

Научная статья

УДК 614.8.027; DOI: 10.61260/1998-8990-2025-2-65-75

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗМЕРОВ ПРОЛИВА АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ АВТОТРАНСПОРТОМ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

✉ Савчук Олег Николаевич.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия

✉ oleg-savcuk@mail.ru

Аннотация. Рассматривается определение геометрических параметров площади пролива аварийно химически опасных веществ при авариях автомобильного транспорта, перевозящего данные вещества, с учетом климатических условий Арктического региона, которые при прогнозировании последствий аварий влияют на глубину вторичного облака химического заражения и величину времени поражающего действия. Предложен способ определения геометрических параметров площади пролива хлора и аммиака с учетом уклона местности и климатических условий Арктического региона на основе использования данных их вязкости при расчетах, адаптированных к данным вязкости нефтепродуктов, использованных при экспериментальном определении удельной растекаемости. Приведены расчеты геометрических параметров площади пролива хлора и аммиака, в результате которых было установлено, что данные величины существенно изменяются при уклоне местности на маршруте. Установлено, что на время поражающего действия аварийно химически опасных веществ при аварии незначительно влияют отрицательные температуры воздуха, присущие Арктическому региону, а в основном существенно влияет скорость ветра.

В целях обеспечения безопасности населения при авариях на автотранспорте, перевозящего аварийно химически опасные вещества, на маршрутах их перемещения в населенных пунктах Арктического региона при прогнозировании возможных последствий аварии предлагается учитывать не только геометрические параметры площади пролива с учетом уклона местности и отрицательных температур воздуха, но и присущие данному региону преобладающие скорости ветра.

Ключевые слова: аварийно химически опасное вещество, площадь пролива аварийно химически опасных веществ, высота пролива аварийно химически опасных веществ, время поражающего действия (испарения), уклон местности, удельная растекаемость

Для цитирования: Савчук О.Н. Прогнозирование размеров пролива аварийно химически опасных веществ при транспортировке автотранспортом в условиях Арктического региона // Проблемы управления рисками в техносфере. 2025. № 2 (74). С. 65–75. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-2-65-75.

Scientific article

PREDICTION OF SPILLAGE SIZES OF ACCIDENTALLY CHEMICALLY HAZARDOUS SUBSTANCES DURING THEIR TRANSPORTATION BY MOTOR TRANSPORT IN THE CONDITIONS OF THE ARCTIC REGION

✉ Savchuk Oleg N.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

✉ oleg-savcuk@mail.ru

Abstract. The paper considers determining the geometric parameters of the spill area of chemically hazardous substances in accidents involving motor vehicles carrying these substances, taking into account the climatic conditions of the Arctic region, which, when predicting the consequences of such accidents, affect the depth of the secondary cloud of chemical contamination and the amount of time of damaging action. A method is proposed for determining the geometric parameters of the chlorine and ammonia spill area, taking into account the slope of the terrain and the climatic conditions of the Arctic region, based on the use of their viscosity data in calculations adapted to the viscosity data of petroleum products used in the experimental determination of specific spreading. Calculations of the geometric parameters of the chlorine and ammonia spill area are given, as a result of which it was found that these values change significantly with the slope of the terrain on the route. It has been established that the negative air temperatures typical of the Arctic region have a minor effect on the duration of the damaging effect of chemically hazardous substances in an accident, while the main significant effect is caused by wind speed.

In order to ensure the safety of the population in case of accidents on vehicles carrying chemically hazardous substances on the routes of their movement in populated areas of the Arctic region, when predicting the possible consequences of an accident, it is proposed to take into account not only the geometric parameters of the strait area, taking into account the slope of the terrain and negative air temperatures, but also the prevailing wind speeds inherent in this region.

Keywords: chemically hazardous substance, the area of the chemically hazardous substance strait, the height of the chemically hazardous substance strait, the time of the damaging effect (evaporation), the slope of the terrain, specific spreading

For citation: Savchuk O.N. Prediction of spillage sizes of accidentally chemically hazardous substances during their transportation by motor transport in the conditions of the Arctic region // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere = Problems of risk management in the technosphere. 2025. № 2 (74). P. 65–75. DOI: 10.61260/1998-8990-2025-2-65-75.

Введение

Ежегодно на территории Российской Федерации перевозится до 800 тыс. т аварийно химически опасных веществ (АХОВ), в основном хлор и аммиак [1].

