗ).

Вначале с учетом данных по содержанию контаминанта в воздухе, полученных по формуле (12), определяются с помощью формулы (8) ингаляционные дозы, которые человек сможет получить при нахождении в рабочем помещении в течение каждого дня: $D_1^{inh}; D_2^{inh} \dots D_n^{inh}$.

Далее на основе уровней загрязнения контаминантом поверхностей, определенных по формуле (13), устанавливаются по формуле (9) кожно-резорбтивные дозы, которые получит человек за тот же период: $D_1^{cut}; D_2^{cut} \dots D_n^{cut}$.

Для того, чтобы вычислить общее количество RVU_{ac} , которое человек может получить после деконтаминации за каждый день (U_{ac}), члены полученных дозовых рядов последовательно делятся на соответствующие RVU_{ac} по формулам:

$$U_{ac}^{inh} = \frac{D^{inh}}{RVU_{ac}^{inh}}, \quad (32)$$

$$U_{ac}^{cut} = \frac{D^{cut}}{RVU_{ac}^{cut}}. \quad (33)$$

Путем суммации U_{ac}^{inh} и U_{ac}^{cut} для каждого дня определяется день x , когда $(U_{ac}^{inh} + U_{ac}^{cut}) \leq 10$.

Аналогично вычисляется общее количество RVU_{ch} , которое человек может получать после деконтаминации за каждый день (U_{ch}), для чего члены ранее полученных дозовых рядов последовательно делятся на соответствующие RVU_{ch} :

$$U_{ch}^{inh} = \frac{D^{inh}}{RVU_{ch}^{inh}}, \quad (34)$$

$$U_{ch}^{cut} = \frac{D^{cut}}{RVU_{ch}^{cut}}. \quad (35)$$

Суммацией U_{ch}^{inh} и U_{ch}^{cut} для каждого дня определяется день y , когда $(U_{ch}^{inh} + U_{ch}^{cut}) \leq 10$.

День x признается как день начала проведения неотложных работ в помещении после его деконтаминации, а в день y можно приступать к работам в штатном режиме. Начиная со дня x до дня y , концентрации вещества в воздухе рабочей зоны и уровни загрязнения рабочих поверхностей признаются ОБУЗ для каждого из этих дней. В этот период уровни загрязнения могут незначительно превышать гигиенические нормативы. Для предотвращения ущерба здоровью работающих дополнительно вводится защита временем, то есть сокращается

период пребывания человека в помещении. При этом установленная продолжительность рабочего дня для штатно работающего предприятия (8 часов) сокращается пропорционально соотношению $U_{ch}^{inh+cut}$, определяемого в конкретный день указанного периода, к его максимально допустимой величине, равной 10.

Ниже приводится пример расчета ориентировочно безопасных уровней загрязнения производственных помещений условным веществом Б после деконтаминации. Вещество Б – жидкость, хорошо растворимая в органических растворителях и жирах; DL_{50} , крысы, в/ж – 5 000 мг/кг; DL_{50} , мыши, в/ж – 6 000 мг/кг; CL_{50} , крысы – 65 000 мг/м³; Lim_{ac}^{inh} , крысы – 500 мг/м³; Lim_{ch}^{inh} , крысы – 50 мг/м³; Lim_{ac}^{cut} , крысы – 250 мг/кг; Lim_{ch}^{cut} , крысы – 50 мг/кг; ПДК_{р.з.} – 5 мг/м³; ПДУ кожи – 3 мг/дм²; кумулятивность слабая: коэффициент кумуляции равен 7. Отдаленные последствия (мутагенное, гонадотоксическое, эмбриотоксическое, тератогенное, канцерогенное действие) не выявлены.

Концентрация вещества Б в воздухе рабочего помещения в первый день после деконтаминации составляла 13,0 мг/м³ (c_1), во второй день (c_2) – 11,7 мг/м³. Плотность загрязнения поверхностей помещения веществом Б в первый день равнялась 146 мг/дм² (d_1), во второй – 122,6 мг/дм² (d_2).

По формулам (10) и (11) определяются коэффициенты убывания загрязнения соответственно воздуха и поверхностей веществом Б: $K_{dec}^c = 0,1$; $K_{dec}^d = 0,16$ и далее по формулам (12) и (13) составляется ориентировочный прогноз загрязнения воздуха и поверхностей по дням (таблица 3.47, столбцы 2 и 5).

По формулам (8) и (9) вычисляются дозы вещества, которые может получить человек ингаляционно и перкутанно (столбцы 3 и 6).

Подставляя известные значения ПДК_{р.з.} (C_r) и ПДУ кожи (D_r) в формулы (23) и (31) получаем: $RVU_{ch}^{inh} = 0,01 \times 5 = 0,05$ мг/кг; $RVU_{ch}^{cut} = 0,24 \times 3 = 0,72$ мг/кг.

Расчет RVU_{ac}^{inh} и RVU_{ac}^{cut} в связи с отсутствием данных о $MHK_{ac}^{inh(h)}$ и $MHD_{ac}^{cut(h)}$ проводится по формулам (18) и (27) с использованием $Lim_{ac}^{inh(a)}$ и $Lim_{ac}^{cut(a)}$. Слабая выраженность внутри- и межвидовых различий воздействия

Таблица 3.47 – Расчет ОБУЗ веществом Б производственных помещений после деконтаминации

Сутки	c , МГ/М ³	D^{inh} , МГ/КГ	$U_{ac}^{inh} / U_{ch}^{inh}$	d , МГ/ДМ ²	D^{cut} , МГ/КГ	$U_{ac}^{cut} / U_{ch}^{cut}$	$U_{ac}^{inh+cut}$	$U_{ch}^{inh+cut}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	13,0	1,30	7,6 / 26,0	146,0	8,76	10,6 / 12,2	18,2	38,2
2	11,7	1,17	6,9 / 23,4	122,6	7,36	8,9 / 10,2	15,8	33,6
3	10,5	1,05	6,2 / 21,0	103,0	6,18	7,4 / 8,6	13,6	29,6
4	9,5	0,95	5,6 / 19,0	86,5	5,19	6,3 / 7,2	11,9	26,2
5	8,5	0,85	5,0 / 17,0	72,7	4,36	5,3 / 6,1	10,3	23,1
6	7,7	0,77	4,5 / 15,4	61,1	3,66	4,4 / 5,1	8,9	20,5
7	6,9	0,69	4,1 / 13,8	51,3	3,08	3,7 / 4,3	7,8	18,1
8	6,2	0,62	3,6 / 12,4	43,1	2,58	3,1 / 3,6	6,7	16,0
9	5,6	0,56	3,3 / 11,2	36,2	2,17	2,6 / 3,0	5,9	14,2
10	5,0	0,50	2,9 / 10,0	30,4	1,82	2,1 / 2,5	5,0	12,5
11	4,5	0,45	2,6 / 9,0	25,5	1,53	1,8 / 2,1	4,4	11,1
12	4,1	0,41	2,4 / 8,2	21,4	1,29	1,6 / 1,8	4,0	10,0
13	3,7	0,37	2,2 / 7,4	18,0	1,08	1,3 / 1,5	3,5	8,9

вредного вещества (основано на сопоставлении смертельных доз для разных биообъектов при одном пути поступления в организм), широта зоны острого токсического действия, низкая токсичность, слабая способность к кумуляции и отсутствие отдаленных последствий позволяют установить достаточным величину K_3 , равную 3. При переходе от одного параметра токсичности (Lim_{ac}) к другому (МНД) применен дополнительный коэффициент запаса (K_3^{don}), равный 10. Введя параметры токсичности и величины K_3 и K_3^{don} в формулы (18) и (27), получаем:

$$RVU_{ac}^{inh} = 0,01 \frac{500}{3 \times 10} = 0,17 \text{ МГ/КГ} \quad \text{и} \quad RVU_{ac}^{cut} = 0,1 \frac{250}{3 \times 10} = 0,83 \text{ МГ/КГ}.$$

Зная величины RVU , по формулам (32), (33), (34) и (35) получаем их количество (U_{ac}^{inh} , U_{ac}^{cut} , U_{ch}^{inh} и U_{ch}^{cut}) для каждого дня после деконтаминации (столбцы 4 и 7).

Суммируя по дням количество RVU_{ac} (столбец 8), находим день x , когда их общее число равно или меньше 10. Это день 6 ($U_{ac}^{inh+cut} = 8,9$), начиная с которого разрешено проведение неотложных работ в режиме сокращенного рабочего дня.

Суммируя по дням количество RVU_{ch} (столбец 9), находим день y , когда их общее число равно или меньше 10. Это день 12 ($U_{ch}^{inh+cut} = 10$), начиная с которого разрешается работа в помещении в штатном режиме.

Определяем уровни загрязнения воздуха (столбец 2) и рабочих поверхностей (столбец 5) веществом Б в дни x и y (см. таблицу 3.47) и квалифицируем их как соответствующие ОБУЗ в данной конкретной ситуации (таблица 3.48).

Таблица 3.48 – ОБУЗ воздуха и рабочих поверхностей производственных помещений веществом Б после деконтаминации

Сутки	ОБУЗ ^{inh} _{ac} , мг/м ³	ОБУЗ ^{cut} _{ac} , мг/дм ²
6	7,7	61,1
7	6,9	51,3
8	6,2	43,1
9	5,6	36,2
10	5,0	30,4
11	4,5	25,5
12*	4,1	21,4
Примечание – *Начало работы предприятия в штатном режиме.		

Продолжительность рабочего дня в период с 6 по 12 сутки отражена в таблице 3.49. Поскольку в этот период уровни загрязнения превышают гигиенические нормативы продолжительность рабочего дня сокращена в соответствии с вышеизложенным обоснованием для сохранения здоровья находящихся в помещениях людей (защита временем).

Таким образом, разработан новый методологический подход обоснования критериев безопасности персонала, выполняющего неотложные работы в

Таблица 3.49 – Расчет продолжительности рабочего дня

Сутки	$U_{ac}^{inh+cut}$ *	Коэффициент	Продолжительность рабочего дня**
6	20,5	2,05	234 мин. (~ 4 часа)
7	18,1	1,81	265 мин. (~ 4 часа 30 мин.)
8	16,0	1,60	300 мин. (5 часов)
9	14,2	1,42	338 мин. (5 часов 40 мин.)
10	12,5	1,25	384 мин. (~ 6 часов 20 мин.)
11	11,1	1,11	432 мин. (~ 7 часов 15 мин.)
12***	10,0	1,00	480 мин. (8 часов)
Примечания 1 *Максимально допустимая величина равна 10. 2 **Продолжительность рабочего дня для штатно работающего предприятия составляет 8 часов (480 минут). 3 ***Начало работы предприятия в штатном режиме.			

производственных помещениях после деконтаминации. В качестве таковых предложены ОБУЗ химическими веществами воздуха и поверхностей стен и оборудования производственных помещений для острых и повторных, постепенно уменьшающихся воздействий при ингаляционном и чрезкожном поступлении в организм. Определение ОБУЗ проводится с использованием токсопараметра «относительная условная единица» – RVU , предложенного для оценки потенциальной опасности химических загрязнений помещений и представляющего собой 1/10 часть предельно допустимых доз острого и хронического воздействия вещества для каждого из изолированных путей поступления. Взаимосвязанные токсикометрические показатели RVU и ОБУЗ рассчитываются с учетом всех традиционных средовых гигиенических нормативов, а также других характеристик токсичности и опасности, и предназначены для обеспечения защиты человека от комплексного воздействия вредных веществ после деконтаминации производственных помещений. Разработанный подход позволяет прогнозировать степень загрязнения помещений токсикантом после деконтаминации, определять безопасные уровни содержания токсоагента в воздухе и на поверхностях помещений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных литературы по проблеме обеспечения безопасности работ при выводе из эксплуатации, ликвидации и перепрофилировании объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению ХО показал, что сохранение здоровья персонала и населения, проживающего в районах их размещения, может быть достигнуто при условии разработки научно-методической базы гигиенического сопровождения ликвидационных процессов. Однако данное направление научных исследований в отношении объектов хранения и уничтожения ХО не нашло достаточного отражения в отечественной и зарубежной литературе.

Защита персонала объектов, населения и окружающей среды при процессах, связанных с уничтожением ХО, является одним из основополагающих требований «Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожении» [1]. В числе основных проблем, которые должны быть решены в соответствии с Федеральным законом «Об уничтожении химического оружия» [2] и Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3], является поэтапный вывод объектов по уничтожению ХО из эксплуатации.

Ликвидация последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО – новое направление перепрофилирования особо опасных химических производств. Образующиеся вследствие ликвидационных работ промышленные отходы могут содержать чрезвычайно токсичные и опасные соединения, что обуславливает отнесение ликвидируемых предприятий к потенциальным и реальным источникам загрязнения различных объектов окружающей среды. В настоящее время Российская Федерация, уничтожившая значительную часть запасов ХО, оказалась перед сложной проблемой – обеспечение безопасности работ по выводу из эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО. Масштабы задач, которые предстоит решить, беспрецедентны, не имеют аналогов в мировой практике и требуют особого подхода к своему разрешению. Решение вопросов гигиенической безопасности персонала и населения, охраны

окружающей среды при проведении ликвидации или перепрофилирования объектов хранения и уничтожения ХО должно основываться на законодательной базе и результатах опережающих научных исследований. В связи с этим, учитывая современное состояние, специфику, важность и практическую значимость проблемы, исследования по разработке научно-методической системы гигиенического сопровождения процесса вывода из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилирования объектов хранения и уничтожения ХО являются в настоящее время актуальными.

Разработка методологических подходов к гигиеническому обеспечению работ по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО проводилась с учетом основных положений «Концепции развития здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации» [214] и «Экологической доктрины Российской Федерации» [217].

Следует отметить, что отработанные в течение десятилетий в системе Министерства здравоохранения СССР вопросы медико-санитарного сопровождения бывших производств ОВ должны быть в полной мере использованы на объектах уничтожения ХО, в том числе при выводе их из эксплуатации, ликвидации и перепрофилировании. Выполнение указанных задач должно быть организовано с минимизацией экологических и социально-экономических последствий воздействия на персонал, население и окружающую среду при нормальном течении работ и в условиях возможных аварийных ситуаций.

Учитывая особенности объектов хранения и уничтожения ХО, для организации и осуществления на них санитарно-эпидемиологического надзора и санитарно-химического контроля в целях обеспечения безопасности работ для персонала, населения и окружающей среды, была разработана с участием автора специализированная нормативно-методическая база, включающая санитарные правила (СП 2.2.1.2513-09) и методические указания (МУ 2.2.1.016-98, МУ 2.2.5.013-99, МУ 1.1.020-99, МУ 1.1.019-00, МУ 2.2.5.08-02). Требования указанных документов учитывались при выполнении санитарно-эпидемиологических экспертных оценок проектных материалов по технико-экономическим обоснованиям

на строительство промзон объектов уничтожения ХО «Горный», «Камбарка», «Леонидовка», «Почеп», «Кизнер» и по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объекта «Камбарка», их корректировок и дополнений.

В рамках выполнения международных обязательств России по уничтожению запасов ОВ в соответствии с Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3] были построены и пущены в эксплуатацию 7 объектов. В настоящее время на двух предприятиях («Горный» и «Камбарка») завершено обезвреживание ОВ КНД и выполняется переработка продуктов их детоксикации, на объектах «Марадыковский», «Леонидовка», «Щучье» и «Почеп» продолжается уничтожение, в основном, ФОВ. Объект «Кизнер» пущен в эксплуатацию в декабре 2013 года. В 2009 году разработан первый проект на проведение работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО «Камбарка».

Установлено, что наибольшую потенциальную химическую опасность в производствах по уничтожению ОВ представляют основные технологические операции, включающие транспортировку, погрузку, разгрузку и вскрытие бочек и боеприпасов с ОВ, эвакуацию и детоксикацию последних, очистку абгазов и вентиляционного воздуха, дегазацию твердых отходов и сточных вод.

Повышенные концентрации токсичных веществ в воздухе производственных помещений могут обнаруживаться вследствие нарушения герметичности оборудования и коммуникаций при аварийных ситуациях и проведении ремонтных работ. В существующих производствах по уничтожению ХО предусмотрены технические, технологические, санитарно-технические, организационные и объемно-планировочные решения, направленные на уменьшение интенсивности и локализацию вредных производственных факторов и обуславливающие обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей среды. В частности, организация технологических процессов детоксикации ОВ предусматривает наличие замкнутых циклов, систем автоматического контроля, сигнализации и блокировок, высокой степени автоматизации и механизации, герметичного оборудования и коммуникаций, видеонаблюдения в особо опасных и ответственных местах, вакуума

и самотечного перелива продуктов, коррозиестойких материалов, защитных укрытий и кожухов в опасных местах, надежного энергоснабжения. Объемно-планировочные и конструктивные решения производственных зданий направлены на создание системы коллективной защиты персонала от воздействия чрезвычайно токсичных и опасных уничтожаемых ОВ. Исключение непосредственного контакта персонала с ОВ достигается транспортировкой боеприпасов и бочек с ОВ в защитных контейнерах, эвакуацией ОВ с помощью вакуума, анализом на отсутствие паров ОВ в транспортном контейнере, автоматическим отбором технологических проб, доставкой последних в лабораторию пневмопочтой в специальных герметичных патронах, механизацией операций, дистанционным управлением технологическим процессом и обеспечением персонала СИЗ.

С учетом технологии уничтожения и риска воздействия на персонал ОВ предусмотрено зонирование производственных помещений по 3 группам опасности в соответствии с действующими требованиями [184, 393]. Помещения разной степени опасности изолированы друг от друга, входы в них из условно «чистого» коридора оборудованы тамбур-шлюзами с подпором приточного воздуха. Оборудование, в котором проводятся технологические процессы с присутствием ОВ, размещены в помещениях I группы опасности, вспомогательных узлов – II группы. На выходе из производственного здания размещены помещения дегазации, обмыва, сушки и автоматического приборного контроля полноты дегазации СИЗ персонала. Опасные помещения по воздействию ОВ оснащены постами пробоотбора и автоматическими непрерывно действующими газоанализаторами санитарно-гигиенического контроля воздуха рабочей зоны и вентиляционных выбросов с сигнализацией о превышении ПДК_{р.з.} ОВ. Непосредственно у потенциально опасных мест установлены автоматические быстродействующие приборы системы санитарно-технологического контроля, обеспечивающие оперативную сигнализацию о загрязнении воздушной среды производственных помещений ОВ выше 100 ПДК_{р.з.} при аварийной разгерметизации технологического оборудования и проведении ремонтных работ.

В производственных помещениях I и II групп опасности предусмотрена

механическая приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая разрежение в помещениях I группы – не менее 10 мм вод. ст., II группы – не менее 5 мм вод. ст., имеющая 100 % резерв вентоборудования и позволяющая очищать вентвоздух при штатной работе и аварийных ситуациях.

Обязательным является наличие средств индивидуальной и коллективной защиты, предотвращающих возможное воздействие на работающих опасных и вредных производственных факторов. В помещениях I группы опасности персонал использует изолирующие СИЗ кожи и фильтрующие – органов дыхания, II группы – фильтрующие средства защиты кожных покровов и органов дыхания.

Санитарно-бытовые помещения для персонала отделений I и II групп опасности запроектированы в виде санпропускников. На выходе из «грязных» зон предусмотрены ванны для дегазации перчаток и бахил и ДОД для обработки СИЗ.

Проведенные исследования свидетельствовали о том, что организация технологических процессов, производственное оборудование и объемно-планировочные решения в основных производственных и лабораторных помещениях при функционировании объектов по уничтожению ХО отвечали гигиеническим требованиям, изложенным в действующих нормативно-методических документах, практически исключая возможность контакта работающих с чрезвычайно и высокоопасными веществами. При функционировании объектов уничтожения ХО «Горный» и «Камбарка» ОВ и мышьяк в воздухе рабочей зоны, на поверхностях технологического оборудования, строительных конструкций, СИЗ и кожных покровов персонала в концентрациях, превышающих допустимые величины, как правило, не обнаруживались. На объекте «Горный» в единичных пробах воздуха рабочей зоны обнаруживался люизит в концентрациях, превышающих ПДК до 3,5 раза. На поверхностях технологического оборудования и строительных конструкций основного корпуса этого предприятия содержание люизита в единичных случаях превышало допустимую величину до 15,4 раза, иприта – до 25,0 раз, мышьяка в ряде случаев – до 24,0 раз.

При ликвидации бывших объектов хранения и уничтожения ХО опасный химический фактор обуславливается ОВ, продуктами их деструкции, оксидами

железа и марганца, неорганической пылью, щелочью и другими соединениями, неблагоприятные физические факторы – параметрами микроклимата и световой среды, шумом и вибрацией.

Приближение к окончанию процессов детоксикации ОВ в Российской Федерации обуславливает важность проблемы ликвидации или перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению ХО после завершения их эксплуатации. В настоящее время разрабатываются подходы по безопасному выводу указанных объектов из эксплуатации, исходные данные для ликвидации последствий их деятельности и необходимые для этой деятельности санитарно-эпидемиологические нормативы и требования, ведется поиск путей реализации в хозяйственной деятельности продуктов переработки ХО.

