

DOI: 10.31082/1728-452X-2025-243-3-2-9

УДК 631.3

МРНТИ 45.53.99

КЛАССИФИКАЦИЯ ДИСТАНЦИОННО УПРАВЛЯЕМЫХ МЕДИКО-ЭВАКУАЦИОННЫХ МАШИН

К.Ж. ИСАБАЕВ¹, <https://orcid.org/0000-0001-5183-3668>,
Е.А. САБЫРБАЕВ², <https://orcid.org/0009-0006-0964-7240>,
В.А. ТОЛЕЕВ³, <https://orcid.org/0009-0006-2786-8995>,
Н.С. ИСМАГУЛОВА¹, <https://orcid.org/0000-0002-8816-2885>,
А.Б. ИМАНСАКИПОВА⁴, <https://orcid.org/0000-0001-6916-7130>

¹Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, г. Алматы, Республика Казахстан,

²Академия КНБ Республики Казахстан, г. Алматы, Республика Казахстан,

³Управление главного командующего ВМС РК, г. Астана, Республика Казахстан,

⁴НАО «КазНИТУ им К.И. Сатпаева», г. Алматы, Республика Казахстан

РЕЗЮМЕ

Актуальность исследования обусловлена необходимостью модернизации системы медико-эвакуационного обеспечения Вооруженных Сил Республики Казахстан в условиях появления новых видов дистанционно управляемых и роботизированных машин (МЭМ), широко апробированных в современной войне в Украине. Отсутствие их классификации и актуальных критериев оценки создает потребность в систематизации знаний, пересмотре норм снабжения и совершенствовании материально-технической, базы для повышения эффективности и безопасности эвакуации раненых.

Цель и задачи. Выбор оптимальных дистанционно управляемых медико-эвакуационных машин для ВС РК. Задачи: 1. Классифицировать современные МЭМ; 2. Проанализировать системы дистанционного управления; 3. Обосновать выбор оптимальных образцов; 4. Разработать рекомендации по внедрению.

Материал и методы. Исследование основано на анализе нормативной базы, тактико-технических характеристик современных медико-эвакуационных машин и данных об их боевом применении. Для обработки информации использовались методы системного и сравнительного анализа, классификации и технико-экономического обоснования, позволившие комплексно оценить различные образцы техники и технологий управления.

Результаты и обсуждение. Разработана классификация МЭМ и проанализированы системы управления. Наиболее эффективными для ВС РК признаны серийные бронированные гусеничные машины с многоуровневой системой связи. Спутниковые каналы (Starlink, Iridium) обеспечивают максимальную надежность, тогда как технологии Wi-Fi и GSM уязвимы для РЭБ и имеют ограниченное применение.

Выводы. Проведенное исследование подтвердило необходимость оснащения ВС РК современными бронированными медико-эвакуационными машинами с многоуровневой системой спутниковой связи. Для успешного внедрения таких комплексов требуется пересмотр нормативной базы и организация подготовки специалистов. Использование уязвимых технологий Wi-Fi и GSM должно быть ограничено вспомогательными задачами.

Ключевые слова: дистанционное управление, медико-эвакуационная машина, беспилотное средство, каналобразующие системы, линии Ethernet, ИК управление, оптоволоконные линии, каналы радиосвязи, каналы Wi-Fi, каналы GSM LTE, Starlink.

Для цитирования: Исабаев К.Ж., Сабырбаев Е.А., Толеев В.А., Исмагулова Н.С., Имансакипова А.Б. Классификация дистанционно управляемых медико-эвакуационных машин // Медицина (Алматы). 2025;3(243):2-9. doi: 10.31082/1728-452X-2025-243-3-2-9

Т У Ж Ы Р Ы М

ҚАШЫҚТАН БАСҚАРЫЛАТЫН МЕДИЦИНАЛЫҚ-ЭВАКУАЦИЯЛЫҚ МАШИНАЛАРДЫҢ ЖІКТЕЛУІ

К.Ж. ИСАБАЕВ¹, <https://orcid.org/0000-0001-5183-3668>,
Е.А. САБЫРБАЕВ², <https://orcid.org/0009-0006-0964-7240>,
В.А. ТОЛЕЕВ³, <https://orcid.org/0009-0006-2786-8995>,
Н.С. ИСМАГУЛОВА¹, <https://orcid.org/0000-0002-8816-2885>,
А.Б. ИМАНСАКИПОВА⁴, <https://orcid.org/0000-0001-6916-7130>

¹Радиоэлектроника және байланыс өскери-инженерлік институты, Алматы қ., Қазақстан Республикасы,

²Қазақстан Республикасы ҰҚК академиясы, Алматы қ., Қазақстан Республикасы,

³ҚР Әскери-теңіз күштері Бас қолбасшысының басқармасы, Астана қ., Қазақстан Республикасы,

⁴«Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ» КеАҚ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы

Зерттеудің өзектілігі Украинадағы заманауи соғыста кеңінен сынақтан өткен басқарылатын және роботтандырылған медициналық эвакуациялық машиналардың (МЭМ) жаңа түр-

Контакты: Исмагулова Нургуль Сайдұллаевна, кандидат филологических наук, профессор военных наук, начальник научно-исследовательского отдела, Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, г. Алматы, e-mail: nurgulismagulova@mail.ru,

Contacts: Ismagulova Nurgul Saidullaevna, Candidate of Philological Sciences, Professor of Military Sciences, Head of the Research Department, Military Engineering Institute of Radioelectronics and Communications, Almaty, e-mail: nurgulismagulova@mail.ru

Поступила: 17.09.2025

Принята в печать: 27.09.2025

лерінің пайда болуы жағдайында Қазақстан Республикасы Қарулы Күштерінің медициналық эвакуацияны қамтамасыз ету жүйесін жаңаландыру қажеттілігімен байланысты. Оларды жіктеудің жоқтығы және бағалаудың өзекті критерийлерінің болмауы білімді жүйелеуге, жабдықтау нормаларын қайта қарауға және жаралыларды эвакуациялаудың тиімділігі мен қауіпсіздігін арттыру үшін материалдық-техникалық базаны жетілдіру қажеттілігін тудырады.