В результате развития инфраструктуры городов возникает необходимость в автомобильной транспортировке АХОВ для снабжения ими производств, использующих в технологических процессах данные вещества, а также объектов городского жизнеобеспечения (систем водоснабжения, крупных продуктовых баз, холодильников и т.д.).

Несмотря на профилактические мероприятия, проводимые для повышения безопасности транспортировки АХОВ в населенных пунктах, такие как размещение химически опасных объектов (ХОО) вдали от селитебной их части, уменьшение перевозимого количества АХОВ и др., аварии на подвижных ХОО все еще представляют значительную потенциальную угрозу для людей и окружающей природной среды [2, 3].

Также, несмотря на принятые меры по обеспечению химической безопасности населенных пунктов и городов, еще достаточное количество ХОО размещается вблизи них (непосредственно в черте), кроме того, маршруты перевоза АХОВ вынужденно проходят через населенные пункты.

В настоящее время проблема обеспечения химической безопасности транспортировки АХОВ автомобильным транспортом актуальна, так как увеличивается потенциальная угроза химических аварий, особенно вследствие террористических актов.

Для успешного решения задач по предупреждению и ликвидации аварий на подвижных ХОО необходимо заблаговременное тщательное планирование профилактических мероприятий, а также обоснованный расчет сил и средств для ликвидации последствий. Эффективность планирования и осуществления мероприятий по предупреждению и обеспечению безопасности населения вблизи маршрутов перемещения автомобильного транспорта, перевозящего АХОВ, зависит от достоверного и своевременного прогноза возможной аварии на таких объектах. Для оперативной ликвидации пролива АХОВ на дорогах одним из важных параметров является определение геометрических параметров площади пролива с учетом категории дороги и уклона местности. В большинстве методик прогнозирования последствий аварий с АХОВ площадь пролива принимается для ровной местности [4–7] и не учитываются данные конструктивные параметры.

Целью работы является определение геометрических параметров площади пролива АХОВ при аварии автомобильного транспорта, перевозящего АХОВ, с учетом климатических условий Арктической зоны, конфигурации и уклонов дороги, анализ учета влияния их на длительность поражающего действия.

Определение конфигурации и геометрических параметров площади пролива при разгерметизации резервуаров с АХОВ, перевозимых автомобильным транспортом, с учетом уклона маршрута и климатических условий Арктической зоны

Как известно, глубина химического заражения и длительность поражающего действия при авариях автомобильного транспорта, перевозящего АХОВ, в основном определяется количеством, типом пролитого АХОВ, метеоусловиями, площадью пролива.

Как показали исследования [1], конфигурация и геометрические параметры площади пролива при разгерметизации резервуара с АХОВ, перевозимого автомобильным транспортом, определяется в основном шириной дорожного полотна и уклоном местности. Представляет интерес определение геометрических параметров площади пролива в районе аварийной остановки дополнительно в зависимости от температуры окружающего воздуха.

В работе [1] предлагается расчет геометрических параметров площади пролива АХОВ в районе аварийной остановки (длины пролива $L_{\text{прол}}$ и высоты пролива жидкости АХОВ на подстилающую поверхность $h_{\text{прол}}$) определять по формулам:

– в случае ровной местности в районе аварийной остановки:

$$L_{\text{прол}} = 2 R_{\text{прол}}, \quad (1)$$

где
$$R_{\text{прол}} = \sqrt{\frac{S_{\text{пр}}}{\pi}}. \quad (2)$$

Ширина пролива АХОВ будет определяться как величина $L_{\text{прол}}$ при значении менее ширины земляного полотна дороги соответствующей категории при равенстве и более равной ширине полотна дороги.

Площадь пролива определяется по формуле [7]:

$$S_{\text{пр}} = m_0 \cdot \Delta / \rho, \quad (3)$$

где m_0 – количество пролитого АХОВ в районе аварийной остановки, кг; Δ – удельная растекаемость АХОВ, определяемая путем пересчета по вязкости на основе удельной растекаемости нефтепродуктов по результатам эксперимента, $\Delta = 0,52 \text{ м}^2/\text{л}$ (при проливе 1 л) и $\Delta = 1,1 \text{ м}^2/\text{л}$ (при проливе 5 л) при температуре $+20^\circ\text{C}$ [8]; ρ – плотность жидкого АХОВ, кг/л;
– в случае уклона местности длина пролива определяется по формуле:

$$L_{\text{прол}} = 2 \sqrt{\frac{S_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ук}}}{\pi}},$$

где $K_{\text{ук}}$ – коэффициент, учитывающий растекание с учетом уклона местности, определенный с пересчетом по вязкости нефти при уклоне более 3 % ($K_{\text{ук}} = 16$).