Ликвидация и перепрофилирование объектов хранения и уничтожения ХО, включающие в себя работы по демонтажу технологического оборудования и строительных конструкций, обезвреживанию, утилизации, транспортировке и захоронению образующихся отходов, санацию загрязненных территорий промышленных площадок, могут представлять определенную угрозу для здоровья персонала и населения. При этом наибольшая опасность возможна для персонала, осуществляющего разборку сооружений, технологического оборудования и коммуникаций. Ликвидационные процессы будут сопровождаться образованием огромного количества отходов, которые могут содержать высокотоксичные химические соединения, включая ОВ и продукты их деструкции. Для обеспечения безопасности указанных работ необходимы исследования, направленные на оценку потенциальной опасности и риска при выполнении производственных операций, а также разработку комплекса санитарно-эпидемиологических мероприятий по снижению риска для здоровья персонала и населения, предотвращению поступления ОВ и продуктов их деструкции в окружающую среду.

При выведении объектов хранения и уничтожения ХО из эксплуатации основными задачами санитарно-эпидемиологических учреждений является надзор за соблюдением требований, обеспечивающих безопасность работ при завершении обезвреживания ОВ, проведении дегазационных мероприятий, рассмотрении и

согласовании проектов, разработке технологий переработки или уничтожения продуктов детоксикации и отходов, образующихся в процессе обезвреживания ОБ и выполнении ликвидационных работ, решении вопросов о переводе отдельных инфраструктур этих объектов для использования в других целях. Решение этого сложного комплекса задач требует разработки новых подходов и апробации их в практике гигиенического обеспечения ликвидационных процессов.

Выполненные исследования и опыт медико-гигиенического сопровождения работ по конверсии бывших производств зарина и зомана на ВОАО «Химпром» (г. Волгоград) и ОБ КНД на ОАО «Капролактам-Дзержинск» (г. Дзержинск Нижегородской области) были использованы для разработки нормативно-методических документов по обеспечению безопасности персонала и населения при ликвидации последствий деятельности и перепрофилировании объектов хранения и уничтожения ХО после окончания их функционирования.

Проведенные ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России и ОАО «Капролактам-Дзержинск» исследования выявили высокое содержание ОБ КНД и мышьяка в материалах строительных конструкций корпусов бывшего производства ХО на этом предприятии. Уровни загрязненности колебались в широких пределах, максимально превышавшие ПДК для материалов и отходов строительных конструкций объектов по уничтожению ОБ КНД [326, 330] люизита до 90 270,0 раз, иприта – до 400,0 раз, мышьяка – до 1 811,6 раза. Загрязненность грунта вокруг основных корпусов указанного объекта характеризовалась неравномерностью, высоким содержанием мышьяка и меньшим – люизита. Максимальное содержание мышьяка в грунте составляло более 1 000 ПДК, люизита – до 30 ПДК.

Значения рассчитанного риска для здоровья персонала и населения от загрязненности грунта по люизиту находились на приемлемом уровне, по мышьяку – от высокого до чрезвычайно высокого. Для обеспечения безопасности работ рекомендовано разработать технические мероприятия по обезвреживанию строительных конструкций корпусов и грунта вокруг них в зависимости от степени загрязненности, включающие применение эффективных средств пылеподавления и герметичных транспортных средств, наличие средств очистки и обезвреживания

транспорта. При проведении работ с загрязненными строительными конструкциями и грунтом предусматривается использование СИЗ кожи и органов дыхания. Санитарно-бытовые помещения должны включать помещения по обеспыливанию и дегазации СИЗ и гигиенической обработке персонала. Работающие должны проходить предварительные и периодические медосмотры в соответствии с приказами Министерства здравоохранения РФ [228, 232].

Установлено, что строительные конструкции хранилищ ХО объекта «Горный» загрязнены ОВ КНД. Концентрации иприта превышали гигиенический норматив до 36,0 раз, люизита – до 558,0 раз, мышьяка – до 95,2 раза. На поверхностях технологического оборудования основного корпуса 1-1 объекта по уничтожению ХО «Горный» регистрировали содержание выше ПДУ мышьяка до 10,8 раза, люизита – до 26,0 раз. В строительных конструкциях ряда помещений указанного объекта в бетоне полов максимальные концентрации мышьяка превышали ПДК до 21,7 раза.

По данным загрязненности строительных конструкций и технологического оборудования была проведена оценка риска для здоровья персонала при проведении работ по ликвидации объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» в зависимости от плотности пыли в местах демонтажа производственных мощностей. Проведенные расчеты установили уровень канцерогенного риска для производственного персонала объектов хранения и уничтожения ХО «Горный» в интервале 10^{-3} – 10^{-4} , что классифицирует индивидуальный пожизненный риск как «средний», допустимый для производственных ситуаций и неприемлемым для населения в целом. Дополнительный риск годовой смертности от выброса взвешенных частиц (PM_{10}) при ликвидации указанных объектов для населения близлежащего поселка Горный является несущественным. Неканцерогенный риск для здоровья персонала при ликвидации последствий деятельности объекта по уничтожению ХО «Горный» оценен как низкий (приемлемый), хранилищ этого объекта – от низкого до чрезвычайно высокого.

Гигиеническая оценка предлагаемого алгоритма работ по разборке зданий, сооружений и емкостей, находящихся на территории бывших объектов хранения и уничтожения ХО «Горный», явилась основой для оценки риска и разработки мероприятий по обеспечению безопасности персонала и населения. Безопасность

ликвидационных работ базируется на выполнении гигиенических мероприятий, направленных на снижение риска воздействия вредных химических факторов производственной среды на здоровье работников и предотвращение их профессиональной заболеваемости. Предусматривается контроль загрязнения ОВ производственной и окружающей сред, применение пылеподавления и передвижных (модульных) обмывочных пунктов в местах проведения работ, организацию местных отсосов с очисткой воздуха от пыли, ежедневную дегазацию автотракторной техники, использование персоналом для защиты кожных покровов защитно-профилактических кремов и сертифицированных СИЗ, ежедневную дегазацию СИЗ и обеспыливание спецодежды работников, санитарную обработку и медицинский контроль персонала.

Согласно результатам токсиколого-гигиенической оценки изученные потенциальные отходы из материалов строительных конструкций основного корпуса объекта по уничтожению ХО «Горный» соответствовали 3 классу опасности, его хранилищ – 1 классу опасности по СП 2.1.7.1386-03 [247]. Строительные отходы, образующиеся при ликвидации бывшего производства ХО на ОАО «Капролактам-Дзержинск», были отнесены до цементированья к 1 классу опасности по водно-миграционному показателю и 3 классу опасности по биологическому тестированию, после цементированья – 4 классу опасности.

Полученные данные, характеризующие степень опасности отходов, свидетельствуют о том, что требуется соблюдение соответствующих мер безопасности при проведении работ по демонтажу технологического оборудования и строительных конструкций, обезвреживанию, утилизации, транспортировке и захоронению строительных отходов.

При решении вопроса об условиях проведения работ по демонтажу зданий и сооружений объектов хранения и уничтожения ХО необходимо учитывать особую опасность ОВ для человека и окружающей среды. В связи с этим, санитарно-эпидемиологическая оценка данных о загрязнении строительных конструкций ОВ и продуктами их деструкции, а также разделение на категории и зонирование производственных помещений с учетом риска контакта с чрезвычайно и высоко опасными токсикантами представляется приоритетной.

Наряду с определением опасности потенциальных строительных отходов, критериями оценки опасности условий труда являются ПДУ загрязнения ОВ и продуктами их деструкции поверхностей технологического оборудования и строительных конструкций, а также ПДК этих токсикантов в материалах строительных конструкций. При этом к I группе опасности («грязные») относятся помещения, в строительных конструкциях которых содержание ОВ и продуктов их деструкции превышает гигиенические нормативы, ко II группе («условно грязные») – содержание ОВ и продуктов их деструкции выявляется на уровнях, не превышающих гигиенические нормативы, к III группе («чистые») – ОВ и продукты их деструкции отсутствуют.

В целях снижения риска для здоровья работников при демонтаже технологического оборудования и разрушении строительных конструкций объектов хранения и уничтожения ХО «открытым способом» целесообразно проведение мероприятий, гарантирующих безопасность персонала и населения на всех этапах ликвидационных работ с учетом реальных факторов риска производственной среды. Окончательное решение вопроса о «раскрытии» зданий, с учетом обязательного удаления слоев загрязненных частей строительных конструкций в «грязных» и «условно грязных» помещениях, возможно только после завершения углубленного обследования и удаления материалов, способных являться «депо» ОВ, повторной дегазации и исследования оборудования и «глубинных» проб в случаях выявления загрязнения их ОВ. После «раскрытия» основных корпусов разрушение производственных мощностей «открытым» способом должны проводиться с соблюдением мероприятий по предупреждению пылеобразования и воздействия пыли на персонал с помощью различных способов пылеподавления, включающих орошение и улавливание пыли путем организации местных укрытий с аспирацией и очисткой загрязненного воздуха.

Для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за безопасностью процесса вывода из эксплуатации, ликвидации и перепрофилирования предприятий по хранению и уничтожению ХО в приоритетном порядке были разработаны или актуализированы гигиенические

нормативы для кожно-нарывных (иприта, люизита) и нервнопаралитических (зарина, зомана и вещества Ви-икс) ОВ, а также продуктов их деструкции (2-хлорвиниларсиноксида или оксида люизита, мышьяка и метилфосфоновой кислоты) в различных объектах производственной и окружающей сред. Впервые были обоснованы, в том числе с участием автора, гигиенические нормативы иприта, люизита, зарина, зомана и мышьяка на поверхностях и в материалах строительных конструкций, в металлических отходах, включающих лом химических боеприпасов, металлические емкости и технологическое оборудование, в отходах после печей, а также в почве территорий промплощадок объектов уничтожения ОВ. Разработана ОДК метилфосфоновой кислоты, являющейся основным продуктом деградации ФОВ, в почве населенных мест районов размещения указанных объектов. Были разработаны или актуализированы соответствующие методики измерений содержания ОВ в производственной и окружающей средах. Наличие обоснованных гигиенических стандартов безопасности ОВ и продуктов их деструкции в материалах строительных конструкций и отходах, образующихся при ликвидации объектов, позволит осуществлять оценку степени их загрязнения токсичными веществами, контролировать эффективность дегазации и проводить другие профилактические мероприятия.

Федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор за безопасностью работ по ликвидации или перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО должен осуществляться при выполнении основных технологических процессов и операций, включающих отбор и анализ проб на содержание ОВ из помещений I и II групп опасности, дегазацию коммуникаций и оборудования после ОВ или РМ, очищение строительных конструкций и технологического оборудования в помещениях I группы от слоев, загрязненных ОВ, демонтаж коммуникаций и оборудования, транспортировку, дегазацию и термообезвреживание твердых отходов из помещений I и II группы опасности, загрязненных ОВ, дегазацию и стирку загрязненных СИЗ, окончательное разрушение зданий после их «раскрытия», обезвреживание, утилизацию и захоронение образующихся твердых отходов 1–4 классов опасности.

Перепрофилирование зданий и сооружений, а также использование оборудования или строительных конструкций бывших объектов по хранению и уничтожению ХО осуществляется только после анализа всей информации о степени их химической загрязненности, проведении дегазации, достаточной для обеспечения дальнейшей химической безопасности. Следует отметить, что использование строительных конструкций, оборудования и коммуникаций из помещений I группы опасности для других целей не допускается. Основным критерием возможности использования указанных объектов после завершения эксплуатации является соблюдение гигиенических нормативов содержания приоритетных вредных веществ в воздухе рабочей зоны, материалах и на поверхностях, с которыми может контактировать персонал. При выборе вариантов перепрофилирования бывших объектов хранения и уничтожения ХО целесообразно предпочтение отдавать использованию их зданий и сооружений, а также отдельного оборудования или конструкций в хозяйственной деятельности, наиболее близкой по условиям эксплуатации, требованиям безопасности и условиям труда.

Работы, связанные с опасностью контакта персонала с ОВ при выводе из эксплуатации и ликвидации объектов хранения и уничтожения ХО, проводятся в специальных СИЗ органов дыхания и кожных покровов, прошедших санитарно-эпидемиологическую экспертизу и сертификацию установленным порядком.

На всех этапах ликвидационных работ персонал должен обслуживаться медперсоналом здравпунктов МСЧ ФМБА России и обеспечиваться условиями для медицинского контроля, лечения и реабилитационно-оздоровительных мероприятий, аналогичным таковым для персонала объектов по хранению и уничтожению ХО во время их функционирования. Персонал, участвующий в работах по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, должен проходить предварительный, периодические, до- и послесменные медицинские осмотры и обеспечиваться лечебно-профилактическим питанием.

Основной задачей санитарно-химического контроля в период проведения ликвидационных работ является определение полноты дегазации технологического оборудования, строительных конструкций и твердых отходов

путем отбора и анализа смывов и «глубинных» проб, а также жидких отходов, образующихся после обезвреживания различных поверхностей и материалов. Кроме того, предусматривается контроль загрязненности ОВ воздуха рабочей зоны и внутри технологического оборудования, инструментов и приспособлений, используемых при демонтажных работах, вентиляционных выбросов и СИЗ персонала, а также за полнотой дегазации в «грязной» зоне санпропускников. Обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности для населения и окружающей среды процесса вывода из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО должны предусматривать соблюдение комплекса санитарно-технических мероприятий по защите атмосферного воздуха, поверхностных водоемов и почвы от загрязнения ОВ и продуктами их деструкции, осуществление санитарно-химического контроля за содержанием ОВ, продуктов их деструкции и приоритетных загрязнителей в твердых отходах, направляемых на полигон захоронения. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость сохранения служб постоянного производственного контроля объектов, функционировавших при проведении уничтожения ХО и включающих лаборатории контроля безопасности производства и мониторинга окружающей среды, в сочетании с периодическим контролем за безопасным ведением процессов со стороны ПСЛ центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России.

При выводе объектов по хранению и уничтожению ХО из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор должен осуществляться за соблюдением требований, обеспечивающих безопасность персонала, населения и окружающей среды, с учетом достоверной информации о санитарно-гигиеническом состоянии зданий и сооружений, их использовании в период обезвреживания ОВ, проведении ремонтных и дегазационных мероприятий, условиях хранения, утилизации, обезвреживания и местах захоронения отходов.

Для оформления заключения о результатах дегазации производственных мощностей объектов хранения и уничтожения ХО необходимо, после получения протоколов производственной лаборатории объекта об отсутствии ОВ,

специалистам ПСЛ центра гигиены и эпидемиологии ФМБА России провести контрольные определения содержания ОВ в воздухе и смывах с различных поверхностей производственной среды, а также «глубинных» пробах строительных конструкций. В случае обнаружения ОВ обосновываются позиции и локализации мест для проведения повторной дегазации и принятия дополнительных мер безопасности при осуществлении ликвидационных работ. Организация безопасных работ по выводу из эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО должна учитывать разделение оборудования и коммуникаций на «опасное», «условно опасное» и «условно безопасное» в зависимости от загрязненности их ОВ и, соответственно, требующие проведения дегазации. Последняя считается завершённой, если содержание ОВ на обезвреженной поверхности не превышает значение соответствующего гигиенического норматива.

Для предотвращения ущерба здоровью персонала и населения, охраны окружающей среды при ликвидации и перепрофилировании объектов хранения и уничтожения ХО должен быть предусмотрен ряд мероприятий. Прежде всего, необходимо разработать проекты по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности этих объектов, включающие организационные, технологические, санитарно-технические, санитарно-эпидемиологические и другие мероприятия. Обеспечение безопасности работ, являющееся основным требованием при разработке указанных проектов, должно предусматриваться с момента завершения обезвреживания ОВ и продолжаться при переработке реакционных масс. Проектирование ликвидационных процессов подобных производств должно предусматривать внедрение передовых безотходных и малоотходных технологических решений, обуславливающих максимальное сокращение или исключение поступлений вредных химических компонентов в атмосферу, почву и водоемы, снижение уровней воздействия физических факторов ниже гигиенических нормативов, а также максимально использовать мероприятия по улавливанию, обезвреживанию и утилизации вредных выбросов и отходов.

При экспертизе проектной документации по безопасному выводу объектов хранения и уничтожения ХО из эксплуатации и ликвидации последствий их

деятельности необходимо учитывать ряд требований, направленных на обеспечение безопасности ликвидационных и конверсионных работ. В частности, при разработке проектной документации составители проектов должны принимать во внимание существующие в стране требования руководящих документов по созданию проектов для промышленных предприятий, в том числе и объектов уничтожения ХО. Состав проектной документации определяется исполнителем проекта в соответствии с «Положением о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [226].

Объекты хранения и уничтожения ХО представляют собой сложные комплексы зданий и сооружений, обуславливающие необходимость разработки индивидуальных проектных решений по выводу их из эксплуатации или дальнейшему использованию, обеспечению деятельности инфраструктур зданий и сооружений (электроснабжения, водоснабжения, канализования), наличию растворов дегазаторов и мест размещения отходов на период проведения работ.

Для обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды при ликвидации или перепрофилировании бывших объектов хранения и уничтожения ХО проектные материалы по выводу указанных объектов из эксплуатации должны соответствовать требованиям Федеральных законов «Об охране окружающей среды» [72] и «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [70], Санитарных правил и норм [184, 239, 241, 248, 249].

В проектных материалах должны быть представлены расчеты степени загрязнения окружающей среды при проведении ликвидационных работ, сопровождаемые оценкой риска для здоровья населения. Для разработки проектов вывода из эксплуатации зданий и сооружений объектов по хранению и уничтожению ХО, решения вопросов об условиях размещения, хранения и последующей утилизации образующихся отходов необходимы результаты мониторинга и баз данных о фактическом загрязнении производственной среды, информация об имевших место утечках ОВ при хранении, проведении ремонтных, текущих и экстренных дегазационных мероприятий в период функционирования указанных объектов и на заключительном этапе прекращения обезвреживания ОВ.

Данные гигиенических исследований, проводимых ранее на предприятиях по производству ОВ и объектах хранения и уничтожения ХО, свидетельствуют о том, что даже при нормальном функционировании указанных объектов влияние на окружающую среду и население может быть связано как с отрицательным социально-психологическим воздействием на людей, так и с определенной потенциальной опасностью загрязнения атмосферы и прилегающей территории опасными веществами из-за возможных нарушений технологического процесса, недостаточной эффективности работы фильтровентиляционных устройств и вследствие других причин. С другой стороны, как показывает отечественная и мировая практика, добиться полностью безаварийной работы предприятий химической промышленности не представляется возможным. Очевидно, что процессы вывода из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилирования объектов хранения и уничтожения ХО, санации их территорий и обращения с отходами должны ориентироваться на технологии, позволяющие максимально снизить вероятность аварий и уменьшить выход опасных веществ во внешнюю среду. Места размещения подобных объектов имеют определенную численность населения и хозяйственную ценность. Поэтому представляется целесообразным оценку различных вариантов ликвидационных процессов проводить по комплексу показателей, характеризующих состояние среды, особенности и потенциальную опасность этих работ в случае аварийных ситуаций.

Потенциальная опасность воздействия объектов хранения и уничтожения ХО на персонал, население и среду обитания, чрезвычайная токсичность и опасность обезвреживаемых ОВ, высокий риск, новизна решаемых технических и технологических задач, сложность санитарно-эпидемиологических мероприятий обусловили необходимость разработки системы обеспечения безопасности персонала и населения, охраны окружающей среды в развитие действующих требований и положений нормативно-методических документов, а также с учетом имеющегося уникального опыта медико-гигиенического сопровождения эксплуатации и ликвидации бывших особо опасных производств по наработке ОВ.

В проектную документацию по выводу объектов хранения и уничтожения

ХО из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности необходимо включать ряд обязательных данных, необходимых для обеспечения безопасности работ по ликвидации производственных мощностей этих предприятий. В частности, общий ситуационный план объектов, списки зданий и сооружений, с указанием их назначения, решений о ликвидации или дальнейшего использования, перечни и технологические схемы «опасного» и «условно опасного» технологического оборудования и коммуникаций, подлежащих выводу из эксплуатации, данные о результатах текущего контроля загрязненности производственной среды ОВ и эффективности проводимых дегазационных мероприятий. Кроме того, требуются данные об объемно-планированных и конструктивных решениях зданий и сооружений, подлежащих ликвидации, с указанием видов отходов и их ориентировочного количества, указания по условиям безопасного размещения отходов, требования к состоянию полигонов захоронения твердых отходов, сведения Росгидрометеослужбы о фоновых концентрациях приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха и почвы в ЗЗМ объектов, карта зоны защитных мероприятий. Также необходимы общие решения по срокам ликвидации или перепрофилирования отдельных зданий и сооружений, данные об имевших место утечках ОВ, очередность проведения операций по выводу из эксплуатации, демонтажу и разборке технологического оборудования и коммуникаций, обеспеченность системами очистки воздуха от пыли, сооружениями по термическому обезвреживанию жидких и твердых отходов, установками по приготовлению дегазационных растворов и другие сведения.

