

Раздел I. Перспективы применения робототехнических комплексов

УДК 629.3

DOI 10.18522/2311-3103-2026-2-6-14

А.Ю. Баранник, А.В. Лагутина, А.А. Лебедев

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ГУМАНИТАРНОМУ РАЗМИНИРОВАНИЮ. МЕТОДИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ

Необходимость проведения на освобожденных территориях мероприятий по очистке от взрывоопасных предметов потребовала существенного наращивания сил средств, предназначенных для ведения гуманитарного разминирования. При этом особое внимание уделяется увеличению количества высокоэффективных робототехнических средств обеспечивающих возможность поиска и уничтожения взрывоопасных предметов различного типа. Актуальность исследования определяется тем, что в настоящее время в Российской Федерации развернуты активные работы по разработке и производству робототехнических средств способных с разной эффективностью решать данные задачи. При этом во многих случаях данная продукция создается предприятиями, не имеющими необходимого опыта, и следовательно, часто не обеспечивающими требуемого качества работ. Вместе с тем, в связи с увеличением потребности в данных средствах и объемах ассигнований на их производство особую актуальность приобретает необходимость экономического обоснования как направлений их разработки и производства, так и технологий их применения. Исходя из этого были проведены исследования, целью которых являлась разработка подхода, позволяющего оптимизировать распределение финансовых средств при планировании мероприятий по очистке местности от взрывоопасных предметов, определении наиболее эффективных направлений развития средств разминирования, совершенствовании организационно-штатной структуры подразделений, оснащаемых соответствующими робототехническими средствами. В основе такого подхода была положена оценка вероятности выполнения задач по очистке местности от взрывоопасных предметов, выделяемым нарядом сил и средств, а также оценка затрат на выполнение работ входящих в комплекс мероприятий по гуманитарному разминированию с использованием робототехнических средств. Практическая значимость исследования заключается в том, что полученные результаты позволят определить наиболее экономически целесообразные направления развития робототехнических средств гуманитарного разминирования, подготовить предложения по совершенствованию организационно-штатной структуры подразделений, которые будут оснащаться данными средствами.

Средства разминирования; взрывоопасные предметы; робототехнические средства; стоимость; ассигнования.

A.Yu. Barannik, A.V. Lagutina, A.A. Lebedev

JUSTIFICATION OF A COMPLEX OF HUMANITARIAN DEMINING MEASURES. METHODOLOGICAL VIEWS

The need to conduct explosive ordnance clearance operations in liberated territories has necessitated a significant expansion of humanitarian demining capabilities. Particular attention is being paid to increasing the number of highly effective robotic systems capable of searching for and destroying various types of explosive ordnance. The relevance of this study is determined by the fact that the Russian Federation is currently actively developing and producing robotic systems capable of solving these tasks with varying degrees of effectiveness. In many cases, these products are manufactured by companies lacking the necessary experience and, consequently, often failing to deliver the required quality of work. At the same time, the increasing demand for these resources and the increasing funding for their production has made it increasingly important to economically justify both their development and production strategies.

and the technologies for their application. Based on this, studies were conducted to develop an approach to optimize the allocation of financial resources when planning explosive ordnance clearance activities, identifying the most effective areas for mine clearance development, and improving the organizational structure of units equipped with the appropriate robotic equipment. This approach was based on an assessment of the likelihood of completing explosive ordnance clearance tasks with the assigned forces and resources, as well as an assessment of the costs of performing work included in a set of humanitarian demining activities using robotic equipment. The practical significance of the study lies in the fact that the obtained results will help identify the most cost-effective development directions for robotic humanitarian demining systems and prepare proposals for improving the organizational structure of units that will be equipped with these systems.

Mine clearance systems; explosive ordnance; robotic systems; cost; appropriations.