Высота пролива жидкости АХОВ на подстилающую поверхность при $L_{\text{прол}}$ больше ширины земляного полотна дороги соответствующей категории определяется как:

$$h_{\text{прол}} = \frac{m_0}{\rho_{\text{ж}} \cdot \text{Ш}_{\text{прол}} \cdot L_{\text{прол}}}, \quad (4)$$

где m_0 – количество АХОВ, пролитого в районе аварийной остановки, т; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность АХОВ, т/м³; $\text{Ш}_{\text{прол}}$ – ширина пролива АХОВ в районе аварийной остановки, м; $L_{\text{прол}}$ – длина пролива жидкого АХОВ в районе аварийной остановки, м.

При $L_{\text{прол}}$ равной и более ширины земляного полотна дороги соответствующей категории определяется как:

$$h_{\text{прол}} = \frac{m_0}{\rho_{\text{ж}} \cdot S_{\text{прол}}}.$$

Тогда время поражающего действия АХОВ согласно Методике РД 52.04.253–90 «Методика прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (Методика РД 52.04.253–90) в районе аварийной остановки можно определить по формуле:

$$T = \frac{h_{\text{прол}} \cdot \rho_{\text{ж}}}{K_2 K_4 K_7}, \quad (5)$$

где K_2 – коэффициент, учитывающий физико-химические свойства АХОВ; K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра; K_7 – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха.

Представляет интерес определение параметров площади пролива при авариях автомобильного транспорта, перевозящего хлор и аммиак, с учетом уклона местности в населенных пунктах и климатических условий Арктической зоны. Характерные климатические условия в зимний период в крупных городах Арктической зоны представлены в табл. 1 [8].

Таблица 1

Климатические условия крупных городов Арктической зоны в зимний период

Наименование города	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость ветра, м/с
Мурманск	до -40	до 84	до 8
Архангельск	до -38	до 85	до 3
Норильск	до -40	до 76	до 6
Петрозаводск	до -35	до 86	до 4
Сыктывкар	до -41	до 83	до 5

Анализ данных табл. 1 показывает возможность достижения низких температур в регионе до -40 °C, высокой влажности воздуха и преобладающих скоростей ветра до 8 м/с, что приводит к необходимости учета этих условий при прогнозировании последствий аварий с проливом АХОВ при транспортировке их автомобильным транспортом. В связи с этим большое значение имеет более достоверное определение длины и высоты пролива АХОВ, влияющих на время поражающего действия и организацию оперативной ликвидации химического заражения полотна дороги.

Определим возможные геометрические параметры площади пролива при разгерметизации резервуаров с АХОВ, перевозимых автомобильным транспортом, по дорогам в населенных пунктах Арктической зоны с учетом экстремальных климатических условий зимнего периода.

Рассчитаем эти параметры на основе сравнений по динамической вязкости пролива нефтепродукта с хлором и аммиаком согласно Справочнику химика 21. Химия и химическая технология (www.chem21.info) и работе [7] (табл. 2).

Таблица 2

Значения динамической вязкости нефтепродукта, хлора и аммиака в диапазоне отрицательных температур воздуха

Температура, °C	Наименование динамической вязкости, Па*с		
	нефтепродукт	хлор	аммиак
0	$0,711 \cdot 10^{-3}$	$0,385 \cdot 10^{-3}$	$0,244 \cdot 10^{-3}$
-10	$0,743 \cdot 10^{-3}$	$0,411 \cdot 10^{-3}$	$0,251 \cdot 10^{-3}$
-20	$0,774 \cdot 10^{-3}$	$0,439 \cdot 10^{-3}$	$0,258 \cdot 10^{-3}$
-30	$0,807 \cdot 10^{-3}$	$0,472 \cdot 10^{-3}$	$0,265 \cdot 10^{-3}$
-40	$0,838 \cdot 10^{-3}$	$0,51 \cdot 10^{-3}$	—

Значения удельной растекаемости АХОВ, определяемой путем пересчета по динамической вязкости на основе удельной растекаемости нефтепродуктов по результатам эксперимента $\Delta = 0,52 \text{ м}^2/\text{л}$ (при температуре +20 °C) [9], представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения удельной растекаемости хлора и аммиака при отрицательных температурах воздуха