При выполнении работ по ликвидации объектов необходимо до и во время проведения демонтажных работ контролировать содержание ОВ в воздухе рабочей зоны и внутри технологического оборудования, на поверхностях снаружи и внутри технологического оборудования, на поверхностях строительных конструкций и СИЗ персонала, в «глубинных» пробах строительных конструкций и оборудования, в промывных и сточных водах. По результатам исследований разрушаемые помещения должны быть разделены на 3 группы опасности в зависимости от наличия ОВ («грязные», «условно грязные» и «чистые») и составлен план

демонтажа элементов строительных конструкций и оборудования для последующей дегазации образовавшихся отходов.

Организация технологического процесса разрушения зданий и оборудования должна максимально исключать возможность непосредственного контакта персонала с материалами и поверхностями, загрязненными ОВ и продуктами их деструкции. Используемый при разборке помещений I и II группы опасности инструмент и оборудование после эксплуатации должны подвергаться обеспыливанию и дегазации.

Твердые отходы, образующиеся при ликвидации строительных конструкций помещений I и II групп опасности, потенциально или фактически загрязненные ОВ, должны контролироваться на содержание ОВ, транспортироваться в герметичных емкостях и складироваться в отдельном помещении для проведения дегазации. В случае повторного обнаружения ОВ указанные отходы необходимо направлять на термообезвреживание. Обязательным условием складирования строительных отходов из помещений I и II групп является обеспечение мест хранения эффективными передвижными вентилируемыми укрытиями с очисткой удаляемого воздуха от пыли и химических веществ и системами «гашения» пыли.

Металлические отходы, материалы строительных конструкций от снятия верхнего загрязненного слоя, остатки использованных СИЗ и другие материалы, загрязненные ОВ, из помещений I и II групп опасности подлежат термическому обезвреживанию. Обезвреженные строительные отходы должны вывозиться на полигон захоронения твердых отходов в зависимости от класса опасности согласно СП 2.1.7.1386-03 [247] и остаточного содержания ОВ и продуктов их деструкции.

Медицинский контроль, лечение и реабилитационно-оздоровительные мероприятия должны быть организованы также, как и для персонала, обслуживающего объекты уничтожения ХО. Персонал должен проходить предварительный и периодические медосмотры согласно Приказа Министерства здравоохранения РФ [228], до- и послесменный медицинские осмотры.

Оценка состояния окружающей среды должна проводиться на территории выводимых из эксплуатации объектов, в СЗЗ предприятия и населенных пунктах его ЗЗМ. Объектами окружающей среды, подлежащими наблюдению, должны быть

атмосферный воздух, вода и донные отложения поверхностных водоемов, подземные воды, система водоснабжения промплощадки, почва и снеговой покров.

Для объектов хранения и уничтожения ХО во время вывода из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности целесообразно не уменьшать существующие СЗЗ. При необходимости обоснование размера СЗЗ следует выполнять на основе расчета рассеивания всех приоритетных химических загрязнителей, с оценкой канцерогенного риска и неканцерогенного индекса опасности хронического и острого поражения населения от поступления вредных веществ в организм человека ингаляционным путем, в том числе вследствие возможных проектных аварийных ситуаций с использованием АПВ отравляющих веществ для атмосферного воздуха населенных мест. При размещении на территории указанных объектов полигона захоронения отходов, образующихся при демонтаже производственных мощностей, СЗЗ должна быть единой. Для вновь организуемого полигона захоронения отходов от ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО следует обосновывать размер СЗЗ на стадии разработки проекта на проведение ликвидационных работ.

Для объектов по хранению и уничтожению ХО во время вывода из эксплуатации и ликвидации последствий их деятельности целесообразно не уменьшать существующие ЗЗМ – территорию вокруг этих объектов, в пределах которой осуществляется специальный комплекс мероприятий, направленных на обеспечение коллективной и индивидуальной защиты граждан и охрану окружающей среды от возможного воздействия токсичных химикатов вследствие возникновения чрезвычайных ситуаций.

В случае возникновения аварийной ситуации при ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО информация о ней должна поступать, помимо других организаций, ответственных за её ликвидацию, в территориальный орган федеральной исполнительной власти, осуществляющий функции по надзору и контролю в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия персонала и населения. Представители последнего принимают непосредственное участие в оценке загрязненности

производственной и окружающей сред, возможных и фактических последствий аварии для здоровья персонала и населения, разработке мероприятий по охране их здоровья. Для объектов по уничтожению ОВ КНД и ОВ НПД разработаны ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России компьютерные системы поддержки принятия медико-гигиенических решений при химических авариях [397–399].

На выводимых из эксплуатации объектах хранения и уничтожения ХО следует предусматривать мероприятия по локализации и дегазации опасных загрязнений, возникших вследствие аварийной ситуации. Персонал, выполняющий работы по ликвидации последствий деятельности указанных объектов, должен быть обеспечен антидотными средствами для оказания доврачебной помощи (само- и взаимопомощи). Организованный вблизи проведения работ медицинский пункт должен быть оснащен необходимыми медицинскими материалами для оказания экстренной медицинской помощи пострадавшим.

На ликвидируемых объектах создаются специализированные аварийные бригады, личный состав которых должен проходить медицинский осмотр до и после дежурства. После окончания работ по ликвидации последствий аварии все участники проходят медицинское обследование в МСЧ ФМБА России, обслуживающей объект, с последующим углубленным обследованием специалистами ФГУП «НИИ ГТП» или «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. На случай запроектной аварии должны быть предусмотрены мероприятия по эвакуации и оказанию экстренной медицинской помощи населению, проживающему в ЗЗМ.

Накопленный опыт санитарно-гигиенического обеспечения производств по разработке, наработке, хранению и уничтожению ОВ, а также при ликвидации или конверсии объектов по производству и разработке ХО позволил научным коллективам ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России (г. Волгоград) и ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России (г. Санкт-Петербург) при участии автора в качестве ответственного исполнителя разработать нормативный документ в виде Санитарных правил СП 2.2.1.2513-09 «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и репрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и

выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия»²¹. Указанные Санитарные правила находятся в полном соответствии с Законом Российской Федерации «Об уничтожении химического оружия» [2], Федеральной целевой программой «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации» [3], действующими в Российской Федерации санитарными нормами и правилами, строительными нормами и правилами, Государственными стандартами и другими нормативными документами федеральных органов государственного надзора и контроля. В СП 2.2.1.2513-09 отражены общие гигиенические требования по обеспечению безопасности при проведении работ по выводу из эксплуатации, ликвидации и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения ХО. Однако этот документ не охватывает всего круга вопросов по безопасности ликвидационных и конверсионных работ на предприятиях по обезвреживанию ОВ КНД и ОВ НПД. В связи с этим в процессе выполнения настоящей работы были обоснованы методологические подходы по организации и осуществлению санитарно-эпидемиологического надзора за условиями труда и охраной окружающей среды при выводе из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилировании объектов хранения и уничтожения ХО.

Работы по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО должны быть разделены на представляющие реальную и потенциальную опасность воздействия ОВ на персонал, население и окружающую среду. Реальная химическая опасность от указанных работ может быть констатирована на основании результатов химико-аналитических исследований загрязненности производственной и окружающей сред приоритетными химическими веществами. Учитывая планируемые мероприятия по обеспечению безопасности работ, реальная опасность поражения ОВ при ликвидационных процессах практически отсутствует и её наличие возможно только при возникновении заштатной ситуации. Реальная опасность для окружающей среды и населения

²¹ С участием сотрудников ФМБА России (г. Москва), ФУ БХ и УХО (г. Москва), ФГБУЗ «ЦГиЭ № 49 ФМБА России» (г. Шиханы, Саратовская область) и ФГУП «ГосНИИОХТ» (г. Москва).

может быть оценена по изменению степени напряженности медико-экологической ситуации в сравнении с фоновым периодом и временем эксплуатации объектов. Потенциальная опасность для персонала, выполняющего работы по ликвидации последствий деятельности указанных объектов, обусловлена возможностью контакта с оборудованием, строительными конструкциями и отходами, загрязненными ОВ, при нахождении в помещениях I и II групп опасности, где ранее осуществлялись работы по уничтожению ХО или хранились боеприпасы с ОВ (особенно аварийные). Для окружающей среды и, соответственно, населения потенциальную «химическую» опасность представляют вентиляционные выбросы из зданий, в которых проводятся ликвидационные работы, ливневые и грунтовые воды, пыль от ликвидируемых помещений и площадок временного хранения отходов, полигоны захоронения твердых отходов от процесса ликвидации объектов, загрязненных продуктами деструкции ОВ и, возможно, остаточными количествами ОВ. Кроме того, газоздушные выбросы от установок термического обезвреживания, содержащие общепромышленные загрязнители и, возможно, недоокисленные компоненты продуктов деструкции ОВ, такие как диоксины и полиароматические углеводороды, могут загрязнять атмосферный воздух, почву, воду водоемов, снег, подземные воды, растения.

Обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности процесса вывода из эксплуатации объектов хранения и уничтожения ХО обусловило необходимость разработки и осуществления специальных административных, технологических, санитарно-технических и санитарно-эпидемиологических мероприятий. В настоящее время в России имеются законодательные, нормативные и инструктивно-методические документы по многим направлениям организации и осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора на объектах хранения и уничтожения ХО, включая их безопасный вывод из эксплуатации, ликвидацию или репрофилирование. Организация технологического процесса по ликвидации последствий деятельности этих предприятий должна обеспечивать безопасность персонала, населения и окружающей среды и соответствовать требованиям существующих нормативно-методических

документов. При этом должна исключаться возможность непосредственного контакта персонала с остатками ОВ и продуктами их деструкции.

Ликвидация или перепрофилирование объектов хранения и уничтожения ХО ставит дополнительные задачи по утилизации отходов от разрушаемых строительных конструкций и оборудования. Они представляют собой сложные многокомпонентные системы, включающие широкий спектр неорганических и органических соединений, и могут служить источником экологической опасности [108]. Объекты размещения отходов могут являться потенциальными источниками вторичного загрязнения окружающей среды. Санитарно-эпидемиологические мероприятия по обеспечению безопасности условий размещения отходов из помещений I и II групп опасности на полигонах захоронения должны основываться на результатах химико-аналитического контроля после дегазации за остаточным содержанием ОВ в отходах. Последние, содержащие остаточные количества ОВ, направляются на термообезвреживание. Захоронение строительных материалов из помещений I и II групп опасности при отсутствии ОВ должно проводиться в герметичных контейнерах, как отходов 2 класса опасности, что обуславливается необходимостью соблюдения санитарных гарантий и сложностью получения достоверных результатов по загрязненности ОВ для больших объемов отходов.

После проведения работ по ликвидации последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО следует выполнять исследования загрязненности грунта их территорий. Отбор проб грунта должен производиться на различных глубинах и разных расстояниях от бывших производственных и складских зданий, в зависимости от загрязненности территории. По результатам исследований предусматривается разработка плана мероприятий по утилизации грунта и санации территории, согласованного с территориальными органами санэпиднадзора ФМБА России. При осуществлении работ по санации территории должны проводиться контрольно-надзорные санитарно-эпидемиологические мероприятия.

Разработанный в рамках настоящей работы комплекс санитарно-эпидемиологических мероприятий по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды при выводе из эксплуатации и ликвидации

последствий деятельности объектов хранения и уничтожения ХО, включает в себя требования к осуществлению дегазации после прекращения деятельности предприятий, разработке проектной документации, проведению санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов, санитарно-защитным зонам, производственным зданиям и сооружениям, обоснованию критериев опасности основных технологических операций и оборудования по ликвидации или перепрофилированию производственных мощностей, вентиляции, организации санитарно-химического контроля за загрязнением производственной и окружающей сред, безопасному проведению работ, обращению с отходами, защите атмосферного воздуха от поступления пыли, загрязненной химическими соединениями, средствам индивидуальной и коллективной защиты, санитарно-бытовому обеспечению, медицинскому обслуживанию, предварительным и периодическим медицинским осмотрам персонала, оказанию экстренной помощи работникам при аварийных ситуациях. При выполнении настоящей работы были апробированы и усовершенствованы подходы по осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора на объектах хранения и уничтожения ХО.

На основе разработанных методологических подходов по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды при ликвидации или перепрофилировании объектов хранения и уничтожения ХО в дополнение и развитие Санитарных правил СП 2.2.1.2513-09 научными коллективами ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России и ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России при участии автора в качестве ответственного исполнителя была разработана специализированная методическая база, включающая методические рекомендации «Осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия» (МР 45-12)²² и «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей сред при выводе из эксплуатации объектов по хранению и объектов

²² С участием сотрудников ФМБА России (г. Москва).

по уничтожению химического оружия» (МР 46-12)²³.

Обоснованные в указанных методических документах подходы позволили разработать требования к безопасному проведению работ по выводу из эксплуатации, обезвреживанию и демонтажу производственных мощностей, возможному перепрофилированию и ликвидации последствий деятельности различных опасных химических производств, использующих высокотоксичные вещества, обуславливающие высокую потенциальную опасность объектов. В результате этих работ под руководством автора были разработаны методические рекомендации «Организация безопасных условий работ при ликвидации или перепрофилировании опасных химических производств» (МР 058-12)²⁴.

Аварии, периодически происходящие на промышленных предприятиях и не исключаются на объектах по уничтожению ХО, в том числе при их ликвидации, сопровождаются загрязнением производственной среды. Различные способы очистки помещений не гарантируют полного удаления загрязняющих агентов, вследствие чего нельзя исключить вероятность наличия остаточных количеств веществ в воздухе и на поверхностях. В этой связи вопросы обеспечения защиты здоровья работников, находящихся в помещениях после деконтаминации токсиканта, имеют первостепенное значение. Принимаемые управленческие решения по достаточности очистки загрязненных зданий и сооружений должны быть адекватны степени потенциального риска здоровью персонала. Поэтому научно обоснованные стандарты очистки призваны стать как критерием эффективности деконтаминации, так и стратегически важным элементом долговременной и надежной защиты здоровья людей. Однако подходы к обоснованию стандартов деконтаминации на сегодняшний день развиты недостаточно. Для оценки степени опасности загрязнения зданий и сооружений разработан методологический подход по обоснованию гигиенического регламента для целей деконтаминации рабочих помещений, загрязненных хемотоксикантами

²³ С участием сотрудников ФМБА России (г. Москва), ФГБУЗ «ЦГиЭ № 49 ФМБА России» (г. Шиханы, Саратовская область) и ФГБУЗ «ЦГиЭ № 41 ФМБА России» (г. Глазов, Удмуртская Республика).

²⁴ С участием сотрудников ФМБА России (г. Москва).

в результате аварии. В основу предлагаемого концептуального решения положена вероятность комплексного воздействия токсикантов.

Из литературы известны различные способы количественной оценки комплексного действия ксенобиотиков [191, 195]. Однако на практике в связи с очевидной недостаточностью экспериментальных данных о реальных последствиях комплексного воздействия токсикантов, тем более на подпороговых уровнях, обоснование величин предельных доз встречает серьезные затруднения. Для преодоления этого обоснован методологический подход по разработке нового вида гигиенического норматива – регламента безопасности после деконтаминации загрязненных поверхностей в результате аварии, отражающего, в основном, общепринятые методологию и методические приемы регламентирования вредных веществ в объектах окружающей среды. Новый регламент безопасности – относительная условная единица (*RVU*) предложен для оценки потенциальной опасности химических загрязнений помещений и представляет собой 1/10 часть предельно допустимых доз острого и хронического воздействия вещества для каждого из изолированных путей поступления. Введение данного токсопараметра обуславливает два важнейших преимущества. Во-первых, деление ингаляционных и перкутанных доз на соответствующие им *RVU* позволяет количественно охарактеризовать «вклад» каждого из путей поступления в эффект комплексного воздействия. Во-вторых, из определения *RVU* вытекает, что любая предельно допустимая доза при изолированном воздействии равна 10 *RVU*. Отсюда следует, что «потолочным» значением предельно допустимой комплексной дозы, являющейся сигнальной и указывающей на снижение загрязнения до безопасного уровня, также должны стать 10 *RVU*, причем разных и в различных (любых) соотношениях. *RVU* служит критерием относительной токсичности вещества при разных путях поступления в организм, мерой количественной оценки удельного вклада каждого маршрута экспозиции в эффект суммарной дозы при комплексном воздействии, критерием опасности комплексного действия и индикатором опасности загрязнения производственной среды. Инвариантность абсолютных значений *RVU*, математическая возможность обратного перехода от составляющих величин комплексной дозы к параметрам, контролируемым химико-аналитическими методами

(содержание токсиканта в воздухе и на поверхности) и, следовательно, адекватность задачам оперативного использования в любых конкретных обстоятельствах для обоснования и принятия индивидуализированного решения являются дополнительными аргументами в пользу акцептирования данного токсопараметра.

Корректность теоретических посылов была проверена экспериментально на примере вещества Ви-икс в условиях однократного комплексного воздействия на лабораторных крыс. Эксперимент был направлен на подтверждение предположения, что эффект воздействия суммарной дозы определяется общим количеством входящих в неё *RVU* и зависит от набора *RVU*, определенных для изолированных путей поступления (внутрибрюшинного, ингаляционного, перкутанного, внутрижелудочного и других). Комплексное воздействие Ви-икс оценивали при компоновке различных количеств *RVU* при внутрибрюшинном и перкутанном введении – в соотношении 1:1, 3:1 и 1:3. При апробированных комбинациях разных видов *RVU* суммарная доза индуцировала практически один и тот же антихолинэстеразный эффект. Равноэффективность испытанных вариантов изолированного и комплексного воздействия Ви-икс полностью отвечала теоретическим ожиданиям и была принята как доказательство корректности избранной стратегии обеспечения безопасности людей путем ограничения или нормирования комплексного поступления контаминанта в организм. Количество конкретных *RVU* в дозе адекватно характеризует вклад отдельных составляющих в эффект суммарной дозы, однако опасность комплексного действия в целом определяет только их общий набор. В отличие от предельно допустимых тотальных доз, имеющих «плавающие» значения, величины *RVU* постоянны, что ещё более укрепляет их позиции как критериев токсичности и опасности комплексного воздействия. Эти свойства *RVU* вкуче с возможностью их применения в любых конкретных обстоятельствах с четкой перспективой принятия обоснованного индивидуализированного решения делает их токсопараметрами, на сегодняшний день наиболее приемлемыми для выбора в качестве стандартов деконтаминации.

Оценка опасности одновременного попадания токсиканта в организм через дыхательные пути и кожу с использованием гигиенических нормативов (ПДК,

ПДУ) недостаточно корректна, так как в случае загрязнения объектов производственной среды на уровне указанных нормативов суммарное количество вещества, попадающего в организм, будет большим, чем при изолированном воздействии [192, 195]. В то же время, с учетом существующей практической заинтересованности в более раннем использовании помещений после деконтаминации, возникает необходимость разработки новых стандартов безопасности, отличающихся от действующих гигиенических нормативов, но соблюдение которых позволит в течение нескольких дней выполнять в помещениях противоаварийные мероприятия и производственную деятельность вплоть до срока, когда уровни загрязнения воздуха рабочей зоны и поверхностей помещений уже не будут представлять опасности для здоровья ликвидаторов и работников производства при длительном контакте. Существующие методические подходы к нормированию содержания химических веществ в объектах окружающей среды мало применимы для установления допустимых уровней загрязнения токсикантами помещений после деконтаминации. Для решения назревшей проблемы необходим определенный отход от принципов традиционного нормирования с развитием новых методических подходов, созвучных развиваемым в экотоксикологии и токсикологии пестицидов [46, 191, 192]. В качестве таких стандартов обоснованы ОБУЗ химическими веществами воздуха и поверхностей строительных конструкций и оборудования производственных помещений для острых и повторных постепенно уменьшающихся воздействий при ингаляционном и чрезкожном поступлении в организм. Определение ОБУЗ проводится с использованием токсопараметра *RVU*, предложенного для оценки потенциальной опасности химических загрязнений помещений. Взаимосвязанные токсиметрические показатели *RVU* и ОБУЗ рассчитываются с учетом всех традиционных средовых гигиенических нормативов, а также других характеристик токсичности и опасности, и предназначены для обеспечения защиты человека от комплексного воздействия вредных веществ после деконтаминации производственных помещений. *RVU* и ОБУЗ разрабатываются для вредных веществ с известными токсическими свойствами. В случае недостаточной изученности химических соединений

стандарты безопасности после деконтаминации устанавливаются общепринятыми расчетными методами с использованием релевантных экспериментальных данных. Разработанный подход позволяет прогнозировать степень загрязнения помещений токсикантом после деконтаминации, определять безопасные уровни содержания токсоагента в воздухе и на поверхностях помещений. Продемонстрирована возможность применения разработанного методологического подхода, включая обоснование сокращения продолжительности рабочего дня для сохранения здоровья находящихся в помещениях людей (защита временем).