1. Введение. Развитие робототехники кардинально изменило возможности подразделений занимающихся очисткой территорий от взрывоопасных предметов (далее – ВОП). Однако прогнозная оценка площади новых территорий Российской Федерации, которая не может быть задействована в экономической деятельности страны в связи с «загрязненностью» ВОП (более 250 тыс. км²) [1–3], позволяет сделать вывод о том, необходимо кратное увеличение производства средств разминирования, а следовательно, и экономическое обоснование направлений развития сил и средств, которые предполагается задействовать в ходе мероприятий по гуманитарному разминированию.

При этом, в ходе разработки робототехнических средств в большинстве случаев первостепенное внимание уделяется вопросам качества выполнения задач по разминированию, обеспечению безопасности ведения работ, надежности, эксплуатационных свойств, технологичности [4].

В тоже время, вопросам экономического анализа формирования направлений развития робототехнических средств разминирования, исследования экономической целесообразности применения различных технологий и методов решения применения этих средств не уделялось должного внимания [4, 5]. Это было связано с тем, закупки подобных средств носили не системный характер и сводились к поставке в подразделения МЧС России единичных образцов.

В основе такого обоснования на наш взгляд должна быть оценка вероятности выполнения задач по очистке местности от взрывоопасных предметов, выделенным нарядом сил и средств, а также оценка затрат на выполнение работ входящих в комплекс мероприятий по гуманитарному разминированию с использованием робототехнических средств траления [6–10].

2. Содержание комплекса мероприятий по гуманитарному разминированию с использованием робототехнических средств траления. Гуманитарное разминирование заключается в поиске идентификации, удалении или уничтожении всех ВОП (включая инженерные мины) и невзорвавшихся боеприпасов из определенного района в пределах определенной глубины залегания¹.

Комплекс мероприятий по гуманитарному разминированию представляет собой очистку от ВОП местности и объектов в целях обеспечения безопасности жизнедеятельности населения. Он предусматривает выполнение следующих основных этапов: поиск ВОП; разминирование; контрольная проверка качества выполнения работ по разминированию.

При выполнении комплекса мероприятий по гуманитарному разминированию с использованием робототехнических средств траления выполняются следующие основные виды работ:

- ♦ поиск ВОП – предполагает действия по выявлению факта наличия (отсутствия) и местонахождения ВОП (сбор, получение, обобщение, анализ, проверка информации и (или) практические работы на местности (объекте);

¹ IMAS 04.10 Второе издание 1 января 2003 г. С учетом поправки 10, февраль 2019 года. Глоссарий терминов, определений и сокращений, используемых в противоминной деятельности.

- ♦ уничтожение ВОП – заключающееся в переводе ВОП в безопасное состояние путем подрыва или механического разрушения;

- ♦ контрольная проверка качества выполнения работ предусматривает проверку очищенного участка ручным способом.

Общая схема работ по гуманитарному разминированию представлена на рис. 1.

Поиск ВОП включает определение наличия, типа и расположения ВОП на местности, места их наибольшего скопления, степени их опасности. В случае обнаружения минных полей (групп мин и т.д.), производится фиксация их границ, координаты, тип используемых боеприпасов, перечень мероприятий по обеспечению безопасности населения.

В общем случае поиск обычно включает несколько процедур: поиск «растяжек»; удаление растительного покрова; поиск ферромагнитных тел и ВОП с использованием приборов поиска, фиксация границ территории, которую необходимо очистить с использованием робототехнических средств траления [11].

Уничтожение ВОП заключается в переводе ВОП в безопасное состояние путем подрыва, сжигания, механического или иного полного, или частичного разрушения.

Машины разминирования, включая робототехнические средства, применяются в основном для уничтожения противопехотных мин. Для уничтожения противотанковых/противопехотных мин используются машины разминирования тяжелого класса [12–15].

Уничтожение ВОП заключается в переводе ВОП в безопасное состояние путем подрыва, сжигания, механического или иного полного, или частичного разрушения.

Машины разминирования, включая робототехнические средства, применяются в основном для уничтожения противопехотных мин. Для уничтожения противотанковых/противопехотных мин используются машины разминирования тяжелого класса.