Температура, °C	Удельная растекаемость, м ² /л	
	хлор	аммиак
0	0,11	0,069
-10	0,105	0,064
-20	0,105	0,062
-30	0,105	0,059
-40	0,103	—

Рассчитаем значения геометрических параметров площади пролива АХОВ в районе аварийной остановки на ровной местности согласно формулам (1–4) с учетом отрицательных температур воздуха и ширины пролива, равной ширине земляного полотна дороги категории III (12 м) согласно ГОСТ Р 52398–2005 и скорости ветра 4 м/с. Величина геометрических параметров площади пролива в районе аварийной остановки на ровной местности для хлора и аммиака представлена в табл. 4, 5.

Таблица 4

Величина геометрических параметров площади пролива хлора в районе аварийной остановки на автомобильной дороге ровной местности в условиях отрицательных температур воздуха

Количество m_0 , т	Геометрические параметры $S_{пр}$	Температура воздуха, °C				
		0	-10	-20	-30	-40
1	Ширина пролива, м	9,5	9,28	9,28	9,28	9,19
	Длина пролива, м	9,5	9,28	9,28	9,28	9,19
	Высота пролива, м	0,009	0,009	0,009	0,009	0,01
5	Ширина пролива, м	12	12	12	12	12
	Длина пролива, м	21,24	20,75	20,75	20,75	20,55
	Высота пролива, м	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
20	Ширина пролива, м	12	12	12	12	12
	Длина пролива, м	42,48	41,5	41,5	41,5	41,1
	Высота пролива, м	0,025	0,026	0,026	0,026	0,026

Таблица 5

Величина геометрических параметров площади пролива аммиака в районе аварийной остановки на автомобильной дороге ровной местности в условиях отрицательных температур воздуха

Количество m_0 , т	Геометрические параметры $S_{пр}$	Температура воздуха, °C			
		0	-10	-20	-30
1	Ширина пролива, м	11,36	10,94	10,77	10,51
	Длина пролива, м	11,36	10,94	10,77	10,51
	Высота пролива, м	0,014	0,016	0,016	0,017
5	Ширина пролива, м	12	12	12	12
	Длина пролива, м	25,4	24,47	24,1	23,49
	Высота пролива, м	0,024	0,025	0,025	0,026
20	Ширина пролива, м	12	12	12	12
	Длина пролива, м	50,81	48,93	48,16	46,98
	Высота пролива, м	0,048	0,05	0,05	0,052

Рассчитаем значения геометрических параметров площади пролива хлора и аммиака в районе аварийной остановки с учетом уклона местности свыше 3 % при тех же условиях размера дороги, что и на ровной местности, представленные в табл. 7, 8, по формуле [7]:

$$L_{прол} = 2 \sqrt{\frac{S_{пр} \cdot K_{ук}}{\pi}}, \quad (7)$$

где $K_{ук}$ – коэффициент, учитывающие растекание пролива с учетом уклона местности для хлора и аммиака при отрицательных температурах воздуха. Данные коэффициенты определены с пересчетом по вязкости нефти при уклоне более 3 % и представлены в табл. 6.

Таблица 6

Величина коэффициентов $K_{ук}$, учитывающих растекание пролива с учетом уклона местности для хлора и аммиака при отрицательных температурах воздуха

Температура воздуха, °C	Коэффициенты $K_{ук}$		
	нефтепродукт	хлор	аммиак
0	14,63	7,92	5,02
-10	14	7,74	4,73
-20	13,44	7,62	4,48
-30	12,89	7,54	4,23
-40	12,4	7,54	—

Таблица 7

Величина геометрических параметров площади пролива хлора в районе аварийной остановки на автомобильной дороге с учетом уклона в условиях отрицательных температур воздуха

Количество m_0 , т	Геометрические параметры $S_{пр}$	Температура воздуха, °C				
		0	-10	-20	-30	-40
1	Ширина пролива, м	12	12	12	12	12
	Длина пролива, м	26,73	25,82	25,62	25,48	25,48
	Высота пролива, м	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
5	Ширина пролива, м	12	12	12	12	12
	Длина пролива, м	59,78	57,73	57,28	56,98	56,98
	Высота пролива, м	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
20	Ширина пролива, м	12	12	12	12	12
	Длина пролива, м	119,6	115,5	114,6	113,7	113,7
	Высота пролива, м	0,009	0,009	0,009	0,009	0,009