Таким образом, обоснованы методологические подходы к гигиеническому сопровождению работ по выводу из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения химического оружия. На основе методологических подходов по обеспечению безопасности персонала, населения и окружающей среды разработана специализированная нормативно-методическая база, включающая санитарные правила и методические рекомендации по осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и организации санитарно-химического контроля при выводе из эксплуатации, ликвидации и перепрофилировании объектов хранения и уничтожения ХО. Указанные нормативно-методические документы в сочетании с утвержденными гигиеническими нормативами и аттестованными методиками измерений содержания ОВ и продуктов их деструкции в производственной и окружающей средах позволят обеспечить санитарно-эпидемиологическую безопасность ликвидационных и конверсионных работ на бывших объектах по разработке, производству, хранению и уничтожению ХО. Обоснованные подходы позволили подготовить методические рекомендации по безопасному проведению работ при выводе из эксплуатации, обестреживании и демонтаже производственных мощностей, возможном перепрофилировании и ликвидации последствий деятельности различных опасных химических производств, использующих высокотоксичные вещества, обуславливающие высокую потенциальную опасность объектов. Обоснован методологический подход по разработке нового вида гигиенического норматива – регламента безопасности после деконтаминации.

ВЫВОДЫ

1. Впервые теоретически обоснован комплекс мероприятий по гигиеническому обеспечению процесса вывода из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилирования объектов хранения и уничтожения химического оружия.

2. Научно обоснованы гигиенические методологические подходы и алгоритмы исследований для обеспечения безопасности персонала, населения и окружающей среды при проведении ликвидации и перепрофилирования объектов по хранению и уничтожению химического оружия.

3. Разработаны гигиенические требования к проектной документации и осуществлению санитарно-эпидемиологической экспертизы проектов, созданию безопасных условий труда персонала и экологической безопасности населения и окружающей среды, организации санитарно-эпидемиологического надзора и санитарно-химического контроля при выводе из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилировании объектов по хранению и уничтожению химического оружия. Гигиенические требования включены в санитарные правила «Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия» (СП 2.2.1.2513-09) и положены в основу методических рекомендаций «Осуществление федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия» (МР 45-12) и «Организация санитарно-химического контроля за состоянием производственной и окружающей среды при выводе из эксплуатации объектов по хранению и объектов по уничтожению химического оружия» (МР 46-12).

4. Экспертная оценка проектных материалов, анализ технологических регламентов и гигиеническая оценка объектов хранения и уничтожения

химического оружия позволили установить, что наибольшую потенциальную опасность представляют основные технологические операции, связанные с транспортировкой отравляющих веществ, бочек и боеприпасов с ними, расснаряжением бочек и боеприпасов, эвакуацией и детоксикацией отравляющих веществ, очисткой абгазов и вентвоздуха. При функционировании объектов «Горный» и «Камбарка» содержание отравляющих веществ и мышьяка в воздухе рабочей зоны и на поверхностях как правило не превышало допустимые величины. На объекте «Горный» в единичных случаях обнаруживался люизит в воздухе рабочей зоны на уровне до 3,5 ПДК, на поверхностях технологического оборудования и строительных конструкций содержание люизита превышало гигиенический норматив до 15,4 раза, иприта – до 25,0 раз, мышьяка – до 24,0 раз.

5. Впервые дана гигиеническая оценка загрязненности люизитом, ипритом и продуктами их деструкции строительных конструкций, технологического оборудования и отходов бывших объектов по производству, хранению и уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия, позволившая оценить опасность потенциальных отходов и риск для персонала и населения при работах по ликвидации указанных объектов. В строительных материалах превышали гигиенические нормативы концентрации иприта до 36,0 раз, люизита – до 558,0 раз, мышьяка – до 95,2 раза в хранилищах объекта «Горный», люизита – до 26,0 раз, мышьяка – до 21,7 раза на объекте уничтожения химического оружия «Горный», люизита – до 90 тысяч раз, иприта – до 400,0 раз и мышьяка – до 1811,6 раза в бывшем производстве химического оружия на ОАО «Капролактам-Дзержинск».

6. Разработана или актуализирована, апробирована и внедрена нормативно-методическая база, включающая 42 гигиенических норматива и 35 методических указаний по методам контроля, для осуществления федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора при выводе из эксплуатации, ликвидации и перепрофилировании объектов по хранению и уничтожению химического оружия.

7. Показано, что изученные потенциальные отходы из материалов строительных конструкций основного корпуса объекта по уничтожению химического оружия «Горный» соответствовали 3 классу опасности, хранилищ

объекта «Горный» – 1 классу опасности, бывшего производства химического оружия на ОАО «Капролактам-Дзержинск» – 1 классу опасности. Это требует соблюдения соответствующих мер безопасности при проведении работ по демонтажу технологического оборудования и строительных конструкций, обезвреживанию, утилизации, транспортировке и захоронению отходов.

8. Установлена высокая степень и неоднородность загрязнения люизитом и, особенно, мышьяком территории бывшего производства кожно-нарывных отравляющих веществ. Максимальное содержание мышьяка в грунте составляло более 1000 ПДК, люизита – до 30 ПДК. Риск по люизиту находился на приемлемом уровне, по мышьяку риск колебался от высокого до чрезвычайно высокого.

9. Для персонала объектов хранения и уничтожения химического оружия «Горный» при их ликвидации канцерогенный риск оценивается как «средний» индивидуальный пожизненный риск, допустимый для производственных ситуаций и неприемлемый для населения. Неканцерогенный риск для персонала хранилищ определен от низкого до чрезвычайно высокого уровня, для работников объекта по уничтожению химического оружия указанный риск оценен как низкий (приемлемый).

10. Впервые разработан методологический подход к разработке стандартов безопасности после деконтаминации строительных конструкций зданий и сооружений.

11. В основе создания безопасных условий труда персонала, охраны здоровья населения и окружающей среды положено гигиеническое обеспечение процесса ликвидации и перепрофилирования объектов хранения и уничтожения химического оружия на базе передовой технологии и современной науки.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Разработанные методологические подходы к гигиеническому обеспечению безопасности работ по выводу из эксплуатации, ликвидации последствий деятельности и перепрофилированию объектов хранения и уничтожения химического оружия в сочетании со специализированной нормативно-методической базой рекомендуется использовать в деятельности:

- проектных организаций, разрабатывающих проектную документацию по выводу из эксплуатации и ликвидации последствий деятельности бывших объектов по разработке, производству, хранению и уничтожению химического оружия и других опасных химических производств;

- Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия, объектов хранения и уничтожения химического оружия, бывших предприятий по разработке и производству отравляющих веществ по организации производственного контроля и мониторинга окружающей среды при ликвидации или перепрофилировании указанных объектов;

- Федерального медико-биологического агентства, его территориальных органов и центров гигиены и эпидемиологии ФМБА России, обеспечивающих их деятельность по осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора в организациях отдельных отраслей промышленности с особо опасными условиями труда и на отдельных территориях по перечню, утверждаемому Правительством Российской Федерации, включая объекты хранения и уничтожения химического оружия, а также бывшие предприятия по разработке и производству отравляющих веществ, при ликвидации или перепрофилировании указанных объектов;

- научно-исследовательских институтов гигиенического профиля Федерального медико-биологического агентства и Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека для использования в научно-исследовательской и экспертной работе;

- кафедр гигиены, эпидемиологии и экологии человека государственных

образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Разработанный методологический подход по обоснованию нового вида гигиенического норматива – регламента безопасности после деконтаминации рабочих помещений, загрязненных хемотоксикантами в результате аварии, позволяющий оценивать степень загрязнения помещений токсикантом, рекомендуется использовать для гигиенических оценок обстоятельств химических инцидентов и поддержки принятия управленческих решений в практической деятельности медико-санитарных учреждений Министерства здравоохранения Российской Федерации и ФМБА России при планировании и осуществлении мероприятий по ликвидации медико-санитарных последствий чрезвычайных химических ситуаций.

Перспективной представляется дальнейшая разработка настоящей темы исследования, касающаяся обоснования гигиенических мероприятий по обеспечению безопасности для персонала, населения и окружающей среды в производствах по переработке реакционных масс и уничтожению чрезвычайно- и высокоопасных химических соединений, организованных на территории бывших объектов хранения и уничтожения химического оружия.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

АЛТ	аланиновая трансаминаза
АПВ	аварийные пределы воздействия
АСТ	аспарагиновая трансаминаза
АХЭ	ацетилхолинэстераза
ГН	гигиенический норматив
ГосНИИОХТ	Государственный НИИ органической химии и технологии
ГосНИИЭНП	Государственный НИИ промышленной экологии
ГОСТ	государственный стандарт
ГР	государственная регистрация
ДОД	дегазационно-обмывочный душ
ЗЗМ	зона защитных мероприятий
КИПиА	контрольно-измерительные приборы и автоматика
КОЕ	колониеобразующие единицы
МВИ	методика выполнения измерений
МЗ	Министерство здравоохранения
МНД	максимально недействующая доза
МНК	максимально недействующая концентрация
МПР	Министерство природных ресурсов
МР	методические рекомендации
МСЧ	медико-санитарная часть
МУ	методические указания
МУК	методические указания по методам контроля
НИИ	научно-исследовательский институт
НИИ ГТП	НИИ гигиены, токсикологии и профпатологии
НИИ ГПЭЧ	НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека
НИР	научно-исследовательская работа
НСП	нормы специального проектирования
ОАО	открытое акционерное общество
ОБУВ	ориентировочный безопасный уровень воздействия
ОБУЗ	ориентировочно безопасный уровень загрязнения
ОВ	отравляющие вещества
ОДК	ориентировочная допустимая концентрация
ОВ КНД	отравляющие вещества кожно-разрывного действия
ОВ НПД	отравляющие вещества нервнопаралитического действия
ОНД	общесоюзный нормативный документ
ООО «Гипросинтез»	Общество с ограниченной ответственностью «Институт по проектированию производств органического синтеза»
ПВК	пировиноградная кислота
ПДВ	предельно допустимые выбросы
ПДК	предельно допустимая концентрация
ПДК _{в.в.}	предельно допустимая концентрация в воде водоемов
ПДК _{м.р.}	предельно допустимая концентрация максимальная разовая
ПДК _{р.з.}	предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны
ПДК _{с.с.}	предельно допустимая концентрация среднесуточная
ПДУ	предельно допустимый уровень
ПСЛ	промышленно-санитарная лаборатория
РД	руководящий документ
РМ	реакционная масса
РПГА	реакция пассивной гемагглютинации

РФ	Российская Федерация
СанПиН	санитарно-эпидемиологические правила и нормативы
СЗЗ	санитарно-защитная зона
СИЗ	средства индивидуальной защиты
СН	санитарные нормы
СНиП	строительные нормы и правила
«Союзпром- НИИпроект»	Государственный ордена Трудового Красного Знамени специальный научно-исследовательский и проектный институт «СоюзпромНИИпроект»
СП	санитарные правила
СПП	суммационно-пороговый показатель
ТТК	транспортно-технологический контейнер
ФГБОУ ВПО	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
ФГБУЗ	Федеральное государственное бюджетное учреждение здравоохранения
ФГУ	Федеральное государственное учреждение
ФГУП	Федеральное государственное унитарное предприятие
ФМБА	Федеральное медико-биологическое агентство
ФОВ	фосфорорганические отравляющие вещества
ФУ	Федеральное управление
ФУ БХ и УХО	ФУ по безопасному хранению и уничтожению химического оружия
ФУ «Медбиозкстрем»	ФУ медико-биологических и экстремальных проблем при МЗ РФ
ХО	химическое оружие
ЦГиЭ	центр гигиены и эпидемиологии
ЦПУ	центральный пульт управления
ЧДД	частота дыхательных движений
ЧСС	частота сердечных сокращений
<i>a</i>	для животных
<i>ac</i>	однократное (острое) воздействие
<i>c</i>	концентрация вещества в воздухе
<i>ch</i>	хроническое воздействие
<i>CL₅₀</i>	средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50% животных
<i>C_r</i>	гигиенический регламент для рабочей зоны
<i>cut</i>	перкутанное воздействие
<i>d</i>	плотность загрязнения веществом поверхности
<i>D</i>	доза
<i>D_r</i>	гигиенический регламент для кожи
<i>h</i>	для человека
<i>inh</i>	ингаляционное воздействие
<i>ip</i>	внутрибрюшинное введение
<i>K₃</i>	коэффициент запаса
<i>LD₅₀</i>	средняя смертельная доза вещества, вызывающая гибель 50% животных
<i>Lim</i>	порог действия
<i>m</i>	средняя ошибка средней арифметической величины
<i>M</i>	средняя арифметическая величина
<i>PD</i>	предельно допустимая доза
<i>PM₁₀</i>	взвешенные частицы размером менее 10 микрон
<i>RVU</i>	relative value unit – относительная условная единица
<i>sp</i>	специфическое воздействие
<i>tot</i>	комплексное (тотальное) воздействие
<i>U</i>	общее количество <i>RVU</i> после деконтаминации за каждый день

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении от 13.01.1993: вступила в силу 29.04.1997, для Российской Федерации с 05.12.1997 [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Федеральный закон от 02.05.1997 № 76-ФЗ (ред. от 21.11.2011) «Об уничтожении химического оружия» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
3. Федеральная целевая программа «Уничтожение запасов химического оружия в Российской Федерации». Утверждена Постановлением Правительства РФ от 21.03.1996 № 305 (ред. от 27.12.2012) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
4. Химическое разоружение. Технологии уничтожения отравляющих веществ / В. П. Капашин [и др.]. – Саратов: ГосУНЦ «Колледж», 2000. – 143 с.
5. Начальный этап реформирования объектов по уничтожению химического оружия в интересах экономики и обеспечения обороны и безопасности государства / Г. Е. Никифоров [и др.] // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 120–122.
6. Холстов, В. И. Выполнение Россией обязательств по Конвенции о запрещении химического оружия: состояние и ближайшие задачи / В. И. Холстов // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 2. – С. 4–7.
7. Холстов, В. И. Реализация научно-технической политики в области уничтожения химического оружия в Российской Федерации / В. И. Холстов // Теоретическая и прикладная экология. – 2011. – № 4. – С. 5–8.
8. Чупис, В. Н. Приоритетные направления перепрофилирования объектов по уничтожению химического оружия: пример перспективного развития производств по переработке мышьяксодержащих реакционных масс и отходов на объекте «Горный» / В. Н. Чупис, О. Ю. Растегаев, А. В. Шевченко // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 125–129.
9. Шевченко, А. В. Научно-техническая политика на завершающих этапах химического разоружения / А. В. Шевченко, Г. Е. Никифоров // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 12–14.
10. Лякин, А. С. Технические решения по ликвидации последствий химического заражения (загрязнения) территорий в местах бывшего хранения и уничтожения химического оружия / А. С. Лякин // Медико-биологические аспекты обеспечения химической безопасности Российской Федерации : сб. трудов Всерос. симпозиума, посвященного 50-летию со дня

основания ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – С. 37–41.

11. Шкодич, П. Е. Научные основы санитарно-гигиенического обеспечения процесса уничтожения химического оружия / П. Е. Шкодич, В. В. Клаучек, В. Е. Жуков // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 12. – С. 8–12.

12. Рембовский, В. Р. Научное медико-гигиеническое сопровождение работ по уничтожению химического оружия в России / В. Р. Рембовский, Б. Н. Филатов // Медицина экстремальных ситуаций. – 2007. – № 3. – С. 92–103.

13. Научные аспекты санитарно-эпидемиологического сопровождения работ по выводу из эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия / В. Р. Рембовский [и др.] // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 136–139.

14. Нагорный, С. В. Научно-практические исследования и работы с целью обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности объектов уничтожения химического оружия / С. В. Нагорный // Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф. – СПб.: Фолиант, 2010. – С. 35–38.

15. Научно-практическое обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности на объектах уничтожения химического оружия / В. Р. Рембовский [и др.] // Токсикологический вестник. – 2011. – № 6. – С. 22–26.

16. Научно-практическое обеспечение санитарно-эпидемиологической безопасности на объектах уничтожения химического оружия / В. Р. Рембовский [и др.] // Актуальные проблемы токсикологии и радиобиологии: тез. докл. Росс. науч. конф. с международным участием. – СПб.: Фолиант, 2011. – С. 9.

17. Ермолаева, Е. Е. Алгоритм исследований при обеспечении санитарно-эпидемиологической безопасности работ при ликвидации или перепрофилировании особо опасных предприятий химического профиля / Е. Е. Ермолаева [и др.] // Научно-практическая деятельность ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России: Решение проблемы обеспечения химической безопасности в РФ: Труды ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, посвященной 50-летию со дня основания. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – С. 198–203.

18. Тидген, В. П. Обоснование гигиенического предела загрязнения строительных конструкций производства химического оружия / В. П. Тидген [и др.] // Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / Под ред. Г. Г. Онищенко, А. И. Потапова. – М., 2007. – Кн. 1. – С. 384–387.

19. Грачев, В. Ф. Опыт работы территориального отдела межрегионального управления № 5 и ЦГиЭ № 40 Федерального медико-биологического агентства России по медико-санитарному сопровождению конверсии бывших производств химического оружия на Волгоградском ОАО «Химпром» / В. Ф. Грачев, В. Г. Сагдаков // Медицина экстремальных ситуаций. – 2009. – № 4. – С. 55–61.

20. Филатов, Б. Н. Гигиеническая оценка загрязнения территории химически опасного производства / Б. Н. Филатов, Н. И. Латышевская, А. В. Васильков // Гигиена и санитария. – 2010. – № 4. – С. 34–38.
21. Демахин, А. Г. Выбор задач для перепрофилирования объекта по уничтожению химического оружия в п. Горный Саратовской области / А. Г. Демахин, В. В. Олискевич, В. П. Севостьянов // Экологические проблемы промышленных городов : сб. науч. тр. 2-й Всерос. науч.-практ. конф. – Саратов: СГТУ, 2005. – С. 82–85.
22. Шевченко, А. В. О реформировании системы государственного экологического контроля и мониторинга за безопасным функционированием объектов по хранению и уничтожению химического оружия и состоянием окружающей среды / А. В. Шевченко, А. С. Лякин // Теоретическая и прикладная экология. – 2014. – № 2. – С. 79–85.
23. Федеральный закон от 05.11.1997 № 138-ФЗ «О ратификации конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-прав. системы «Консультант Плюс».
24. Капашин, В. П. Успешный ввод и эксплуатация трёх новых объектов по уничтожению химического оружия – подтверждение Россией обязательств Конвенции / В. П. Капашин // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 2. – С. 8–11.
25. Соловьёв, В. К. Современное состояние и проблемы сотрудничества России с иностранными государствами в области уничтожения запасов химического оружия / В. К. Соловьёв, О. М. Ивашко, Ю. Е. Кузнецова // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 2. – С. 16–19.
26. Recommendation for the Disposal of Chemical Agents and Munitions. – Washington: National Research Council, 1994. – 64 p.
27. Шкодич, П. Е. Гигиенические аспекты уничтожения химического оружия в Российской Федерации / П. Е. Шкодич, В. В. Клаучек // Гигиена и санитария. – 2003. – № 4. – С. 47–50.
28. Шкодич, П. Е. Эколого-гигиенические аспекты проблемы уничтожения химического оружия / П. Е. Шкодич, В. Ф. Желтобрюхов, В. В. Клаучек. – Волгоград: ВолГУ, 2004. – 236 с.
29. Концептуальные решения при разработке системы специального социально-гигиенического комплексного мониторинга изменений здоровья работающих, населения и качества среды их обитания в связи с работами по уничтожению «бывших» производств химического оружия / С. В. Нагорный [и др.] // Медицинские и биологические проблемы, связанные с уничтожением химического оружия: тез. докл. междунар. симпоз. – Волгоград, 2003. – С. 254–255.
30. Поляков, А. И. Методологическая и методическая база обеспечения экологической и промышленной безопасности объектов по уничтожению химического оружия / А. И. Поляков, В. Д. Назаров // Теоретическая и прикладная экология. – 2013. – № 4. – С. 21–25.

