

### ***Результаты и их обсуждение***

В результате проведенного исследования положительные результаты FAST были получены у 83 пациентов, отрицательные – у 17.

Среди пациентов с положительным FAST-результатом выявлены:

- пневмоторакс – у 15 больных;
- гидроторакс – у 51;
- гемоперикард – у 3;
- гемоперитонеум – у 14 пациентов.

У 9 пациентов диагностированы сочетанные повреждения органов грудной клетки и брюшной полости. Чувствительность FAST-протокола составила 100%, специфичность – 93%, точность – 96%. Время выполнения ультразвукового исследования составляло в среднем 3–3,5 минуты.

Использование FAST позволило оперативно определить дальнейшую лечебную тактику. Пациенты с положительным FAST и нестабильной гемодинамикой были направлены на экстренное хирургическое вмешательство.

Применение данного метода способствовало сокращению времени диагностики и снижению продолжительности госпитализации. Так, при гемотораксе длительность стационарного лечения сократилась с 19 до 16 дней, а при пневмотораксе – с 12 до 7 дней.

### ***Выводы***

Применение FAST-протокола при закрытых травмах грудной клетки и живота является высокоинформативным методом быстрой диагностики.

Использование данного метода позволяет:

- оперативно выявлять наличие свободной жидкости в плевральной и брюшной полостях;
- ускорить принятие решения о хирургической тактике;
- сократить время первичного обследования пациентов.

Таким образом, внедрение FAST-протокола в практику оказания экстренной медицинской помощи способствует повышению эффективности диагностики и своевременному оказанию хирургической помощи пострадавшим.

**УДК 616-083.98:623:004.8**

**Д. И. Бурников**

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

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОНОВ, ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ИИ В ЦЕЛЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ РАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ**

### ***Введение***

Организация медицинской помощи пострадавшим при чрезвычайных ситуациях и в условиях боевых действий характеризуется значительной общностью подходов [2]. Медицинская разведка инициируется руководителями службы медицины катастроф (СМК) различных уровней, которые осуществляют сбор предварительной информации, анализ медицинской обстановки и медико-географических особенностей территории. На основе

полученных данных формируется решение о порядке организации и проведения медицинской разведки [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 [1]. Современные беспилотные комплексы обеспечивают возможность оперативного и безопасного получения значительных объемов информации о зоне чрезвычайной ситуации, 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, решая 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, что способствует повышению вероятности выживания пострадавших и снижению риска развития тяжелых осложнений. Вместе с тем, в условиях крупномасштабных чрезвычайных ситуаций или ведения боевых действий реализация указанного принципа сопряжена с существенными трудностями. Разрушение объектов инфраструктуры, обширность зон поражения и повышенные риски для медицинского персонала затрудняют поиск пострадавших, делая соблюдение «золотого часа» труднодостижимой задачей [4]. Традиционные методы медицинского обеспечения характеризуются рядом ограничений, включая 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 интеграция в единые информационно-управляющие системы медицинского обеспечения, позволяющие преобразовывать разведывательные данные в конкретные управленческие решения [5–6].

### ***Цель***

Целью работы является 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 исследования***

В данной статье были проанализированы данные медицинских научных журналов, учебников и зарубежных исследований. Использовались методы медико-статистического анализа, сравнительного и контент-анализа, прогнозирования.

### ***Результаты и их обсуждение***

Проведенный анализ свидетельствует, что беспилотные летательные аппараты, оснащенные инфракрасными системами, оказывают непосредственное влияние на ряд ключевых этапов оказания медицинской помощи, обеспечивая радикальное сокращение временных затрат в рамках принципа «золотого часа»; основным эффектом применения БПЛА выступает существенное уменьшение интервала между моментом получения травмы и обнаружением пострадавшего, что 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 своевре-

менного оказания первой помощи пострадавшему; применение дронов с указанными технологиями обеспечивает сокращение времени обнаружения пострадавших в среднем на 66% ( $Cp\% = ((49\%+71\%+78\%):3) = 66\%$ , 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. Результаты отечественных исследований, посвященных применению БПЛА для поиска пострадавших в условиях завалов и разрушений, 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» [6].

