

*Ковальов К. Є.,
старший науковий співробітник
Українського науково-дослідного інституту
спеціальної техніки та судових експертиз
Служби безпеки України*

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНИ ДЛЯ НАДАННЯ НЕВІДКЛАДНОЇ ДОПОМОГИ ПОРАНЕНИМ В ЗОНІ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація. Стрімкий розвиток цифрових технологій відкриває широкі можливості для надання медичної допомоги в умовах обмеженого доступу до кваліфікованих медичних фахівців та неможливості безпосереднього контакту лікаря з пацієнтом. Особливо актуальним є впровадження телемедичних технологій у випадках надання невідкладної допомоги пораненим в зоні бойових дій, де час і координація мають вирішальне значення. У цій науковій статті аналізується ефективність застосування телемедицини для екстреної допомоги військовослужбовцям, які отримали поранення в умовах активних бойових дій, а також можливості її інтеграції в існуючі системи медичного забезпечення.

На основі аналізу практичного досвіду застосування телемедицини у військових умовах, зокрема українського досвіду під час сучасної війни, визначено її основні переваги. До них належать: оперативність надання медичної допомоги, можливість дистанційної консультації лікарів із різних спеціальностей, підвищення точності діагностики та моніторингу стану пацієнта в режимі реального часу. Особливу увагу приділено аналізу технічних рішень, таких як мобільні додатки, обладнання для телеметрії та використання захищених каналів передачі даних, що забезпечують надійність зв'язку навіть в умовах радіоелектронного придушення.

У роботі також розглянуто ключові організаційні аспекти впровадження телемедицини, включаючи створення систем координації між бойовими медиками, евакуаційними підрозділами та госпіталями, навчання медичного персоналу роботі з цифровими платформами та розробку стандартних операційних процедур для використання телемедичних рішень у польових умовах.

Поряд із цим, досліджено обмеження, пов'язані із застосуванням телемедицини: залежність від наявності технічного обладнання, потреба в стабільному зв'язку та високі витрати на впровадження інфраструктури. У статті запропоновано рекомендації для подальшого розвитку систем телемедицини, зокрема впровадження інноваційних технологій штучного інтелекту для автоматизації процесів діагностики, створення інтегрованих платформ для обміну даними та проведення симуляцій для вдосконалення польових медичних операцій.

Таким чином, телемедицина може стати ефективним інструментом для зниження смертності та підвищення якості надання екстреної допомоги у військових умовах, сприяючи оптимізації медичних процесів та збереженню життів.

Ключові слова: телемедицина, екстрена медична допомога, поранені, бойові дії, інформаційні технології в охороні здоров'я.

Постановка проблеми. Ведення бойових дій у віддалених та важкодоступних районах, а також брак кваліфікованого медичного персоналу безпосередньо на полі бою створюють серйозні виклики для надання своєчасної та ефективної медичної допомоги пораненим військовослужбовцям. Використання традиційних методів евакуації та лікування в таких умовах часто є недостатнім або неможливим.

Телемедицина, що передбачає дистанційне консультування та моніторинг стану пацієнта з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, може стати ефективним рішенням для забезпечення екстреної допомоги пораненим у зоні бойових дій. Це дозволяє залучити кваліфікованих спеціалістів, що знаходяться поза межами безпосередньої зони конфлікту, для надання рекомендацій та інструкцій щодо надання першої медичної допомоги.

Актуальність дослідження ефективності телемедичних рішень обумовлена потребою створення системи, яка здатна оперативно реагувати на зміни стану здоров'я поранених в екстремальних умовах. Телемедицина в такому випадку стає не просто інструментом надання допомоги, а елементом стратегії збереження життів та забезпечення максимального рівня медичної підтримки навіть у критичних умовах.

Стан дослідження. В останні роки, особливо в умовах сучасних конфліктів, тема телемедицини у військовій сфері стала об'єктом активних досліджень. Публікації, присвячені війні в Україні, підкреслюють такі аспекти: застосування мобільних телемедичних додатків для первинної діагностики та прийняття рішень щодо транспортування поранених (Кузьменко О.М., 2023); використання телемедицини для координації між польовими медиками та госпіталями. Це дозволяє заздалегідь підготувати операційні кімнати та реанімаційні відділення до прийому пацієнтів; значення волонтерських ініціатив у створенні інфраструктури для телемедицини, включаючи забезпечення обладнанням і програмним забезпеченням.