Мақсаты мен міндеттері. ҚР ҚК үшін басқарылатын медициналық эвакуациялық машиналардың онтайлы үлгілерін таңдау. Міндеттері: 1. Заманауи МЭМ-дерді жіктеу; 2. Қашықтан басқару жүйелерін талдау; 3. Онтайлы үлгілерді таңдауды негіздеу; 4. Енгізу бойынша ұсыныстар әзірлеу.

Материал және әдістері. Зерттеу құқықтық базаны, заманауи медициналық эвакуациялық машиналардың тактикалық-техникалық сипаттамаларын және олардың соғыста қолданылуы туралы деректерді талдауға негізделген. Ақпаратты өңдеу барысында жүйелік және салыстырмалы талдау, жіктеу және техникалық-экономикалық негіздеу әдістері қолданылып, бұл әртүрлі техника мен басқару технологияларын кешенді бағалауға мүмкіндік берді.

Нәтижелері және талқылау. МЭМ-дердің жіктелуі әзірленді және басқару жүйелері талданды. ҚР ҚК үшін ең тиімділері көпдеңгейлі байланыс жүйесі бар сериялық брондалған шынжырлы машиналар деп танылды. Спутниктік арналар (Starlink, Iridium) жоғары сенімділікті қамтамасыз етсе, ал Wi-Fi және GSM технологиялары РЭБ-ке сезімтал және шектелген қолданысқа ие.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеу ҚР ҚК көпдеңгейлі спутниктік байланыс жүйесі бар заманауи брондалған медициналық эвакуациялық машиналармен жабдықтау қажеттілігін растады. Мұндай кешендерді сәтті енгізу үшін нормативтік-құқықтық базаны қайта қарау және мамандарды даярлауды ұйымдастыру қажет. Wi-Fi және GSM сияқты осал технологияларды қолдану көмекші міндеттер үшін ғана шектелуі керек.

Негізгі сөздер: қашықтан басқару, медициналық эвакуациялық машина, ұшсыз көлік, арнақұрастырушы жүйелер, Ethernet желілері, ИК басқару, талшықты-оптикалық желілер, радио-байланыс арналары, Wi-Fi арналары, GSM LTE арналары, Starlink.

Дәйексөз үшін: Исабаев К.Ж., Сабырбаев Е.А., Толеев В.А., Исмагулова Н.С., Имансакипова А.Б. Қашықтықтан басқарылатын медициналық эвакуациялау машиналарының жіктелуі // Медицина (Алматы). 2025;3(243):2-9. doi: 10.31082/1728-452X-2025-243-3-2-9

S U M M A R Y

CLASSIFICATION OF REMOTELY CONTROLLED MEDICAL EVACUATION VEHICLES

KZh ISSABAYEV¹, <https://orcid.org/0000-0001-5183-3668>,

EA SABYRBAYEV², <https://orcid.org/0009-0006-0964-7240>,

VA TOLEEV³, <https://orcid.org/0009-0006-2786-8995>,

NS ISMAGULOVA¹, <https://orcid.org/0000-0002-8816-2885>,

AB IMANSAKIPOVA⁴, <https://orcid.org/0000-0001-6916-7130>

¹Military Engineering Institute of Radio Electronics and Communications, Almaty, Republic of Kazakhstan,

²Academy of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Republic of Kazakhstan,

³Directorate of the Commander-in-Chief of the Navy of the Republic of Kazakhstan, Astana, Republic of Kazakhstan,

⁴Satpayev KazNTU, Almaty, Republic of Kazakhstan

Relevance. The research is driven by the need to modernize the medical evacuation support system of the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan in the context of the emergence of new types of remotely controlled and robotic vehicles (MEDEVAC), widely tested in the modern war in Ukraine. The lack of their classification and relevant evaluation criteria creates a need for knowledge systematization, revision of supply standards, and improvement of the logistical base to enhance the efficiency and safety of casualty evacuation.

Purpose and Objectives. Selection of optimal remotely controlled medical evacuation vehicles for the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan. Objectives: 1. Classify modern MEDEVAC; 2. Analyze remote control systems; 3. Justify the selection of optimal models; 4. Develop recommendations for implementation.

Materials and Methods. The research is based on the analysis of regulatory frameworks, tactical and technical characteristics of modern medical evacuation vehicles, and data on their combat application. Information processing employed methods of systemic and comparative analysis, classification, and technical-economic justification, allowing for a comprehensive assessment of various equipment models and control technologies.

Results and Discussion. A classification of MEDEVAC was developed, and control systems were analyzed. Serial armored tracked vehicles with multi-level communication systems were recognized as the most effective for the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan. Satellite channels (Starlink, Iridium) offer the highest reliability, whereas Wi-Fi and GSM technologies are vulnerable to electronic warfare and have limited applicability.

Conclusions. The conducted research confirmed the necessity of equipping the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan with modern armored medical evacuation vehicles featuring a multi-level satellite communication system. Successful implementation of such complexes requires revising the regulatory framework and organizing specialist training. The use of vulnerable Wi-Fi and GSM technologies should be limited to auxiliary tasks.

Keywords: remote control, medical evacuation vehicle, uncrewed vehicle, channel-forming systems, Ethernet lines, IR control, fiber-optic lines, radio communication channels, Wi-Fi channels, GSM LTE channels, Starlink.

For citation: Issabaev KZh, Sabyrbayev EA, Toleev VA, Ismagulova NS, Imansakipova AB. Classifications of remotely controlled medical evacuation vehicles. *Meditsina (Almaty) = Medicine (Almaty)*. 2025;2(242):2-9. (In Russ.) doi: 10.31082/1728-452X-2025-242-2-2-9

Введение. Динамика применения медико-эвакуационных машин (МЭМ) для эвакуации раненых в современной войне в Украине прогрессирует от простых до сложных форм дистанционного управления. Это требует проведения большой работы по систематизации этого, нового класса эвакуационных машин с целью разработки и совершенствования медико-эвакуационных средств для Вооруженных Сил Республики Казахстан.