Этап I Поиск	Этап II Уничтожение	Этап III Контроль
Контрольная проверка местности от Наличия ВОП Сбор информации Техническая разведка Маркировка опасных участков	Поиск отдельных ВОП Уничтожение отдельных ВОП [15] Траление участка с высокой Плотностью ВОП Траление минных полей Очистка от ВОП населенных пунктов и объектов Обеспечение работ по уничтожению ВОП	Качество очистки местности от ВОП Внутренний контроль Внешний контроль Подготовка отчетных документов

Рис. 1. Общая схема организации работ по гуманитарному разминированию

Также робототехнические средства могут применяться для контейнирования отдельных ВОП (с применением полноповоротного захвата) и очистки местности от растительности и подготовки земли для ускорения процесса ручной очистки.

Для повышения безопасности и качества работ по уничтожению ВОП могут применяться беспилотные авиационные системы, оборудованные аппаратурой видеонаблюдения [16, 17].

Контрольная проверка качества выполнения работ проводится с целью обеспечения максимальной безопасности для населения очищенной территории и недопущения присутствия на проверенной территории ВОП массой выше критической.

В группы контроля качества очистки местности входит наиболее подготовленный личный состав пиротехнических подразделений.

В случае если уничтожение ВОП осуществлялось с использованием роботизированных средств траления, контрольной проверке подлежит вся территория, очищенная с помощью роботизированных средств.

3. Целевые функции комплекса мероприятий по гуманитарному разминированию с использованием робототехнических средств траления. Обоснование системы мероприятий по поиску ВОП (рис. 2) проводится путем решения следующей оптимизационной задачи с соответствующей целевой функцией.

Обоснование состава сил и средств выполняющих задачи по поиску ВОП и топологии их применения, при котором вероятность обнаружения будет максимальной при заданных размерах бюджетных ассигнований на проведение мероприятий по гуманитарному разминированию, а также ограничениях по энергетике, совместимости, возможности применения в условиях конкретной местности, погодных условий и т.п.



Рис. 2. Применение беспилотных летательных аппаратов для поиска ВОП:
а – с магнитометром; б – с металлодетектором

$$\begin{cases} P_{\text{обнар}} \cdot \prod_{i=1}^n P_{\text{размин}_i}^{x_i} \rightarrow 1 \\ C_{\text{обнар}} + \sum_{i=1}^n x_i \cdot C_i \leq C_{\text{бюдж}} \end{cases}, \quad (1)$$

где $P_{\text{обнар}}$ – вероятность обнаружения ВОП;

$P_{\text{размин}_i}^{x_i}$ – вероятность разминирования (степень x_i – для средств одного типа);

$C_{\text{обнар}}$ – стоимость средств поиска ВОП или стоимость эксплуатации комплекса за определенный период, руб.;

C_i – стоимость i -того средства разминирования или стоимость эксплуатации средства разминирования за определенный период, руб.;

$C_{\text{бюдж}}$ – размеры бюджетных ассигнований, выделяемых на разминирование, на заданный период времени;

x_i – количество средств противодействия i -того типа;

$i=1, 2, \dots, n$ – номера средств разминирования, удовлетворяющих ограничениям по энергетике, совместимости, возможности применения и др.

Обоснование системы мероприятий по уничтожению ВОП проводится путем решения следующей оптимизационной задачи с соответствующей целевой функцией (рис. 3).

