

УДК 614.8

МЕТОДИКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ЛОКАЛИЗАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ

Гарелина Светлана Александровна, Скрынников Алексей Юрьевич
Академия гражданской защиты МЧС России, г. Химки, Российская Федерация

Аннотация. Методика, описанная в статье, предназначена для расчета и обоснования мест размещения мобильных средств локализации разливов на объектах, где происходит обращение с нефтью и нефтепродуктами. В основе методики лежит деление территории объекта экономики на участки различной значимости, которая характеризуется интегральным уровнем опасности каждого участка. При этом учитывается комплекс факторов, характеризующих возможность возникновения разливов нефти и нефтепродуктов на различных участках территории объекта экономики и их последствия. Рассмотрены различные варианты размещения мобильных средств локализации разливов, рассчитанные на основании средневзвешенного, по показателю уровня опасности, времени реагирования на разливы. Кроме того, методика предусматривает реальную схему доставки мобильных средств локализации разливов по территории объекта экономики.

Отличием предлагаемой методики являются различные скорости передвижения сил ликвидации аварий и чрезвычайных ситуаций по территории объекта экономики: при выдвигении от места дислокации до места размещения мобильных средств локализации разливов, при доставке мобильных средств локализации разливов к месту их развертывания на рубеже локализации разлива нефти и нефтепродуктов. Это обосновывает удаление места размещения мобильных средств локализации разливов от места дислокации сил ликвидации аварий и чрезвычайных ситуаций.

Предлагаемая методика предполагает дальнейшее развитие в направлении распределенного размещения мобильных средств локализации разливов на основании возможности размещения различного количества средств локализации на нескольких участках территории объекта экономики.

Ключевые слова: объект экономики, разлив нефти и нефтепродуктов, мобильные средства локализации разливов, уровень комплексной опасности участка, время реагирования на разлив, спасательное формирование

Для цитирования: Гарелина С. А., Скрынников А. Ю. Методика для определения рационального размещения мобильных средств локализации разливов нефти и нефтепродуктов на территории объекта экономики // Техносферная безопасность. 2026. № 3 (52). С. 166–177.

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE RATIONAL PLACEMENT OF MOBILE MEANS OF LOCALIZATION OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS SPILLS ON THE TERRITORY OF AN ECONOMIC FACILITY

Svetlana A. Garelina, Alexey Yu. Skrynnikov

Civil Defence Academy EMERCOM of Russia, Khimki, Russian Federation

Abstract. The article proposes a methodology that makes it possible to determine the places of rational placement of mobile spill containment facilities on the territory of an economic facility with the turnover of oil and petroleum products. The methodology is based on the division of the territory of an economic facility into sections, taking into account their different significance, characterized by the integral level of danger of each site. At the same time, a set of factors characterizing the possibility of oil and oil product spills occurring in different areas of the territory of an economic facility and their consequences are taken into account. Various options for the placement of mobile spill containment facilities are considered, taking into account the weighted average response time to spills. In addition, the methodology takes into account the real scheme of delivery of mobile spill containment facilities on the territory of an economic facility. The difference of the proposed methodology is that it takes into account the different speeds of movement of accident and emergency response forces on the territory of an economic facility: when moving from the location to the location of mobile spill containment facilities, and when delivering mobile spill containment equipment to the place of their deployment at the line of oil and oil products spill localization. This justifies the removal of the location of mobile spill containment facilities from the location of the emergency response forces. The proposed methodology involves further development in the direction of distributed placement of mobile spill containment facilities, taking into account the possibility of placing a different number of containment facilities in several areas of the territory of an economic facility.

Keywords: economic facility, oil and petroleum products spill, mobile spill containment facilities, site complex hazard level, spill response time, rescue team

For citation: Garelina S. A., Skrynnikov A. Yu. Methodology for determining the rational placement of mobile means of localization of oil and petroleum products spills on the territory of an economic facility // *Technosphere safety*. 2026. No. 3 (52). P. 166–177.