В настоящее время в структуре военно-медицинского обеспечения ВС Казахстана и в том числе военно-медицинской практике деятельности стран ОДКБ отсутствует единая система классификации дистанционно управляемых МЭМ. Каждая страна пытается самостоятельно разрабатывать свои проекты эвакуационных средств, что привело к их большому разнообразию. Поэтому сегодня в системах сертификации и стандартизации на государственном уровне возникла потребность модернизации критериев оценки новых видов МЭМ. Совершенствование технологий создания роботизированных комплексов с применением современных микропроцессорной техники требует пересмотра существующих норм снабжения военно-медицинских учреждений и повышения эффективности материально-технического потенциала обеспечения современными средствами эвакуации раненых с поля боя. Для этого необходимо изменить парадигму взглядов на выбор необходимых средств, критически важных для эвакуации раненых.

Цель данного исследования – анализ и классификация современных видов МЭМ, характеристик дистанционного управления беспилотными средствами и обоснование выбора оптимальных МЭМ, отвечающих требованиям функциональной применимости и безопасности при эвакуации раненых медико-эвакуационными группами.

Основная часть. Пунктом 257 приказа Министра обороны Республики Казахстан от 22 декабря 2020 года №723 «Об утверждении правил военно-медицинского (медицинского) обеспечения в Вооруженных Силах Республики Казахстан» установлено, что одной из функций военно-медицинской подготовки является «розыск, извлечение из боевой техники и труднодоступных мест раненых, включая их переноску и транспортировку» [1].

Рекогносцировка местности в зоне ведения боевых действий в сочетании с опциями обнаружения, загрузки (захват), транспортировки раненого с поля боя и его доставки в безопасную зону без участия медико-эвакуационных групп может реализовываться только посредством дистанционно управляемых или автономно действующими роботизированными эвакуационными комплексами.

В линейке медицинских эвакуационно-транспортных средств ВС Казахстана и стран-участниц ОДКБ применяется большая совокупность систем, начиная с бронированных

медицинских машин (БММ), санитарного транспорта и заканчивая устройствами медицинской эвакуации тяжелораненых и тяжело пораженных (УМЭТР) [2, 3, 4]. Следует упомянуть о разработанных многофункциональных эвакуационно-транспортных устройствах (МЭТИУ), модуле медицинских вертолетных (ММВ) и самолетных (ММС) систем, а также мобильных спасательных средств интенсивной терапии (MIRF) и платформ жизнеобеспечения пациента при транспортировке (LSTAT)» [5, 6, 7].

Перечисленные выше средства и комплексы для вывоза и эвакуации раненых в боевых условиях, за исключением БММ, нельзя считать максимально защищенными от осколков, пуль и других поражающих факторов. В российском сегменте эвакуационного транспорта, исходя из опыта военных действий в Украине, широко рассмотрены разработки низкопрофильных БММ на гусеничной базе, либо альтернативные варианты в виде бронированных капсул, либо в виде низкопрофильных самодвижущихся устройств на гусеничной и колесной базе [8, 9]. В семантическом значении данные устройства или «машины» трактуются как «механизмы, выполняющие транспортную, тягловую и т.п. работу» [10]. На сегодняшний день применяемые в военном конфликте на Украине санитарно-эвакуационные и эвакуационно-транспортные машины можно разделить на неавтоматизированные, автоматизированные и автоматические (автономные).

Зона действия медицинских эвакуационных машин, в зависимости от системы управления может быть, как ближней, так и дальней. Это связано с используемыми видами и средствами связи, её организации, а также каналами управления. Существуют различные дистанционно управляемые средства, состоящие на вооружении ВС России, ВСУ Украины и НАТО.

Для военно-медицинских учреждений Вооруженных Сил Министерства обороны Республики Казахстан предпочтительными являются промышленные сборки, выполненные в виде низкопрофильных бронированных средств на гусеничном ходу для возможности преодоления пересеченной местности со сложным рельефом.

На наш взгляд наиболее приемлемыми для военно-медицинских учреждений Вооруженных Сил Министерства обороны Республики Казахстан, с точки зрения функциональной применимости эвакуационных систем и обеспечения безопасности раненых являются дистанционно управляемые МЭМ украинского сегмента.

Во-первых, они отнесены к категории промышленных роботизированных платформ, производимых серийно. Это означает, что изделия, в частности, THeMIS (производство Эстонии) или «Ratel H» (производство Украины) прошли весь технологический цикл от проектировки до опытной эксплуатации. При этом данные средства апробированы в ходе войны в Украине.

Во-вторых, по зоне действия они могут быть классифицированы как средства к дальней зоне дистанционного управления и в пределах прямой видимости. Это означает, что дальность действия дистанционного управления не ограничена, поскольку определяется зоной действия спутниковой навигации, как ретрансляторов в канале между наземной станцией и беспилотным средством.

Рассмотрим виды каналообразующих систем и их элементов в дистанционном управлении беспилотными средствами.

Дистанционное ручное управление посредством интеграции возможностей человека в беспилотное средство при решении задач медико-эвакуационных (спасательных) операций обусловлено требованием безопасности и отсутствием возможности присутствия медико-эвакуационных групп в зоне переднего края боестолкновений.

Ручное управление удалённым средством без экипажа на борту осуществляется при помощи дистанционных пультов, обеспечивающих полный контроль над «беспилотником» без внешнего вмешательства в команды управления.

Кроме команд управления, база данных включает в себя большой формат адресов используемых устройств, проверочных алгоритмов и других данных. Для их передачи необходима основная полоса частот (Baseband) и устройство управления связью (Link control unit), соответствующее программное обеспечение (Link management software) которой обрабатывает переданные и полученные данные с помощью приложений поддержки (Supporting application software). Ключевым средством дистанционного управления при кабельно-проводном соединении является многожильный провод или кабель, обеспечивающий дистанционное управление беспилотным средством посредством пульта и достаточный обмен информацией. Преимуществом использования коаксиальных кабелей Ethernet 10BASE5, IEEE 802.3 является высокая скорость передачи данных 10 Мбит/с, с размером кадра от 64 до 1518 байт. Возможным примером его применения в Украине является кабельный прототип беспилотных средств PARC.

В частности, в аналитическо-информационном портале «Агму.УА» в качестве проводной линии PARC используется специально разработанный провод, запатентованный компанией «СуФы Works». По нему к PARC одновременно подаются команды управления и электропитание, а с PARC поступают данные с установленной на нём видеокамеры при помощи технологии Ethernet (скорость передачи данных – 10 Мбит/с). Средством PARC некоторое время пользовались американские военные, но компания «СуФы Works» выпустила коммерческую версию, способную подниматься на высоту более 150 метров и оставаться там долгое время, достаточное для выполнения боевой задачи [11].