Таблица 8

Величина геометрических параметров площади пролива аммиака в районе аварийной остановки на автомобильной дороге с учетом уклона в условиях отрицательных температур воздуха

Количество m_0 , т	Геометрические параметры $S_{пр}$	Температура воздуха, °C			
		0	-10	-20	-30
1	Ширина пролива, м	12	12	12	12
	Длина пролива, м	25,45	23,8	22,79	21,6
	Высота пролива, м	0,005	0,005	0,005	0,006
5	Ширина пролива, м	12	12	12	12
	Длина пролива, м	56,92	53,21	50,97	48,3
	Высота пролива, м	0,011	0,011	0,012	0,013
20	Ширина пролива, м	12	12	12	12
	Длина пролива, м	113,84	106,42	101,94	96,63
	Высота пролива, м	0,022	0,023	0,024	0,025

Определим значения времени поражающего действия при проливах хлора и аммиака, приведенных в табл. 4–8, согласно формуле (5) при значениях коэффициентов K_2 , K_4 , K_7 : для хлора – $K_2=0,052$, $K_4=2$, $K_7=1$, для аммиака – $K_2=0,025$, $K_4=2$, $K_7=1$ при скорости ветра $u=4$ м/с и рассматриваемом диапазоне температур воздуха.

Значения времени поражающего действия при проливах хлора и аммиака в районе аварийной остановки при климатических условиях зимнего времени в Арктической зоне на ровной и с уклоном местности представлены в табл. 9, 10.

Таблица 9

Значения времени поражающего действия при проливах хлора и аммиака в районе аварийной остановки на ровной местности при отрицательных температурах воздуха

Количество, т	Температура воздуха, °С	хлор		аммиак	
		$h_{\text{прол}}, \text{ м}$	$T, \text{ мин}$	$h_{\text{прол}}, \text{ м}$	$T, \text{ мин}$
1	0	0,009	7,8	0,014	11,4
	-10	0,009	7,8	0,016	13,1
	-20	0,009	7,8	0,016	13,1
	-30	0,009	7,8	0,017	13,9
	-40	0,01	8	–	–
5	0	0,013	11,65	0,024	19,6
	-10	0,013	11,65	0,025	20,4
	-20	0,013	11,65	0,025	20,4
	-30	0,013	11,65	0,026	21,3
	-40	0,013	11,65	–	–
20	0	0,025	22,4	0,048	39,2
	-10	0,026	23,3	0,05	40,9
	-20	0,026	23,3	0,05	40,9
	-30	0,026	23,3	0,052	42,5
	-40	0,026	23,3	–	–

Таблица 10

Значения времени поражающего действия при проливах хлора и аммиака в районе аварийной остановки с уклоном местности при отрицательных температурах воздуха

Количество, т	Температура воздуха, °С	хлор		аммиак	
		$h_{\text{прол}}, \text{ м}$	$T, \text{ мин}$	$h_{\text{прол}}, \text{ м}$	$T, \text{ мин}$
1	0	0,002	1,8	0,005	4,1
	-10	0,002	1,8	0,005	4,1
	-20	0,002	1,8	0,005	4,1
	-30	0,002	1,8	0,006	4,9
	-40	0,002	1,8	–	–
5	0	0,005	4,5	0,011	9
	-10	0,005	4,5	0,011	9
	-20	0,005	4,5	0,012	9,8
	-30	0,005	4,5	0,013	10,6
	-40	0,005	4,5	–	–
20	0	0,009	8,1	0,022	18
	-10	0,009	8,1	0,023	18,8
	-20	0,009	8,1	0,024	19,6
	-30	0,009	8,1	0,025	20,4
	-40	0,009	8,1	–	–

Анализ данных расчетов показывает, что площадь пролива в районе аварийной остановки автотранспорта при разгерметизации резервуара с АХОВ возрастает при уклоне местности на дорогах местного значения в жилой застройке Арктического региона

при отрицательных температурах воздуха, что приводит к снижению времени поражающего действия хлора и аммиака более чем вдвое за счет уменьшения высоты пролива и соответственно быстрому испарению АХОВ.

