Дата поступления рукописи в редакцию: 11.01.2026 г.
Дата принятия рукописи в печать: 31.01.2026 г.
DOI: 10.24412/2782-3849-2026-1-462-466

ВАСИЛЬЕВ Роман Викторович,
старший преподаватель кафедры безопасности в ЧС,
Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург,
старший преподаватель кафедры техносферной и экологической безопасности
Уральского государственного аграрного университета, г. Екатеринбург,
e-mail: mail@law-books.ru

КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИЙНО – ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ: ОЦЕНКА РИСКОВ, МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И РЕАГИРОВАНИЯ

Аннотация. *В статье рассматриваются основные угрозы для населения при аварийных выбросах аварийно–химически опасных веществ, а также меры по снижению риска и минимизации последствий. Описаны ключевые факторы, определяющие масштабы поражения и представлены подходы к прогнозированию зон химического заражения. Рассмотрены организационные и инженерно технические меры профилактики, порядок оповещения и алгоритмы реагирования при аварии, включая укрытие, эвакуацию и локализацию источника утечки. Отдельное внимание уделено медико–санитарному обеспечению пострадавших, защите уязвимых групп и мероприятиям восстановительного периода.*

Ключевые слова: *химическая авария, риск–ориентированный подход, прогнозирование, оповещение, эвакуация, укрытие, средства индивидуальной защиты, готовность и реагирование.*

VASILIEV Roman Viktorovich,
Senior Lecturer at the Department of Emergency Safety,
Ural Institute of the State Fire Service of the Ministry
of Emergency Situations of Russia, Yekaterinburg,
Senior Lecturer at the Department
of Technosphere and Environmental Safety
of the Ural State Agrarian University, Yekaterinburg

COMPREHENSIVE PROTECTION OF THE POPULATION FROM EXPOSURE TO CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES: RISK ASSESSMENT, PREVENTION AND RESPONSE MEASURES

Annotation. *The article discusses the main threats to the public in the event of accidental releases of chemically hazardous substances, as well as measures to reduce the risk and minimize the consequences. The key factors determining the extent of the lesion are described and approaches to predicting chemical contamination zones are presented. Organizational and engineering preventive measures, notification procedures and response algorithms in case of an accident, including shelter, evacuation and localization of the leak source, are considered. Special attention is paid to the medical and sanitary provision of victims, protection of vulnerable groups and rehabilitation measures.*

Key words: *chemical accident, risk–based approach, forecasting, notification, evacuation, shelter, personal protective equipment, preparedness and response.*

Химическая индустрия, коммунальная инфраструктура и современные цепочки поставок неизбежно опираются на производство, хранение и транспортировку больших объемов опасных химических веществ. Аммиак, хлор, сернистый ангидрид, хлороводород, акрилонитрил и ряд других соединений используются как сырье, реагенты или продукты производства. При этом часть веществ относится к категории аварийно химически опасных (АХОВ): при аварийном выбросе они способны образовывать токсичные облака, поражать людей ингаляционно и контак-

тно, вызывать острые отравления и долгосрочные последствия для здоровья, а также приводить к деградации окружающей среды.

Актуальность проблемы защиты населения от АХОВ обусловлена несколькими устойчивыми факторами. Во–первых, значительная доля химически опасных объектов расположена вблизи городов и агломераций, где высокая плотность населения усиливает социальные и экономические последствия даже относительно небольших аварий. Уязвимость характерна и для пригородных территорий, где нередко размещаются складские, холодильные и водоочистные комплексы с применением аммиака и хлора. Рост пригородной застройки и транспортной нагрузки приводит к тому, что границы потенциально опасных зон все чаще пересекаются с жилыми кварталами, объектами социальной инфраструктуры и местами массового пребывания людей. Во–вторых, снижение риска осложняется «многосценарностью» химических аварий. Выброс АХОВ может происходить из стационарных емкостей, трубопроводов, технологического оборудования, а также при железнодорожных и автомобильных перевозках [1]. Вещество может испаряться с образованием тяжелого или легкого газового облака, аэрозоля либо пролива с последующим испарением. Метеорологические условия (скорость и направление ветра, температура, влажность, устойчивость атмосферы, наличие осадков) существенно определяют динамику распространения и концентрации токсиканта. В–третьих, химический риск обладает выраженной временной критичностью: опасные концентрации могут достигать жилых территорий в течение минут, а окно для эффективного принятия решений ограничено. На практике это означает, что успех защиты населения определяется не только качеством планов, но и скоростью обнаружения аварии, точностью первичного прогноза, полнотой и адресностью оповещения, а также готовностью населения действовать правильно (укрыться, герметизировать помещения, использовать средства защиты органов дыхания, выполнить эвакуацию по маршрутам, исключающим попадание в облако). В–четвертых, сохраняется проблема риска коммуникации и доверия. Даже при наличии систем оповещения часть населения может игнорировать сообщения из за «усталости от тревог», недостатка знаний или противоречивых указаний. Ошибочные действия (например, попытка покинуть район через опасную зону, открывание окон «для проветривания», использование неподходящих средств защиты) способны многократно увеличить число пораженных. Поэтому защита населения от АХОВ включает не только технические решения, но и социально–психологические и образовательные компоненты.