Использование оптоволоконных кабелей рекомендовано только с инфракрасным (далее – ИК) управлением и рассчитано для применения в устройствах передачи данных. Причём избирательность средств, работающих в инфракрасном спектре детерминирована:

- высокой пропускной способностью и безынерционностью;
- отсутствием распространения импульсных помех в ИК области;
- совместимостью ИК излучения с другими аналогичными устройствами.

По источникам [12, 13] представлены достоинства и недостатки ИК управления по оптоволоконному кабелю.

Достоинствами применения ИК управления являются: бесперебойный видеосигнал в высоком качестве разрешения; не подвержены воздействию помех средствами РЭБ; не доступны системам обнаружения и пеленгования (невозможно определить местоположение оператора). К недостаткам ИК средств можно отнести: небольшую дальность действия устройств, ограниченную длиной оптоволоконного кабеля; высокую степень риска обрыва кабеля при различных движениях установок (резкие повороты, движение по сильно пересеченной местности и т.п.).

Пульт управления излучает кодированную посылку, модулированная логической последовательностью импульсного пакета. Приёмник ИК излучения, установленный в управляемом устройстве, принимает такую последовательность сигнала, демодулирует его и выполняет требуемые команды и действия [14]. Следовательно, наличие передатчика и приёмника с использованием волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) является необходимым условием для использования протоколов двусторонней передачи данных. Как известно, двусторонняя передача информации по протоколу IrDA поддерживается в мобильных устройствах: ноутбуках, телефонах, смартфонах, плеерах и т.д. Условия передачи информации, реализованные в COM портах указанных устройств, при наличии протокола IrDA, поддерживается в формате асинхронной передачи данных [14]. Вместе с тем, дистанционное управление можно выполнить и без IrDA с привычным беспроводным подключением по схеме однодогового соединения ВОЛС в линии: терминал оператора – Ethernet коммутатор – Медиаконвертер – ВОЛС – Медиаконвертер – Ethernet (сетевая карта беспилотника). Это позволяет совмещать FPV системы в ИК управлении дистанционными средствами через ВОЛС. В совмещённых системах используются универсальные механизмы, обеспечивающие работу катушки с движущимся тонким оптоволоконным кабелем, именуемые «Гроза-Леска». Сами беспилотные средства получили условные наименования, такие, как «Князь вандал новгородский» или «Бандерик-Стричка». Дальность действия таких средств определяется длиной оптоволоконного кабеля. В украинском сегменте по результатам боевого применения заявлено о тактическом радиусе действия в пределах 1 км, при этом украинские специалисты научились маневрировать беспилотными средствами не обрывая кабель. В российском сегменте по разработке беспилотных средств также имеются данные о возможности увеличения действия в пределах 10 км.

Дистанционное управление на каналах радиосвязи прямой видимости организуется посредством компонентов RC моделей на фиксированных полосах частот: (26,995 – 27,255 МГц); (35,010 – 35,910 МГц); (40,665 – 40,985 МГц); (72,010 – 72,990 МГц) и (75,410 – 75,990 МГц). Частотозадающие компоненты (кварцевые резонаторы передатчиков (TX) с приёмниками (RX)) RC моделей являются завершающими устройствами дистанционного управления, не зависящими от технологий Wi-Fi или стандартов сотовой связи GSM.

Каждый номинал приёмной и передающей частот закреплён за определённым (пронумерованным) каналом. Интервал частот между этими каналами составляет 10 кГц. Однако, они никогда не совпадают между собой (35,010 МГц соответствует 61 каналу, 35,020 – 62 каналу), но обеспечивают режим бесподстроечного двухканального управления RC моделью. Для формирования сигналов используются АМ

(амплитудная), FM (частотная) и PCM (линейная импульсно-кодовая) виды модуляций. Дальность действия RC-систем достигает от десятков до сотен метров.

Достоинствами дистанционно управляемых RC средств являются: простота управления; лицензионное RC оборудование, соответствующее требованиям МСЭ и разрешающее их использование на территориях стран МСЭ; низкая стоимость и доступность компонентов RC. Вышеперечисленные признаки позволяют организовать производство и наладку средств дистанционного управления.

К недостаткам дистанционно управляемых RC средств можно отнести: недостаточную дальность действия (от десятков до сотен метров); низкий уровень защиты приёмников RX по зеркальному каналу приёма (наличие помех каналам по паразитному приёму и боковым гармоникам). Также следует отметить высокую чувствительность устройств к воздействию различных помех при радиоэлектронной борьбе.

Таким образом, прямая видимость при дистанционном управлении беспилотными средствами для организации каналов радио- и кабельно-проводного управления достаточно востребована. Причём просматриваемые зоны и расстояния прямой видимости ситуационно удобны для ведения контроля, выбора оптимальных режимов и осуществления дистанционного управления МЭМ. Однако перечень недостатков, характерный для ИК и RC средств могут вызвать определенные проблемы в случае осложнения оперативной и радиоэлектронной обстановки и позволяет рассматривать их каналы только в аспекте резервной организации.

В военном конфликте на Украине для реализации дистанционного управления беспилотными средствами на каналах наземной радиосвязи противоборствующие стороны в основном используют технологии Wi-Fi. Через точки доступа Wi-Fi посредством протокола беспроводной сети IEEE 802.11ah российские и украинские специалисты используют FPV дроны, преимущественно работающие в полосах частот 2,4 ГГц (2412 до 2472 МГц) и 5,8 ГГц (5725-5839 МГц). В то же время, оборудование для FPV систем, кроме указанных выше диапазонов может успешно функционировать в полосах частот 900 МГц, 1,2 ГГц, 1,3 ГГц и 5 ГГц. Следует отметить и такой факт, что полосы частот 2,4 ГГц и 5,8 ГГц в отличие от 900 МГц и 5 ГГц во многих странах не требуют в получения лицензии. Полосы частот 1,2 ГГц и 1,3 ГГц используются реже, поскольку роутеры данного диапазона работают со скоростью 1,2 или 1,3 Гбит/с, что недостаточно для качественной передачи видеоизображения FPV системами. Поэтому остановимся на рассмотрении полос частот 2,4 ГГц и 5,8 ГГц.