31. Нагорный, С. В. Гигиеническая оценка объектов хранения и уничтожения химического оружия как источников загрязнения окружающей среды / С. В. Нагорный [и др.] // Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф. – СПб.: Фолиант, 2010. – С. 294–295.
32. Филатов, Б. Н. Медицинские проблемы уничтожения химического оружия в России / Б. Н. Филатов // 2-й съезд токсикологов России: тез. докл. / Под ред. Г. Г. Онищенко и Б. А. Курляндского. – М., 2003. – С. 36–37.
33. Mcintosh, R. G. Establishing a comprehensive occupational health program in support of chemical weapon disposal activities / R. G. Mcintosh // Medical and biological aspects of chemical weapons stockpile demilitarization: International symposium proceedings. – Volgograd, 2003. – P. 86–88.
34. Капашин, В. П. Новые российские объекты по уничтожению химического оружия / В. П. Капашин, А. В. Шевченко, А. Ф. Шведов // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 9–11.
35. Холстов, В. И. Химическое разоружение. Практика обеспечения выполнения конвенционных обязательств по запрещению химического оружия и его уничтожению / В. И. Холстов // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 5–9.
36. Холстов, В. И. Реализация Федеральной целевой программы на четвертом заключительном этапе уничтожения химического оружия / В. И. Холстов // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 4. – С. 6–7.
37. Капашин, В. П. Актуальные вопросы завершающего четвертого этапа выполнения конвенционных обязательств Российской Федерации / В. П. Капашин // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 4. – С. 8–9.
38. Руководство по токсикологии отравляющих веществ / Под ред. С. Н. Голикова. – М.: Медицина, 1972. – 471 с.
39. Франке, З. Химия отравляющих веществ. В 2 т. Т. 1: [пер. с нем.] / З. Франке. – М.: Химия, 1973. – 440 с.
40. Александров, В. А. Отравляющие вещества: учебное пособие / В. А. Александров, В. И. Емельянов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Воениздат, 1990. – 271 с.
41. Основы безопасности профессиональной и экологической медицины при уничтожении химического оружия в России: Руководство для врачей / Под общей ред. А. А. Каспарова, В. Д. Ревы, В. В. Уйбы. – М.: ФГОУ ИПК ФМБА России, 2008. – 744 с.
42. Исторические аспекты уничтожения запасов химического оружия в Российской Федерации / В. П. Капашин [и др.] // Доклады. Академии воен. наук. – 2006. – № 3. – С. 241–246.
43. Капашин, В. П. Выполнение Российской Федерацией третьего этапа работ в соответствии с положениями Конвенции о запрещении химического оружия / В. П. Капашин, Е. П. Афанасенко, А. В. Назаров // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. – № 1. – С. 19–26.

44. Киселев, М. Ф. О проблеме комплексных санитарно–экологических (гигиенических) исследований по обеспечению безопасности населения и работающих на объектах уничтожения химического оружия / М. Ф. Киселев, С. В. Нагорный, В. К. Пелищук // Медицина экстремальных ситуаций. – 1999. – № 3. – С. 19–28.
45. Кулиш, А. В. Условия труда и состояние здоровья производственного персонала объектов уничтожения химических веществ кожно-нарывного действия : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Кулиш Александр Васильевич. – Волгоград, 2008. – 23 с.
46. Общая токсикология / Под ред. Б. А. Курляндского, В. А. Филова. – М.: Медицина, 2002. – 608 с.
47. Куценко, С. А. Основы токсикологии: Научно-методическое издание / С. А. Куценко. – СПб: Фолиант, 2004. – 720 с.
48. Капашин, В. П. Инновационные технологии перепрофилирования объектов по уничтожению химического оружия. Техничко-экономические аспекты организации переработки мышьяксодержащих отходов в востребованную продукцию на объекте «Горный» в Саратовской области / В. П. Капашин, Н. Г. Кутьин, В. Н. Чупис // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : тез. докл. V науч.-практ. конф. – М., 2010. – С. 3–6.
49. Термическое обезвреживание отходов, накопившихся в процессе деятельности объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области / В. Б. Кондратьев [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия: тез. докл. V науч.-практ. конф.– М., 2010. – С. 57–58.
50. Холстов, В. И. Уничтожение химического оружия – 3-й этап / В. И. Холстов // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. – № 1. – С. 4–18.
51. Особенности технологии уничтожения вязкого люизита на объекте по уничтожению химического оружия в г. Кизнер Удмуртской Республики / А. В. Куткин [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : тез. докл. III науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 54–56.
52. Химия и технология уничтожения «вязкого» люизита / А. Ю. Уткин [и др.] // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 19–23.
53. Особенности расснаряжения и уничтожения артиллерийских химических боеприпасов, снаряжённых люизитом / В. Б. Кондратьев [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2011. – № 4. – С. 32–35.
54. Комплексная гигиеническая оценка «бывших» производств отравляющих веществ при разработке и реализации научных медицинских программ на объектах хранения и

уничтожения химического оружия / С. В. Нагорный [и др.] // Медико-гигиенические аспекты обеспечения работ с особо опасными химическими веществами: Труды науч.-практ. конф., посвященной 40-летию «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб, 2002. – С. 303–309.

55. Методические подходы к обоснованию гигиенического норматива загрязнения (контаминации) VX поверхностей и непосредственно материала строительных конструкций в бывшем производстве химического оружия / С. В. Нагорный [и др.] // Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 45-летию ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб., 2007. – С. 144–147.

56. Оценка опасности токсичных отходов, образующихся при разрушении объектов, на которых проводились работы с химическим оружием / А. С. Радилев [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке ХО : тез. докл. III науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 240–244.

57. Токсиколого-гигиеническая оценка опасности отходов бывших предприятий по производству и использованию отравляющих веществ / А. С. Радилев [и др.] // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 77–82.

58. Особенности токсикологической экспертизы строительных отходов предприятий, ранее связанных с крупнотоннажным производством или использованием высоко и чрезвычайно токсичных химикатов / В. Р. Рембовский [и др.] // Вестник Российской военно-медицинской академии. Приложение 1. – 2008. – № 3(23). – С. 58–61.

59. Технология детоксикации строительных материалов корпусов бывших производств люизита / А. Д. Зорин [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : тез. докл. III науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 41–43.

60. Определение токсичности грунтов и строительных конструкций заводов в г. Дзержинске и г. Чапаевске в опытах с использованием гидробионтов / В. Я. Шульга [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке ХО : тез. докл. III науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 274–276.

61. Определение люизита и продуктов его распада в строительных материалах / С. М. Швецов [и др.] // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – Т. 72, № 10. – С. 9–13.

62. Васильков, А. В. Гигиеническая оценка загрязненности и эффективности реабилитации почвы в районе размещения бывшего химически опасного объекта : автореф. дис. ... канд. мед. наук : 14.00.07 / Васильков Андрей Викторович. – Волгоград, 2009. – 20 с.

63. Капашин, В. П. Российские объекты по уничтожению химического оружия. Организация деятельности объектов / В. П. Капашин, В. Д. Назаров // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 10–12.

64. Медико-санитарный паспорт территорий, расположенных в районе особо опасных химических предприятий, на примере объектов хранения и уничтожения химического оружия / С. В. Нагорный [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2008. – № 4. – С. 55–65.
65. Василенко, О. А. Система гигиенических мероприятий по профилактике заболеваний персонала, занятого на работах по уничтожению химического оружия / О. А. Василенко, С. П. Лось // Теоретическая и прикладная экология. – 2013. – № 4. – С. 98–103.
66. Пункевич, Б. С. Современный подход к обеспечению экологической безопасности при уничтожении химического оружия / Б. С. Пункевич, Е. М. Загребин, В. Н. Фокин // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : сб. материалов II научно-практич. конф. – М., 2004. – С. 53–57.
67. Демидюк, В. В. Обоснованная безопасность – основа для установления размеров санитарно-защитной зоны российских объектов по уничтожению химического оружия / В. В. Демидюк, В. А. Петрунин // Медицинские и биологические проблемы, связанные с уничтожением химического оружия: тез. докл. междунар. симпоз. – Волгоград, 2003. – С. 186–187.
68. Холстов, В. И. Многоуровневая система производственного экологического контроля и мониторинга при уничтожении запасов химического оружия в Российской Федерации / В. И. Холстов, О. Ю. Растегаев, Т. Я. Ашихмина // Теоретическая и прикладная экология. – 2013. – № 4. – С. 76–87.
69. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
70. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 23.07.2013) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.09.2013) [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
71. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 25.06.2012) «Об охране атмосферного воздуха» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
72. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 25.06.2012) (с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2013) «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».
73. Медико-гигиеническое обеспечение объектов по уничтожению химического оружия на современном этапе / В. Р. Рембовский [и др.] // Токсикологический вестник. – 2010. – № 3. – С. 26–30.
74. Демидюк, В. В. Эколого-гигиеническая характеристика российской двухстадийной технологии химической детоксикации зарина, зомана и Vi-газов (предварительное сообщение) / В. В. Демидюк, И. В. Шалганова, А. Ю. Широков // Медико-экологическая безопасность в

регионах хранения и уничтожения химического оружия. – М., 1998. – Вып. 8. – 63 с.

75. Специальный социально-гигиенический комплексный мониторинг состояния окружающей среды и здоровья населения в зоне защитных мероприятий вокруг объектов по хранению и уничтожению химического оружия / В. Р. Рембовский [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : сб. материалов II науч.-практ. конф. – М., 2004. – С. 182–191.

76. Мониторинг здоровья и среды обитания персонала объектов по уничтожению химического оружия / С. В. Нагорный [и др.] // Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / Под ред. Г. Г. Онищенко, А. И. Потапова. – М., 2007. – Кн. II. – С. 752–756.

77. Демидюк, В. В. Перечень приоритетных загрязнителей – основа планирования производственного контроля безопасности промышленного объекта (на примере объекта по уничтожению химического оружия в г. Камбарка Удмуртской Республики) / В. В. Демидюк // Актуальные вопросы промышленной токсикологии : материалы научно-практич. конф. – М., 2010. – С. 126–135.

78. Haley, R. W. Self-reported exposure to neurotoxic chemical combinations in the gulf war: A cross-sectional epidemiologic study / R. W. Haley, T. L. Kurt // Journal of the American Medical Association. – 1997. – Vol. 277, № 3. – P. 231–237.

79. Ashley, J. A. Monitoring chemical warfare agents: a new method for the detection of methylphosphonic acid / J. A. Ashley, C.-H. Lin, P. Wirsching, K. D. Janda // Angewandte Chemie International Edition. – 1999. – Vol. 38, № 12. – P. 1793–1795.

80. Ruetter, S. A. Evaluation of airborne exposure limits for VX: worker and general population exposure criteria / S. A. Ruetter, R-J. Mioduszewski, A. Thomson // ECBC–TR–074. Aberdeen Proving Ground, Md.: Edgewood Chemical Center, U.S. Army Soldier and Biological Chemical Command, 2000.

81. Harper, M. The use of thermal desorption in monitoring for the chemical weapons demilitarization program / M. Harper // Journal of Environmental Monitoring. – 2002. – Vol. 4, № 5. – P. 688–694.

82. Health monitoring strategies for chemical demilitarization / S. Bowditch [et al.] // Medical and biological aspects of chemical weapons stockpile demilitarization: International symposium proceedings. – Volgograd, 2003. – P. 33–34.

83. Барышников, И. И. Концептуальные основы медико-санитарного обеспечения работ по уничтожению химического оружия / И. И. Барышников // Токсикологический вестник. – 1994. – № 3. – С. 2–5.

84. Гулин, А. А. Основные направления научных исследований на завершающем этапе химического разоружения России / А. А. Гулин // Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – № 4. – С. 10–12.

85. Strategies to protect the health of deployed U.S. Forces: detecting, characterizing, and

documenting exposures/T.E. McKone [et al.]. – Washington: National Academy Press, 2000. – 272 p.

86. К проблеме оценки влияния конверсионных предприятий военно-промышленного комплекса на загрязнение окружающей среды и состояние здоровья населения / В. Р. Рембовский [и др.] // Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 45-летию ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб., 2007. – С. 49–53.

87. Технологические аспекты переработки реакционных масс, получаемых при детоксикации люизита, в мышьяксодержащую товарную продукцию / А. Г. Демахин [и др.] // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 29–31.

88. Никифоров, Г. Е. О реформировании объектов по уничтожению химического оружия в интересах обороны и безопасности государства и использовании их имущественных комплексов в хозяйственном обороте / Г.Е. Никифоров, Ф.С. Хазиев, И.М. Михайлова // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : сб. материалов IV науч.-практ. конф. – М., 2008. – С. 31–39.

89. Холстов, В. И. Итоги реализации Федеральной целевой программы «Уничтожение запасов химического оружия в РФ» в преддверии 2014 года / В. И. Холстов // Теоретическая и прикладная экология. – 2013. – № 4. – С. 6–9.

90. Комплексная оценка экологического состояния территорий бывшего хранения и прошлого уничтожения химического оружия / В. Н. Чупис [и др.] // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : тез. докл. Пятой науч.-практ. конф. – М., 2010. – С. 132–134.

91. Химическое разоружение. Практика обеспечения выполнения конвенционных обязательств по запрещению химического оружия и его уничтожению / В. И. Холстов [и др.] // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 4–8.

92. Капашин, В. П. Обеспечение экологической и промышленной безопасности объектов по уничтожению химического оружия / В. П. Капашин, А. И. Поляков, В. А. Круглов // Теоретическая и прикладная экология. – 2013. – № 4. – С. 10–18.

93. Munro, N. B. Toxicity the organophosphate chemical warfare agents GA, GB, and VX: Implications for public protection / N. B. Munro, K. R. Ambrose, A. P. Watson // Environmental Health Perspectives. – 1994. – Vol. 102, № 1. – P. 18–77.

94. Chemical warfare agents: emergency medical and emergency public health issues / R. J. Brennan [et al.] // Annals of Emergency Medicine. – 1999. – Vol. 34, № 2. – P. 191–204.

95. Emergency department hazardous materials protocol for contaminated patients / J. L. Burgess [et al.] // Annals of Emergency Medicine. – 1999. – Vol. 34, № 2. – P. 205–212.

96. Fathimulla, F. Preliminary assessment of health impact for the Newport chemical agent

disposal facility / F. Fathimulla // *Drug and Chemical Toxicology*. – 2000. – Vol. 23, № 1. – P. 55–66.

97. Subchronic oral toxicity of aqueous leachates from bituminous-salt masses containing reaction by-products from demilitarized U.S. or russian nerve agents / L. A. Chaney [et al.] // *Medical and biological aspects of chemical weapons stockpile demilitarization / International symposium proceedings*. – Volgograd, 2003. – P. 37–38.

98. Комбарова, М. Ю. Основные направления и перспективы работ в области медико-гигиенических и санитарно-экологических исследований, проводимых отделом общей гигиены и экологии человека ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России на химически опасных объектах и территориях их расположения / М. Ю. Комбарова // *Научно-практическая деятельность ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России: Решение проблемы обеспечения химической безопасности в Российской Федерации : Труды ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, посвященные 50-летию со дня основания*. – СПб., 2012. – С. 33–56.

99. Василенко, О. А. Научное обоснование системы профилактики заболеваний персонала при уничтожении химического оружия : автореф. дис. ... докт. мед. наук : 14.02.01 / Василенко Оксана Анатольевна – Москва, 2010. – 44 с.

100. Шелученко, В. В. Безопасная, надежная и экологически чистая современная российская двухстадийная технология уничтожения химического оружия / В. В. Шелученко, В. А. Петрунин, В. В. Демидюк // *Четвертые публичные слушания по проблеме уничтожения химического оружия : сб. материалов 26–27 мая 1998 г. – п. Кизнер – г. Ижевск, 1998*. – С. 55–62.

101. Review and evaluation of alternative technologies for demilitarization of assembled chemical weapons // *The National Academy Press*. – Washington, DC. – 1999. – 266 p.

102. Waste incineration and public health // *The National Academy Press*. – Washington, DC. – 2000. – 364 p.

103. Экологический мониторинг опасных производственных объектов: опыт создания и перспективы развития (на примере систем экологического контроля и мониторинга объектов по уничтожению химического оружия) / В. П. Капашин [и др.] / Под общей ред. В. Н. Чуписа. – М.: Научная книга, 2010. – 526 с.

104. Скоробогатова, В. И. Санация загрязненных территорий в районах хранения и уничтожения химического оружия / В. И. Скоробогатова, А. А. Щербаков, В. Г. Мандыч // *Российский химический журнал*. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 71–74.

105. Методические подходы к проведению токсиколого-гигиенических исследований при ликвидации или перепрофилировании особо опасных предприятий химического профиля / Е. Е. Ермолаева [и др.] // *Научно-практическая деятельность ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России: Решение проблемы обеспечения химической безопасности в Российской Федерации: Труды ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, посвященные 50-летию со дня основания*. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – С. 204–213.

106. Санитарно-эпидемиологическое обеспечение безопасности персонала при проведении работ по выводу из эксплуатации объектов по уничтожению химического оружия / А. С. Радилов [и др.] // *Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей*. В 3 т. Т. II / Под ред. Г. Г. Онищенко, А. И. Потапова. – М., 2012. – С. 598–600.

107. Гулин, А. А. Обеспечение безопасных условий передачи металлоотходов с объектов по уничтожению химического оружия на металлургические предприятия / А.А. Гулин, Е. П. Павленко // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2012. – № 4. – С. 34–38.

108. Разработка комплекса санитарно-эпидемиологических мероприятий по обеспечению условий для безопасной передачи на металлургические предприятия металлических отходов объектов уничтожения химического оружия / С. В. Нагорный [и др.] // *Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф.* – СПб., 2010. – С. 295–297.

109. Королёв, В. А. Очистка грунтов от загрязнений / В. А. Королёв – М.: МАИК Наука-Интерпериодика, 2001. – 365 с.

110. Лякин, А. С. Способы приведения в безопасное состояние территорий и объектов инфраструктуры при выводе из эксплуатации объекта по хранению и уничтожению химического оружия «Горный» (пос. Горный Саратовской области) / А. С. Лякин // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2012. – № 4. – С. 17–20.

111. Каратаев, Е. Н. Проблемы утилизации продуктов детоксикации люизита и объекта по его производству / Е. Н. Каратаев, А. Д. Зорин, Е. В. Кучинский // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : сб. материалов Пятой науч.-практ. конф.* – М., 2010. – С. 163–172.

112. Grube, W. E. Evaluation of waste stabilized by the solid tech site technology / W. E. Grube // *Air and Waste Management Association*. – 1990. – Vol. 40, № 3. – P. 310–316.

113. A multi-process phytoremediation system for decontamination of persistent total petroleum hydrocarbons (TPHs) from soils / X.-D. Huang [et al.] // *Microchemical Journal*. – 2005. – Vol. 81. – P. 139–147.

114. Decontamination of soil containing POPs by the combined action of solid Fenton-like reagents and microwaves / G. Cravotto [et al.] // *Chemosphere*. – 2007. – Vol. 69, № 8. – P. 1326–1329.

115. Desai, D. L. A pilot-plant study for destruction of PCBs in contaminated soils using fluidized bed combustion technology / D. L. Desai, E. J. Anthony, J. Wang // *Journal of Environmental Management*. – 2007. – Vol. 84, № 3. – P. 299–304.

116. Mishchuk, N. pH regulation as a method of intensification of soil electroremediation / N. Mishchuk, B. Kornilovich, R. Klishchenko // *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. – 2007. – Vol. 306, № 1. – P. 171–179.

117. Soil washing using various nonionic surfactants and their recovery by selective adsorption with activated carbon / C. K. Ahn [et al.] // *Journal of Hazardous Materials*. – 2008. – Vol. 154,

№ 1–3. – P. 153–160.

118. Thermal desorption of polychlorobiphenyls from contaminated soils and their hydrodechlorination using Pd- and Rh-supported catalysts / M. Aresta [et al.] // *Chemosphere*. – 2008. – Vol. 70, № 6. – P. 1052–1058.

119. Акишин, Р. О. Научно-технические аспекты ликвидации последствий деятельности объектов по хранению и уничтожению химического оружия / Р. О. Акишин, А. С. Лякин // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2012. – № 4. – С. 13–16.

120. Gutierrez, A. Long-term transfer of diffuse pollution at catchment scale: Respective roles of soil, and the unsaturated and saturated zones (Brévilles, France) / A. Gutierrez, N. Baran // *Journal of Hydrology*. – 2009. – Vol. 369, № 3–4. – P. 381–391.

121. Treatment of metal-loaded soil leachates by electrocoagulation / N. Meunier [et al.] // *Separation and Purification Technology*. – 2009. – Vol. 67, № 1. – P. 110–116.

122. PAH contaminated soil remediation by reusing an aqueous solution of cyclodextrins / A. Petitgirard [et al.] // *Chemosphere*. – 2009. – Vol. 75, № 6. – P. 714–718.

123. Chelator-enhanced phytoextraction of heavy metals from contaminated soil irrigated by industrial wastewater with the hyperaccumulator plant (*Sedum alfredii* Hance) / Y. Sun [et al.] // *Geoderma*. – 2009. – Vol. 150, № 1–2. – P. 106–112.

124. James, C. A. Phytoremediation of small organic contaminants using transgenic plants / C. A. James, S. E. Strand // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2009. – Vol. 20, № 2. – P. 237–241.

125. Белов, Ю. А. Технические предложения по перепрофилированию объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области / Ю. А. Белов // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия* : тез. докл. III науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 49–50.