Обоснование такого состава сил и средств уничтожения ВОП и топологии их предотвращённых потерь мирного населения, личного состава и материального ущерба на разминированной территории при заданных размерах бюджетных ассигнований будут максимальными, а также соответствующих ограничениях по энергетике, совместимости, возможности применения в конкретных условиях местности, погодных условий и т.п.:

$$\frac{W_{\text{пред}}^{\text{об}}}{C_{\text{уничтожения}} + C_{\text{контроль}}} \rightarrow \max \quad (2)$$

$$C_{\text{уничтожения}} = C_{\text{поиска}} + \sum_{i=1}^n C_i$$

где $W_{пред}^{об}$ – размеры предотвращённых потерь мирного населения, личного состава и материального ущерба;

$C_{уничтожения}$ – размеры бюджетных ассигнований на уничтожение ВОП на территории, руб.;

$C_{контроль}$ – размеры бюджетных ассигнований на контрольную проверку территории, руб.;

$$W_{пред}^{об} = W_{матер}^{об} + \alpha_{сан}^{об} \cdot W_{сан} + \alpha_{безв}^{об} \cdot W_{безв}, \quad (3)$$

где $W_{матер}^{об}$ – размеры предотвращённого материального ущерба, руб.;

$W_{сан}$ – усредненные затраты на восстановление (лечение, реабилитацию) мирного населения и личного состава, попавшего в категорию санитарных потерь, руб.;

$\alpha_{сан}^{об}$ – ожидаемое количество предотвращенных санитарных потерь, чел.;

$W_{безв}$ – экономический эквивалент стоимости человеческой жизни, определяемый, руб.;

$\alpha_{безв}^{об}$ – ожидаемое количество предотвращенных безвозвратных потерь, чел.



а



б

Рис. 3. Дистанционно управляемые гусеничные тинные тралы: а – МТ-2; б – МТ-10

При оценке финансовых показателей рассматривают не только средства выделяемые непосредственно на уничтожение ВОП, но и другие расходы, связанные выполнением данной задачи (медицинское обеспечение, затраты на оцепление и охрану района выполнения работ, транспортное обеспечение и т.п.).

Обоснование системы мероприятий по контролю качества выполнения работ по очистке местности от ВОП проводится путем решения следующей оптимизационной задачи (рис. 4).



Рис. 4. Выполнение мероприятий по контролю качества выполнения работ по очистке местности от ВОП

Обоснование состава сил и средств, привлекаемых для контроля качества очистки местности при уничтожении ВОП с использованием роботизированных средств траления, при котором относительные размеры предотвращённых потерь мирного населения, личного состава и материального ущерба на разминированной территории, при заданных размерах

бюджетных ассигнований на проведение мероприятий по гуманитарному разминированию, будут максимальные, а также ограничения по энергетике, совместимости, возможности применения в условиях конкретной местности, погодных условий и т.п.

$$\frac{W_{\text{пред}}^{\text{об}} + W_{\text{пред}}^{\text{терр}}}{C_{\text{обнар}} + C_{\text{уничтожения}} + C_{\text{контроля}}} \rightarrow \max, \quad (4)$$

где $W_{\text{пред}}^{\text{терр}}$ – размеры предотвращённых потерь населения и материального ущерба на прилегающей территории, руб.;

$C_{\text{контроль}}$ – размеры бюджетных ассигнований на контроль качества очистки местности при уничтожении ВОП с использованием роботизированных средств траления руб.;

$$W_{\text{пред}}^{\text{терр}} = W_{\text{матер}}^{\text{терр}} + \alpha_{\text{сан}}^{\text{терр}} \cdot W_{\text{сан}} + \alpha_{\text{безв}}^{\text{терр}} \cdot W_{\text{безв}}, \quad (5)$$

где $W_{\text{матер}}^{\text{терр}}$ – размеры предотвращённого материального ущерба объекта, руб.;

$\alpha_{\text{сан}}^{\text{терр}}$ – ожидаемое количество предотвращенных санитарных потерь населения прилегающей территории, чел.;

$\alpha_{\text{безв}}^{\text{терр}}$ – ожидаемое количество предотвращенных безвозвратных потерь населения прилегающей территории, чел.

Размеры бюджетных ассигнований, выделяемых на контроль качества очистки местности при уничтожении ВОП с использованием роботизированных средств траления, включают финансовые средства, выделяемые непосредственно контроль качества, а также на реализацию других расходов, связанных с выполнением данной задачи (медицинское обеспечение, затраты на оцепление и охрану района выполнения работ, транспортное обеспечение и т.п.).