Диапазон частот от 2412 до 2472 МГц делится на 14 каналов, по которым передаются данные между роутером и подключенным устройством. На практике используется только 13 из них. Каждый канал с шириной 20 МГц охватывает небольшую часть диапазона. В ранних версиях дистанционные средства FPV систем не совсем корректно работали в полосе частот 2,4 ГГц (2412 до 2472 МГц). Причиной этому являлось большое количество интерферирующих источников на 13 каналах этой полосы, работающих на них приборов, в том числе мобильных устройств, подключенных к Wi-Fi. В результате аналоговое видеоизображение с FPV систем временами размывалось и искажалось дополнительным шумом.

Относительно новые версии FPV систем позволили разработчикам решить эту проблему с возможностью оцифровки видеосигнала. Это связано с тем, что передатчики Wi-Fi

стали подключать к камере беспилотного средства, а из комплектации исключили монитор, возложив его роль на внешний мобильный смартфон или планшет, на которые пользователю необходимо было установить соответствующее приложение и подключить к Wi-Fi точке беспилотное средство.

Однако данные версии не разрешили оставшиеся проблемы, такие как:

- задержка сигнала видеоизображения, которая возрастает с удалением беспилотного средства от дистанционного пульта;

- радиус передачи сигнала, ограниченного Wi-Fi зоной.

Диапазон частот от 5,8 ГГц (5725-5839 МГц) делится на 33 канала шириной 20 МГц. В отдельно взятых каналах полосы частот шире – до 40 или 80 Гц, а у наиболее современных устройств – до 160 Гц. При этом задержка сигнала аналогового видеоизображения уменьшается настолько, что становится незаметной человеческому глазу. На данный момент некоторыми экспертами данная полоса 5 ГГц признана как одна из лучших полос частот для FPV систем.

Современные виды FPV систем в полосе частот 5 ГГц (5160 до 5825 МГц) значительно улучшили качество цифрового видеопотока на 33 каналах и увеличили расстояние удаления беспилотного средства от дистанционного пульта. Этому послужило появление роутеров с полосой 5 ГГц и достаточно высокой скоростью передачи информации, превышающей 10 Гбит/с.

Полосы частот Wi-Fi 2,4 ГГц и 5,8 ГГц широко используются для управления FPV систем, которые включают установку на беспилотных средствах камер, передающих видео в реальном времени на специальные очки, шлемы, интерактивные перчатки или дистанционный пульт пользователя. Поток видеoinформации, поступающий на экран оператора, создает виртуальное ощущение его непосредственного присутствия в кабине беспилотного средства. FPV системы функционируют комплексно, в составе камеры, передатчика, приёмника и управляющего контроллера.

Основными компонентами дистанционного управления FPV систем являются роутер TP-LINK WR703N и ArduPilot, который снабжён бортовым набором датчиков (гироскопом, акселерометром, барометром, компасом, GPS), регулирующие обороты (Speed Controller) двигателей (Motors)).

В российско-украинском сегменте под FPV-системами понимают «скоростные мини, складные дроны и квадрокоптеры, которые используют для проведения разведки, наблюдения, сброса боеприпасов и ударных средств, прикрепляя к ним боевую часть» [14]. Сведения, полученные из открытых источников показывают, что: «в России на сегодняшний день действуют порядка 40 производств, выпускающих от 400 до 5000 изделий в месяц, 90% которых собирается из китайских комплектующих. В свою очередь в Украине производство FPV-дронов в месяц доходит до 50000 единиц. При этом планируется нарастить производство до 83000 средств в месяц, чтобы достичь 60% их производства» [15].

Дальность действия FPV систем в полосах частот 2,4 ГГц и 5,8 ГГц сетей Wi-Fi с учётом точек доступа и возможностей роутера может составлять от десятков метров до сотен метров. Для увеличения дальности сигналы усиливаются и могут передаваться на расстояние от нескольких сотен метров до десятков километров. При этом на каждую полосу частот Wi-Fi предусмотрен свой тип усилителя, который будет усиливать только свою полосу, игнорируя другие. Так, «у роутера

с антенной мощностью 20 дБм и коэффициентом усиления 5-7 dBi на частоте 2,4 ГГц (стандарт 802.11n) в идеальных условиях зона покрытия ограничивается 100 метрами» [16]. В свою очередь, «дальность сигнала уличной точки доступа, управляемой с помощью контроллера, составляет около 200 метров, а точки доступа Omada, поддерживающие OFDMA, MU-MIMO и Beamforming, способны обеспечивать сигнал с дальностью до 280 метров» [17]. Для усиления стандартных маломощных беспроводных роутеров Wi-Fi 2,4 ГГц и беспроводных камер Namy WSB-4W используется усилитель сигнала 4 Вт с дальностью действия до 10 км» [18].

Ниже приведены достоинства и недостатки дистанционного управления FPV систем:

- относительно доступная стоимость, массовость и доступность используемых компонентов FPV систем, позволяет дорабатывать беспилотные средства под конкретные специальные задачи;

- дальность линий управлений за пределами зон действия Wi-Fi можно искусственно увеличить за счёт лицензионных роутеров и усилителей.

Недостатки FPV средств в Wi-Fi канале:

- несовершенство параметров FPV систем при осуществлении манёвров в полосе частот Wi-Fi 2,4 ГГц;

- требуется высокий уровень подготовки операторов ручного управления (реакция, моторика пальцев, вестибулярный аппарат);

- подверженность аппаратов радиоперехвату и воздействию помех средствами РЭР и РЭБ.

В стандарте GSM основной частотой сети 2G является 900 МГц с блоком частот для мобильной связи третьего поколения 1800 МГц, в сети 3G – 800 МГц с блоком 2100 МГц, в 4G LTE – 1800 МГц с блоком 2600 МГц и в 5G – с двумя блоками частот 3600 МГц и 3800 МГц. Для дистанционного управления в качестве полос частот их стали рассматривать и использовать относительно недавно. В некоторых самодельных сборках беспилотных средств 3G каналы применяются как резервные, управляемых по гибридной схеме совместно с каналами Wi-Fi. Основным элементом конструкции управляемых средств является 3G модем, к которому через USB хаб подключается пилотный контроллер, управляющий беспилотным средством. В сочетании с данными, поступающими с роутера, и установленной на нём операционной системой OpenWrt (GNU/Linux distribution for embedded devices), оператор может дистанционно через наземный сегмент управления «Ground station side» по каналам 3G и Wi-Fi, определить точное местонахождение беспилотного средства (геолокацию) посредством съёма телеметрических данных и управлять им из мест действия указанных выше сетей [19].