Введение

Мероприятия по локализации разливов нефти и нефтепродуктов (ННП) на объектах экономики, связанных с их оборотом, имеют важное значение в части предупреждения чрезвычайных ситуаций. Их проводят с применением заградительных и сорбирующих

технических средств, имеющих ограниченную мобильность или являющихся стационарными инженерными сооружениями [1, 2].

На объектах экономики России зафиксированы разливы ННП, суммарный объем утечек при которых достигал нескольких тысяч тонн, а несвоевременное развертывание средств локализации и их нерациональное

размещение приводило к существенному росту ущерба и серьезным последствиям [3].

Уменьшение ущерба вследствие разливов ННП может быть обеспечено путем сокращения времени их локализации за счет применения технических средств локализации с высокой мобильностью. В работах [4, 5] предложена конструкция мобильного средства локализации (МСЛ) разливов ННП, проведено математическое моделирование ее параметров, а также экспериментальное исследование на сдвиг и опрокидывание конструкции МСЛ в различных условиях.

Основу конструкции МСЛ составляют складные многосекционные модули из металлической решетки с шарнирными соединениями, что обеспечивает максимальную степень прилегания к поверхности без дополнительных крепежных устройств. МСЛ можно складывать гармошкой, что позволяет перевозить и оперативно устанавливать его путем растягивания (вытягивания) из буксируемого контейнера или с транспортного прицепа со скоростью передвижения транспортного средства. Конструкция обработана полимерным покрытием, что делает заграждение изолирующим (рис. 1).

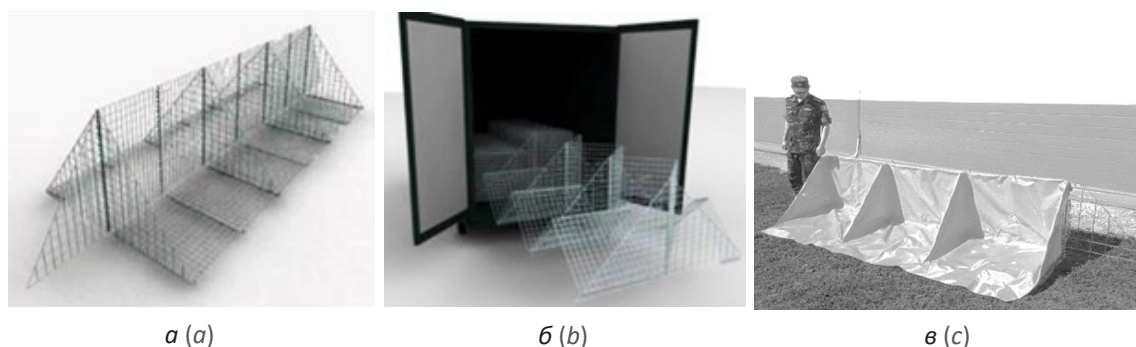


Рис. 1. Конструкция МСЛ:

а — в развернутом состоянии без покрытия; б — в процессе развертывания из буксируемого контейнера; в — с покрытием

Fig. 1. MSL design:

a — unfolded without coating; b — in the process of unfolding from a towed container; c — coated

Однако для реализации всех преимуществ МСЛ необходимо разработать мероприятия по его применению и рациональному размещению на территории объекта экономики (далее — объект), и этому посвящена предлагаемая методика.

Материалы и методы

1. Постановка задачи. Необходимо определить место размещения комплектов МСЛ, которое учитывает: средневзвешенное, по показателю уровня опасности, время реагирования $T_{\text{ср}}$ и коэффициент K_j .

$T_{\text{ср}}$ характеризует продолжительность реагирования на возможные разливы ННП на территории объекта, при этом принимается в расчет различная значимость участков, определяемая их интегральным уровнем опасности.

Для реализации методики схему (план) территории объекта (добычи, транспортировки, переработки, хранения ННП) предлагается вписать в прямоугольный контур, который в дальнейшем разделить на девять равных участков.