4. Определение состава сил и средств. Оценка вероятности уничтожения одного ВОП в ходе разминирования с применением робототехнических средств определяется с использованием координатных и параметрических законов поражения и оценки их уязвимости.

Вероятность очистки заданного района будет определяться выражением

$$P_{\text{мп}} = P_{\text{обнар}} \cdot P_{\text{уничтожения}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{обнар}}$ – вероятность обнаружения ВОП на заданной территории;

$P_{\text{уничтожения}}$ – вероятность уничтожения ВОП на заданной территории.

Для определения величины $P_{\text{обнар}}$ применяется теория случайных процессов. Для марковских случайных процессов вероятность реализации одного цикла мероприятий по разминированию, в первом приближении может определяться как [18, 19]:

$$P_{\text{обнар}} = \min\{1; (\lambda \cdot S_{\text{ц.с.}}^k + e^{-\lambda \cdot t_{\text{ож}}})^{-1}\} \\ \lambda = \frac{1}{S_{\text{ВОП}}}, \quad (7) \\ t_{\text{ож}} = \frac{a}{V_{\text{РТК}}},$$

где λ – плотность ВОП, м^{-1} ; $S_{\text{ВОП}}$ – среднее расстояние между ВОП, м; $S_{\text{ц.с.}}^k$ – расстояние между тралящими элементами, м; $t_{\text{ож}}$ – время, выделенное для очистки территории, с; $V_{\text{РТК}}$ – средняя скорость РТК, м/с; a – площадь минного поля, м^2 .

Для немарковских случайных процессов вероятность реализации очистки заданного участка от ВОП определяется имитационным моделированием.

При этом выбор и состав сил и средств обнаружения ВОП для очистки заданной территории выполняется исходя из целевой функции (1). В ней оптимизационная часть связана с перебором показателей с индексом «i». Для сокращения количества указанных переборов может применяться, например, метод динамического программирования (МДП), для чего раскрывается содержание основных формализмов МДП (табл. 1).

Таблица 1

Содержание основных формализмов МДП

№ п/п	Формализмы МДП (по [20])	Содержание формализмов применительно к выбору состава обнаружения ВОП
1	один шаг оптимизации	выбор средства противодействия i -го типа
2	управление на i -ом шаге (U_i)	количество выбранных обнаружения i -го типа, x_i
3	фазовое пространство	$\sum_{i=1}^n C_i$
4	состояние (S)	оставшаяся часть бюджетных ассигнований $C_{\text{бюдж}}$ выделенных на обнаружение ВОП
5	выигрыш на i -м шаге в зависимости от состояния системы S в начале этого шага и управления U_i , $w_i = w_i(S, U_i)$	$\prod_{i=1}^n P_{\text{разминир}_i}^{x_i}$
6	функция, выражающая изменение состояния системы для i -го шага от S к S' под влиянием управления U_i : $S' = \varphi_i(S, U_i)$	$S' = \varphi_i(C_{\text{бюдж}} - x_{i-1} \cdot C_{i-1})$
7	основное функциональное уравнение, выражающее функцию абсолютного выигрыша $W_i(S)$ через $W_{i+1}(S)$: $W_i(S) = \max_{U_i} \{w_i(S, U_i) + W_{i+1}(S')\}$	$W_i(S) = \max \left\{ \prod_{i=1}^n P_{\text{разминир}_i}^{x_i} + P_{\text{разминир}_{i+1}} \cdot \frac{C_{\text{бюдж}} - x_i C_i}{C_{i+1}} \right\}$

В случае получения низких оценок данной вероятности (по мнению лица, принимающего решение) размеры бюджетных ассигнований на обнаружение ВОП увеличиваются и повторно выполняется обоснование комплекса мероприятий активной защиты до тех пор, пока значение вероятности обнаружения ВОП не примет приемлемых размеров.

