

Научная статья
УДК 614.8.02
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.32.61.011

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫБРОСАХ И РАЗЛИВАХ АВАРИЙНО-ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*Сергей Александрович Булкин¹,
Иван Юрьевич Сергеев²,
Лилия Ринатовна Шарифуллина¹,
Николай Прохорович Валуев¹*

¹Академия гражданской защиты МЧС России, Химки, Россия

²Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Сергей Александрович Булкин, s.bulkin@amchs.ru

Аннотация. Представлены количественные характеристики чрезвычайных ситуаций, связанных с выбросом и разливом аварийно-химически опасных веществ (АХОВ) за двадцатилетний период. Проведен анализ современной нормативной базы, регламентирующей вопросы обращения с опасными химическими веществами в целях предупреждения и развития чрезвычайных ситуаций ЧС. Рассмотрена проблематика ЧС техногенного характера с выбросами или разливами АХОВ. Наибольшей опасностью при ЧС с выбросом АХОВ является токсическое действие, вызванное поступлением отравляющего вещества в организм человека. Показано, что риск травматизма или гибели людей при ЧС с разливом АХОВ продолжает оставаться в течение длительного времени практически на постоянном уровне. Наибольшую опасность представляют вещества в газообразном состоянии либо вещества, обладающие высокой летучестью. Рассмотрены вопросы по выработке способов и комплекса мер по ликвидации техногенных ЧС с выбросом или разливом АХОВ.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, АХОВ, ликвидация аварий, техносферная безопасность, сорбция, разлив АХОВ

Для цитирования: Булкин С.А., Сергеев И.Ю., Шарифуллина Л.Р., Валуев Н.П. Проблемные вопросы обеспечения безопасности при выбросах и разливах аварийно-химически опасных веществ на территории Российской Федерации // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 1 (24). С. 117-125. <https://dx.doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.32.61.011>.

Original article

PROBLEMATIC ISSUES OF ENSURING SAFETY IN EMISSIONS AND SPILLS OF ACCIDENTALLY CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

*Sergey A. Bulkin¹,
Ivan Yu. Sergeev²,
Liliya R. Sharifullina¹,
Nikolay P. Valuev¹*

¹*Civil Defence Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russia*

²*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*

Corresponding author: *Sergey A. Bulkin, s.bulkin@amchs.ru*

Abstract. Quantitative characteristics of emergencies associated with the release and spill of hazardous chemical substances (АНОВ) over a twenty-year period are presented. An analysis of the modern regulatory framework governing the handling of hazardous chemicals in order to prevent and develop emergency situations of emergencies was carried out. The problems of emergency situations of a man-made nature with emissions or spills of hazardous chemicals are considered. The greatest danger in an emergency with the release of hazardous chemicals is the toxic effect caused by the entry of a poisonous substance into the human body. It is shown that the risk of injury or death of people in an emergency with a hazardous chemical spill continues to remain almost at a constant level for a long time. Substances in the gaseous state or highly volatile substances present the greatest danger. Issues on the development of methods and a set of measures for the elimination of man-made emergencies with the release or spill of hazardous chemicals were considered.

Key words: emergency, АНОВ, elimination of accidents, technosphere safety, sorption, spill of АНОВ

For citation: Bulkin S.A., Sergeev I.Yu., Sharifullina L.R., Valuev N.P. Problematic Issues of Ensuring Safety in Emissions and Spills of Accidentally Chemically Hazardous Substances on the Territory of the Russian Federation // *Siberian Fire and Rescue Bulletin* 2022. № 1 (24). С. 117-125. <https://dx.doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2022.32.61.011>.

Техногенные аварии в промышленности могут быть связаны с разливом или выбросом аварийно-химически опасных веществ [АХОВ]. Возникновение чрезвычайных ситуаций возможно при нарушениях пределов безопасных условий эксплуатации, при которых все неблагоприятные источники опасности влияют не только на персонал предприятия, но и на население близлежащих населенных пунктов и окружающую среду. Такие чрезвычайные ситуации техногенного характера с разливом или выбросом АХОВ наносят ущерб как окружающей среде, в виде нарушения функционирования экосистемы, так и населению, работающему или проживающему в области возникновения чрезвычайной ситуации.

Все предприятия химической промышленности относят к группе химически опасных объектов (ХОО), вне зависимости от специфики производимой продукции. Однако и на предприятиях иных отраслей промышленности могут быть использованы химические вещества, представляющие угрозу в случае их выброса или разлива.

