

2. Информационно-телекоммуникационные технологии в деятельности Службы медицины катастроф Минздрава России / Н. Н. Баранова, Б. В. Бобий, С. Ф. Гончаров [и др.] // Медицина катастроф. – 2019. – Т. 105. – № 1. – С. 5–11. doi.org/10.33266/2070-1004-2019-1-5-11.

3. Проблемные вопросы организации взаимодействия медицинских сил и средств различных министерств и ведомств в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / Р. Н. Лемешкин [и др.] // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1. – С. 176–183.

4. Лупенцов, В. А. Перспективные способы обнаружения раненых в ходе ведения боевых действий / В. А. Лупенцов, П. В. Бакланов, Н. И. Панов // Медицинское обеспечение в воинских частях и подразделениях. – 2023. – № 1. – С. 15–20.

5. Петров, С. В. Перспективы создания роботизированных медицинских комплексов для оказания помощи в очагах санитарных потерь / С. В. Петров, А. А. Романчишин, П. А. Коваленко // Военно-медицинский журнал. – 2021. – Т. 342, № 12. – С. 4–12.

6. Саенко, В. А. Применение беспилотных летательных аппаратов для поиска и спасения пострадавших в условиях крупномасштабных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера / В. А. Саенко, А. В. Дубровский, С. В. Иванов // Проблемы анализа риска. – 2020. – Т. 17, № 4. – С. 64–73.

7. Life Signs Detector Using a Drone in Disaster Zones / A. Al-Naji, AG Perera, SL Mohammed, J. Chahl // Remote Sens. – 2019. – № 11. – P. 2441. doi.org/10.3390/rs11202441

УДК 616-083.98:623:004.8

Д. И. Бурников, Р. Н. Гузеев, С. В. Мурзо, А. С. Заварукин

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ РАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

Введение

Организация медицинской помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях и в условиях боевых действий характеризуется общностью подходов [1, 2]. На основе полученных данных формируется решение о порядке организации и проведения медицинской разведки [3, 4]. Важным фактором является учет имеющегося опыта и перспективности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для решения задач медицинской службы как в ходе боевых действий, так и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) [1]. Современные беспилотники обеспечивают возможность оперативного и безопасного получения значительных объемов информации о зоне ЧС, включая участки, недоступные или представляющие опасность для нахождения человека.

Автоматизированные системы, функционирующие на основе технологий компьютерного зрения, осуществляют анализ видео- и фотоматериалов в режиме реального времени. Так они решают две ключевые задачи медицинской разведки: установление количества пострадавших и их местоположения, а также оценку степени тяжести состояния. Реализация данного подхода создает условия для соблюдения принципа «золотого часа», предполагающего оказание медицинской помощи в течение первого часа после получения травмы. Это способствует повышению вероятности выживания пострадавших и снижению риска развития тяжелых осложнений. В условиях крупномасштабных чрезвычайных ситуаций или ведения боевых действий реализация указанного принципа сопряжена с существенными трудностями. Разрушение объектов инфраструктуры, об-

ширность зон поражения и повышенные риски для медицинского персонала затрудняют поиск пострадавших, делая соблюдение «золотого часа» трудной задачей [4]. Традиционные методы медицинского обеспечения характеризуются рядом ограничений. Они включают в себя: увеличение продолжительности поисковых мероприятий и невозможность оперативной оценки состояния пострадавших для проведения медицинской сортировки. Отечественные исследователи подчеркивают, что ключевым направлением преодоления указанных ограничений выступает не просто внедрение отдельных технологических решений, а их внедрение в единые информационно-управляющие системы медицинского обеспечения, позволяющие преобразовывать разведывательные данные в конкретные управленческие решения [5–6].

Цель исследования

Оценка эффективности применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), оснащенных инфракрасными (ИК) сенсорами и системами дистанционной оценки тяжести состояния пострадавших, в сравнении с традиционными методами ведения медицинской разведки.

Материалы и методы

В данной статье были проанализированы данные научной литературы по теме исследования. Использовались методы медико-статистического анализа, сравнительного и контент-анализа, прогнозирования.