В наземном сегменте управления данные беспилотного средства маршрутизируются от GCS к полетному контроллеру и обратно по мобильному каналу 3G/4G [20]. GCS – это наземная станция управления беспилотником, включающая в себя компьютер, контроллер, экрана дисплея. Данная станция позволяет оператору управлять и контролировать БПЛА с удаленного места [20]. Позже компания «Минла» стала производить беспилотные средства «Minla HDW», управление которыми можно осуществлять наземными станциями Mission Planner и платформой QgroundControl, путем использования мобильного интернета по каналам 3G/4G. Mission Planner является наземной станцией управления ArduPilot, которая позволяет проводить настройку и поддержку полета, а также просмотр полетов [21]. При этом при

дистанционном управлении беспилотным средством появились такие функции, как:

- маршрутизация 3G/4G для подключения к Интернету;
- конфигурация автопилота (план полета, точка маршрута и т.д.) через Интернет;
- управление (автоматическое, ручное) модели RC по мобильному каналу 3G/4G;
- повторное автоматическое подключение при потере сигнала 3G/4G.

На сегодня к линейке дистанционных средств с дальностью действия, определяемой зоной покрытия GSM, относят протоколы, основанные на беспроводной высокоскоростной передаче данных: LTE 4G и 5G.

На базе 4G LTE, обеспечивающей мобильный Интернет, немецкой компанией «Globe UAV» созданы беспилотные средства: «GUAV4 PICA»; «GUAV8» и «GUAV4L AQUILA». Управляющие данные по двухканальной связи, а также live видео передаются из любого места в полосе частот 1800-1880 МГц и 2620-2690 МГц, где доступна сеть 4G LTE [21].

Компания «Prometheus» (Польша) на базе 5G LTE разработала такие модели беспилотных средств, как «PW-100A», «Sailplane Gecon», «Bielik» и «Robocopter» с продолжительностью работы до 5 часов. Командные каналы по управлению этими средствами должны находиться в зоне покрытия сетей стандарта 5G LTE (в полосе частот 791 - 862 МГц и 2500 - 2690 МГц) [22].

Дальность действия средств, работающих в GSM канале линий управления за пределами зон действия можно искусственно увеличить за счёт лицензионных усилителей GSM, но на каждую сеть нужен свой тип усилителя 4G или 5G. В то же время, дальность действия линий управления на канале GSM определяемая зоной обслуживания базовых станций, подвержены радиоперехвату и воздействию помех средств РЭР и РЭБ противника.

Таким образом, обеспечиваемая каналами Wi-Fi и GSM наземная радиосвязь активно используется как Россией, так и Украиной, для организации дистанционного управления беспилотными средствами. Для достижения дальности действия средств в интересах достижения разведывательных целей, в том числе в зоне досягаемости поражаемых бомбардировкой объектов, противоборствующие силы искусственно увеличивают зону покрытия беспроводных и сотовых сетей роутерами и усилителями. Однако на каждый вид стандарта связи и её сети требуется использование своего типа усилителя. Следует также признать, что перечень недостатков, характерный для дистанционных средств, работающих в сетях Wi-Fi и GSM, критичен при осложнении радиоэлектронной обстановки и позволяет рассматривать их каналы только для организации действий в условиях мирного времени.

Спутниковые каналы связи, характеризующиеся неограниченным радиусом действия, резервируются для случаев отсутствия наземного сегмента радиосвязи. Это объясняется тем, что беспроводные сети Wi-Fi и стандарты сотовой связи GSM могут быть отключены решением оперативных штабов на основе национальных законодательных актов о чрезвычайных ситуациях в зонах введения правовых и чрезвычайных режимов. Поэтому в российско-украинском сегменте наблюдаются примеры резервного применения режимов спутникового управления. Так, в средствах дистанционного управления «Prometheus», работающих на каналах GSM 5G, предусмотрена возможность переключения на каналы кос-

мических спутников связи SatCom, управляемых американской компанией «RCA American Communications». Интегрированный модуль приёмника указанных дистанционных средств поддерживается четырьмя наиболее распространёнными спутниковыми системами: GPS, BeiDou, Galileo, Глонасс. Некоторые виды тактических ударных беспилотных средств, оборудованных системой FPV в полосах частот 5 и 5,8 ГГц сетей Wi-Fi, резервируются каналами низкоорбитальной спутниковой системы Iridium. В российском сегменте, в интересах сохранения телеметрии дистанционного управления специальных беспилотных средств, преимущественно используют спутники серии «Глонасс».