Примем общую площадь территории объекта за 100 %, тогда площадь одного

участка будет равна 11 % территории, что позволяет определить место возможного размещения комплектов МСЛ с точностью, достаточной для планирования мероприятий, как представлено на рис. 2.

Для выполнения расчетов по методике предлагаем использовать прямоугольную декартову систему координат.

Ось x направлена вдоль стороны территории объекта протяженностью 6 000 м, ось y — вдоль стороны протяженностью 5 000 м.

2. Допущения, принятые в методике:

- Расстояние определяется по прямой между расчетными точками.
- Место дислокации аварийного персонала (спасательного формирования), (далее — бригада) B фиксировано (как правило в административном здании в одном из угловых участков территории), для расчета по настоящей методике принимаем

левый нижний на схеме объекта участок 7. При этом начало координат совмещено с местом дислокации бригады, которому соответствует точка $B [0; 0]$.

- Время разворачивания комплекта МСЛ одинаково, поэтому в дальнейших расчетах его не учитываем.

- Скорость движения бригады до начала транспортировки комплектов МСЛ V_0 выше скорости движения при транспортировке комплектов МСЛ V_1 , т. е. $V_0 > V_1$, при этом скорость для определенности принимаем $V_0 = 10$ км/ч, $V_1 = 25$ км/ч.

- Разлив ННП (для расчета) может возникнуть на любом из девяти участков территории объекта.

Маршрут реагирования на разлив ННП имеет вид: место дислокации бригады $B \rightarrow$ место размещения (хранения) комплектов МСЛ $\rightarrow$ участок территории, где произошел разлив ННП.

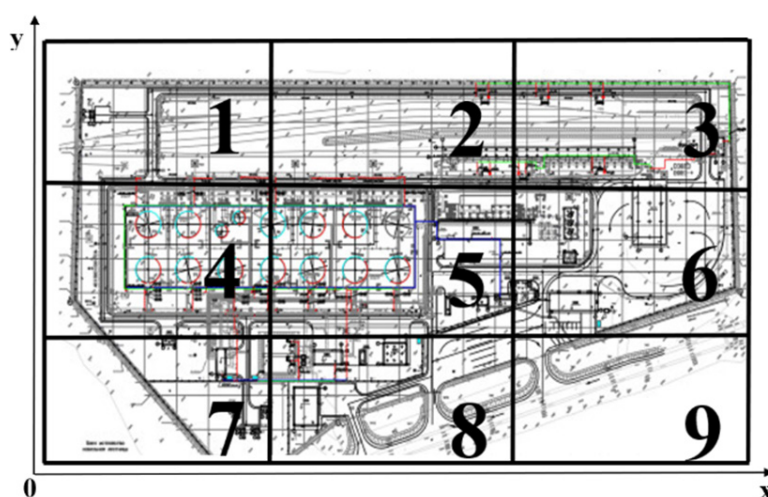


Рис. 2. Деление территории объекта экономики на участки

Fig. 2. Division of the territory of an economic object into plots

3. Определение показателя интегральной опасности участков объекта. Опасность каждого участка территории объекта оцениваем по совокупности m факторов. Весомость факторов определяем

методом анализа иерархий. Для i -го фактора устанавливаем вес w_i . При этом $w_1 + w_2 + \dots + w_m = 1$.

Выраженность каждого фактора на каждом участке территории объекта оцениваем

по трехбалльной шкале, где 1 балл — низкая выраженность фактора, 2 балла — средняя, 3 балла — высокая.

$$O_j = w_1 b_{1,j} + w_2 b_{2,j} + \dots + w_m b_{m,j}, \quad (1)$$

где $b_{i,j}$ — балльная оценка i -го фактора на j -м участке. Чем больше O_j , тем выше уровень комплексной опасности участка территории объекта.