В целях предупреждения возможности развития чрезвычайной ситуации (ЧС) разработаны нормативные документы, которые регламентируют особенности техногенных ЧС с выбросом или разливом АХОВ [1-5].

В данной работе представлен анализ положений нормативных документов, регламентирующих требования безопасности при обращении с АХОВ, порядок ликвидации последствий ЧС с выбросом или разливом АХОВ, с учетом анализа последствий подобных ЧС за последние 20 лет.

На территории РФ зарегистрировано более 3300 предприятий химического комплекса, на которых в 2019 г. произошло 37 инцидентов, вызванных отказом или повреждением технических средств; отклонением от заданного технологического режима работы [6]. На рис. 1 представлена схема распределения предприятий на территории РФ.



Рис. 1. Схематическое размещение важных химических комплексов на территории РФ

Расположение перерабатывающих предприятий химической промышленности в основном привязывается к месту добычи полезных ресурсов, что сконцентрировано в основном в Центральной части России, которая лидирует по числу предприятий, связанных с добычей и переработкой сырья. В крупных промышленных городах, таких как: Москва, Санкт-Петербург, Ярославль, Новомосковск, Рязань, Омск, Пермь, Уфа, Волгоград, Челябинск и т.д., усложняется процесс ликвидации ЧС техногенного характера, в связи с возможностью токсического действия АХОВ на большое количество людей, проживающих в этих городах, а также загрязнения городских территорий и окружающей среды. Ситуация усугубляется большими объемами применяемых или производимых АХОВ. Основными причинами возникновения аварийных ситуаций могут быть: износ и старение оборудования; непреднамеренное выполнение ошибочных действий человеком; природные катастрофы.

За 20-тилетний период (начиная с 1999 года по 2019 год) в России зарегистрировано 15589 чрезвычайных ситуаций техногенного характера, из них 354 – с выбросом (угрозой выброса) АХОВ [6-8].

Наибольшей опасностью при ЧС с выбросом (разливом) АХОВ является токсическое действие, вызванное поступлением (попаданием) отравляющего вещества в организм человека.

Данные по количеству ЧС с выбросом или разливом АХОВ, а также количеством погибших и пострадавших людей представлены в таблице и на рис. 2.

Таблица. Статистические данные техногенных ЧС на территории РФ в период с 1999 по 2019 гг

Год	Всего техногенных ЧС	Аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ	Количество аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ, выраженное в процентах от общего числа техногенных ЧС, %	Количество человек, пострадавших/погибших при аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ	
				Погибло	Пострадало
1999	856	97	11%	19	249
2000	606	38	6%	10	117
2001	617	26	4%	2	165
2002	814	39	5%	3	47
2003	518	34	7%	18	352

2004	863	21	2%	3	129
2005	2464	19	1%	4	176
2006	2541	19	1%	17	171
2007	2211	12	1%	14	27
2008	1966	17	1%	15	31
2009	265	9	3%	4	13
2010	178	4	2%	8	8
2011	185	1	1%	0	113
2012	228	2	1%	3	24
2013	166	6	4%	2	34
2014	186	0	0%	0	0
2015	179	3	2%	0	4
2016	178	0	0%	0	0
2017	176	2	1%	0	0
2018	190	3	2%	0	36
2019	202	2	1%	0	0

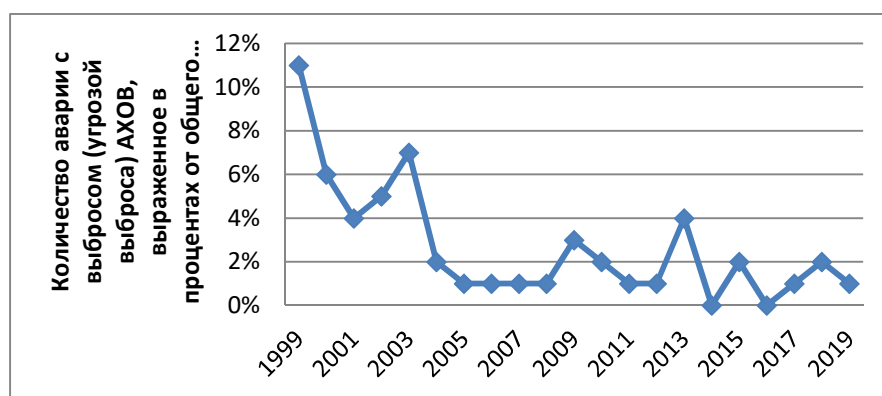


Рис. 2. Изменение количества техногенных ЧС с выбросом или разливом АХОВ в процентном выражении от общего числа ЧС техногенного характера за период с 1999 по 2019 гг

Наблюдаемая динамика по случаям ЧС с выбросом (угрозой выброса) АХОВ на химически опасных объектах (далее – ХОО) в течение 20-ти лет снизилась до значения 1-2% случаев от общего числа техногенных ЧС.