Мета статті. Дослідити ефективність застосування телемедичних технологій для надання невідкладної медичної допомоги пораненим у зоні бойових дій. Проаналізувати переваги, обмеження та практичні аспекти впровадження телемедицини в умовах військових конфліктів, визначити перспективи розвитку цієї галузі та сформулювати рекомендації щодо підвищення ефективності її використання для збереження життів і оптимізації процесу медичної евакуації.

Виклад основного матеріалу. Початок широкомасштабної збройної агресії Російської Федерації проти України сильно повпливав на можливість реалізувати своє право на охорону здоров'я: мільйони осіб залишили свої оселі або навіть країну, а мільйони опинилися у зонах ведення активних бойових дій без змоги безперешкодно і безпечно дістатись до лікарів або закладу охорони здоров'я. При цьому також частими є ситуації, коли дістатись до лікарні можливо, але в ній відсутні необхідні спеціалісти. Функціонування «традиційної» системи охорони здоров'я залежить від наявності інфраструктури, зокрема електромереж, неушкоджених комунікацій, транспорту, наявності палива для автомобілів, а також наявності спеціалістів, які мають змогу регулярно приїжджати на роботу для надання медичної допомоги [3, с. 67].

Телемедичне обслуговування у зоні бойових дій передбачає необхідність розбудови нової організаційної структури медичної підтримки військових підрозділів. Перш за все, потрібна координація між польовими медиками та фахівцями тилових шпиталів і телемедичних центрів. Для цього важливо створити швидкі канали комунікації та визначити пріоритети обслуговування, враховуючи рівень поранень і терміновість випадків. Організаційні процеси також включають навчання медичного персоналу роботі з новітніми телемедичними технологіями та забезпечення регулярного оновлення й обслуговування необхідного обладнання.

Забезпечення стабільного зв'язку в умовах воєнних дій є надзвичайно складним завданням. Для успішної роботи телемедицини потрібні мобільні і портативні пристрої з мінімальними вимогами до інфраструктури, але з високим рівнем автономності. Наприклад, це можуть бути мобільні ультразвукові апарати, кардіомонітори, портативні апарати для лабораторного аналізу. Сучасні телемедичні рішення повинні враховувати, що з'єднання може бути обмеженим, тому вони мають працювати навіть при нестабільному зв'язку. Технічна сторона також включає необхідність інтеграції систем безпеки даних, що забезпечать конфіденційність переданих медичних даних.

Юридичні питання застосування телемедицини у воєнних умовах потребують детального розгляду, адже надання медичних послуг у віддаленому форматі піднімає ряд правових проблем. Серед них: відповідальність медичного персоналу за рекомендації, які надаються дистанційно; правові межі використання телемедичних даних; та захист інформації, що передається у цифровому форматі. В умовах бойових дій конфіденційність даних стає особливо важливою, оскільки будь-яка вразливість може призвести до загрози безпеці військовослужбовців. Нормативне регулювання має включати відповідальність за забезпечення якості допомоги на відстані та захист персональних даних, що є обов'язковою умовою для функціонування телемедицини.

Телемедицина дає унікальну можливість для медичного персоналу, що знаходиться безпосередньо в зоні бойових дій, отримувати підтримку від кваліфікованих лікарів-спеціалістів. Це включає як загальні рекомендації, так і вузькопрофільні поради для випадків, коли потрібно оперативно оцінити складні клінічні симптоми або специфічні травми. Наприклад, поранення, що зачіпають кісткові тканини, внутрішні органи або судини, часто вимагають негайної консультації від ортопедів, хірургів чи судинних спеціалістів. Телемедицина надає доступ до цих фахівців через відеозв'язок, що дозволяє момен-

тально передавати необхідну інформацію, в тому числі зображення ран, рентгенівські знімки, або навіть знімки з ультразвукових апаратів.