4. Ранжирование участков территории объекта с присвоением коэффициентов значимости. Проводим ранжирование участков территории объекта в соответствии с результатами расчета значений O_j . Участку с максимальным значением O_j присваиваем ранг 1,

$$K_j = O_j / O_{\text{сум}}, \quad (2)$$

где $O_{\text{сум}} = O_1 + \dots + O_9$, при этом $K_1 + K_2 + \dots + K_9 = 1$.

5. Определение расстояния и скорости движения. Координаты центра j -го участка P_j обозначаем $[x_j; y_j]$, координаты места дислокации бригады B — $[x_B; y_B]$.

$$T_{k,j} = 60[L_{B,k} / V_0 + L_{k,j} / V_1], \quad (3)$$

где T измеряется в минутах.

При размещении комплектов МСЛ непосредственно в точке B , первое слагаемое $L_{B,k} / V_0 = 0$, следовательно, весь маршрут до места разлива ННП будет пройден со скоростью V_1 .

6. Расчет средневзвешенного времени реагирования на разлив ННП. Последовательно рассчитываем варианты размещения комплектов МСЛ на территории объекта. Для каждого места размещения k

Интегральный показатель опасности j -го участка O_j определяем как взвешенную сумму балльных оценок

с минимальным — ранг 9. Номер ранга непосредственно в расчете времени не участвует.

Также для обеспечения возможности работы с относительными значениями вводим K_j — нормированный коэффициент значимости участка территории объекта по уровню опасности, обеспечивающий больший вклад времени доставки МСЛ к более опасным участкам территории объекта в итоговый критерий их размещения

Расстояние между двумя расчетными точками определяем по прямой $L_{A,D} = [(x_D - x_A)^2 + (y_D - y_A)^2]^{0.5}$.

Если комплекты МСЛ размещаем в точке k , а разлив ННП произошел на j -м участке, то время реагирования составит

рассчитываем время реагирования на разлив ННП на каждом из участков территории объекта.

После этого определяем средневзвешенное по показателю уровня опасности время реагирования $T_{\text{ср}}$ с учетом коэффициентов K_j . Оно характеризует продолжительность реагирования на возможные разливы ННП на территории объекта с учетом различной значимости участков, определяемой их интегральным уровнем опасности

$$T_{\text{ср},k} = K_1 T_{k,1} + K_2 T_{k,2} + \dots + K_9 T_{k,9}. \quad (4)$$

С учетом двух скоростей формула (4) примет компактный вид

$$T_{\text{ср},k} = 60 \{L_{B,k} / V_0 + [K_1 L_{k,1} + \dots + K_9 L_{k,9}] / V_1\}. \quad (5)$$

7. Варианты размещения комплектов МСЛ. Далее в работе будут рассмотрены четыре варианта размещения комплектов МСЛ на территории объекта с определением точки размещения. Расчеты для каждого варианта ведутся с применением двух-скоростной формулы средневзвешенного времени (5).

$$T_{\text{рац}} = \min [T_{\text{ср}, 1}; \dots; T_{\text{ср}, 9}]. \quad (6)$$

Вариант 2: с размещением в центре тяжести треугольника трех наиболее опасных участков территории объекта. Место размещения комплектов МСЛ определяем в центре тяжести G треугольника, углы которого расположены в центрах участков с высшими рангами опасности. Для этого определяем три участка с рангами опасности 1, 2, 3, если координаты их центров равны $[x_1; y_1]$, $[x_2; y_2]$, $[x_3; y_3]$.

$$T_{\text{ср}, B} = 60 [K_1 L_{B, 1} + \dots + K_9 L_{B, 9}] / V_1. \quad (7)$$

8. Результаты оценки средневзвешенного времени реагирования на разлив ННП для четырех вариантов размещения комплектов МСЛ. Сформируем исходные данные:

- промышленная площадка размером 6 000 × 5 000 м;
- место дислокации бригады B фиксировано $[0; 0]$.

Вариант 1: с учетом минимального времени реагирования на разлив ННП. Для девяти возможных мест размещения комплектов МСЛ (согласно делению территории объекта на участки) определяем $T_{\text{ср}, 1}, \dots, T_{\text{ср}, 9}$.