Как видно из приведенных данных, рассматриваемый диапазон времени можно разделить на два этапа. В период с 1999 по 2009 гг. наблюдается снижение количества происшествий с выбросом или разливом АХОВ, за 10 лет число аварий снизилось в 10 раз. Второе десятилетие (2010- 2019 гг) характеризуется незначительным колебанием числа подобных ЧС, но при этом и ежегодное количество менее десяти (от 0 до 6 случаев).

Данный факт можно объяснить тем, что в период с 1999 по 2009 гг в РФ активно ликвидировались химические предприятия, использующие в своем производстве АХОВ. В последующий период, с 2010 по 2019 наблюдалась стагнация этого сектора экономики, что и привело к стабилизации количества ЧС с выбросом АХОВ.

Применение защитных мер обеспечивает снижение возможных людских потерь в результате ЧС с выбросом или разливом АХОВ. Однако стоит отметить, что число ЧС и количество пострадавших и погибших не могут быть связаны прямой зависимостью.

На рис. 3 изображена зависимость числа погибших/пострадавших человек в результате выброса или разлива АХОВ.

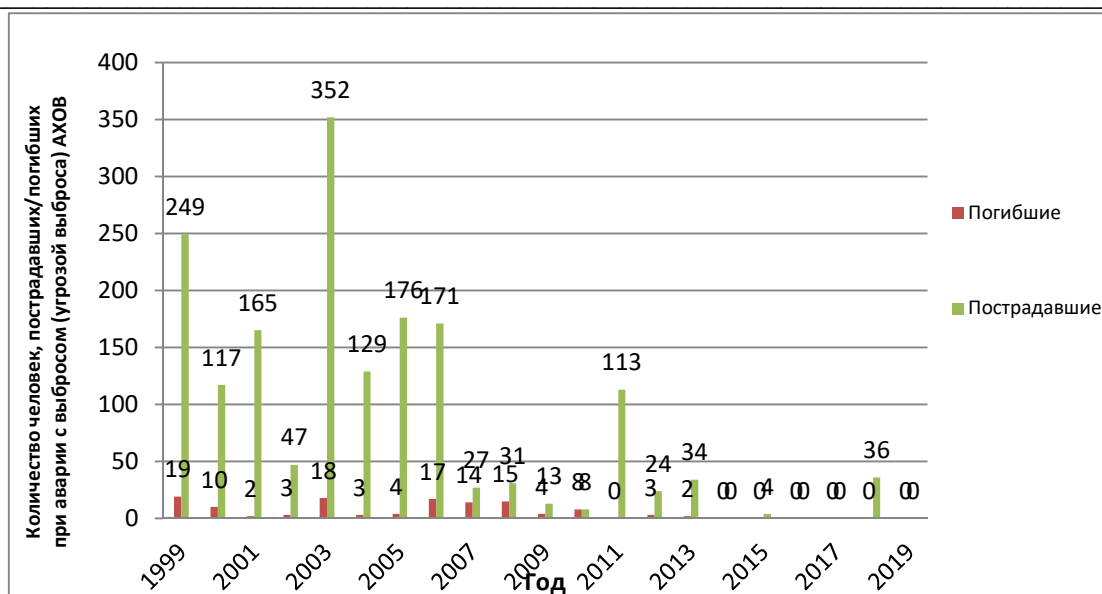


Рис. 3. Количество человек пострадавших/погибших при аварии с выбросом или разливом АХОВ за период с 1999 по 2019 гг.

Представленные данные позволяют оценить токсическое действие АХОВ при ЧС с его выбросом или разливом. Отметим, что во второй период, выделенный нами ранее по количеству ЧС с выбросом (разливом) АХОВ, отмечаются года, в которых число пострадавших было значительным (2011, 2012, 2013, 2018 гг.).

Таким образом, проведя анализ числа аварий с выбросом (разливом) АХОВ и количеством пострадавших (погибших), можно отметить, что корреляции между этими данными не наблюдается, следовательно, необходимо в статистике учитывать удельный вес числа пострадавших (в том числе погибших), приходящихся на одну ЧС с выбросом (разливом) АХОВ.