ВЫВОДЫ

На основании вышеизложенного и по результатам проведенного научно-технического анализа дистанционно управляемых беспилотных средств (на примере военного конфликта между Российской Федерацией и Украиной), наиболее приемлемым вариантом управления мобильными эвакуационными машинами, разрабатываемыми для военно-медицинских учреждений Вооруженных Сил Республики Казахстан являются следующие средства:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министра обороны Республики Казахстан от 22 декабря 2020 года № 723 «Об утверждении правил военно-медицинского (медицинского) обеспечения в Вооруженных Силах Республики Казахстан» (Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 декабря 2020 года № 21873). <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021873/links>
2. Вспомогательные машины бронетанковой техники // Военный энциклопедический словарь / ред. колл., гл. ред. Ахромеев С.Ф. 2-е изд. М., Воениздат, 1986. 167 с.
3. Линденбратен А.Л., Журавский В.А. Санитарный транспорт // Большая медицинская энциклопедия в 30 т. / гл. ред. Петровский Б.В. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1984. Т. 22. 544 с.
4. Юдин А.Б., Пригорелов О.Г., Сохранов М.В., Лопота А.В., Яковец Д.А., Кожевникова А.В. Многофункциональная роботизированная медицинская система для эвакуации раненых, больных и пораженных: обоснование и перспективы разработки // Военно-медицинский журнал. 2018; 339(11):10-14. doi: 10.17816/RMMJ73082
5. Спецмедтехника/Серийная продукция/Многофункциональное эвакуационно-транспортное и мобилизирующее устройство (МЭТИУ). <https://spmt.ru/catalog> (дата обращения 20.09.2024).
6. Казанский агрегатный завод // Продукция. <http://vysota.aero>
7. Гребенюк А.Н., Лисина Е.А., Лисин П.Л., Старков А.В. Медицинские технические устройства для медицинской эвакуации раненых и пострадавших в чрезвычайных ситуациях // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2020;(1):21-35. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2020-0-1-21-35>
8. Машина. Большая советская энциклопедия в 30 т. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1986. Ил., карт. <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/130/index>
9. Артоболевский И.И., Левитский Н.И. Теория машин и механизмов. 1-е изд. М.: Механика машин, 1966. 72 с.
10. Словарь русского языка: В 4-х т. / РАН, Ин-т лингвистич. исследований; под ред. Евгеньевой А.П. 4-е изд., стер. М.: Рус. яз.; Полиграфресурсы, 1999; (электронная версия): Фундаментальная электронная библиотека. <http://feb-web.ru/feb/mas/mas-abc/default.asp>
11. Аналитическо-информационный портал «ARMY.UA» / Проводной дрон-шпion становится доступным каждому. <https://www.armyua.com.ua/provodnoj-dron-shpion-stanovitsya-dostupnym-kazhdomu>
12. Информационное агентство «Национальная Служба Новостей (НСН)». В Курской области против ВСУ применили устойчи-

- Системы GPS, BeiDou и Galileo с телеметрическим сопровождением;
- Iridium с резервным каналом управления;
- Система спутниковой связи «Starlink» с основным каналом связи, и с возможностью передачи данных и команд управления.

Прозрачность исследования

Данное исследование было профинансировано за счет гранта Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (№ AP261039/0224). Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Авторы не получали гонорар за исследование.

Вклад авторов

Все авторы принимали участие в разработке концепции и дизайна исследования; одобрении, анализе и обработке данных; написании первого варианта статьи; в окончательном утверждении статьи для печати.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

REFERENCES

1. Prikaz Ministra oborony Respubliki Kazakhstan ot 22 dekabria 2020 goda № 723 «Ob utverzhenii pravil voenno-meditsinskogo (meditsinskogo) obespechenia v Vooruzhennykh Silakh Respubliki Kazakhstan» (Zaregistrovan v Ministerstve iustitsii Respubliki Kazakhstan 22 dekabria 2020 goda № 21873). [Order of the Minister of Defense of the Republic of Kazakhstan dated December 22, 2020 No. 723 "On approval of the rules of military medical (medical) support in the Armed Forces of the Republic of Kazakhstan" (Registered in the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan on December 22, 2020 No. 21873)]. Available from: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V2000021873/links>
2. Vspomogatelnye mashiny bronetankovoi tehnik // Voennyi entsiklopedicheskii slovar: / redkoll., gl. red. Ahromeev S.F. 2-e izd. [Auxiliary vehicles of armored vehicles. Military Encyclopedic Dictionary / edited by Akhromeev SF, 2nd ed.]. M.: Voenizdat, 1986:167
3. Lindenbraten AL, Zhuravsky VA. Sanitarnyi transport [Sanitary transport]. Great Medical Encyclopedia. 30 t. /Petrovsky BV, 3rd ed. M.: Soviet Encyclopedia, 1984;22:544
4. Yudin AB, Prigorelov OG, Sokhranov MV, Lopota AV, Yakovets DA, Kozhevnikova AV. Multifunctional robotic medical system for the evacuation of the wounded, sick and injured: the rationale and development prospects. *Voенно-meditsinskii zhurnal = Voенно-medicinskij žurnal*. 2018;339(11):10-14. (In Russ.). doi: 10.17816/RMMJ73082
5. Spetsmedtehnika. Mnogofunktsionalnoe evakuatsionno-transportirovochnoe imobiliziruiushchee ustroystvo (METIU) [Special medical equipment. Multifunctional evacuation and transportation immobilization device (METIU)]. Available from: <https://spmt.ru/catalog>
6. Kazanskii agregatnyi zavod [Kazan Aggregate Plant]. Products. Available from: <http://vysota.aero>
7. Grebenyuk AN, Lisina EA, Lisin PL, Starkov AV. Medical technical devices for medical evacuation of wounded and injured in emergency situations. *Mediko-biologicheskie i sotsialno-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiiakh = Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2020;(1):21-35. (In Russ.) <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2020-0-1-21-35>
8. Mashina / Bolshaia sovetskaia entsiklopediia v 30 t. 3-e izd. [Machine / Great Soviet Encyclopedia in 30 volumes. 3rd ed.] Moscow: Soviet Encyclopedia, 1986. – Ill., pict. Available from: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/130/index.htm>
9. Artobolevskii IĬ, Levitskii NĬ. *Teoriia mashin i mekhanizmov. 1-e izd.* [Theory of Machines and Mechanisms]. 1st ed. M.: Mehanika mashin, 1966:72

вый к РЭБ новый дрон. <https://nsn.fm/army-and-weapons/v-kurskoi-oblasti-protiv-vsu-primenili-ustoichiviyi-k-reb-novyi-dron>

13. Сетевое издание «Фокус Медиа». РЭБ не страшна: украинский FPV дрон «Бандерик-Стричка» тянет провод от оператора. <https://focus.ua/digital/633978-reb-ne-strashna-ukrainskiy-fpv-dron-banderik-lenta-tyanet-provod-ot-operatora-video>

14. Портал компании «Элекс – светодиодные технологии». Принцип работы ИК пульта управления. https://led-displays.ru/ir_remote_theory.html

15. Информационный портал «РБК-Украина». Битва беспилотников. Зачем Украине FPV и изменит ли миллион дронов ход войны. <https://www.rbc.ua/ukr/news/bitva-bezpilotnikiv-navishcho-ukrayini-fpv-1703172982.html>

16. Компания «Трайтэк». Определение площади охвата Wi-Fi сигнала. <https://trytek.ru/blog/poleznye-stati/opredelenie-ploshchadi-okhvata-wi-fi-signala>

17. Компания «TP-Link». Какова дальность сигнала уличных точек доступа Wi-Fi? <https://www.tp-link.com/ru/blog/407/kakova-dalnost-signal-a-ulichnykh-tochek-dostupa-wi-8209-fi>

18. Центр Технической Безопасности ТЕХБЕЗПЕКА.УА. Усилитель сигнала WiFi 2.4 ГГц роутеров и беспроводных камер Наму WSB-4W, мощный сигнал 4Вт, дальность до 10 км. <https://tehbezpeka.ua/ua/p202010341-usilitel-signal-a-wifi.html>

19. IT интернет-ресурс (сайт) «Хабр» (Habr) / Квадрокоптер с управлением по WiFi и 3G. <https://habr.com/ru/sandbox/50561> (дата обращения 29.09.2024).