Рациональным является вариант, соответствующий минимальному значению времени реагирования $T_{\text{рац}}$:

Вариант 3: с размещением в геометрическом центре территории объекта. Комплекты МСЛ размещаем в геометрическом центре территории объекта C .

Вариант 4: с размещением в месте дислокации бригады. Комплекты МСЛ размещаются непосредственно в точке B . Бригада не тратит время на первое плечо маршрута, однако весь путь к месту аварии проходит с комплектом МСЛ в прицепе со скоростью V_1 :

В табл. 1 представлена совокупность из пяти факторов, характерных для объекта с оборотом ННП и весовые коэффициенты этих факторов, а в табл. 2 отображены: значение выраженности фактора на участке по трехбалльной шкале, интегральный показатель опасности участка, значение ранга опасности участка, нормированный коэффициент значимости участка по уровню опасности.

Таблица 1
Весовые коэффициенты факторов, определяющих степень опасности
участков территории объекта

Table 1
Weights of hazard factors plots of the territory of the object

Номер фактора Factor number	Наименование фактора Name of the factor	Весовой коэффициент фактора Factor weighting
F_1	Количество нефти/нефтепродукта, участвующего в аварии с разливом Вероятность разгерметизации технологического оборудования	0,30

Окончание таблицы 1

Номер фактора Factor number	Наименование фактора Name of the factor	Весовой коэффициент фактора Factor weighting
F_2	Вероятность разгерметизации технологического оборудования Probability of depressurization of technological equipment	0,25
F_3	Возможность распространения зеркала разлива нефти/нефтепродукта Possibility of spreading the oil/oil spill mirror	0,20
F_4	Пожаро- и взрывоопасность разлива нефти/нефтепродукта Fire and explosion hazard of an oil/oil product spill	0,15
F_5	Тяжесть воздействия факторов аварии на окружающие объекты The severity of the impact of accident factors on surrounding objects	0,10

Таблица 2
Весовые коэффициенты факторов, определяющих степень опасности
участков территории объекта

Table 2

Weights of hazard factors plots of the territory of the object

Номер участка Plot number	Значение выраженности фактора на участке по трехбалльной шкале The value of the severity of the factor in the area on a three-point scale					Интегральный показатель опасности участка, O_j Integral Indicator of the hazard of the site, O_j	Значение ранга опасности участка The value of the hazard rank of the site	Нормированный коэффициент значимости участка по уровню опасности, K_j Normalized coefficient of significance of the site by hazard level, K_j
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5			
1	1	1	1	1	1	1,00	9	0,062
2	1	1	1	2	2	1,25	6	0,077
3	1	1	1	1	3	1,20	7	0,074
4	1	1	1	2	3	1,35	5	0,083
5	1	1	1	1	2	1,10	8	0,068
6	3	3	3	2	3	2,85	2	0,175
7	2	2	3	3	3	2,15	4	0,132
8	2	2	3	3	2	2,35	3	0,145
9	3	3	3	3	3	3,00	1	0,185

Участок 9 имеет ранг 1, участок 6 — ранг 2, участок 8 — ранг 3. Следовательно, наиболее опасные участки расположены на удалении от места дислокации бригады В [0; 0].

В табл. 3 представлены результаты расчета средневзвешенного времени реагирования на разлив ННП при размещении комплектов МСЛ по варианту 1.