Таким образом, проблема защиты населения от воздействия АХОВ выходит за рамки узкоотраслевой промышленной безопасности и относится к задачам управления рисками и гражданской защиты на уровне муниципалитетов и регионов. Комплексная защита предполагает последовательность взаимосвязанных этапов: идентификация опасностей и оценка риска; предотвращение аварий и снижение вероятности выброса; снижение уязвимости населения и территорий; подготовка сил и средств; оперативное реагирование (оповещение, эвакуация, локализация); медико санитарные мероприятия; восстановление и анализ происшествия с корректировкой планов. Цель статьи – обобщить принципы и практические элементы комплексной защиты населения от воздействия АХОВ с акцентом на риск – ориентированное планирование, профилактику и алгоритмы реагирования.

АХОВ — химические вещества, которые при аварийном выбросе (разгерметизации, проливе, разрушении емкостей, аварии на транспорте) способны в краткие сроки создавать поражающие концентрации в воздухе, воде или на поверхностях. Основные пути поступления в организм: ингаляционный (наиболее типичный для токсичных облаков); через кожу и слизистые (контакт с аэрозолями или парами, загрязненными поверхностями); пероральный (при употреблении загрязненной воды или пищи). Критичными свойствами веществ в контексте защиты населения являются: токсичность (пороговые уровни для острых эффектов); летучесть и скорость испарения; плотность паров относительно воздуха (склонность к «стеканию» в понижения); стойкость в среде и способность к сорбции на поверхностях; раздражающее или удушающее действие и возможность отсроченных эффектов.

О.В. Ударцева, С.А. Гальцев в своем исследовании подчеркивают актуальность проблемы чрезвычайных ситуаций, связанных с химическими авариями, указывая, что широкое использование химических производств и обращение с АХОВ объективно повышают вероятность аварий с выбросом токсичных веществ и последующим заражением окружающей среды. В этой связи, по мнению авторов, для химически опасных объектов требуется не только описательное рассмотрение возможных происшествий, но и формализованная методика анализа и количественной оценки риска. Авторы показывают, что оценка последствий должна включать расчет зон токсического заражения местности и зон возможного

поражения населения, поскольку именно пространственные параметры распространения опасного облака (загрязнения) напрямую определяют масштабы угрозы и требуемые защитные мероприятия [2].

Р.А. Безязыкая, Е.Л. Сокуренко, А.В. Кипри, считают, что при воздействиях АХОВ ключевую роль играют средства индивидуальной защиты органов дыхания, и приводят обзор современных фильтрующих противогазов и самоспасателей с указанием их характеристик, преимуществ и ограничений. Тем самым подтверждают, что подбор и готовность СИЗОД являются одной из базовых практических мер снижения последствий химических инцидентов [3].

А.В. Шевченко рассматривает стратегию реализации Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения и подчеркивает о необходимости обновления нормативно-правовой и методической базы. Автор акцентирует принцип дифференцированной защиты конкретных групп населения от конкретных видов опасности и переход к управлению на основе приемлемого риска. Отдельно отмечаются меры по развитию и стандартизации современных средств индивидуальной и коллективной защиты, а также механизмы снижения зависимости от импортных образцов и предотвращения обращения контрафактной продукции [4].

В.А. Седнев, В.М. Немцов на основе анализа структуры и состава ХОО выделяют факторы, определяющие выбор защитных мероприятий. Авторы показывают, что специфика защиты зависит от вида обращающихся опасных химических веществ и сценария аварии, а также от масштаба последствий. Ученые отмечают роль систем мониторинга и оповещения, применения средств индивидуальной защиты, готовности защитных сооружений и возможной эвакуации [5].