126. Физико-химические основы процесса рекуперации продуктов детоксикации люизита в товарную продукцию / А. Г. Демахин [и др.] // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия* : сб. стендовых докл. IV науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. I. – М., 2008. – С. 14–21.

127. Вариант перепрофилирования объекта по уничтожению химического оружия в поселке Горный для утилизации ирритантов / В. Г. Мандыч [и др.] // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия*: сб. стендовых докл. IV науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. I. – М., 2008. – С. 2–13.

128. Создание современных экологически безопасных производств в интересах Удмуртской Республики – магистральное направление перепрофилирования объекта по уничтожению химического оружия в г. Камбарке / В. А. Беликов [и др.] // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2011. – № 4. – С. 15–20.

129. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда: [пер. с англ.]. В 4 т. Т. 3 : Раздел XVI. Строительство / Международная организация труда, Женева. – 4-е изд. – М.: Минтруда и соцразвития РФ, 2001. – С. 933–997.
130. Экологические проблемы химического разоружения России / В. Я. Шульга [и др.] // 2-й съезд токсикологов России : тез. докл. / Под общ. ред. Г. Г. Онищенко и Б. А. Курляндского. – М., 2003. – С. 299–300.
131. Садовникова, Л. К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении / Л. К. Садовникова, Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская. – 3- изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2006. – 334 с.
132. Hornsby, A. G. Fate of contaminants in soil / A. G. Hornsby, P. S. C. Rao // Univ. Calif. Water Resour. Cent. Rept. – 1996. – Vol. 63. – P. 63–67.
133. Frau, F. Effect of major anions on arsenate desorption from ferrihydrite-bearing natural samples / F.Frau, R.Biddau, L.Fanfani // Applied Geochemistry. – 2008. – Vol. 23, № 6. – P. 1451–1466.
134. Distribution and availability of arsenic in soils from the industrialized urban area of Beijing, China / W. Luo [et al.] // Chemosphere. – 2008. – Vol. 72, № 5. – P. 797–802.
135. Безопасность, медицина труда и экология человека при уничтожении люизита, иприта и их смесей. В помощь практическому врачу регионов уничтожения химического оружия : учеб. пособие / Под ред. А. А. Каспарова, В. Д. Ревы. – М.: Слово, 2006. – 348 с.
136. Методология регламентирования химических веществ в строительных материалах и отходах при демонтаже особо опасных объектов / В. Р. Рембовский [и др.] // Медико-биологические аспекты обеспечения химической безопасности Российской Федерации : сб. трудов Всерос. симпозиума, посвященного 50-летию со дня основания ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2012. – С. 104–106.
137. Масленников, А. А. Оценка опасности миграции зомана из почвы в атмосферу / А. А. Масленников, С. А. Демидова, Е. Ю. Максимова // Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 45-летию ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб., 2007. – С. 260–261.
138. Обоснование гигиенических нормативов метилфосфоновой кислоты в воде водных объектов и строительных отходах / С. А. Дулов [и др.] // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. В 3 т. Т. II / Под ред. Г. Г. Онищенко, А. И. Потапова. – М., 2012. – С. 90–91.
139. Health and environmental monitoring at the area of protective measures in the vicinity of locating chemical weapons storage and destruction facilities / S. Nagorny [et al.] // NATO Security through Science Series A: Chemistry and Biology. – 2006. – P. 315–319.
140. Деконтаминирующие свойства универсальной полифункциональной композиции по отношению к высокотоксичным веществам и опасным биологическим агентам / И. Г. Власов

[и др.] // Химическая и биологическая безопасность. – 2006. – № 5. – С. 18–23.

141. Основные вопросы разработки поликомпонентных систем для решения проблем комплексной деконтаминации / В. В. Буянов [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2009. – № 1. – С. 66–73.

142. Raber, E. Oxidative decontamination of chemical and biological warfare agents using L-Gel / E. Raber, R. McGuire // Journal of Hazardous Materials. – 2002. – Vol. 93, № 3. – P. 339–352.

143. Alderman, N. S. Effective treatment of PAH contaminated Superfund site soil with the peroxy-acid process / N. S. Alderman, A. L. N'Guessan, M. C. Nyman // Journal of Hazardous Materials. – 2007. – Vol. 146, № 3. – P. 652–660.

144. A decontamination system for chemical weapons agents using a liquid solution on a solid sorbent / D. Waysbort [et al.] // Journal of Hazardous Materials. – 2009. – Vol. 161, № 2–3. – P. 1114–1121.

145. Efficacy of liquid and foam decontamination technologies for chemical warfare agents on indoor surfaces / A.H. Love [et al.] // Journal of Hazardous Materials. – 2011. – Vol. 196. – P. 115–122.

146. Seto, Y. Research and development of on-site decontamination system for biological and chemical warfare agents / Y. Seto // Journal of Health Science. – 2011. – Vol. 57, № 4. – P. 311–333.

147. Прогнозирование ориентировочных гигиенических нормативов (ОДК) зарина, зомана и Vx в почве / А. С. Радилев [и др.] // Медико-гигиенические аспекты обеспечения работ с особо опасными химическими веществами : Труды науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб, 2002. – С. 190–204.

148. Максимова, Е. Ю. Изучение опасности загрязнения почвы продуктами деструкции люизита и веществом Vx в районах размещения объектов уничтожения химического оружия / Е. Ю. Максимова, П. Е. Шкодич, А. А. Масленников // Медицинские и биологические проблемы, связанные с уничтожением химического оружия : тез. докл. междунар. симпоз. – Волгоград, 2003. – С. 238–239.

149. Масленников, А. А. Экспериментальная оценка опасности загрязнения зоманом почвы объектов уничтожения химического оружия / А. А. Масленников, С. А. Демидова, Е. Ю. Максимова // Химическая и биологическая безопасность. – 2006. – № 5. – С. 14–17.

150. Масленников, А. А. Оценка опасности миграции зарина из почвы в атмосферу / А. А. Масленников, С. А. Демидова // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : тез. докл. III науч.-практ. конф. – М., 2006. – С. 233–234.

151. Масленников, А. А. Особенности динамики миграции зарина из почвы в грунтовые воды / А. А. Масленников, С. А. Демидова // Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 45-летию ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб., 2007. – С. 258–259.

152. Щербаков, А. А. Трансформация иприта в объектах окружающей среды /

А. А. Щербаков, Е. В. Любунь, П. Е. Кузнецов. – Саратов: Научная книга, 2001. – 120 с.

153. Трансформация люизита в объектах окружающей среды / А. А. Щербаков [и др.]. – Саратов: Научная книга, 2002. – 80 с.

154. Исследование продуктов превращений фосфорорганических отравляющих веществ методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии / Е. И. Савельева [и др.] // Российский химический журнал. – 2002. – Т. XLVI, № 6. – С. 82–91.

155. Савельева, Е. И. Идентификация продуктов химической нейтрализации 0-изобутил-S(2-диэтиламиноэтил) метилтиофосфоната в составе битумно-солевых масс / Е. И. Савельева, И. Г. Зенкевич, А. С. Радилов // Журнал аналитической химии. – 2003. – Т. 58, № 2. – С. 135–145.

156. Оценка персистентности люизита и продуктов его природных трансформаций / Е. Н. Глухан [и др.] // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, № 2. – С. 67–71.

157. Стабильность продуктов деструкции зарина, зомана и российского VX, вымываемых из битумно-солевых масс, в водной среде и их влияние на санитарный режим водных объектов / Е. И. Малочкина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 31–34.

158. Изучение поведения люизита при попадании в силикатный кирпич / С. М. Швецов [и др.] // Вестник Нижегородского университета. Серия Химия. – 2007. – Т. 2. – С. 112–114.

159. Технология утилизации строительных материалов корпусов бывшего производства люизита / А. Д. Зорин [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. – 2010. – № 2. – С. 21–30.

160. Основные продукты трансформации токсичных химикатов Списка 1 Конвенции о запрещении химического оружия, образующиеся в окружающей среде / Е. Б. Поторопин [и др.] // Химическая безопасность Российской Федерации в современных условиях : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф. – СПб., 2010. – С. 43–45.

161. Trapp, R. The detoxication and natural degradation of chemical warfare agents / R. Trapp. – London: Taylor and Francis, 1985. – 104 p.

162. The sources, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation products / N. B Munro [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 1999. – Vol. 107, № 12. – P. 933–974.

163. Environmental fate of organophosphorus compounds related to chemical weapons / M. L. Davisson [et al.]. – UCRL-TR-209748. – 2005. – 21 p.

164. Fate of chemical warfare agents and toxic industrial chemicals in landfills / S. L. Bartelt-Hunt [et al.] // Environmental Science & Technology. – 2006. – Vol. 40, № 13. – P. 4219–4225.

165. Fate of the Chemical Warfare Agent VX in Asphalt: A Novel Approach for the Quantitation of VX in Organic Surfaces / S. Gura [et al.] // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. – 2006. – Vol. 51, № 1. – P. 1–10.

166. A preliminary study on sorption, diffusion and degradation of mustard (HD) in cement / H. Tang [et al.] // Journal of Hazardous Materials. – 2006. – Vol. 128, № 2. – P. 227–232.

167. Degradation of the blister agent sulfur mustard, bis(2-chloroethyl) sulfide, on concrete / C. A. S. Brevett [et al.] // *Journal of Hazardous Materials*. – 2007. – Vol. 140, № 1. – P. 353–360.

168. Transportation of Sulfur Mustard (HD) in Alkyd Coating / R.-Z. Hao [et al.] // *Journal of Physical Chemistry A*. – 2007. – Vol. 111, № 22. – P. 4786–4791.

169. Комплексное моделирование распространения и трансформации отравляющих веществ в зоне влияния объекта по уничтожению химического оружия / О. И. Возженников [и др.] // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия* : сб. матер. IV науч.-практ. конф. – М., 2008. – С. 104–116.

170. Оценка степени токсичности метилфосфоновой кислоты по реакции фотосинтезирующих организмов / Л. И. Домрачева [и др.] // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия* : сб. стендовых докл. Четвёртой науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. – М., 2008. – С. 76–87.

171. Могиленкова, Л. А. Гигиеническое значение сорбционно-десорбционных процессов в материалах строительных конструкций химических объектов в загрязнённости производственной среды / Л. А. Могиленкова // *Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации* : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., посвященной 45-летию ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб., 2007. – С. 120–122.

172. Подходы к токсиколого-гигиенической оценке опасности отходов и материалов, в прошлом контактировавших с отравляющими веществами / Е. Е. Ермолаева [и др.] // *Актуальные проблемы химической безопасности в Российской Федерации* : сб. трудов Всерос. науч.-практ. конф., посвящённой 45-летию ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России. – СПб., 2007. – С. 104–107.

173. Особенности токсикологической экспертизы для определения класса опасности металлического лома, ранее контактировавшего с отравляющими веществами / Е. Е. Ермолаева [и др.] // *Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия* : сб. матер. V науч.-практ. конф. – М., 2010. – С. 118–121.

174. Токсикологическая оценка опасности отходов, образующихся при ликвидации промышленных сооружений объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области / А. А. Масленников [и др.] // *Медицина экстремальных ситуаций*. – 2009. – № 3. – С. 90–98.

175. Чупис, В. Н. Перспективные подходы к перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия. Реагентные технологии извлечения мышьяка из мышьяксодержащих реакционных масс и отходов / В. Н. Чупис, О. Ю. Растегаев, А. О. Малишевский // *Теоретическая и прикладная экология*. – 2010. – № 1. – С. 87–95.

176. Филатов, Б. Н. Токсиколого-гигиенические аспекты выполнения Россией конвенции о запрещении химического оружия / Б. Н. Филатов // *3-й съезд токсикологов России* : тез. докл. / Под ред. Г. Г. Онищенко, Б. А. Курляндского. – М., 2008. – С. 33–34.

177. Масленников, А. А. Определение класса опасности строительных конструкций объекта по хранению химического оружия кожно-нарывного действия на лабораторных животных / А. А. Масленников, М. М. Тобольская-Поспелова, Э. А. Ермилова // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : сб. тез. докл. Четвертой науч.-практ. конф. – М., 2008. – С. – 194–196.

178. Экспериментальное обоснование предельно допустимых концентраций фосфорорганических отравляющих веществ в почве / П. Е. Шкодич [и др.] // Гигиена и санитария. – 2006. – № 6. – С. 72–74.

179. Kuperman, R. G. Toxicity of chemical warfare agent HD (mustard) to the soil microinvertebrate community in natural soils with contrasting properties / R. G. Kuperman, C. T. Phillips, R. T. Checkai // *Pedobiologia*. – 2007. – Vol. 50, № 6. – P. 535–542.

180. СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 30.04.2003 : введ. в действие с 15.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 12.05.2003 № 4526). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

181. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 25.11.2013) «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

182. Газохроматографическое раздельное определение микроколичеств дихлорангидрида (люизит) и ангидрида (оксид люизита) β -хлорвиниларсиновой кислоты в почве и материалах строительных конструкций / И. Н. Станьков [и др.] // Журнал аналитической химии. – 2005. – Т. 60, № 11. – С. 1176–1181.

183. Методология токсиколого-гигиенического сопровождения работ при ликвидации или перепрофилировании особо опасных предприятий химического профиля / Е. Е. Ермолаева [и др.] // Химическая безопасность России: медицинские и эколого-гигиенические аспекты : тез. юбилейной науч. конф., посвященной 40-летию ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА России. – Волгоград : Панорама, 2011. – С. 41–43.

184. СП 2.2.1.2513-09. Санитарные правила. Гигиенические требования к размещению, проектированию, строительству, эксплуатации и перепрофилированию объектов по уничтожению химического оружия, реконструкции зданий и сооружений и выводу из эксплуатации объектов по хранению химического оружия : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 18.05.2009 : введ. в действие с 19.07.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 08.07.2009 № 14275).

185. Малочкина, Е. И. Методологические подходы к оценке опасности полигонов захоронения токсичных отходов / Е. И. Малочкина, Т. Н. Швецова-Шиловская, Д. И. Назаренко // Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия : тез. докл. V науч.-практ. конф. – М., 2010. – С. 54–56.

186. Review of Decontamination and Restoration Technologies for Chemical, Biological, and Radiological / Nuclear Counter-terrorism / K. Volchek [et al.] / Environment Protection Service, Environment Canada: Report Series № EE-176. – Ottawa, 2005. – 187 p.

187. Decontamination issues for chemical and biological warfare agents: How clean is clean enough? / E. Raber [et al.] // International Journal of Environmental Health Research. – 2001. – Vol. 11, № 2. – P. 128–148.

188. How clean is clean enough? Recent developments in response to threats posed by chemical and biological warfare agents / E. Raber [et al.] // International Journal of Environmental Health Research. – 2004. – Vol. 14, № 1. – P. 31–41.

189. Restoration Projects for Decontamination of Facilities from Chemical, Biological and Radiological Contamination after Terrorist Actions / M. Fingas [et al.] // Proceedings of the Twenty-ninth Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar. Vol. 1. – Ottawa, 2006. – P. 401–431.

190. Development of Standards for Chemical and Biological Decontamination of Buildings and Structures Affected by Terrorism / T. Lumley [et al.] // Proceedings of the Twenty-ninth Arctic and Marine Oilspill Program (AMOP) Technical Seminar. Vol. 1. – Ottawa, 2006. – P. 433–442.

191. Каган, Ю. С. Способ количественной оценки комбинированного и комплексного действия на организм химических и физических факторов внешней среды / Ю. С. Каган // Гигиена и санитария. – 1973. – № 12. – С. 89–91.

192. Спыну, Е. И. Принципы и пути оценки профессионального риска комплексного действия пестицидов / Е. И. Спыну // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. – № 8. – С. 16–20.

193. Кирюхин, В. Г. Обоснование подходов к разработке регламентов деконтаминации / В. Г. Кирюхин, А. А. Масленников, Л. П. Точилкина // Предупреждение и устранение последствий химически опасных чрезвычайных ситуаций, обусловленных терроризмом и промышленными авариями: матер. международ. семинара. – М.: МНТЦ, 2007. – С. 266–275.

194. Ламли, Т. Разработка стандартов деконтаминации зданий и сооружений, пострадавших в результате террористических актов с применением химического и биологического оружия / Т. Ламли // Предупреждение и устранение последствий химически опасных чрезвычайных ситуаций, обусловленных терроризмом и промышленными авариями: материалы международ. семинара. – М.: МНТЦ, 2007. – С. 285–299.

195. Жолдакова, З. И. Комплексное действие веществ. Гигиеническая оценка и обоснование региональных нормативов / З. И. Жолдакова, Ю. А. Рахманин, О. О. Сеницына. – М., 2006. – 243 с.

196. Саноцкий, И. В. Критерии вредности в гигиене и токсикологии при оценке опасности химических соединений / И. В. Саноцкий, И. П. Уланова. – М.: Медицина, 1975. – 328 с.

197. Оценка воздействия вредных химических соединений на кожные покровы и обоснование предельно допустимых уровней загрязнения кожи (Методические указания). – утв. зам. Гл. гос. сан. врача СССР 01.11.1979 № 2102-79. – М.: Минздрав СССР, 1980. – 23 с.

198. Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – утв. Гл. гос. сан. врачом СССР 04.04.1980 № 2163-80. – М.: Минздрав СССР, 1980. – 20 с.

199. Количественная токсикология / А.А. Голубев [и др.]. – Л.: Медицина, 1973. – 288 с.

200. Уланова, И. П. Основы токсикометрии / И. П. Уланова // Профилактическая токсикология : сб. учеб.-метод. материалов / Под общей ред. Н.Ф. Измерова. – Т.1. – М.: ЦМП ГКНТ, 1984. – С. 202–217.

201. Standing Operating Procedures for Developing Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Chemicals. Washington, DC: National Academy Press, 2001. – 224 p.

202. Методические указания по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – утв. зам. Гл. гос. сан. врача СССР 04.11.1985 № 4000-85. – М.: Минздрав СССР, 1985. – 35 с.

203. Указ Президента Российской Федерации от 24.03.1995 № 314 «О подготовке Российской Федерации к выполнению международных обязательств в области химического разоружения» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

204. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.12.1994 № 1470 (в ред. 08.08.2003) «Об организации работ по созданию объектов по уничтожению запасов отравляющих веществ, хранящихся на территории Саратовской области» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

205. Постановление Правительства Российской Федерации от 22.03.1995 № 289 «Об организации работ по уничтожению запасов люизита, хранящегося на территории Камбарского района Удмуртской Республики» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

206. Федеральная целевая программа «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009–2014 годы)». Утверждена Постановлением Правительства РФ 27.10. 2008 № 791 (ред. от 06.12.2013). – [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

207. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

208. Федеральный закон от 23.11.1995 № 174-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «Об экологической экспертизе» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

209. Федеральный закон от 07.11.2000 № 136-ФЗ (ред. от 25.11.2013) «О социальной защите граждан, занятых на работах с химическим оружием» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

210. Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «О техническом регулировании» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-прав. системы «Консультант Плюс».