Телемедичні консультації на полі бою також охоплюють психологічну підтримку медичного персоналу, який працює в надзвичайно стресових умовах. Лікарі, які безпосередньо залучені до догляду за пораненими, можуть отримувати поради не тільки щодо клінічної допомоги, але й щодо психологічної стабілізації пацієнтів, що зазнали травм. Крім того, телемедицина дозволяє фахівцям у тилу моніторити якість надання медичних послуг у зоні конфлікту та здійснювати нагляд за використанням сучасних медичних технологій [1, с. 11].

Швидкість надання допомоги є критичним фактором, який визначає успіх лікування в зоні бойових дій. Завдяки телемедицині, медичний персонал може скоротити час очікування консультації, зменшити затримки, пов'язані з транспортними труднощами, та уникнути потреби транспортувати пацієнтів у польовий шпиталь для первинного огляду. Коли лікарі можуть спостерігати пацієнта в реальному часі, вони швидко реагують на зміни у стані та коригують протокол лікування, якщо це необхідно. За наявності підключення до системи, вони можуть використовувати телемедичні мобільні додатки або пристрої з інтегрованими алгоритмами для автоматичного аналізу, що допомагає діагностувати критичні стани в мінімальні строки.

Сучасні телемедичні технології дозволяють підтримувати зв'язок навіть у зоні з нестабільним зв'язком. Це досягається завдяки технологіям супутникового інтернету, який є доступним навіть у зонах з обмеженою інфраструктурою. Завдяки цьому медики не витрачають час на перевірку можливості зв'язку та підготовку до консультацій, що дозволяє їм швидко приступити до надання допомоги [2, с. 45].

Телемедичні пристрої з датчиками для моніторингу дозволяють відстежувати життєво важливі показники в реальному часі та передавати цю інформацію лікарям, що знаходяться поза межами зони бойових дій. Завдяки цьому лікарі мають можливість відстежувати пульс, тиск, рівень кисню в крові, температуру тіла, які автоматично знімаються з датчиків, прикріплених до тіла пораненого. Наприклад, медичний персонал може використовувати переносні кардіомонітори або пульсоксиметри, які миттєво передають інформацію через телемедичну систему. Ці пристрої дозволяють фахівцям віддалено контролювати стан пораненого та приймати обґрунтовані рішення щодо необхідності негайного втручання або продовження моніторингу.

Однією з ключових переваг телемедицини є можливість більш ефективного використання ресурсів, які обмежені в зоні бойових дій. Спеціалісти у тилу можуть допомогти обґрунтовано розподілити медичні ресурси на місці, враховуючи реальні потреби поранених. Це означає, що фахівці можуть направити свої знання та обладнання тільки туди, де це критично необхідно, що дозволяє уникнути нераціонального використання препаратів, техніки та інструментів.

Безпека медичних працівників, які працюють в зоні бойових дій, залишається одним з основних пріоритетів. Телемедицина дозволяє надавати допомогу без необхідності фізичної присутності в зоні активних бойових дій. Це особливо важливо для кваліфікованих фахівців, оскільки вони можуть уникати ризикованих умов і водночас продовжувати допомагати пораненим.

Впровадження телемедичних технологій для надання екстреної допомоги пораненим у зоні бойових дій є перспективним, але стикається з низкою обмежень, що потребують уваги та вирішення. Розглянемо кожен із викликів детально.

1. Надійність та безперебійність зв'язку

Однією з основних умов ефективного використання телемедицини є наявність стабільного і надійного зв'язку. У зонах бойових дій, особливо у віддалених і важкодоступних районах, забезпечення безперебійного інтернет-з'єднання є значним викликом. Бойові дії можуть призвести до руйнування інфраструктури, через що традиційні комунікаційні канали стають недоступними або ненадійними. У таких умовах зв'язок може забезпечуватися за допомогою супутникових технологій, але вони теж мають обмеження, зокрема через погодні умови або навантаження на мережу. Крім того, важливо, щоб зв'язок був захищеним, адже передача медичних даних у реальному часі вимагає високого рівня конфіденційності та захисту від можливого перехоплення даних противником.

Для вирішення цього питання розглядаються технології захищеного мобільного зв'язку, супутниковий інтернет, такі як Starlink, які можуть бути швидко розгорнуті у бойових умовах. Утім, навіть такі технології не завжди гарантують стабільність з'єднання на 100%, і відсутність зв'язку в критичний момент може призвести до затримок у наданні допомоги. Цей виклик потребує розробки та впровадження автономних систем передачі даних, що здатні функціонувати у випадках часткової втрати з'єднання.