Поскольку последствия химической аварии существенно зависят не только от характеристик вещества и источника выброса, но и от метеоусловий, плотности застройки, маршрутов перемещения людей и уязвимости отдельных групп, становится недостаточным оперировать лишь общими представлениями об «опасности» объекта. Для обоснованного планирования и приоритизации мер необходима оценка вероятности и масштабов воздействия с привязкой к конкретной территории и населению, что приводит к внедрению современных методов анализа и управления рисками. Риск – ориентированный подход предполагает переход от абстрактной «опасности объекта» к измеримому риску для конкретных территорий и групп населения.

Этапы оценки риска включают: идентификация источников (стационарные установки, склады, технологические узлы, транспортные маршруты); выбор репрезентативных сценариев (мгновенный выброс, длительная утечка, пролив с испарением, авария при транспортировке); оценка вероятности сценариев (анализ отказов, статистика инцидентов, результаты аудитов); моделирование последствий (прогноз зон распространения облака и полей концентраций с учетом метеоусловий и рельефа); оценка экспозиции (численность населения в зоне воздействия, временные факторы, уязвимые группы населения); характеризация риска (ожидаемые медико санитарные последствия, потребность в эвакуации, нагрузка на систему здравоохранения); меры управления риском (выбор приоритетов и экономически обоснованных мер снижения).

Основными данными для оценки риска будут являться: инвентаризация химических веществ и их максимальных запасов; план – схемы предприятия и санитарно–защитных зон; метеорологическая статистика (роза ветров, температурные инверсии); характеристики застройки, плотность населения, критическая инфраструктура; доступность путей эвакуации и укрытий.

Н.Ф. Барсукова подчеркивает, что защита населения должна организовываться заблаговременно и включать: предупреждение аварий, готовность диспетчерских служб, локальные системы контроля (оповещения), накопление СИЗ, подготовку защитных сооружений и готовность сил РСЧС [6].

Следует отметить, что первичные управленческие решения при химической аварии, как правило, принимаются в условиях выраженной информационной неопределенности и дефицита времени. В этой связи первоочередными задачами являются: оперативная верификация факта и параметров утечки с использованием средств приборного контроля и данных диспетчерско-технологических систем; идентификация выброшенного вещества (на основе сведений об имеющихся запасах, маркировке и технологической документации) и предварительная оценка масштаба выброса; получение актуализированных метеорологических данных; инициирование расчетов по прогностическим моделям для определения вероятного направления, скорости и зон распространения химического облака.

Информирование и оповещение населения при угрозе воздействия АХОВ должны обеспечивать своевременную передачу однозначных и практически применимых указаний, направленных на снижение экспозиции и предотвращение паники. Содержательно сообщения целесообразно стандартизировать и включать в них: краткое описание происшествия с указанием

места и времени (что произошло и где); перечень (или границы) территорий, потенциально подверженных воздействию и относимых к зоне риска; первоочередные действия для населения (немедленное укрытие, герметизация помещений, ограничение выхода на улицу, подготовка к возможной эвакуации) с акцентом на приоритет снижения контакта с загрязненным воздухом; источники получения последующих официальных обновлений, а также алгоритм действий при появлении или нарастании симптомов ухудшения самочувствия, включая порядок обращения за медицинской помощью.

Медицинское обеспечение при химической аварии включает комплекс мероприятий, направленных на раннее выявление пораженных, снижение экспозиции и профилактику осложнений. К ключевым компонентам относятся: медицинская сортировка с учетом выраженности клинических проявлений и предполагаемой экспозиции; деконтаминация при загрязнении кожных покровов и/или одежды; кислородотерапия, бронхолитическая и иная симптоматическая терапия по показаниям; маршрутизация пациентов в профильные токсикологические и/или реанимационные отделения; организационная готовность стационаров к массовому поступлению пострадавших (развертывание «грязной» и «чистой» зон, обеспечение СИЗ, предотвращение вторичного загрязнения).

Особого внимания в рамках планирования и оказания помощи требуют уязвимые группы населения: дети и беременные женщины; пациенты с хроническими заболеваниями органов дыхания; маломобильные граждане, включая пациентов учреждений длительного пребывания, для которых необходимы заранее отработанные схемы эвакуации, сопровождения и приоритетного медицинского наблюдения.

После завершения острой фазы и стабилизации обстановки приоритет смещается на восстановительные и профилактические мероприятия, направленные на исключение вторичного воздействия и повышение готовности к аналогичным инцидентам. К числу основных задач относятся санитарная обработка загрязненных территорий с последующим лабораторным контролем остаточных концентраций и подтверждением безопасности возвращения к штатному режиму жизнедеятельности; оценка возможного воздействия на источники водоснабжения и продовольственные цепочки (включая отбор проб, ограничения на использование и порядок отмены ограничительных мер); организация медицинского наблюдения за группами риска и лицами с вероятной экспозицией для раннего выявления отсроченных эффектов; а также проведение разбора действий по факту (after-action review) с документированием решений и проблемных зон, внесением изменений в планы реагирования и целевым обучением персонала и служб.