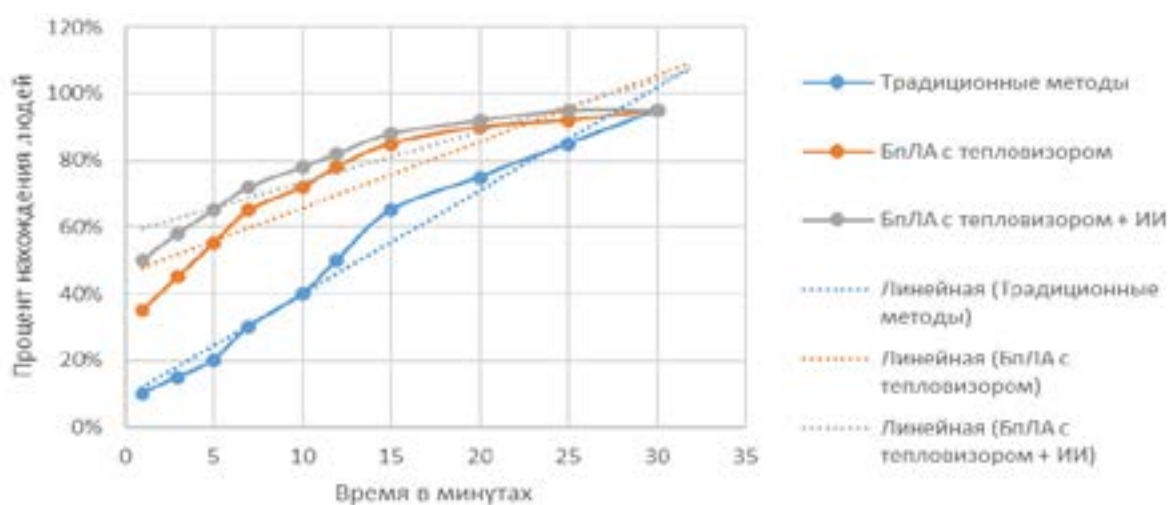


Рисунок 1 – Влияние методов обнаружения и оснащения БПЛА на время розыска пострадавших и соблюдение «золотого часа»

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, и таким образом полученная информация позволяет идентифицировать 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 [7]. Применялись алгоритмы усиления видео и спектрального анализа для обработки сигналов, достигнув высокой точности в контролируемых условиях, однако в исследовании выявлены серьезные ограничения, связанные с помехами и необходимостью неподвижности объекта, что критически сужает прямое применение данной технологии для оперативной медицинской сортировки в боевых условиях (таблица 1), и это исследование задает вектор развития – от выявления физиологических сигналов к созданию комплексных систем автоматизированной оценки состояния пострадавших.

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

Результаты проведенного анализа внедрения беспилотных летательных аппаратов, оснащенных инфракрасными сенсорами, системами оценки тяжести состояния пострадавших и средствами обнаружения военнослужащих в индивидуальной бронезащите, свидетельствуют, что интеграция указанных технологий в процессы медицинской разведки открывает новые возможности для организации оказания помощи в условиях чрезвычайных ситуаций и боевых действий.

С позиций организации здравоохранения беспилотные летательные аппараты выполняют функцию «глаз и рук» медицинских специалистов, обеспечивая поступление данных, необходимых для принятия обоснованных решений, а именно информации о пострадавших с неотложными состояниями, нуждающихся в незамедлительном оказании медицинской помощи и проведении медицинской эвакуации.

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 беспилотных летательных аппаратов должны осуществляться с учетом необходимости их бесшовной интеграции в единую систему взаимодействия медицинских сил различных министерств и ведомств [3]. Указанный подход позволит трансформировать перспективные способы обнаружения пострадавших в практический инструмент, способный усилить всю вертикаль управления медицинским обеспечением в условиях чрезвычайных ситуаций и боевых действий [3].

Внедрение рассматриваемых систем в широкую практику служб медицины катастроф и военно-медицинских подразделений обеспечит не просто повышение эффективности поисковых работ, но и фундаментальное улучшение качества и своевременности оказания помощи на догоспитальном этапе, что в конечном счете приведет к спасению значительного числа жизней.

### **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 / 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-