Допущения, принятые в существующей оперативной Методике РД 52.04.253–90 по разливу АХОВ высотой 0,05 м, справедливы для растекания на ровной местности по результатам экспериментальных данных [9] при проливе хлора и аммиака свыше 20 т и более при отрицательных температурах воздуха, присущих Арктическому региону. Принятие такого допущения неправомерно, как показали расчеты, при проливе АХОВ с уклоном местности.

Расчеты, проведенные по адаптированным экспериментальным данным пролива нефтепродуктов, показывают незначительные изменения высоты пролива хлора и аммиака при колебаниях в области рассматриваемых отрицательных температур воздуха как на ровной, так и на местности с уклоном. Величина высоты пролива хлора и аммиака при уклоне местности вдвое меньше, чем при проливе на ровной местности. При авариях на местности с уклоном при проливе малых количеств хлора и аммиака (до 5 т) время поражающего действия составляет около 10 мин, что исключает возможность оперативной локализации путем постановки водяной отсекающей завесы в связи с большей затратой времени на прибытие в район аварии и развертывание сил и средств подразделений Государственной противопожарной службы МЧС России.

Как показали расчеты, на снижение времени поражающего действия хлора и аммиака при проливе на дорогах Арктической зоны при отрицательных температурах воздуха существенно будут влиять параметры скорости ветра (табл. 1). Например, при перевозке хлора и аммиака по дорогам в районе г. Мурманска время поражающего действия при проливе на дорогах будет в четыре раза меньше, чем в случаях при скорости ветра 1 м/с, что является немаловажным фактором по оперативному восстановлению движения транспорта на аварийном маршруте. Следует учитывать при проливе хлора и аммиака на местности с уклоном возрастание участков заражения вследствие увеличений площади пролива, что потребует увеличения времени на проведение дегазации.

Заключение

В целях обеспечения безопасности населения при авариях на автотранспорте, перевозящем АХОВ, на маршрутах их перемещения в населенных пунктах Арктического региона при прогнозировании возможных последствий аварии следует учитывать не только геометрические параметры площади пролива АХОВ с учетом уклона местности и отрицательных температур воздуха, но и присущие данному региону преобладающие повышенные скорости ветра. В методиках прогнозирования последствий таких аварий требуется учитывать более достоверную информацию по площади и высоте пролива АХОВ на основе экспериментальных данных с учетом климатических условий Арктического региона.

В целях обеспечения безопасности населения и быстрого восстановления движения на маршруте при планировании организации и осуществления ликвидации последствий таких аварий на дорогах в Арктическом регионе следует учитывать малые времена поражающего действия АХОВ при проливе небольших количеств до 5 т при уклонах местности и климатических условиях, а также привлекать подразделения ГПС МЧС России в состав эскорта сопровождения на маршрутах перемещения в населенных пунктах [10]. Для получения более достоверной информации при прогнозировании возможных последствий аварий с проливом АХОВ с учетом уклона местности и климатических условий Арктического региона представляет интерес уточнение значений коэффициентов уклона местности путем проведения натурного эксперимента на полигоне.

Список источников

1. Савчук О.Н. К вопросу уточнения конфигурации и геометрических параметров площади пролива при разгерметизации резервуаров с АХОВ, перевозимых автомобильным транспортом // Проблемы управления рисками в техносфере. 2024. № 3 (71). С. 63–73.
2. Рекомендации по обеспечению безопасности персонала химически опасных объектов и населения при возникновении ЧС / П.В. Данилов [и др.] // Молодой ученый. 2017. № 9 (143). С. 59–62.
3. Совершенствование транспортировки АХОВ на автомобильном транспорте / Е.Г. Асманкин [и др.] // Известия Петербургского университета путей сообщений. 2023. Т. 20. Вып. 4. С. 828–834.
4. Методики оценки последствий аварий на опасных производственных объектах: сб. документов. М.: ГУП НТЦ «Промышленная безопасность», 2001. Сер. 27. Вып. 2. 224 с.
5. Методика оценки последствий химических аварий. Методика оценки последствий аварий на производственных объектах (Методика «Токси». Редакция 2.2): сб. докладов. М.: Гостехнадзор, 2002.
6. СП 165.1325800.2014. Свод правил инженерно-технических мероприятий по гражданской обороне. Актуализированная редакция СНиП 2.01.51–90 (утв. приказом Минстроя России от 12 нояб. 2014 г. №705/пр) (в ред. от 12 апр. 2023 г.). М.: Минстрой России, 2023.
7. Панюхин С.В. Прогнозирование последствий аварий на химически опасных объектах // Мировая наука. 2019. № 11 (32). С. 263–264.
8. Жилина И.Ю. Арктические города России: последствия изменения климата // Экономические и социальные проблемы. 2023. № 3. С. 97–128.
9. Методы определения площади пролива нефтепродуктов на горизонтальную поверхность / В.В. Кокорин [и др.] // Технология техносферной безопасности. 2017. Вып. № 2 (72). С. 130.
10. Савчук О.Н., Игайкина И.И., Аксенов А.А. Особенности обеспечения безопасности населения при авариях с разгерметизацией цистерн с аварийно химически опасными веществами, перевозимыми автомобильным транспортом в Арктической зоне // Проблемы управления рисками в техносфере. 2023. № 4 (68). С. 42–53.