Заключение. Представленный методический подход к обоснованию системы очистки местности от ВОП с применением робототехнических средств, представляет собой основу для дальнейшего развития и использования в практической деятельности в виде методических рекомендаций операционных стандартов, регламентов и т.п. Их внедрение позволит оптимизировать распределение финансовых средств при планировании мероприятий по очистке местности от ВОП, определении наиболее эффективных направлений совершенствования средств разминирования, совершенствования организационно-штатной структуры подразделений оснащаемых соответствующими робототехническими средствами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Малышев В.П., Азанов С.Н., Виноградов О.В.* Возможные направления совершенствования деятельности органов управления и сил гражданской обороны при проведении гуманитарных операций // Технологии гражданской безопасности. – 2022. – Т. 19. – С. 61-66. (СПЕЦВЫПУСК). – ISSN 1996-8493.
2. *Аюбов Э.Н.* Особенности выполнения задач гражданской обороны в условиях современных вооруженных конфликтов // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 1 (75) /5. – EDN: BSLHLX ISSN 1996-8493. – DOI: 10.54234/CST.19968493.2023.20.1.75.
3. <https://news.rambler.ru/army/55020788-rossiya-gotovit-samoe-masshtabnoe-gumanitarnoe-razminirovanie-v-istorii/>.
4. *Ершова И.В., Подоляк О.О., Данилов А.В.* Факторы эффективности внедрения робототехнических комплексов на российских предприятиях // News of the Ural State Mining University. – 2018. – 2. – DOI 10.21440/2307-2091-2018-2-130-134.
5. *Миронова Д.Ю., Баранов И.В., Помазкова Е.Е., Румянцева О.Н.* Введение в управление проектной деятельностью: основы формирования, управления и коммерциализации инновационных проектов. – СПб.: Университет ИТМО, 2022. – 89 с.

6. Korbut K.I., Lavrova O.I. Analysis of consumer choice features in the digital environment // Journal of the Belarusian State University. Economics. – 2025. – 2. – P. 4-14. Russian. – EDN: MQCRIX.
7. <https://www.intechopen.com/chapters/56656#:~:text=Manjula%20Udayanga%20Hemapala,10.5772/intechopen.70246>.
8. Dorn A.W., Killers E.H. How can technology help humanitarian demining? // Stability: International Journal of Security & Development. – 2019. – 8(1). – P. 1-17. – DOI: 10.5334/sta.743.
9. <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-razvitiya-normativnoy-pravovoy-bazy-po-primeneniyu-nazemnyh-robototekhnicheskikh-sredstv-v-chrezvychaynyh-situatsiyah-na>.
10. Пархомчик Э.А., Пономарев А.И. Комплексная методика обоснования рациональной группировки сил и средств, привлекаемых для ликвидации чрезвычайной ситуации в военное время // Научный и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2019. – № 2(41). – С. 61-67.
11. <https://dzen.ru/a/ZrJuglD8CR1yVqSd>.
12. <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-primeneniya-robototekhnicheskikh-sredstv-pri-provedenii-razminirovaniya>.
13. Найденов Д.С., Носков С.С., Полевой Е.В. Оценка робототехнических средств по техническому уровню при проведении взрывотехнических работ // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2021. – № 3(50). – С. 59-68.
14. https://rusrobotics.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=727:perspektivy-primeneniya-robototekhnicheskikh-sredstv-iz-sostava-mnogofunktsionalnogo-robototekhnicheskogo-kompleksa-kungas-dlya-resheniya-zadach-gumanitarnogo-razminirovaniya&catid=278:obshchie-voprosy&lang=ru-RU.
15. https://www.researchgate.net/publication/370740527_Humanitarian_Demining_Serial-Tracked_Robot_Design_and_Dynamic_Modeling.
16. Дурнев Р.А., Свиридов Е.В., Маркелов Е.Б. Перспективная боевая экипировка военнослужащих: проблемы испытаний и комплексной оценки эффективности // Вооружение и экономика. – 2025. – Вып. 1.
17. <https://www.intechopen.com/chapters/56737#:~:text=UAV%20for%20Landmine,10.5772/intechopen.69738>.
18. Венцель Е.С., Грекова И.К. Столетию со дня рождения. – М.: Юность, 2007.
19. Дурнев Р.А., Свиридов Е.В., Гусева А.С. От живучести элементов мини-беспилотных летательных аппаратов к оценке эффективности его поражения: методический подход // Известия РАРАН. – 2020. – Вып. 4.
20. Венцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972.