Подведя итоги, отметим, что комплексная защита населения от воздействия АХОВ требует интеграции инженерной профилактики, риск – ориентированного планирования, готовности систем оповещения и управления эвакуацией, а также устойчивого медико санитарного обеспечения. Наиболее уязвимым элементом зачастую является не отсутствие отдельных средств, а разрыв между прогнозированием, оперативным управлением и практической подготовленностью населения. Повышение эффективности достигается развитием мониторинга и моделирования, совершенствованием коммуникации риска, регулярными межведомственными учениями и созданием сценарно – адаптивных планов реагирования.

Список литературы:

[1] Карапузиков, А. А. Средства защиты населения в результате химических аварий / А. А. Карапузиков, Н. П. Мураев // Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности объектов различного назначения : Сборник статей IV Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 26–27 сентября 2023 года / Под редакцией А.В. Чупшева, А.И. Зябирова, Д.П. Козлова, Р.В. Петровского. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 84-87. – EDN NKJTWN.

[2] Ударцева, О. В. Методика анализа и оценки рисков аварийных ситуаций на химически опасных объектах / О. В. Ударцева, С. А. Гальцев // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 1(36). – С. 36-42. – EDN YVTUOY.

[3] Безязыкая, Р. А. Современные средства индивидуальной защиты органов дыхания от опасных химических веществ / Р. А. Безязыкая, Е. Л. Сокуренко, А. В. Кипря // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2020. – № 3(7). – С. 53-60. – EDN IRAZRV.

[4] Шевченко, А. В. Стратегия реализации Концепции радиационной, химической и биологической защиты населения / А. В. Шевченко // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № S. – С. 80-87. – EDN KIIXIU.

[5] Седнев, В. А. Особенности организации защиты населения при авариях на химически опасных объектах / В. А. Седнев, В. М. Немцов // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной

Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях, Москва, 28 февраля 2020 года. Том Часть II. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС Росси, 2020. – С. 22-29. – EDN MSLKQN.

[6] Барсукова, Н. Ф. Защита населения при аварии с выбросом аварийно-химически опасных веществ / Н. Ф. Барсукова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 594-599. – EDN XQPRAL.

References:

[1] Karapuzikov, A. A. Means of protecting the population as a result of chemical accidents/A. A. Karapuzikov, N. P. Muraev//Topical issues of ensuring fire safety of facilities for various purposes: Collection of articles IV of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Penza, September 26-27, 2023/Edited by A.V. Chupsheva, A.I. Zyabirova, D.P. Kozlova, R.V. Petrovsky. - Penza: Penza State Agrarian University, 2023. - S. 84-87. – EDN NKJTWN.

[2] Udartseva, O. V. Methods of analyzing and assessing the risks of emergency situations at chemically hazardous facilities/O. V. Udartseva, S. A. Galtsev//Scientific and educational problems of civil protection. – 2018. – № 1(36). - S. 36-42. – EDN YVTUOY.

[3] Bezyazykaya, R. A. Modern personal respiratory protection against hazardous chemicals/R. A. Bezyazykaya, E. L. Sokurenko, A. V. Kiprya//Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement. – 2020. – № 3(7). - S. 53-60. – EDN IRAZRV.

[4] Shevchenko, A. V. Strategy for the implementation of the Concept of Radiation, Chemical and Biological Protection of the Population/A. V. Shevchenko//Civil Safety Technologies. – 2021. - T. 18, NO. S. - S. 80-87. – EDN KIIXIU.

[5] Sednev, V. A. Peculiarities of organizing the protection of the population in case of accidents at chemically hazardous facilities/V. A. Sednev, V. M. Nemtsov//Civil Defense on Guard of Peace and Security: Materials of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the World Day of Civil Defense. In 3 parts, Moscow, February 28, 2020. Volume Part II. - Moscow: Academy of the State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, 2020. - S. 22-29. – EDN MSLKQN.

[6] Barsukova, N.F. Protection of the population in an accident with the release of hazardous chemicals/N.F. Barsukova//International Scientific and Technical Conference of Young Scientists of BSTU named after V.G. Shukhov, Belgorod, May 01-20, 2017. - Belgorod: Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, 2017. - S. 594-599. – EDN XQPRAL.