Проведя такие расчеты, можно отобразить удельное число погибших и пострадавших от одной ЧС с выбросом или разливом АХОВ в рассматриваемый период времени (рис.4).

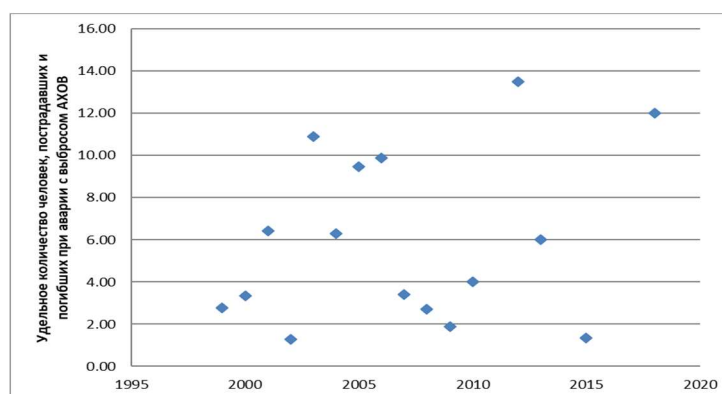


Рис. 4. Удельное количество человек, погибших или пострадавших при ЧС с выбросом АХОВ, в период 1999-2019 гг.

Очевидно, что, не смотря на снижающиеся значения в абсолютном и процентом выражении количества ЧС с выбросом АХОВ, количество пострадавших или погибших может быть существенным, так как удельное значение пострадавших может варьировать в достаточно широком диапазоне, что обуславливается различной токсичностью химических веществ, входящих в перечни АХОВ.

Таким образом, анализируя полученные путем расчетов данные по удельному количеству пострадавших или погибших при одной аварии, можно сделать вывод о том, что риск

травматизма или гибели людей при ЧС с выбросом (разливом) АХОВ продолжает оставаться на прежнем уровне. Снижение суммарного количества пострадавших или погибших объясняется снижением числа ЧС техногенного характера с выбросом (разливом) АХОВ, что, в свою очередь связано с прекращением деятельности многих химических предприятий. Следовательно, уровень угрозы на подобных объектах остается неизменным на протяжении рассматриваемого двадцатилетнего периода.

Основной опасностью, вызывающей неизменно высокое количество пострадавших при ЧС техногенного характера с разливом (выбросом) АХОВ, является токсичность веществ, попадающих в окружающую среду. В связи с этим рассмотрим, какие основные факторы могут усиливать действие токсичных веществ.

В перечне АХОВ [9] представлен список из 34 химически опасных веществ, обладающих раздражающим, удушающим и общеядовитым действиями на организм человека. Отметим, что вещества, обладающие иным физиологическим действием, например, канцерогенным, в перечне АХОВ не входят. Перечень был разработан более тридцати лет назад. Обновленных списков АХОВ, учитывающих современные синтетические потенциально опасные химические вещества, в настоящее время не существует.

В соответствии с нормативными положениями [3], существует четыре класса опасности вредных веществ; при этом 1 и 2 класс представляют опасность даже при малых концентрациях. Соответственно, оценивать опасность возникшей ситуации необходимо с учетом количества вещества, попавшего в окружающую среду, а также его класса опасности.

Для оценки опасности химических веществ используют предельно допустимые концентрации (ПДК). Перечень ПДК содержит значения для 2495 наименований разнообразных классов веществ, исходя из гигиенических норм безопасности при использовании этих веществ в рабочей зоне [2]. Для работы с этими веществами требуются меры защиты органов дыхания, слизистых оболочек рта и глаз, наличие защитных костюмов и перчаток для защиты кожных покровов от негативного воздействия на организм человека. В противном случае пренебрежение защитными средствами индивидуальной защиты влечет за собой появления хронических заболеваний различных систем организма. Однако защитные средства, применяемые для ведения производственного процесса, зачастую не способны защитить персонал и окружающую среду от последствий аварии на ХОО с выбросом или угрозой выброса АХОВ.

Немаловажную роль в негативном воздействии на организм человека играет и агрегатное состояние химического вещества. Наибольшую опасность представляют вещества в газообразном состоянии, либо вещества, обладающие высокой летучестью. Именно поэтому большая часть проводимых мероприятий по ликвидации разлива (выброса) АХОВ связаны с уменьшением концентрации токсичного вещества в воздухе.