Таблица 3
Результаты расчета средневзвешенного времени реагирования на разлив ННП
при размещении комплектов МСЛ по варианту 1

Table 3

Results of calculation of the weighted average response time to a TIU spill when placing MSL kits according to option 1

Номер участка (места размещения комплекта МСЛ) Plot number (location of MSL kits)	Расстояние от места дислокации бригады В до места размещения комплекта МСЛ, км Distance from the location of brigade В to the location of MSL kits, km	Взвешенный путь после начала буксировки комплекта МСЛ, км Weighted distance after the start of towing of MSL kits, km	Время до начала буксировки комплекта МСЛ, мин Time to start towing of MSL kits, min	Взвешенное время после начала буксировки комплекта МСЛ, мин The value of the hazard rank of the site	Средневзвешенное время реагирования, T_{cp} , мин Average response time, min
1	4,285	3,488	10,28	20,93	31,21
2	5,134	2,771	12,32	16,62	28,95
3	6,509	3,095	15,62	18,57	34,19
4	2,693	2,857	6,46	17,14	23,60
5	3,905	2,064	9,37	12,38	21,75
6	5,590	2,315	13,42	13,89	27,31
7	1,302	2,991	3,12	17,95	20,07
8	3,144	2,202	7,47	12,21	20,69
9	5,069	2,513	12,17	15,08	27,24

Минимальное значение времени реагирования получено при размещении комплектов МСЛ на участке 8: $T_{рац} = 20,69$ мин.

Участок 8 принимаем рациональным местом размещения комплектов МСЛ.

В таблице 4 представлены результаты расчета средневзвешенного времени реагирования на разлив ННП и места размещения комплектов МСЛ по вариантам 1–4.

Таблица 4
Результаты расчета средневзвешенного времени реагирования
на разлив ННП и места размещения комплектов МСЛ по вариантам 1–4

Table 4

The results of calculating the weighted average response time to a TIU spill and the location of MSL kits according to options 1–4

Вариант расчета Calculation option	Место размещения комплектов МСЛ Location of MSL kits	Средневзвешенное время реагирования, T_{cp} , мин Average response time, min	Сокращение времени по предлагаемому варианту расчета, % Reduction of time according to the proposed calculation option
1. С учетом минимального времени реагирования на разлив ННП 1. Taking into account the minimum response time to a TIU spill	Участок 8 Plot 8	20,69	—

Окончание таблицы 4

Вариант расчета Calculation option	Место размещения комплектов МСЛ Location of MSL kits	Средневзвешенное время реагирования, T_{cp} , мин Average response time, min	Сокращение времени по предлагаемому варианту расчета, % Reduction of time according to the proposed calculation option
2. С размещением в центре тяжести треугольника трех наиболее опасных участков территории объекта G, м 2. With the placement of the three most dangerous areas G of the facility territory in the center of gravity of the triangle	[4333; 1389]	23,93	13,5
3. С размещением в геометрическом центре территории объекта C, м 3. With placement in the geometric center of the object territory C, m	[3000; 2500]	21,75	4,9
4. С размещением в месте дислокации бригады B, м 4. With the deployment of the brigade at the place of deployment B, m	[0; 0]	25,00	17,2

Места размещения комплектов МСЛ согласно вариантам 1–4 графически представлены на рис. 3.

9. Последовательность этапов реализации методики:

1. Провести разделение территории объекта на девять участков и определить координаты их центров.

2. Сформировать перечень факторов, определяющих степень опасности участков,

и определить их весовые коэффициенты методом анализа иерархий.

В таблице 5 приведен перечень основных факторов, характерных для объектов с оборотом ННП.

Методика является универсальной и может быть применена, в т. ч. на объектах химической промышленности после соответствующей корректировки перечня факторов.