REFERENCES

1. Malyshev V.P., Azanov S.N., Vinogradov O.V. Vozmozhnye napravleniya sovershenstvovaniya deyatel'nosti organov upravleniya i sil grazhdanskoy oborony pri provedenii gumanitarnykh operatsiy [Possible directions for improving the activities of control bodies and civil defense forces during humanitarian operations], *Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti* [Civil Security Technologies], 2022, Vol. 19, pp. 61-66. (SPECIAL ISSUE). ISSN 1996-8493.
2. Ayubov E.N. Osobennosti vypolneniya zadach grazhdanskoy oborony v usloviyakh sovremennykh vooruzhennykh konfliktov [Features of Performing Civil Defense Tasks in the Context of Modern Armed Conflicts], *Tekhnologii grazhdanskoy bezopasnosti* [Civil Security Technologies], 2023, Vol. 20, No. 1 (75) /5. EDN: BSLHLX ISSN 1996-8493. DOI: 10.54234/CST.19968493.2023.20.1.75.
3. Available at: <https://news.rambler.ru/army/55020788-rossiya-gotovit-samoe-masshtabnoe-gumanitarnoe-razminirovanie-v-istorii/>.
4. Ershova I.V., Podolyak O.O., Danilov A.V. Faktory effektivnosti vnedreniya robototekhnicheskikh kompleksov na rossiyskikh predpriyatiyakh [Factors of efficiency in the implementation of robotic complexes at russian enterprises], *News of the Ural State Mining University*, 2018, 2. DOI 10.21440/2307-2091-2018-2-130-134.
5. Mironova D.Yu., Baranov I.V., Pomazkova E.E., Rumyantseva O.N. Vvedenie v upravlenie proektnoy deyatel'nost'yu: osnovy formirovaniya, upravleniya i kommersializatsii innovatsionnykh proektov [Introduction to project management: fundamentals of formation, management, and commercialization of innovative projects]. Saint Petersburg: Universitet ITMO, 2022, 89 p.
6. Korbut K.I., Lavrova O.I. Analysis of consumer choice features in the digital environment, *Journal of the Belarusian State University. Economics*, 2025, 2, pp. 4-14. Russian. EDN: MQCRIX.
7. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/56656#:~:text=Manjula%20Udayanga%20Hemapala,10.5772/intechopen.70246>.
8. Dorn A.W., Killers E.H. How can technology help humanitarian demining?, *Stability: International Journal of Security & Development*, 2019, 8 (1), pp. 1-17. DOI: 10.5334/sta.743.
9. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-razvitiya-normativnoy-pravovoy-bazy-po-primeneniyu-nazemnyh-robototekhnicheskikh-sredstv-v-chrezvychaynyh-situatsiyah-na>.