20. Компания «Минла». Что такое minla.hdw? www.minlarc.com (дата обращения 30.09.2024).

21. Компания GLOBE UAV. Разрабатывает интеллектуальные беспилотные системы. <https://www.g-uav.com> (дата обращения 30.09.2024).

22. Компания RoboTrends. Необычные беспилотники – Prometheus GSM 007. <http://robotrends.ru/pub/2139/neobychnye-bespilotniki-prometheus-gsm-007>

10. *Slovar russkogo iazyka: V 4-kh t.* [Dictionary of the Russian language: In 4 volumes / RAN, In-t lingvistic. issledovani; Under the editorship of Evgeneva AP. 4th ed., ster.]. M.: Rus. yaz.; Poligrafresursy, 1999; (electronic version). Available from: <http://feb-web.ru/feb/mas/mas-abc/default.asp>

11. Analytical and information portal "ARMY.UA". *Provodnoi dron-shpion stanovitsia dostupnym kazhdomu.* [A wired spy drone becomes available to everyone]. Available from: <https://www.armyua.com.ua/provodnoj-dron-shpion-stanovitsya-dostupnym-kazhdomu> (data obrasheniya 23.09.2024).

12. The National News Service (NSN) news agency. *V Kurskoi oblasti protiv VSU primenili ustoichiviyi k REB novyi dron* [A new drone resistant to the Russian Defense Ministry was used against the Supreme Court of Justice in the Kursk region]. Available from: <https://nsn.fm/army-and-weapons/v-kurskoi-oblasti-protiv-vsu-primenili-ustoichiviyi-k-reb-novyi-dron>

13. Focus Media online publication. *REB ne strashna: ukrainskii FPV dron «Banderik-Strichka» tyanet provod ot operatora.* [Electronic warfare is no threat: the Ukrainian FPV drone "Banderik-Strichka" is connected to a cable by its operator]. Available from: <https://focus.ua/digital/633978-reb-ne-strashna-ukrainskiy-fpv-dron-banderik-lenta-tyanet-provod-ot-operatora-video>

14. Eleks – LED Technologies portal. *Printsip raboty IK pulta upravleniia.* [How the IR remote control works]. Available from: https://led-displays.ru/ir_remote_theory.html

15. RBC-Ukraine News Portal. *Bitva bespilotnikov. Zachem Ukraine FPV i izmenit li million dronov khod voyny* [Drone Battle. Why Ukraine Needs FPV and Will a Million Drones Change the Course of the War?]. Available from: <https://www.rbc.ua/ukr/news/bitva-bezpilotnikiv-navishcho-ukrayini-fpv-1703172982.html>

16. Tritex Company. *Opredelenie ploshchadi okhvata Wi-Fi signala.* [Determining the coverage area of a Wi-Fi signal]. Available from: <https://focus.ua/digital/633978-reb-ne-strashna-ukrainskiy-fpv-dron-banderik-lenta-tyanet-provod-ot-operatora-video>

17. TP-Link. *Kakova dalnost signala ulichnykh tochek dostupa* [What is the signal range of outdoor Wi-Fi hotspots?], Available from: https://led-displays.ru/ir_remote_theory.html

18. Technical Security Center ТЕХБЕЗПЕКА.УА. *Usilitel signala WiFi 2.4 GHz routerov i besprovodnykh kamer Hamy WSB-4W, moshchnyi signal 4Vt, dalnost do 10 km* [Hamy WSB-4W 2.4 GHz WiFi signal booster for routers and wireless cameras, powerful 4W signal, range up to 10 km]. Available from: <https://tehbezpeka.ua/ua/p202010341-usilitel-signal-a-wifi.html>

19. IT internet resource (website) "Habr." *Kvadropter s upravleniem po WiFi i 3G.* [A quadcopter with WiFi and 3G control]. Available from: <https://habr.com/ru/sandbox/50561> (data obrasheniya 29.09.2024)

20. Minla Company. *Chto takoe minla.hdw?* [What is minla.hdw?] Available from: www.minlarc.com

21. GLOBE UAV. *Razrabatyvaet intellektualnye bespilotnye sistemy.* [develops intelligent unmanned aerial vehicle systems]. Available from: <https://www.g-uav.com> (data obrasheniya 30.09.2024)

22. RoboTrends. *Neobychnye bespilotniki – Prometheus GSM 007.* [Unusual drones – Prometheus GSM 007]. Available from: <http://robotrends.ru/pub/2139/neobychnye-bespilotniki-prometheus-gsm-007>

Информация об авторах:

Исабаев Кайыртай Жулдызтаевич, кандидат технических наук, начальник кафедры специальных дисциплин, РГУ «Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи», г. Алматы, e-mail: ik@mail.kz,

Сабырбаев Ерлан Аркенович, старший преподаватель специальной кафедры 3 факультета оперативнотехнической подготовки, РГУ «Академия КНБ Республики Казахстан», г. Алматы, e-mail: kazakhfilm@nbox.ru,

Токеев Валихан Абилхайырович, магистр управления воинскими частями и соединениями, флагманский специалист (по водолажным и поисково-спасательным работам), РГУ «Управление главнокомандующего ВМС РК», г. Астана, e-mail: khan8585@mail.ru,

Исмагулова Нургуль Сайдуллаевна, кандидат филологических наук, профессор военных наук, начальник научно-исследовательского отдела, РГУ «Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи», г. Алматы, e-mail: nurgulismagulova@mail.ru,

Алдиярова Алиса Байдуллаевна, магистр техники и технологий, старший преподаватель кафедры специальных дисциплин, РГУ «Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи», г. Алматы, e-mail: aalissa@mail.ru.