211. Федеральный закон от 18.12.2006 № 232-ФЗ (ред. от 28.12.2013) «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

212. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 02.12.2013) «Об обеспечении единства измерений» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

213. Федеральный классификационный каталог отходов* [Электронный ресурс]: утв. Приказом МПР РФ 02.12.2002 № 786 (зарегистрировано в Минюсте РФ 09.01.2003 № 4107), с дополнениями, внесенными Приказом МПР РФ 30.06.2003 № 663 (зарегистрировано в Минюсте РФ 14.08.2003 № 4981). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

214. Постановление Правительства РФ от 05.11.1997 № 1387 «О мерах по стабилизации и развитию здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации» (вместе с «Концепцией развития здравоохранения и медицинской науки в Российской Федерации») [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

215. Постановление Правительства РФ от 24.02.1999 № 208 (ред. от 06.06.2013) «Об утверждении Положения о зоне защитных мероприятий, устанавливаемых вокруг объектов по хранению химического оружия и объектов по уничтожению химического оружия» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

216. Постановление Правительства РФ от 21.01.2000 № 52 «Об утверждении площади зоны защитных мероприятий вокруг комплекса объектов по хранению и уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

217. Экологическая доктрина Российской Федерации. Одобрена распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 № 1225-р [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

218. Постановление Правительства РФ от 24.07.2000 № 554 (ред. от 15.09.2005) «Об утверждении Положения о Государственной санитарно-эпидемиологической службе Российской Федерации и Положения о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

219. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.05.2001 № 369 (ред. от 12.12.2012) «Об утверждении Правил обращения с ломом и отходами черных металлов и их отчуждения» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

220. Постановление Правительства РФ от 11.05.2001 № 370 (ред. от 12.12.2012) «Об утверждении Правил обращения с ломом и отходами цветных металлов и их отчуждения»

[Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

221. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.04.2005 № 206 (ред. от 02.11.2013) «О Федеральном медико-биологическом агентстве» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

222. Постановление Правительства Российской Федерации от 15.09.2005 № 569 (ред. от 05.06.2013) «О Положении об осуществлении государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

223. Постановление Правительства РФ от 05.12.2005 № 734 «Об утверждении площади зоны защитных мероприятий, устанавливаемой вокруг комплекса объектов по хранению и уничтожению химического оружия (г. Камбарка, Удмуртская Республика)» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

224. Постановление Правительства РФ от 02.02.2006 № 60 (ред. от 04.09.2012) «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

225. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.07.2007 № 421 (ред. от 06.06.2013) «О разграничении полномочий федеральных органов исполнительной власти, участвующих в выполнении международных обязательств Российской Федерации в области химического разоружения». – [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

226. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 (ред. от 08.08.2013) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

227. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 22.12.2003 г. № 85 «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, связанным с выполнением работ по уничтожению запасов химического оружия в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

228. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 21.03.2000 № 101 (с изм. от 20.07.2010) «О порядке проведения предварительных и периодических медицинских осмотров работников, занятых на работах по уничтожению химического оружия» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

229. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 16.07.2007 № 477 «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам, занятым на строительных, строительномонтажных и ремонтно-строительных работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а

также выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» [Электронный ресурс] (Зарегистрировано в Минюсте РФ 16.10.2007 № 10332). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

230. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 01.10.2008 № 541н «Об утверждении типовых норм бесплатной выдачи сертифицированных специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех отраслей экономики, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» [Электронный ресурс] (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.10.2008 № 12499). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

231. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 07.12.2009 № 954н «Об утверждении типового положения о территориальном органе Федерального медико-биологического агентства» [Электронный ресурс] (Зарегистрировано в Минюсте РФ 26.01.2010 № 16046). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

232. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 12.04.2011 № 302н (ред. от 15.05.2013) «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда» [Электронный ресурс] (Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.10.2011 № 22111). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

233. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 19.10.2011 № 1194н «Об утверждении Административного регламента исполнения Федеральным медико-биологическим агентством государственной функции по организации и проведению проверок в организациях отдельных отраслей промышленности с особо опасными условиями труда и на отдельных территориях» [Электронный ресурс] (Зарегистрировано в Минюсте РФ 21.12.2011 № 22719). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

234. Приказ МПР РФ от 15.06.2001 № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

235. Приказ Роспотребнадзора от 19.07.2007 № 224 (ред. от 12.08.2010) «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок» [Электронный ресурс] (Зарегистрировано в Минюсте РФ 20.07.2007 № 9866). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

236. СанПиН 1.2.2353-08 (ред. от 20.01.2011). Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан.

врачом РФ 21.04.08 : введ. в действие с 28.06.08 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2008 № 11706). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

237. СанПиН 2.1.4.1074-01 (ред. от 28.06.2010). Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.09.2001 : введ. в действие с 01.01.2002 (зарегистрировано в Минюсте России 31.10.2001 № 3011). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

238. СанПиН 2.1.5.980-00 (с изм. от 04.02.2011). Гигиенические требования к охране поверхностных вод [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 22.06.2000 : введ. в действие с 01.01.2001 (Письмом Минюста России от 01.11.2000 № 9295-ЮД документ в государственной регистрации не нуждаются). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

239. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 17.05.2001 : введ. в действие с 08.06.2001 (зарегистрировано в Минюсте РФ 18.05.2001 № 2711). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

240. СанПиН 2.1.7.1287-03 (ред. от 25.04.2007). Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 16.04.2003 : введ. в действие с 15.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 05.05.2003 № 4500). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

241. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция (в ред. Изм. № 1 – № 4, утв. Постановлениями Гл. гос. сан. врача РФ от 10.04.2008 № 25, 06.10.2009 № 61, 09.09.2010 № 122 и от 25.04.2014 № 31) [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 25.09.2007 : введ. в действие с 01.03.2008 (зарегистрировано в Минюсте РФ 25.01.2008 № 10995). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

242. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 (ред. от 15.03.2010). Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 08.04.2003 : введ. в действие с 15.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 23.04.2003 № 4443). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

243. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (ред. от 03.09.2010). Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 30.05.2003 : введ. в действие с 30.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 10.06.2003 № 4673). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

244. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений : утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ 01.10.1996 № 21: введ. в действие с 01.10.1996 № 21. – М.: Минздрав России, 1997. – 20 с.

245. СП 1.1.1058-01 (ред. 27.03.2007). Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 10.07.2001 : введ. в действие с 01.01.2002 (зарегистрировано в Минюсте РФ 30.10.2001 № 3000). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

246. СП 2.1.5.1059-01. Гигиенические требования к охране подземных вод от загрязнения [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 16.07.2001 : введ. в действие с 01.10.2001 (зарегистрировано в Минюсте РФ 21.08.2001 № 2886). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

247. СП 2.1.7.1386-03 (ред. от 31.03.2011). Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 16.06.2003 : введ. в действие с 30.06.03 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.06.2003 № 4755). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

248. СП 2.2.1.1312-03 (ред. от 17.05.2010). Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом Рос. Федерации 22.04.2003 : введ. в действие с 25.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2003 № 4567). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

249. СП 2.2.2.1327-03. Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 23.05.2003 : введ. в действие с 25.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 18.06.2003 № 4720). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

250. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки : утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора России 31.10.1996 № 36 : введ. в действие с 31.10.1996. – М., Минздрав России, 1997. – 19 с.

251. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: утв. Глав. гос. сан. врачом РФ 05.03.2004; введ. в действие 05.05.2004. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

252. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 29.07.2005 : введ. в действие с 01.11.2005 // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – М., 2005. – № 3 (21). – С. 3–144.

253. СП 52.13330.2011. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*.

Естественное и искусственное освещение: Строительные нормы и правила Российской Федерации : утв. приказом Министерства регионального развития РФ 27.12.2010 № 783 : введ. в действие с 20.05.2011. – М., 2011. – 74 с.

254. СНиП 2.01.28-85. Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию : утв. постановлением Госстроя СССР от 26.06.1985. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 16 с.

255. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86) : утв. Госкомгидрометом СССР 04.08.1986 № 192. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.

256. МВИ 031-01-017-06. Методика выполнения измерений массовой концентрации зомана в воздухе рабочей зоны ферментативным методом. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2006. – ФР.1-ХО.31.2006.017А.

257. МВИ 031-01-068А-06. Методика выполнения измерений массовой концентрации иприта в атмосферном воздухе населённых мест газохроматографическим методом. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2006. – ФР.1-ХО.31.2006.068А.

258. МВИ 031-01-151-05. Методика выполнения измерений массовой концентрации оксида люизита в пробах воздуха рабочей зоны газохроматографическим методом с пламенно-ионизационным детектированием. – В/ч 61469 МО РФ (разработана с участием СВИ РХБЗ), 2005. – ФР.1-ХО.31.2005.151А.

259. МВИ 031-01-163-05. Методика выполнения измерений массовой концентрации люизита в атмосферном воздухе населенных мест газохроматографическим методом с пламенно-ионизационным детектированием. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2005. – ФР.1-ХО.31.2005.163А.

260. МВИ 031-01-282-08. Методика выполнения измерений массовой концентрации иприта в воздухе рабочей зоны газохроматографическим методом с применением электронно-захватного детектора. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2008. – ФР.1-ХО.31.2008.282А.

261. МВИ 031-01-314-09. Методика выполнения измерений массовой концентрации люизита в воздухе рабочей зоны, содержащем примеси пыли, газохроматографическим методом с применением пламенно-ионизационного детектора. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2009. – ФР.1-ХО.31.2009.314А.

262. МВИ 031-03-177-05. Методика выполнения измерений содержания мышьяка в почве и материалах строительных конструкций фотометрическим методом. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2005. – ФР.1-ХО.31.2005.177А.

263. МВИ 031-03-185-05. Методика выполнения измерений содержания метилфосфоновой кислоты в почве газохроматографическим методом. – Саратов, ФГУ «ГосНИИЭНП», 2005.

264. МВИ 031-03-309-09. Методика выполнения измерений содержания люизита и оксида люизита в почвах газохроматографическим методом с применением пламенно-

ионизационного детектора. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2009. – ФР.1-ХО.31.2009.309А.

265. МВИ 031-04-217-06. Методика выполнения измерений уровня загрязнения зоманом поверхности технологического оборудования ферментативным методом. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2006. – ФР.1-ХО.31.2006.217А.

266. МВИ 031-05-154-05. Методика выполнения измерений содержания вещества типа VX в материалах строительных конструкций газохроматографическим методом с пламенно-фотометрическим детектированием. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2005. – ФР.1-ХО.31.2005.154А.

267. МВИ 031-05-234-07. Методика выполнения измерений содержания иприта в материалах строительных конструкций газохроматографическим методом с применением пламенно- фотометрического детектора. – Саратов: СВИ РХБЗ, 2007. – ФР.1-ХО.31.2007.234А.

268. МВИ 031-05-310-09. Методика выполнения измерений содержания люизита и оксида люизита в материалах строительных конструкций газохроматографическим методом с применением пламенно-ионизационного детектора. – М.: ФГУП «ГосНИИОХТ», 2009. – ФР.1-ХО.31.2009.310А.

269. МУК 4.1.001-2011. Методика измерений массовой концентрации вещества Vx в воздухе рабочей зоны биохимическим методом : утв. 14.01.2011 : введ. в действие с 14.01.2011. – Свидетельство № 224.0259/01.00258/2010 от 30.11.2010. – ФР.1.31.2011.09563.

270. МУК 4.1.007-2009. Методика выполнения измерений массовой доли люизита в пробах почв методом газовой хроматографии : утв. 21.05.2009 : введ. в действие с 21.05.2009. – Свидетельство № 224.03.11.100/2008 от 23.12.2008. – ФР.1.31.2011.09227.

271. МУК 4.1.008-2009. Методика выполнения измерений массовой доли иприта в пробах почв методом газовой хроматографии : утв. 21.05.2009 : введ. в действие с 21.05.2009. – Свидетельство № 224.03.11.205/2008 от 23.12.2008. – ФР.1.31.2011.09228.

272. МУК 4.1.009-2009. Методика выполнения измерений массовой концентрации люизита в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии : утв. 21.05.2009 : введ. в действие с 21.05.2009. – Свидетельство № 224.01.11.099/2008 от 23.12.2008. – ФР.1.31.2011.09229.

273. МУК 4.1.010-2009. Методика выполнения измерений массовой концентрации иприта в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии : утв. 21.05.2009 : введ. в действие с 21.05.2009. – Свидетельство № 224.01.11.204/2008 от 23.12.2008. – ФР.1.31.2011.09230.

274. МУК 4.1.010-2010. Методика выполнения измерений массовой концентрации вещества Vx в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования биохимическим методом : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.01.17.062/2009 от 09.11.2009. – ФР.1.31.2011.09235.

275. МУК 4.1.011-2010. Методика выполнения измерений массовой концентрации зомана в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.01.11.061/2009 от 09.11.2009. – ФР.1.31.2011.09236.

276. МУК 4.1.012-2010. Методика выполнения измерений массовой концентрации зарина в пробах водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования методом газовой хроматографии : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.01.11.060/2009 от 09.11.2009. – ФР.1.31.2011.09237.

277. МУК 4.1.013-2009. Методика выполнения измерений содержания люизита на металлических поверхностях технологического оборудования методом газовой хроматографии : утв. 21.05.2009 : введ. в действие с 21.05.2009. – Свидетельство № 224.13.11.098/2008 от 23.12.2008. – ФР.1.31.2011.09233.

278. МУК 4.1.013-2010. Методика выполнения измерений содержания вещества Vx на металлических поверхностях технологического оборудования биохимическим методом : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.13.17.065/2009 от 09.11.2009. – ФР.1.31.2011.09238

279. МУК 4.1.014-2009. Методика выполнения измерений содержания иприта на металлических поверхностях технологического оборудования методом газовой хроматографии : утв. 21.05.2009 : введ. в действие с 21.05.2009. – Свидетельство № 224.13.11.203/2008 от 23.12.2008. – ФР.1.31.2011.09234.

280. МУК 4.1.014-2010. Методика выполнения измерений массовой доли иприта в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.13.11.158/2009 от 01.12.2009. – ФР.1.31.2011.09239.

281. МУК 4.1.015-2010. Методика выполнения измерений массовой доли люизита в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.13.11.159/2009 от 01.12.2009. – ФР.1.31.2011.09240.

282. МУК 4.1.016-2010. Методика выполнения измерений содержания иприта на поверхностях металлических отходов после обжига методом газовой хроматографии : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.13.11.156/2009 от 01.12.2009. – ФР.1.31.2011.09241.

283. МУК 4.1.017-2010. Методика выполнения измерений содержания люизита на поверхностях металлических отходов после обжига методом газовой хроматографии : утв. 18.05.2010 : введ. в действие с 18.05.2010. – Свидетельство № 224.13.11.157/2009 от 01.12.2009. – ФР.1.31.2011.09242.

284. МУК 4.1.020-2010. Методика выполнения измерений содержания вещества Vx на поверхности кожных покровов биохимическим методом : утв. 17.06.2010 : введ. в действие с 17.06.2010. – Свидетельство № 224.13.17.064/2009 от 09.11.2009. – ФР.1.31.2011.09243.

285. МУК 4.1.021-2010. Методика выполнения измерений содержания зомана на поверхности кожных покровов биохимическим методом : утв. 17.06.2010 : введ. в действие с 17.06.2010. – Свидетельство № 224.13.17.063/2009 от 09.11.2009. – ФР.1.31.2011.09244.

286. МУК 4.1.024-2011. Методика измерений массовой концентрации зомана в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии : утв. 15.04.2011 : введ. в действие с 15.04.2011. – Свидетельство № 224.0208/01.00258/2010 от 12.11.2010. – ФР.1.31.2011.10019.

287. МУК 4.1.025-2011. Методика измерений массовой концентрации зарина в воздухе рабочей зоны методом газовой хроматографии : утв. 15.04.2011 : введ. в действие с 15.04.2011. – Свидетельство № 224.0202/01.00258/2010 от 08.11.2010. – ФР.1.31.2011.10020.

288. МУК 4.1.026-2011. Методика измерений массовой доли мышьяка в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом инверсионной вольтамперометрии : утв. 18.04.2011 : введ. в действие с 18.04.2011. – Свидетельство № 224.0093/01.00258/2010 от 28.09.2010. – ФР.1.31.2011.10021.

289. МУК 4.1.038-11. Методика измерений содержания иприта на поверхности кожных покровов методом газовой хроматографии : утв. 18.10.2011 : введ. в действие с 18.10.2011. – Свидетельство № 224.0292/01.00258/2011 от 09.08.2011. – ФР.1.31.2012.12179.

290. МУК 4.1.039-11. Методика измерений содержания люизита на поверхности кожных покровов методом газовой хроматографии : утв. 18.10.2011 : введ. в действие с 18.10.2011. – Свидетельство № 224.0294/01.00258/2011 от 09.08.2011. – ФР.1.31.2012.12180.

291. МУК 4.1.040-12. Методика измерений содержания вещества Vx на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, биохимическим методом : утв. 30.07.2012 : введ. в действие с 30.07.2012. – Свидетельство № 224.0522/01.00258/2011 от 12.12.2011. – ФР.1.39.2012.13292.

292. МУК 4.1.041-12. Методика измерений содержания зарина на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, биохимическим методом : утв. 30.07.2012 : введ. в действие с 30.07.2012. – Свидетельство № 224.0520/01.00258/2011 от 12.12.2011. – ФР.1.39.2012.13293.

293. МУК 4.1.042-12. Методика измерений содержания зомана на поверхностях оборудования и материалов, предназначенных для металлоперерабатывающих предприятий, биохимическим методом : утв. 30.07.2012 : введ. в действие с 30.07.2012. – Свидетельство № 224.0521/01.00258/2011 от 12.12.2011. – ФР.1.39.2012.13294.

294. МУК 4.1.046-2010. Методика измерений содержания зомана на поверхности средств индивидуальной защиты биохимическим методом : утв. 06.12.2010 : введ. в действие с

06.12.2010. – Свидетельство № 224.0034/01.00258/2010 от 06.08.2010. – ФР.1.31.2011.09553.

295. МУК 4.1.047-02. Методика выполнения измерений содержания иприта в пробах воздуха рабочей зоны газохроматографическим методом : утв. 20.08.2002 : введ. в действие с 20.08.2002. – Свидетельство № М 264/2001 от 10.12.2001.

296. МУК 4.1.047-2010. Методика измерений содержания вещества Vx на поверхности средств индивидуальной защиты биохимическим методом : утв. 06.12.2010 : введ. в действие с 06.12.2010. – Свидетельство № 224.0035/01.00258/2010 от 06.08.2010. – ФР.1.31.2011.09554.

297. МУК 4.1.048-2010. Методика измерений массовой доли зомана в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии : утв. 06.12.2010 : введ. в действие с 06.12.2010. – Свидетельство № 224.0139/01.00258/2010 от 12.10.2010. – ФР.1.31.2011.09555.

298. МУК 4.1.049-2010. Методика измерений массовой доли зарина в пробах отходов после печей сжигания (золе) методом газовой хроматографии : утв. 06.12.2010 : введ. в действие с 06.12.2010. – Свидетельство № 224.0159/01.00258/2010 от 19.10.2010. – ФР.1.31.2011.09556.

299. МУК 4.1.052-2010. Методика измерений содержания зомана на поверхностях отходов металлических конструкций биохимическим методом : утв. 28.12.2010 : введ. в действие с 28.12.2010. – Свидетельство № 224.13.17.087/2010 от 12.07.2010. – ФР.1.31.2011.09557.

300. МУК 4.1.053-2010. Методика измерений содержания зарина на поверхностях отходов металлических конструкций биохимическим методом : утв. 28.12.2010 : введ. в действие с 28.12.2010. – Свидетельство № 224.13.17.083/2010 от 06.07.2010. – ФР.1.31.2011.09558.

301. МУК 4.1.054-02. Методика выполнения измерений массовой концентрации люизита в воздухе рабочей зоны газохроматографическим методом : утв. 20.08.2002 : введ. в действие с 20.08.2002. – Свидетельство № 031-01-006-00 от 24.03.2000.

302. МУК 4.1.054-2010. Методика измерений содержания мышьяка на поверхности кожных покровов методом инверсионной вольтамперометрии : утв. 28.12.2010 : введ. в действие с 28.12.2010. – Свидетельство № 224.11.10.047/2010 от 17.05.2010. – ФР.1.31.2011.09559.

303. МУК 4.1.055-2010. Методика измерений содержания мышьяка на поверхностях отходов металлических конструкций методом инверсионной вольтамперометрии : утв. 28.12.2010 : введ. в действие с 28.12.2010. – Свидетельство № 224.13.10.026/2010 от 25.03.2010. – ФР.1.31.2011.09560.

304. МУК 4.1.056-2010. Методика измерений содержания зарина на поверхности кожных покровов биохимическим методом : утв. 30.12.2010 : введ. в действие с 30.12.2010. – Свидетельство № 224.11.17.088/2010 от 13.07.2010. – ФР.1.31.2011.09561.

305. МУК 4.1.057-2010. Методика измерений массовой доли зарина в пробах почв методом газовой хроматографии : утв. 30.12.2010 : введ. в действие с 30.12.2010. – Свидетельство № 224.0162/01.00258/2010 от 22.10.2010. – ФР.1.31.2011.09562.

306. ПНД Ф 13.1:2:3.63-08. Концентрации никеля, марганца, мышьяка, хрома, теллура и

железа в атмосферном воздухе населенных мест, воздухе рабочей зоны, промышленных выбросах и аэрозолях методом инверсионной вольтамперометрии. – ОАО НПП «Буревестник», 2007.