10. Parkhomchik E.A., Ponomarev A.I. Kompleksnaya metodika obosnovaniya ratsional'noy gruppировки sil i sredstv, privlekaemykh dlya likvidatsii chrezvychaynoy situatsii v voennoe vremya [Comprehensive methodology for substantiating the rational grouping of forces and means involved in eliminating an emergency situation in wartime], *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoy zashchity* [Scientific and Educational Problems of Civil Defense], 2019, No. 2(41), pp. 61-67.
11. Available at: <https://dzen.ru/a/ZrJugID8CR1yVqSd>.
12. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-problemah-primeneniya-robototekhnicheskikh-sredstv-pri-provedenii-razminirovaniya>.
13. Naydenov D.S., Noskov S.S., Polevoy E.V. Otsenka robototekhnicheskikh sredstv po tekhnicheskomu уровню pri provedenii vzryvotekhnicheskikh rabot [Evaluation of robotic equipment by technical level during explosive works], *Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoy zashchity* [Scientific and Educational Problems of Civil Defense], 2021, No. 3(50), pp. 59-68.
14. Available at: https://rusrobotics.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=727;perspektivy-primeneniya-robototekhnicheskikh-sredstv-iz-sostava-mnogofunktsionalnogo-robototekhnicheskogo-kompleksa-kungas-dlya-resheniya-zadach-gumanitarnogo-razminirovaniya&catid=278;obshchie-voprosy&lang=ru-RU.
15. Available at: https://www.researchgate.net/publication/370740527_Humanitarian_Demining_Serial-Tracked_Robot_Design_and_Dynamic_Modeling.
16. Durnev R.A., Sviridok E.V., Markelov E.B. Perspektivnaya boevaya ekipirovka voennosluzhashchikh: problemy ispytaniy i kompleksnoy otsenki effektivnosti [Advanced combat equipment for military personnel: problems of testing and comprehensive evaluation of effectiveness], *Vooruzhenie i ekonomika* [Armament and Economy Magazine], 2025, Issue 1.
17. Available at: <https://www.intechopen.com/chapters/56737#:~:text=UAV%20for%20Landmine,10.5772/intechopen.69738>.
18. Ventsel' E.S., Grekova I.K. Stoletiyu so dnya rozhdeniya [On the centenary of his birth]. Moscow: Yunost', 2007.
19. Durnev R.A., Sviridok E.V., Guseva A.S. Ot zhivuchesti elementov mini-bespilotnykh letatel'nykh apparatov k otsenke effektivnosti ego porazheniya: metodicheskiy podkhod [From the survivability of mini-unmanned aerial vehicle components to assessing their destruction effectiveness: a methodological approach], *Izvestiya RARAN* [Izvestia RARAN], 2020, Issue 4.
20. Ventsel' E.S. Issledovanie operatsiy [Operations research]. Moscow: Sovetskoe radio, 1972.

Баранник Александр Юрьевич – Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий); e-mail: BarannikAU@vniigochs.ru; г. Москва, Россия; к.т.н.; с.н.с.; ведущий научный сотрудник 6 научно-исследовательского центра; SPIN-код – 9462-5588.

Лагутина Анна Викторовна – Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий); e-mail: LagutinaAV@vniigochs.ru; г. Москва, Россия; старший научный сотрудник 62 научно-исследовательского отдела 6 научно-исследовательского центра; SPIN-код – 8104-2764.

Лебедев Андрей Александрович – Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий); e-mail: lebedevaa@vniigochs.ru; г. Москва, Россия; к.в.н.; старший научный сотрудник 62 научно-исследовательского отдела 6 научно-исследовательского центра; SPIN-код – 2907-3706.

Barannik Alexander Yuryevich – All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center of Science and High Technology); e-mail: BarannikAU@vniigochs.ru; Moscow, Russia; cand. of eng. sc.; senior researcher; leading researcher, Research Center No. 6; SPIN code – 9462-5588.

Lagutina Anna Viktorovna – All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center of Science and High Technology); e-mail: LagutinaAV@vniigochs.ru; Moscow, Russia; senior researcher, Research Department No. 62, Research Center No. 6; SPIN – 8104-2764.

Lebedev Andrey Aleksandrovich – All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center of Science and High Technologies); e-mail: lebedevaa@vniigochs.ru; Moscow, Russia; cand. of mil. sc.; senior researcher, Research Department No. 62, Research Center No. 6; SPIN – 2907-3706.