Результаты и их обсуждение

Совершенствование организации медицинского обеспечения войск, лечебно-эвакуационного обеспечения [5–7] во многом зависит от применения самых современных информационных технологий [1–4], среди которых активно развиваются технологии искусственного интеллекта [1–8], имитационного моделирования [1–4], применения медицинских информационных систем [1, 2]. В последние годы важную роль играет применение дистанционных телемедицинских технологий и беспилотных авиационных комплексов в интересах медицинской службы ВС РФ [3].

Проведенный анализ свидетельствует, что БПЛА, оснащенные инфракрасными системами, оказывают непосредственное влияние на ряд ключевых этапов оказания медицинской помощи, обеспечивая значительное сокращение временных затрат в рамках принципа «золотого часа». Основным эффектом применения БПЛА выступает существенное уменьшение интервала между моментом получения травмы и обнаружением пострадавшего. Это напрямую обуславливает повышение выживаемости при тяжелых травмах, массивных кровотечениях, переохлаждении и иных угрожающих жизни состояниях. БПЛА, оборудованный цифровой камерой, тепловизором и системой искусственного интеллекта (рисунок 1), позволяет сократить среднее время обнаружения до 15 минут, что выступает определяющим фактором для своевременного оказания первой помощи пострадавшему.

Применение дронов с указанными технологиями обеспечивает сокращение времени обнаружения пострадавших в среднем на 66% ($Ср\% = ((49\%+71\%+78\%):3) = 66\%$, где 49% – средний показатель обнаружения традиционными методами поиска, 71% – с использованием БПЛА с тепловизором, 78% – с использованием БПЛА с тепловизором и искусственным интеллектом) в сравнении с традиционными подходами, предполагающими непосредственный выход медицинского персонала на местность.

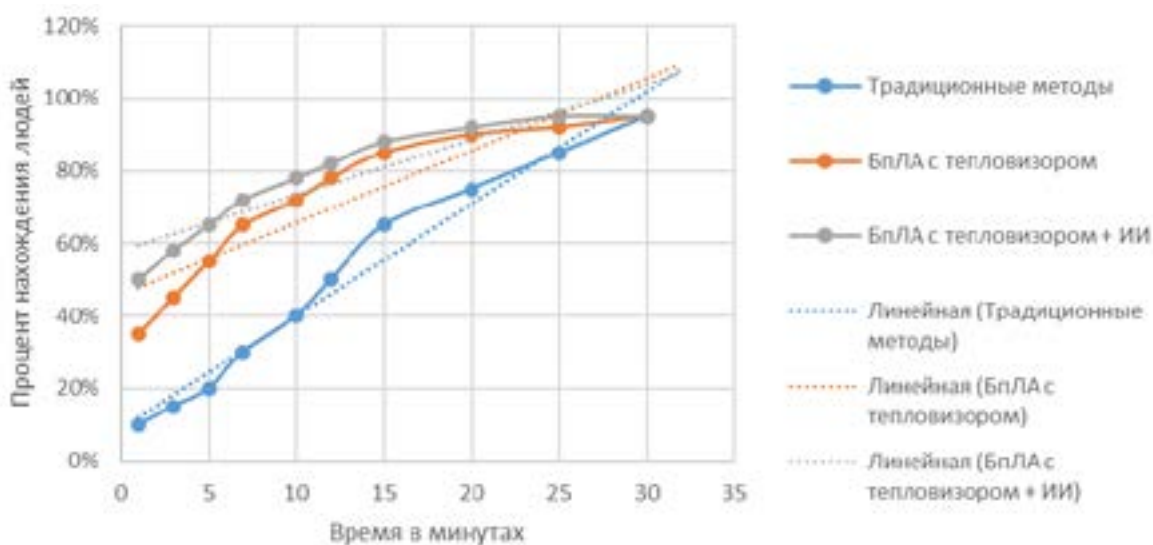


Рисунок 1 – Влияние методов обнаружения и оснащения БПЛА на время розыска пострадавших и соблюдение «золотого часа»