References

1. Savchuk O.N. K voprosu utochneniya konfiguracii i geometricheskikh parametrov ploshchadi proliva pri razgermetizacii rezervuarov s AHOV, perevozimyh avtomobil'nyim transportom // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2024. № 3 (71). S. 63–73.
2. Rekomendacii po obespecheniyu bezopasnosti personala himicheskii opasnykh ob"ektov i naseleniya pri vozniknovenii CHS / P.V. Danilov [i dr.] // Molodoj uchenyj. 2017. № 9 (143). S. 59–62.
3. Sovershenstvovanie transportirovki AHOV na avtomobil'nom transporte / E.G. Asmankin [i dr.] // Izvestiya Peterburgskogo universiteta putej soobshchenij. 2023. T. 20. Vyp. 4. S. 828–834.
4. Metodiki ocenki posledstvij avarij na opasnykh proizvodstvennykh ob"ektah: sb. dokumentov. M.: GUP NTC «Promyshlennaya bezopasnost'», 2001. Ser. 27. Vyp. 2. 224 s.
5. Metodika ocenki posledstvij himicheskikh avarij. Metodika ocenki posledstvij avarij na proizvodstvennykh ob"ektah (Metodika «Toksi». Redakciya 2.2): sb. dokladov. M.: Gostekhnadzor, 2002.
6. SP 165.1325800.2014. Svod pravil inzhenerno-tekhnicheskikh meropriyatij po grazhdanskoj oborone. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 2.01.51–90 (utv. prikazom Ministroya Rossii ot 12 noyab. 2014 g. №705/pr) (v red. ot 12 apr. 2023 g.). M.: Ministroy Rossii, 2023.
7. Panyuhin S.V. Prognozirovanie posledstvij avarij na himicheskii opasnykh ob"ektah // Mirovaya nauka. 2019. № 11 (32). S. 263–264.

8. Zhilina I.Yu. Arkticheskie goroda Rossii: posledstviya izmeneniya klimata // Ekonomicheskie i social'nye problemy. 2023. № 3. S. 97–128.
9. Metody opredeleniya ploshchadi proliva nefteproduktov na gorizonta'nuyu poverhnost' / V.V. Kokorin [i dr.] // Tekhnologiya tekhnosfernoj bezopasnosti. 2017. Vyp. № 2 (72). S. 130.
10. Savchuk O.N., Igajkina I.I., Aksenov A.A. Osobennosti obespecheniya bezopasnosti naseleniya pri avariayah s razgermetizaciej cistern s avarijno himicheski opasnymi veshchestvami, perevozimymi avtomobil'nym transportom v Arkticheskoy zone // Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere. 2023. № 4 (68). S. 42–53.

Информация о статье:

Статья поступила в редакцию: 18.02.2025; одобрена после рецензирования: 02.04.2025;
принята к публикации: 03.05.2025

The information about article:

The article was submitted to the editorial office: 18.02.2025; approved after review: 02.04.2025;
accepted for publication: 03.05.2025

Сведения об авторах:

Савчук Олег Николаевич, профессор кафедры экологии и обеспечения безопасности жизнедеятельности Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России (196105, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 149), кандидат технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, e-mail: sb@igps.ru, oleg-savcuk@mail.ru, SPIN-код: 5156-1928

Information about the authors:

Savchuk Oleg N., professor of the department of ecology and life safety of the Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia (196105, Saint-Petersburg, Moskovsky ave., 149), candidate of technical sciences, professor, honored worker of the higher school of the Russian Federation, e-mail: sb@igps.ru, oleg-savcuk@mail.ru, SPIN: 5156-1928