2. Доступність необхідного обладнання

Ефективне використання телемедицини неможливе без доступу до спеціалізованого обладнання, такого як переносні пристрої для моніторингу життєвих показників (пульсоксиметри, портативні електрокардіографи), мобільні комплекси для ультразвукових обстежень, камери високої роздільної здатності для передачі зображень ран тощо. У бойових умовах важливо, щоб це обладнання було не лише доступним, а й легким для транспортування, простим у використанні та стійким до механічних пошкоджень і погодних умов.

Одним з можливих рішень є комплектування військових медичних підрозділів спеціалізованими телемедичними рюкзаками, що містять необхідні пристрої. Проте це потребує значних ресурсів для оснащення кожного підрозділу, а також регулярного технічного обслуговування обладнання. Крім того, через інтенсивне використання та польові умови воно може швидко виходити з ладу, що ускладнює забезпечення тривалого функціонування телемедичних систем.

3. Навички персоналу

Щоб ефективно використовувати телемедичні технології, медичний персонал, що працює у зоні бойових дій, має володіти спеціальними навичками. Медикам необхідно знати, як правильно налаштувати обладнання, встановити зв'язок із фахівцями, а також передати точну та структуровану інформацію про стан пацієнта. Ці знання є специфічними та відрізняються від стандартної медичної підготовки, що вимагає додаткових тренінгів та навчальних програм для військових медиків.

Одним з рішень може бути впровадження навчальних курсів з телемедицини в програму підготовки військових медиків. Такі тренінги повинні охоплювати не лише технічні аспекти роботи з обладнанням, але й основи телемедичного протоколу, структурування інформації для віддалених консультацій,

а також основи кібербезпеки для захисту персональних даних. Утім, організація та проведення навчання в умовах постійної ротації кадрів та бойових дій може стати додатковим викликом.

4. Правові та регуляторні аспекти

Використання телемедицини у зоні бойових дій також має низку правових обмежень, що стосуються відповідальності за лікування, конфіденційності даних і юрисдикції. Наприклад, у випадку віддаленої консультації може бути складно визначити, хто несе відповідальність за можливі ускладнення у пораненого – медик, що безпосередньо знаходиться на місці, чи лікар, який надавав рекомендації дистанційно. Також, через особливий режим зберігання і передачі медичних даних, можуть виникати проблеми з конфіденційністю та безпекою персональної інформації.

Щоб вирішити ці питання, необхідно розробити чіткі правові норми, які регулюють використання телемедицини у військових умовах. Це може включати положення про розмежування відповідальності, заходи безпеки для захисту медичних даних, а також визначення юрисдикції для віддалених лікарів. Однак впровадження таких норм може потребувати значного часу, особливо зважаючи на те, що законодавство у різних країнах може відрізнятися [5, с. 94].

5. Психологічні бар'єри

Деякі військові медики, особливо ті, що звикли до традиційних методів надання допомоги, можуть скептично ставитися до використання телемедичних технологій. Вони можуть вважати, що дистанційна консультація не замінює особистого контакту з лікарем або що обладнання може дати похибку у складних умовах, як-от обмежена видимість чи нестабільне положення пацієнта. Такий скептицизм може знижувати ефективність використання телемедичних рішень і потребує змін у ставленні медиків до новітніх технологій.

Вирішенням цієї проблеми може стати підвищення обізнаності та роз'яснення ефективності телемедицини. Важливо проводити навчальні програми, де військові медики матимуть змогу ознайомитися з успішними випадками надання допомоги з використанням телемедицини та зрозуміти, що ці технології доповнюють традиційні методи, а не замінюють їх. Проведення інформаційних кампаній, показ досліджень та реальних прикладів може допомогти знизити скептицизм і зміцнити довіру до нових технологій.

Для ефективного подолання цих викликів необхідно комплексно підходити до впровадження телемедичних рішень, приділяючи увагу технічним, організаційним, правовим та освітнім аспектам.