Результаты отечественных исследований, посвященных применению БПЛА для поиска пострадавших в условиях ЧС, подтверждают высокую эффективность сочетания оптических и тепловизионных камер; анализ тактических приемов использования свидетельствует, что применение групп беспилотных летательных аппаратов позволяет сократить время обследования значительных по площади территорий на 40–60% по сравнению с одиночным аппаратом, что имеет критическое значение для соблюдения принципа «золотого часа» [4]. При этом тепловизионное изображение предоставляет не только информацию о локализации пострадавшего, но и первичные данные о его показателях жизнедеятельности. Например, в норме человек имеет температуру $\sim 36\text{--}37\text{ }^{\circ}\text{C}$, и, если определяется равномерная гипотермия, следует предполагать переохлаждение, тогда как вытекающая теплая кровь создает характерный тепловой след на более холодной поверхности, что может указывать на массивное продолжающееся кровотечение. Таким образом, полученная информация позволяет выявить пострадавших с неотложными состояниями (гипотермия, массивное кровотечение), нуждающихся в немедленном оказании первой помощи.

Группой ученых (Al-Naji et al., 2019) из Австралии и Ирака проведено исследование, показавшее возможность использования БПЛА с оптической камерой для бесконтактного дистанционного определения частоты дыхания и сердцебиения у человека [5]. Применялись алгоритмы усиления видео и спектрального анализа для обработки сигналов. Однако в исследовании выявлены серьезные ограничения, связанные с помехами и необходимостью неподвижности объекта, что значительно сужает прямое применение данной технологии для оперативной медицинской сортировки в боевых условиях (таблица 1). Исследование задает вектор развития – от выявления физиологических сигналов к созданию комплексных систем автоматизированной оценки состояния пострадавших.

Результаты проведенного анализа свидетельствуют, что внедрение указанных технологий в процессы медицинской разведки открывает новые возможности для организации оказания помощи в условиях чрезвычайных ситуаций и боевых действий.

С позиций организации здравоохранения БПЛА выполняют функцию «глаз и рук» медицинских специалистов. Они обеспечивают поступление данных, необходимых для принятия решений, а именно информации о пострадавших с неотложными состояниями, нуждающихся в незамедлительном оказании медицинской помощи и проведении медицинской эвакуации с места ЧС или линии боевого соприкосновения.

Таблица 1 – Оценка технологии для выполнения задач медицинской сортировки

№	Критерий оценки	Результаты и возможности (Al-Naji et al., 2019)	Ограничения для применения в медицинской сортировке
1.	Цель метода	Дистанционное обнаружение признаков жизни (дыхание, сердцебиение)	Не проводит классификацию тяжести состояния. Не заменяет оценку по протоколам (напр. START)
2.	Точность	Высокая (до 97% для дыхания, 92% для пульса) в идеальных условиях	Точность резко падает при движениях пострадавшего, вибрации БПЛА, плохом освещении
3.	Условия работы	Статичный пострадавший, хорошая видимость грудной клетки, дневной свет	Неприменим для завалов, движущихся или частично видимых жертв, ночью без ИК-подсветки
4.	Выходные данные	Числовые значения частоты дыхания и сердцебиения	Не формирует итоговое решение для спасателя (например, «красный ярлык»). Требуется интерпретация оператором
5.	Технологический вклад	Доказательство возможности бесконтактного мониторинга. Задел для будущих разработок	Не готовое решение, а первый шаг. Требует интеграции с системами искусственного интеллекта и навигации БПЛА

В сфере военной медицины применение БПЛА позволяет разрешить одну из наиболее сложных задач – проведение медицинской разведки (включая определение путей подхода к пострадавшим) в боевых условиях при соблюдении правила «золотого часа».

Выводы

Разработка и внедрение технологий медицинской разведки с применением БПЛА должны осуществляться с учетом необходимости их бесшовной интеграции в единую систему взаимодействия медицинских сил различных министерств и ведомств. Указанный подход позволит превратить перспективные способы обнаружения пострадавших в практический инструмент, способный усилить всю систему управления медицинским обеспечением в условиях чрезвычайных ситуаций и боевых действий.