307. ГН 2.1.5.1315-03 (ред. от 16.09.2013). Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 27.04.2003 : введ. в действие с 15.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2003 № 4550). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

308. ГН 2.1.5.2036-05. Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-изобутил-β-N-диэтиламиноэтантолового эфира метилфосфоновой кислоты в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования в районах размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия. Дополнение № 1 к ГН 2.1.5.1373–03 [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 12.12.2005 : введ. в действие с 01.02.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 26.12.2005 № 7316). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

309. ГН 2.1.5.2122-06. Предельно допустимая концентрация (ПДК) 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования районов размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 14.08.2006 : введ. в действие с 01.11.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 04.09.2006 № 8211). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

310. ГН 2.1.5.2561-09. Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и ипритно-люизитной смеси в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования районов размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 01.12.2009 № 15336). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

311. ГН 2.1.5.2738-10. Предельно допустимая концентрация (ПДК) о-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 03.09.2010 : введ. в действие с 01.12.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 08.10.2010 № 18674). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

312. ГН 2.1.5.2947-11. Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-(1,2,2-триметилпропил)метилфторфосфоната (зомана) в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 21.07.2011 : введ. в действие с 21.07.2011 (зарегистрировано в Минюсте РФ 30.08.2011 № 21710). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

313. ГН 2.1.6.1338-03 (ред. от 07.04.2014). Предельно допустимые концентрации (ПДК)

загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 21.05.2003 : введ. в действие с 25.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 11.06.2003 № 4679). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

314. ГН 2.1.6.2157-07. Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-(1,2,2-триметилпропил) метилфторфосфоната (зомана) в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 18.01.2007 : введ. в действие с 01.04.2007 (зарегистрировано в Минюсте РФ 20.02.2007 № 8979). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

315. ГН 2.1.6.2556-09. Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) 2-хлорвиниларсиноксида (оксида люизита) в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.11.2009 № 15227). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

316. ГН 2.1.6.2563-09. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) отравляющих веществ кожно-нарывного действия в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 25.11.2009 № 15313). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

317. ГН 2.1.6.2658-10. Аварийные пределы воздействия (АПВ) отравляющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 12.07.2010 : введ. в действие с 31.08.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 30.07.2010 № 18011). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

318. ГН 2.1.6.2736-10. Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) о-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 03.09.10 : введ. в действие с 01.12.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 08.10.2010 № 18673). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

319. ГН 2.1.6.2737-10. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест и зонах защитных мероприятий объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 03.09.2010 : введ. в действие с 03.09.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.11.2010 № 18762). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

320. ГН 2.1.7.2035-05. Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-изобутил-β-N-диэтиламиноэтантолового эфира метилфосфоновой кислоты в почве районов размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 12.12.2005 : введ. в действие с 01.02.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 26.12.2005 № 7307). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

321. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в

почве [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.01.2006: введ. в действие с 01.04.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 07.02.2006 № 7470). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

322. ГН 2.1.7.2121-06. Предельно допустимая концентрация (ПДК) 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в почве районов размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 14.08.2006 : введ. в действие с 01.11.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 04.09.2006 № 8210). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

323. ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 18.05.2009 : введ. в действие с 01.07.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 23.06.2009 № 14121). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

324. ГН 2.1.7.2559-09. Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в почве территорий промплощадок объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 25.11.2009 № 15319). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

325. ГН 2.1.7.2560-09. Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и ипритно-люизитной смеси в почве районов размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.11.2009 № 15223). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

326. ГН 2.1.7.2606-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в материалах строительных конструкций объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.04.2010 : введ. в действие с 01.07.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 07.06.2010 № 17507). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

327. ГН 2.1.7.2607-10. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения 2,2'-дихлордиэтилсульфидом (ипритом) и 2-хлорвинилдихлорарсином (люизитом) металлических отходов объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.04.2010 : введ. в действие с 18.06.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2010 № 17286). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

328. ГН 2.1.7.2608-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) 2,2'-дихлордиэтилсульфида (иприта) и 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в отходах после печей

объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.04.2010 : введ. в действие с 01.07.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2010 № 17486). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

329. ГН 2.1.7.2609-10. Ориентировочная допустимая концентрация (ОДК) метилфосфоновой кислоты в почве населенных мест районов размещения объектов по хранению и уничтожению химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.04.2010 : введ. в действие с 01.07.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 07.06.2010 № 17493). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

330. ГН 2.1.7.2611-10. Предельно допустимая концентрация (ПДК) мышьяка в отходах строительных конструкций объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.04.2010 : введ. в действие с 01.07.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 07.06.2010 № 17509). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

331. ГН 2.1.7.2726-10. Предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения мышьяком отходов металлических конструкций объектов по уничтожению отравляющих веществ кожно-нарывного действия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 03.09.2010 : введ. в действие с 01.11.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 21.10.2010 № 18777). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

332. ГН 2.1.7.2727-10. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения О-(1,2,2,-триметилпропил) метилфторфосфонатом (зоманом) и О-изопропил метилфторфосфонатом (заринном) металлических отходов (лом химических боеприпасов, металлические емкости, технологическое оборудование), контактировавших с отравляющими веществами [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 03.09.2010 : введ. в действие с 01.12.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 21.10.2010 № 18778). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

333. ГН 2.1.7.2751-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) О-(1,2,2,-триметилпропил)метилфторфосфоната (зомана) и О-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в почве районов размещения объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 28.10.2010 : введ. в действие с 15.12.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.12.2010 № 19156). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

334. ГН 2.1.7.2946-11. Предельно допустимые концентрации (ПДК) О-(1,2,2,-триметилпропил)метилфторфосфоната (зомана) и О-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в материалах строительных конструкций объектов по уничтожению химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 21.07.2011 : введ. в действие с 21.07.2011 (зарегистрировано в Минюсте РФ 29.08.2011 № 21706). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

335. ГН 2.2.5.1313-03 (ред. от 16.09.2013). Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ

27.04.2003 : введ. в действие с 15.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.05.2003 № 4568). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

336. ГН 2.2.5.1371-03. Гигиенические нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны объектов хранения и уничтожения химического оружия (с изм., внесенными Постановлениями Гл. гос. сан. врача РФ от 26.04.2010 № 31, от 07.09.2010 № 121, от 11.01.2011 № 4) [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 04.06.2003 : введ. в действие с 30.06.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 16.06.2003 № 4690). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

337. ГН 2.2.5.2032-05. Предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи О-изобутил-β-N-диэтиламиноэтантоловым эфиром метилфосфоновой кислоты работников объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 12.12.2005 : введ. в действие с 01.02.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 16.01.2006 № 7357). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

338. ГН 2.2.5.2037-05. Аварийные пределы воздействия (АПВ) 2-хлорвинилдихлорарсина (люизита) в воздухе рабочей зоны объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 12.12.2005 : введ. в действие с 01.02.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 26.12.2005 № 7305). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

339. ГН 2.2.5.2119-06. Предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения технологического оборудования 2-хлорвинилдихлорарсином (люизитом) на объектах хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 14.08.2006 : введ. в действие с 01.11.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 04.09.2006 № 8206). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

340. ГН 2.2.5.2120-06. Предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи 2-хлорвинилдихлорарсином (люизитом) работников объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 14.08.2006 : введ. в действие с 01.11.2006 (зарегистрировано в Минюсте РФ 04.09.2006 № 8207). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

341. ГН 2.2.5.2219-07. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения средств индивидуальной защиты (СИЗ) фосфорорганическими отравляющими веществами на объектах хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 05.06.2007 : введ. в действие с 01.09.2007 (зарегистрировано в Минюсте РФ 26.06.2007 № 9711). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

342. ГН 2.2.5.2220-07. Аварийные пределы воздействия (АПВ) О-изобутил-β-N-диэтиламиноэтилтиолового эфира метилфосфоновой кислоты в воздухе рабочей зоны объектов

хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 05.06.2007 : введ. в действие с 01.09.2007 (зарегистрировано в Минюсте РФ 25.06.2007 № 9693). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

343. ГН 2.2.5.2388-08. Аварийные пределы воздействия (АПВ) О-1,2,2-триметилпропилового эфира метилфторфосфоновой кислоты (зомана) в воздухе рабочей зоны объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 23.06.2008 : введ. в действие с 01.09.2008 (зарегистрировано в Минюсте РФ 09.07.2008 № 11939). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

344. ГН 2.2.5.2389-08. Аварийные пределы воздействия (АПВ) О-изопропилового эфира метилфторфосфоновой кислоты (зарина) в воздухе рабочей зоны объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 23.06.2008 : введ. в действие с 01.09.2008 (зарегистрировано в Минюсте РФ 09.07.2008 № 11944). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

345. ГН 2.2.5.2557-09. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения мышьяком поверхностей технологического оборудования и строительных конструкций производственных помещений [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 19.11.2009 № 15259). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

346. ГН 2.2.5.2558-09. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения 2,2'-дихлордиэтилсульфидом (ипритом) кожи работников и технологического оборудования объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 20.11.2009 № 15277). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

347. ГН 2.2.5.2562-09. Предельно допустимая концентрация (ПДК) 2-хлорвиниларсиноксида (оксида люизита) в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 19.10.2009 : введ. в действие с 01.12.2009 (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.11.2009 № 15226). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

348. ГН 2.2.5.2610-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) отравляющих веществ кожно-нарывного действия (ОВ КНД) в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 26.04.2010 : введ. в действие с 18.06.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 21.05.2010 № 17318). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

349. ГН 2.2.5.2728-10. Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-(1,2,2,-триметилпропил)метилфторфосфоната (зомана) в воздухе рабочей зоны объектов хранения и уничтожения химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 07.09.2010 : введ. в действие с 01.12.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.11.2010 № 18707). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

350. ГН 2.2.5.2729-10. Предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения мышьяком незащищенных кожных покровов [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 03.09.2010 : введ. в действие с 01.12.2010 (зарегистрировано в Минюсте РФ 13.10.2010 № 18711). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

351. ГН 2.2.5.2827-11. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения О-(1,2,2-триметилпропил)метилфторфосфонатом (зоманом) и О-изопропилметилфторфосфонатом (заринном) кожных покровов работающих на объектах по хранению и уничтожению химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 11.01.2011 : введ. в действие с 11.01.2011 (зарегистрировано в Минюсте РФ 10.03.2011 № 20050). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

352. ГН 2.2.5.2829-11. Предельно допустимая концентрация (ПДК) О-изопропилметилфторфосфоната (зарина) в воздухе рабочей зоны объектов по хранению и уничтожению химического оружия [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 11.01.2011 : введ. в действие с 11.01.2011 (зарегистрировано в Минюсте РФ 01.03.2011 № 19967). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

353. ГН 2.2.5.2945-11. Предельно допустимые уровни (ПДУ) загрязнения поверхности технологического оборудования О-(1,2,2-триметилпропил)метилфторфосфонатом (зоманом) и О-изопропилметилфторфосфонатом (заринном) [Электронный ресурс] : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 21.07.2011: введ. в действие с 21.07.2011 (зарегистрировано в Минюсте РФ 29.09.2011 № 21921). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

354. МУ 2.1.7.730-99. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 07.02.99 : введ. в действие с 05.04.99. – М.: Минздрав России, 1999. – 38 с.

355. МУ 2.1.7.1185-03. Сбор, транспортирование, захоронение асбестосодержащих отходов : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ 23.01.2003 : введ. в действие с 01.04.2003. – М.: Минздрав России, 2003. – 10 с.

356. МУ № 1446-76. Методические указания по санитарно-микробиологическому исследованию почвы. – М., 1977. – 47 с.

357. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. – Изд. 2-е, утв. зам. Гл. гос. сан. врача СССР 05.08.1982, № 2609-82. – М.: Минздрав СССР, 1982. – 57 с.

358. Гончарук, Е. И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве : руководство / Е. И. Гончарук, Г. И. Сидоренко. – М.: Медицина, 1986. – 132 с.

359. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие / Под ред. Д. Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.

360. МР 2.1.7.2297-07. Методические рекомендации. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности : утв. Гл. гос. сан. врачом РФ

10.10.2007 : введ. в действие с 28.12.2007. – М., 2007. – 9 с.

361. Козловская, Л. В. Учебное пособие по клиническим лабораторным методам исследования (с элементами программирования) / Л. В. Козловская, М. А. Мартынова. – М.: Медицина, 1975. – 352 с.

362. Практикум по биохимии / Под ред. Н. П. Мешковой. – М.: Изд. МГУ, 1977. – 254 с.

363. Методические рекомендации по использованию поведенческих реакций животных в токсикологических исследованиях для целей гигиенического нормирования: утв. 14.04.1980. – Рег. № 2166-80. – Киев, 1980. – 46 с.

364. Колб, В. Г. Справочник по клинической биохимии / В. Г. Колб, В. С. Камышников. – Минск: Беларусь, 1982. – 366 с.

365. Кашкин, К. П. Система комплемента и ее активность / К. П. Кашкин, В. Г. Кубась // Иммунология. – 1981. – № 1. – С. 27–35.

366. Пирадзе, Т. В. Реакция непрямой гемагглютинации / Т. В. Пирадзе // Труды института им. Пастера. – Л., 1981. – С. 1–124.

367. Блинов, Н. И. Определение иммунных белков сыворотки по реакции помутнения с сульфатом цинка / Н. И. Блинов // Клиническая диагностика в ветеринарии. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 211–212.

368. Кононский, А. И. Гистохимия / А. И. Кононский. – Киев: Вища школа, 1976. – 277 с.

369. Проблема нормы в токсикологии / И. М. Трахтенберг [и др.]. – М.: Медицина, 1991. – 208 с.

370. Беленький, М. Л. Элементы количественной оценки фармакологического эффекта / М. Л. Беленький. – М.: Медгиз, 1963. – 152 с.

371. Биометрия: Учебное пособие / Н. В. Глотов [и др.]. – Л.: Изд. ЛГУ, 1982. – 264 с.

372. Лакин, Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биол. спец. вузов / Г. Ф. Лакин. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.

373. Постановление Главного гос. сан. врача РФ от 10.11.1997 № 25 и Главного гос. инспектора РФ по охране природы от 10.11.1997 № 03-19/24-3483 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

374. Risk Assessment Training Module. UNEP Chemicals (IRPTC) Training Module. Section A Prepared by Edinburgh Center for Toxicology. – Geneva, 1996. – 102 p.

375. Применение методов статистического анализа для изучения общественного здоровья и здравоохранения : учебное пособие / Под ред. В.З. Кучеренко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 256 с.

376. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почва. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – Введ. 01.01.1986 – М.:

Издательство стандартов, 1986. – 11 с.

377. Методические указания по определению ртути, мышьяка, сурьмы и силена с использованием ртутно-гидридного генератора «ГРГ-107». – М.: ООО «Кортэк», 2004. – 45 с.

378. Новиков, С. М. Методология анализа риска в современной токсикологии / С. М. Новиков // 2-й съезд токсикологов России: тез. докл. / Под общ. ред. Г. Г. Онищенко и Б. А. Курляндского. – М., 2003. – С. 14–16.

379. Медведь, Л. И. Расчетное гигиеническое нормирование пестицидов в почве / Л. И. Медведь, Е. И. Спыну, Р. Е. Сова // Гигиена и санитария. – 1979. – № 11. – С. 22–24.

380. Вредные вещества в промышленности. В 3 т. Т. I / Под ред. Н. В. Лазарева, Э. Н. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – 592 с.

381. Владимиров, В. Г. Расчет количества лекарственных препаратов на поверхность тела как один из способов определения равноэффективных доз для животных и человека / В. Г. Владимиров // Фармакология и токсикология. – 1976. – № 1. – С. 123–128.

382. Измеров, Н. Ф. Параметры токсикометрии промышленных ядов при однократном воздействии / Н. Ф. Измеров, И. В. Саноцкий, К. К. Сидоров. – М.: Медицина, 1977. – 240 с.

383. Экспрессные методы определения токсичности и опасности химических веществ / С. Д. Заугольников [и др.]. – М.: Медицина, 1978. – 184 с.

384. ГН 2.2.5.563-96. Гигиенические нормативы. Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами : утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора России от 31.10.1996 № 37. – М.: Минздрав России, 1996. – 6 с.

385. Токсико-гигиенические аспекты регламентирования высокотоксичных химических веществ для аварийных ситуаций / Р. Б. Горшкова [и др.] // Медицина катастроф. – 1997. – № 3. – С. 130–138.

386. Лазарев, Н. В. Общие основы промышленной токсикологии / Н. В. Лазарев. – М.-Л.: Медгиз, 1938. – 338 с.

387. Вредные вещества в окружающей среде. В 3 ч. Ч. I / Под ред. В. А. Филова, Б. А. Ивина, Ю. И. Мусийчука. – СПб.: НПО «Профессионал», 2004. – 403 с.

388. Вредные вещества в окружающей среде. В 3 ч. Ч. II / Под ред. В. А. Филова, Б. А. Ивина, Ю. И. Мусийчука. – СПб.: НПО «Профессионал», 2004. – 342 с.

389. Вредные вещества в окружающей среде. В 3 ч. Ч. III / Под ред. В. А. Филова, Б. А. Ивина, Ю. И. Мусийчука. – СПб.: НПО «Профессионал», 2004. – 305 с.

390. НСП 01-99/МО РФ. Нормы специального проектирования объектов 1281, 1282, 1596, 1597, 1726, 1728, 1729 по уничтожению химического оружия: Утв. НВ РХБЗ МО РФ приказом № 173 от 17 июня 1999 года. – М., 1999. – 60 с.

391. Газоаналитические приборы для контроля рабочей зоны и вентиляционных выбросов на объектах по уничтожению химического оружия / А. В. Лебедев [и др.] // Российский

химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 104–107.

392. Автоматические газоанализаторы санитарно-гигиенического контроля содержания паров люизита и иприта / В. Я. Кателевский [и др.] // Российский химический журнал. – 2010. – Т. LIV, № 4. – С. 107–113.

393. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Электронный ресурс] : Приняты и введ. в действие постановлением Госстроя РФ 23.07.2001 : введ. в действие с 01.09.2001 (зарегистрировано в Минюсте РФ 09.08.2001 № 2862). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

394. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство [Электронный ресурс] : утв. постановлением Госстроя РФ 17.09.2002 : введ. в действие с 01.01.2003 (зарегистрировано в Минюсте РФ 18.10.2002 № 3880). – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

395. Экологически обусловленные ущербы здоровью: методология, значение и перспективы оценки / Н. В. Русаков [и др.] // Материалы Пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и Минздравсоцразвития РФ 22–23 декабря 2005. – М., 2005. – С. 263–265.

396. Русаков, Н. В. Апробация расчетного определения класса опасности токсичных отходов / Н. В. Русаков, Ж. Ж. Гумарова // Четвёртый междунар. конгресс по управлению отходами : ВэйстТэк-2005: тез. докл. – М. : Сибико Интернэшнл, 2005. – С. 61–62.

397. Разработка системы поддержки принятия решений по организации медико-санитарной помощи при химических авариях на объектах уничтожения ОВ нервнопаралитического действия: отчёт о НИР (промежут.) / ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА РФ; рук. Филатов Б. Н.; исполн.: Кузнецова Н. Г. [и др.]. – Волгоград, 1998. – 40 с. – Инв. № 455.

398. Разработка методических указаний и систем поддержки принятия решений по организации медико-санитарной помощи при химических авариях на объектах уничтожения ОВ кожно-нарывного действия: отчёт о НИР (промежут.) / ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА РФ; рук. Филатов Б. Н.; исполн.: Кузнецова Н. Г. [и др.]. – Волгоград, 1998. – 88 с. – Инв. № 449.

399. Совершенствование и внедрение компьютерной системы поддержки принятия медико-гигиенических решений при химических авариях на объекте УХО г. Камбарка Удмуртской Республики: отчёт о НИР (заключ.) / ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА РФ; рук. Филатов Б. Н.; исполн.: Буланова Е. В. [и др.]. – Волгоград, 2007. – 68 с. – Инв. № 716.

400. Разработка нормативных и методических документов, регламентирующих санитарно-эпидемиологический надзор по подготовке корпусов боеприпасов после уничтожения ФОВ в качестве сырья для металлоперерабатывающих предприятий: отчёт о НИР (итоговый) / ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА РФ; рук. Масленников А. А.; исполн.: Демидова С. А. [и др.]. – Волгоград, 2011. – 216 с. – № ГР У92774. – Инв. № Г46156.

401. Разработка нормативных и методических документов, регламентирующих санитарно-эпидемиологический надзор по подготовке корпусов боеприпасов после уничтожения кожно-нарывных отравляющих веществ в качестве сырья для металлоперерабатывающих предприятий: отчёт о НИР (итоговый) / ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА РФ; рук. Масленников А. А.; исполн.: Демидова С. А. [и др.]. – Волгоград, 2012. – 236 с. – № ГР У92774. – Инв. № Г47470.

402. Основы общей промышленной токсикологии: руководство / Под ред. Н. А. Толоконцева и В. А. Филова. – Л.: Медицина, 1976. – 304 с.

403. Dermal Exposure Assessment: A Summary of EPA Approaches. EPA 600/R-07/040F. September 2007. National Center for Environmental Assessment. Office of Research and Development. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC 20460. – 59 p.

404. Физиология человека: учебник / Е.Б. Бабский [и др.]; под ред. Г. И. Косицкого. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1985. – 544 с.

405. Разработка методологии обоснования стандартов безопасного содержания аварийно опасных химических веществ на внутренних поверхностях строительных конструкций зданий и сооружений после проведения деконтаминации : отчет о НИР (заключительный) / ФГУП «НИИ ГТП» ФМБА РФ; рук. Филатов Б. Н.; исполн.: Горшенин А. В. [и др.]. – Волгоград, 2010. – 99 с. – № ГР 01200851330. – Инв. № 02201152011.

406. Беспмятнов, Г. П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде: Справочник / Г.П. Беспмятнов, Ю. А. Кротов. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.

407. Кацнельсон, Б. А. «Оценка риска» и гигиеническая регламентация – альтернативы или взаимодополняющие подходы? / Б. А. Кацнельсон, Л. И. Привалова // Токсикологический вестник. –1996. – № 4. – С. 5–10.

408. Калинина, Н. И. К вопросу о стандартах безопасности при уничтожении химического оружия / Н. И. Калинина // Токсикологический вестник. – 1994. – № 3. – С. 6–9.