Нормативные документы определяют классификацию АХОВ, в соответствии с которой все вещества делят на 5 групп на основе их физических свойств: сыпучие твердые (нелетучие), сыпучие твердые (летучие), жидкие летучие под давлением (сжатые и сжиженные газы), жидкие летучие (без давления) и дымящие кислоты. Недостатком такой классификации является разделение веществ по характеру физических свойств, не отражающей их токсические характеристики.

В настоящее время разработан Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ [10]. В регистре на сегодняшний момент находится 12073 зарегистрированных опасных химических веществ, в том числе попадающих под действие международных соглашений в области обеспечения химической безопасности. Регистр постоянно обновляется, при этом для появляющихся новых синтетических веществ при внедрении в производство применяется показатель – ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ), который определяется расчетным путем. Требуется достаточно много времени для установления истинных параметров токсичности новых веществ, которые часто

не соответствуют расчетным значениям ОБУВ. Таким образом, угроза широкого применения веществ с точно неустановленной токсичностью, нарастает с каждым годом.

Как отмечалось выше, обращение химически опасных веществ может происходить не только на химически опасных объектах. Немало аварийных ситуаций в последние годы возникает при перевозке и хранении химических веществ. Существующие требования безопасности дают основание для контроля обращения высокотоксичных и опасных веществ, определяемых как опасный груз.

Опасный груз – опасное вещество, материал, изделие и отходы производства, которые вследствие их специфических свойств при транспортировании или перегрузке могут создать угрозу жизни и здоровью людей, вызвать загрязнение окружающей природной среды, повреждение и уничтожение транспортных сооружений, средств и иного имущества [1].

Свод правил [4] регламентирует требования к складским помещениям для АХОВ, однако эти требования не распространяются на железнодорожные, заводские склады предприятия с АХОВ и склады аммиака и хлора. В случаях появления аварийной ситуации на железнодорожном транспорте ликвидацию аварии производят в соответствии с аварийной карточкой опасного груза. В аварийных карточках указывают свойства и критерии опасного вещества: наименование, основные физические и химические свойства, применение СИЗ, способы ликвидации аварии с разливом или выбросом опасного вещества; порядок оказания первой помощи пострадавшим.

Классификация опасного груза разделена на 9 групп, что обусловлено физико-химическими свойствами вещества. Порядок применения аварийной карточки в случаях возникновения чрезвычайной ситуации, определен регламентом и возможен к применению только на железнодорожном транспорте.

Таким образом, существует необходимость в разработке аналогичных рекомендательных мер по ликвидации техногенных аварий произошедших с выбросом или разливом АХОВ, в условиях возникновения аварийной ситуации на автомобильных дорогах.

Происхождение техногенной аварии на ХОО приводит к быстрому распространению отравляющего вещества с ущербом для жизни и здоровья персонала, а вблизи городов и поселений угрозой населению и заражения окружающей среды. Так как промышленные центры расположены близко к городам и поселениям (см. рис. 1), то возникшая авария на территории предприятия или при транспортировке груза приводит к угрозе жизни и здоровью большого числа людей.

Приказом МЧС России № 329 от 08.07.2004 г. [5] утверждены критерии информации о чрезвычайных ситуациях. Критерии выработаны для аварий с выбросом и(или) сбросом АХОВ при производстве, переработке, хранении; для распространения АХОВ в результате химических реакций, начавшихся в результате аварии; для аварий на транспорте с выбросом или сбросом АХОВ; при обнаружении или утрате источников АХОВ. Опираясь на критерии информации о чрезвычайных ситуациях должны приниматься меры по локализации и устранению аварии в кратчайшие сроки, с целью недопущения большого количества погибших и пострадавших, среди мирного населения.

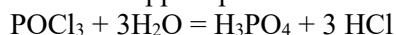
В критериях информирования о чрезвычайных ситуациях не указывается наименование аварийно химически опасного вещества, а только результат выброса (разлива) АХОВ с образованием первичного облака (зеркала пролива). Также стоит отметить, что пролив АХОВ при грузоперевозках не учтен, а приводится лишь для разлива нефтепродуктов. Создание аварийной ситуации при выбросе (разливе) с аварийно химически опасным веществом возможно на транспорте при грузоперевозках. Критерии информирования дают статус присвоения аварии ЧС. Однако возникшая аварийная ситуация не может быть оценена данными критериями.