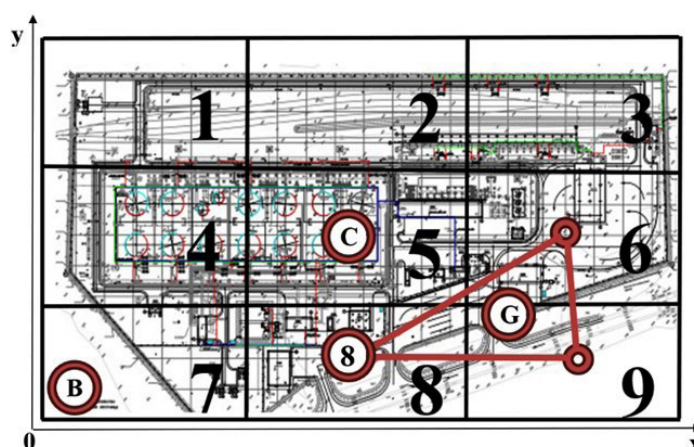


Рис. 3. Места размещения комплектов МСЛ согласно вариантам 1–4

Fig. 3. Locations of MSL kits according to options 1–4

Таблица 5

Перечень основных факторов, определяющих степень опасности участков и их весовых коэффициентов, характерных для объектов с оборотом ННП

Table 5

List of the main factors that determine the degree of danger of sites and their weight coefficients typical for objects with a turnover of TIR

Определение фактора Determining the factor		Весовой коэффициент фактора Factor weighting		
Φ_1	Количество персонала на участке, чел. Number of personnel at the site, people	Малое Small 1–5	Среднее Average 5–20	Большое Large 20–50
Φ_2	Вероятность прогрессирующего развития аварии с разливом ННП Probability of progressive development of an accident with an IUU spill	Низкая Low	Средняя Medium	Высокая High
Φ_3	Прогнозируемый объем разлива ННП Projected volume of oil spill	Малый Small	Средний Medium	Большой Large
Φ_4	Прогнозируемый объем собранного (возвращенного) ННП Projected amount of VATs collected (returned)	Малый Small	Средний Medium	Большой Large
Φ_5	Наличие жилой (промышленной) застройки вблизи участка Availability of residential (industrial) development near the site	Низкая плотность Low density	Средняя плотность Medium density	Высокая плотность High Density
Φ_6	Доступность участка при аварии с разливом ННП (проходимость проездов, наличие завалов) Accessibility of the site in the event of an accident with an NNP spill (passability of driveways, presence of debris)	Малая Small	Частичная Partial	Полная Complete
Φ_7	Тип разлившихся ННП Type of spilled TIRs	Безопасный Secure	Пожаро-опасный Fire hazard	Взрывопожароопасный Explosive and flammable

3. Оценить выраженность каждого фактора на каждом участке по трехбалльной шкале.

4. Рассчитать интегральный показатель опасности O_j для каждого участка и присвоить участкам ранг опасности от 1 до 9.

5. Рассчитать суммарный интегральный показатель опасности $O_{\text{сум}}$ и нормированные коэффициенты K_j .

6. Задать фиксированные координаты места дислокации бригады B .

7. Установить расчетные скорости V_0 и V_1 , с учетом $V_0 > V_1$.

8. Для каждого из девяти центров участков территории объекта определить:

- расстояние от места дислокации бригады B до места размещения комплектов МСЛ;
- расстояние от места размещения комплектов МСЛ до центров всех девяти участков.

9. Для каждого варианта размещения комплектов МСЛ рассчитать $T_{\text{ср}}(k)$ по двухскоростной формуле.

10. Выбрать минимальное значение времени реагирования $T_{\text{рац}}$ и соответствующий участок территории объекта.

Выводы

Предлагаемая методика связывает результаты ранжирования участков территории объекта экономики по уровню комплексной опасности с реальной схемой доставки средств локализации разлива ННП (комплектов МСЛ).

Критерием выбора места размещения комплектов МСЛ на территории объекта является расчетное средневзвешенное время реагирования на разлив ННП.

Принципиальным уточнением является введение в расчеты двухскоростного подхода к движению по территории объекта: движение бригады (спасательного формирования, аварийной бригады) без средств локализации (комплектов МСЛ) от места дислокации бригады до места их размещения комплектов МСЛ с максимально разрешенной скоростью и движение с более низкой скоростью после начала буксировки прицепа с комплектом МСЛ. Это обосновывает удаление места размещения комплектов МСЛ от места дислокации бригады. Благодаря такому подходу сокращается часть

маршрута движения к наиболее опасным участкам, где предусматривается буксировка прицепа с комплектом МСЛ.