Висновки. Застосування телемедицини для надання невідкладної допомоги пораненим у зоні бойових дій має значний потенціал для підвищення якості та доступності медичного забезпечення військовослужбовців в екстремальних умовах. Телемедичні рішення дозволяють залучати кваліфікованих фахівців, скорочувати час надання допомоги, покращувати моніторинг стану пацієнтів та раціонально використовувати обмежені ресурси.

Водночас, впровадження телемедицини у воєнній сфері вимагає вирішення низки технічних, організаційних, правових та освітніх завдань. Зокрема, необхідно забезпечити надійність та безпеку телекомунікаційних каналів, наявність необхідного обладнання та навичок персоналу, а також врегулювати правові аспекти дистанційного надання медичної допомоги.

Комплексний підхід до розвитку телемедичних можливостей у системі військової охорони здоров'я дозволить підвищити ефективність надання невідкладної допомоги пораненим у складних умовах бойових дій.

Застосування телемедицини для надання екстреної допомоги пораненим у зоні бойових дій має суттєві переваги, але також стикається з викликами, які потребують вирішення. Надійність зв'язку, доступність обладнання, підготовка персоналу, правові питання та подолання психологічних бар'єрів – це ключові аспекти, що впливають на успішність впровадження телемедичних технологій у військовій сфері.

Література:

1. Бабкін О.В., Петров Д.О., Ткачук Р.Л. Телемедицина в системі медичного забезпечення військ (сил): сучасний стан і перспективи розвитку. *Systemy i Srodki Informatyki*. 2019. Т. 29. № 2. С. 11–22.
2. Хавронюк О.М., Мусієнко О.П., Маслово Г.С. Застосування телемедичних технологій для надання невідкладної медичної допомоги в умовах бойових дій. *Військова медицина України*. 2017. Т. 17. № 2. С. 45–52.
3. Калига І.В., Романчук Л.М. Перспективи використання телемедицини в системі медичного забезпечення Збройних Сил України. *Військова медицина України*. 2019. Т. 19. № 3. С. 67–74.
4. Mitchell K.D., Doyle G.S., Kwon Y. Telemedicine applications in forward surgical and medical support. *U.S. Army Medical Department journal*. 2015. P. 95–101.
5. Canfield C., Galarneau M., Maynard C., et al. Telemedicine during transport and resuscitation in the combat setting. *Journal of special operations medicine*. 2017. Vol. 17. № 3. P. 94–99.

Kovalov K. Analysis of the effectiveness of the use of telemedicine for providing emergency care to the wounded in the combat zone

Summary. The rapid development of digital technologies opens up wide opportunities for providing medical care in conditions of limited access to qualified medical specialists and the impossibility of direct contact between the doctor and the patient. The implementation of telemedical technologies is especially relevant in cases of providing emergency aid to

the wounded in a combat zone, where time and coordination are of crucial importance. This scientific article analyzes the effectiveness of the use of telemedicine for emergency assistance to servicemen who were injured in active hostilities, as well as the possibilities of its integration into existing medical support systems.

Based on the analysis of the practical experience of using telemedicine in military conditions, in particular the Ukrainian experience during the modern war, its main advantages are determined. These include: the promptness of providing medical assistance, the possibility of remote consultation of doctors from various specialties, increasing the accuracy of diagnosis and monitoring the patient's condition in real time. Special attention is paid to the analysis of technical solutions, such as mobile applications, telemetry equipment and the use of secure data transmission channels, which ensure the reliability of communication even in conditions of radio electronic suppression.

The paper also examines the key organizational aspects of implementing telemedicine, including the creation of coordination systems between combat medics, evacuation units, and hospitals, training medical personnel to work with digital platforms, and developing standard operating procedures for using telemedicine solutions in the field.

Along with this, the limitations associated with the use of telemedicine were investigated: dependence on the availability of technical equipment, the need for stable communication and high costs of infrastructure implementation. The article offers recommendations for the further development of telemedicine systems, in particular, the introduction of innovative artificial intelligence technologies for the automation of diagnostic processes, the creation of integrated platforms for data exchange and simulations to improve field medical operations.

Thus, telemedicine can become an effective tool for reducing mortality and improving the quality of emergency care in military settings, contributing to the optimization of medical processes and saving lives.

Key words: telemedicine, emergency medical assistance, wounded, hostilities, information technologies in health care.