На практике при ликвидации ЧС техногенного характера с выбросом АХОВ возникает вопрос – какими техническими средствами и расходными материалами обеспечена спасательная группа для быстрой локализации и ликвидации техногенной ЧС с конкретным ОБ. В настоящее

время применяются рекомендации, которые были разработаны много лет назад и не пересматривались. Существует комплекс мероприятий по ликвидации последствий ЧС с разливом или выбросом АХОВ, включающий проведение разведки с целью установления площади заражения; локализацию и устранение источника заражения; ликвидацию факторов поражения; специальную обработку людей и техники путем дегазации АХОВ.

Один из распространенных способов улавливания токсичных веществ – использование водяных завес при ликвидации ЧС. Этот способ направлен на локализацию загрязнения атмосферного воздуха. Однако некоторые вещества (например, синильная кислота, триметиламин) обладают высокой растворимостью в водной среде, что может приводить к увеличению площади заражения территории, а, следовательно, это может привести к увеличению числа пострадавших от действия АХОВ людей.

Еще большую опасность могут проявлять вещества, которые при контакте с водой выделяют газообразные пары АХОВ. Так, например, оксихлорид фосфора при контакте с водой выделяет в газообразном виде хлороводород, что приводит к образованию облака соляной кислоты над поверхностью загрязненной территории:



Таким образом, при разработке мероприятий по ликвидации ЧС техногенного характера с выбросом (разливом) АХОВ необходимо учитывать факт возможного растворения данного химического вещества в водной среде или выделение вредных токсичных веществ при его контакте с водой.

Необходимо отметить, что в настоящее время существует необходимость в разработке новых методик для ликвидации аварий с выбросом или угрозой выброса АХОВ, так как с каждым днем синтезируются более токсичные и новые химические вещества, которые не могут быть устранены «устаревшими» методами.

Разнообразные свойства аварийно химически опасных и потенциально опасных веществ усложняют возможные способы ликвидации техногенной чрезвычайной ситуации. В процессе ликвидации ошибочные действия могут привести к распространению территории заражения и увеличению числа погибших и пострадавших людей.

Выводы

1. Проведен анализ количества техногенных ЧС с выбросом или разливом АХОВ. За период с 1999 по 2019 г.г. За 20-тилетний период в России зарегистрированы 354 аварии с выбросом (угрозой выброса) АХОВ, что составляет около 2% от общего числа ЧС техногенного характера. Наблюдается тенденция к снижению доли ЧС с выбросом или разливом АХОВ, однако риск травматизма или гибели людей продолжает оставаться в течении длительного времени практически на постоянном уровне.

2. Наибольшую опасность представляют вещества в газообразном состоянии, либо вещества, обладающие высокой летучестью. При разработке мероприятий по ликвидации ЧС с выбросом (разливом) АХОВ необходимо учитывать факт возможного растворения данного химического вещества в водной среде и выделение вредных токсичных веществ при его контакте с водой.

3. Актуальным является вопрос совершенствования нормативных документов и рекомендаций по способам ликвидации аварий с выбросом (разливом) АХОВ на различных территориях.

Список источников

1. ГОСТ 22.0.05-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения.

2. ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны».
3. ГОСТ 12.1.007-76 (99) «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
4. СП 302.1325800-2017 Склады для аварийно химически опасных веществ. Правила проектирования.
5. Приказ МЧС России от 8 июля 2004 г. № 329 (в ред. Приказа МЧС России от 24.02.2009 № 92) «Критерии информации о чрезвычайных ситуациях»
6. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году». – М.: МЧС России; ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. 259 с.
7. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2010 году». – М.: МЧС России; ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – 299 с.
8. Государственный доклад о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2000 году. – М.: ВНИИ ГОЧС, 2001. — 154с.
9. Директива начальника штаба гражданской обороны «О совершенствовании защиты населения от сильнодействующих ядовитых веществ и классификации административно – территориальных единиц и объектов народного хозяйства по химической опасности» ДНГО № 3 от 4.12.1990 г.
10. ФБУЗ РПОХБВ Роспотребнадзора, «Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.rpohv.ru/online/>.

Информация об авторах

И.Ю. Сергеев - кандидат технических наук
Л.Р. Шарифуллина - кандидат химических наук
Н.П. Валуев - доктор технических наук

Information about the author

I.Yu. Sergeev - Ph.D. of Engineering Sciences
L.R. Sharifullina - Ph.D. of Chemical Sciences
N.P. Valuev - Holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences

Статья поступила в редакция 26.01.2022; одобрена после рецензирования 18.02.2022; принята к публикации 21.03.2022.

The article was submitted 26.01.2022, approved after reviewing 18.02.2022, accepted for publication 21.03.2022.