В примере проведения расчетов по предлагаемой методике рациональным местом размещения комплектов МСЛ является участок 8.

По сравнению с местом размещения в центре тяжести трех наиболее опасных участков, время уменьшается на 13,5 %, с геометрическим центром территории объекта — на 4,9 %, а с размещением комплектов МСЛ непосредственно в месте дислокации бригады — на 17,2 %.

Дальнейшее развитие предлагаемой методики предполагается в двух направлениях.

Первое — в дополнение к рассмотренному варианту централизованного размещения комплектов МСЛ разливов ННП, расчет возможности их распределенного размещения в двух местах на территории объекта.

Второе — оптимизация распределения комплектов МСЛ между двумя местами хранения, для оценки эффекта их параллельной доставки и развертывания.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Рекомендации по применению технических средств при ликвидации последствий разлива нефтепродуктов / ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). М., 2020. 33 с.
2. Сакович Н. Е. Методы и средства ликвидации последствий разливов нефти и нефтепродуктов : монография. Брянск, 2012. 198 с.
3. Хронология крупнейших случаев разлива нефти и нефтепродуктов в России // ИА ТАСС : сайт. URL: <https://clck.ru/cnQhh> (дата обращения: 11.02.2025). Дата публикации: 03.06.2020.
4. Скрынников А. Ю. Математическое моделирование конструкции мобильного ограждающего средства локализации разливов нефти и нефтепродуктов на суше // Техносферная безопасность. 2025. № 3. С. 151–163.

5. Скрынников А. Ю., Треушков И. В. Результаты испытаний опытного образца мобильного средства локализации разливов нефти и нефтепродуктов // Техносферная безопасность. 2025. № 4. С. 138–149.

REFERENCES

1. Recommendations for the use of technical means in the liquidation of the consequences of an oil spill / VNII GOChS (FC). Moscow, 2020. 33 p.
2. Sakovich N. E. Methods and means of eliminating the consequences of oil and oil product spills : monograph. Bryansk, 2012. 198 p.
3. Chronology of the largest cases of oil and oil products spills in Russia // TASS Russian News Agency : website. URL: <https://clck.su/cnQhh> (accessed 11.02.2025). Date of publication: 03.06.2020.
4. Skrynnikov A. Yu. Mathematical modeling of the design of a mobile means of localization of oil and petroleum products spills on land // Technosphere safety. 2025. No. 3. P. 151–163.
5. Skrynnikov A. Yu., Treushkov I. V. Results of testing of a prototype of a mobile means of localization of oil and oil product spills // Technosphere safety. 2025. No. 4. P. 138–149.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Гарелина Светлана Александровна, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры механики и инженерной графики Академии гражданской защиты МЧС России (141435, Российская Федерация, г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А); SPIN-код: 8591-0495; Author ID: 163638; e-mail: s.garelina@agz.50.mchs.gov.ru

Скрынников Алексей Юрьевич, старший преподаватель учебно-методического отдела Института развития МЧС России Академии гражданской защиты МЧС России (141435, Российская Федерация, г. Химки, мкр. Новогорск, ул. Соколовская, стр. 1А); SPIN-код: 7465-2434; Author ID: 865332; e-mail: skrynnikov@yandex.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Svetlana A. Garelina, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Mechanics and Engineering Graphics, Civil Defence Academy EMERCOM of Russia (1A Sokolovskaya St., Khimki, md. Novogorsk, 141435, Russian Federation); SPIN-code: 8591-0495; Author ID 163638; e-mail: s.garelina@agz.50.mchs.gov.ru

Alexey Yu. Skrynnikov, Senior Lecturer of the Educational and Methodological Department of the Institute of Development, Civil Defence Academy EMERCOM of Russia (1A Sokolovskaya St., Khimki, md. Novogorsk, 141435, Russian Federation); SPIN-code: 7465-2434; Author ID: 865332; e-mail: skrynnikov@yandex.ru