Внедрение элементов медицинской разведки с использованием БПЛА в практику деятельности медицины катастроф и медицинской службы ВС РФ обеспечит повышение эффективности поисковых работ, а также фундаментальное улучшение качества и своевременности оказания помощи на догоспитальном этапе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов, А. С. Использование беспилотных летательных аппаратов в интересах военной медицины: современное состояние и перспективы / А. С. Анисимов, А. Н. Безбородов, Е. А. Солдатов // Медицина катастроф. – 2024. – №3. – С. 12–16. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2024-3-12-16>.
2. Информационно-телекоммуникационные технологии в деятельности Службы медицины катастроф Минздрава России. Медицина катастроф / Н. Н. Баранова, Б. В. Бобий, С. Ф. Гончаров [и др.]. – 2019. – Т. 105, № 1. – С. 5–11. doi.org/10.33266/2070-1004-2019-1-5-11.
3. Проблемные вопросы организации взаимодействия медицинских сил и средств различных министерств и ведомств в Единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / Р. Н. Лемешкин, В. И. Гуменюк, О. В. Гуменюк [и др.]. // Вестн. Рос. воен.-мед. акад. – 2016. – № 1. – С. 176–183.
4. Лупенцов, В. А. Перспективные способы обнаружения раненых в ходе ведения боевых действий / В. А. Лупенцов, П. В. Бакланов, Н. И. Панов // Медицинское обеспечение в воинских частях и подразделениях. 2023. – № 1. – С. 15–20.
5. Петров, С. В. Перспективы создания роботизированных медицинских комплексов для оказания помощи в очагах санитарных потерь / С. В. Петров, А. А. Романчишин, П. А. Коваленко // Военно-медицинский журнал. – 2021. – Т. 342, № 12. – С. 4–12.

6. Контроль за состоянием здоровья военнослужащих в ходе проведения лечебно-эвакуационного обеспечения войск (сил) с использованием современных средств информатизации / Д. Н. Борисов [и др.]. // Военная мысль. – 2017. – № 4. – С. 47–55. – EDN YKGSXX.

7. Борисов, Д. Н. Современные медицинские информационные технологии при оказании медицинской помощи и военно-медицинской подготовке специалистов военного труда / Д. Н. Борисов, И. А. Абрамова // Материалы I-й межвузовской научно-практической конференции, Омск, 19 ноября 2015 года. – Омск: ОАИИ, 2015. – С. 157. – EDN ZQKCQP.

УДК 617.57/.58-001.45-022-089

М. В. Гайдук, С. П. Гайдук

*Учреждение образования
«Гродненский государственный медицинский университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТОКОЛОВ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОНЕЧНОСТЕЙ, ОСЛОЖНЕННЫХ РАНЕВОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

Введение

Огнестрельные переломы конечностей представляют собой актуальную проблему военной и экстремальной медицины в связи с высокой частотой инфекционных осложнений. В силу механизма повреждения и характера ранящего снаряда такие ранения с момента возникновения являются контаминированными, что обусловлено попаданием в рану микроорганизмов с поверхности кожи, одежды, а также инородных тел [3]. Частота инфекционных осложнений при огнестрельных переломах, по данным различных авторов, варьирует от 3,6 до 22% и более, что диктует необходимость разработки и применения эффективных протоколов антибактериальной терапии [2]. Гнойно-септические осложнения при огнестрельных ранениях мягких тканей диагностируются в 88% случаев, что определяет борьбу с инфекцией как приоритетную задачу [1]. В мировой практике существует несколько подходов к антибактериальной терапии данной категории пациентов, однако единые стандарты лечения отсутствуют, а выбор оптимальной схемы остается предметом дискуссий. Особый интерес представляет анализ соответствия международных рекомендаций локальным данным по антибиотикорезистентности, включая Республику Беларусь.

Цель исследования

Провести сравнительный анализ эффективности различных протоколов антибактериальной терапии при лечении огнестрельных переломов конечностей, осложненных раневой инфекцией, на основе изучения зарубежных и отечественных клинических рекомендаций.

Материалы и методы

Выполнен анализ отечественных и зарубежных публикаций за период 2011–2025 гг., посвященных антибактериальной терапии огнестрельных переломов конечностей, осложненных раневой инфекцией. Поиск литературы проводился в базах данных по ключевым словам: огнестрельные переломы, раневая инфекция, антибактериальная терапия, протоколы лечения, антибиотикорезистентность. В анализ включались клинические рекомендации, систематические обзоры, оригинальные исследования, содержащие данные о микробиологическом профиле и сравнительной эффективности различных схем антибиотикотерапии.