

Робак І.Ю.

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Демочко Г.Л.

Харківський національний медичний університет

ВИНАХІДНИЦТВО НА СЛУЖБІ ВІТЧИЗНЯНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ МЕДИЦИНИ В ПЕРШЕ ДЕСЯТИЛІТТЯ СУЧАСНОЇ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ: ІСТОРІЯ РОЗРОБОК І ВПРОВАДЖЕНЬ НА ДОГОСПІТАЛЬНОМУ ЕТАПІ

Історичний досвід доводить, що війни спонукають людство до потужних досягнень у багатьох галузях науки та техніки. Нинішня російсько-українська війна не є винятком. На підставі відкритих джерел простежено розвиток і впровадження українських та зарубіжних інновацій у практику військової медицини Сил Оборони України у перше десятиліття цієї війни на догоспітальному етапі, оцінено та узагальнено початковий досвід їх застосування на полі бою, проаналізовано проблеми, з якими зіткнулися розробники та військово-вслужбовці у ході впровадження науково-технічних новацій і розглядають шляхи їхнього розв'язання. Головну увагу приділено інноваціям, пов'язаним з електротехнікою. Наведено приклади нових організаційних форм проведення досліджень та реалізації перспективних проєктів, пов'язаних із науковим узагальненням досвіду медичної науки та практики воєнного часу. Продемонстрована потужна та різнобічна робота українських вчених, інженерів, техніків, підприємців, інвесторів, військових тощо. Зроблено висновок, що розвиток електротехніки для тактичної медицини в Україні має й міжнародне значення. Адже в сучасному світі багато «гарячих точок» та їх кількість збільшується. Електротехніка потреб війни розвивається динамічно і дуже швидко. І українські розробки надають цьому процесові потужного імпульсу. На досвіді російсько-української війни, яка триває, вказано на окремі напрями електротехніки для української тактичної медицини, що увійдуть в історію науки та техніки. Це дистанційна діагностика на базі телемедицини, роботизовані системи евакуації поранених (евакуаційні дрони), мобільні шпитали, оснащені новітнім електрообладнанням тощо. Українська медична електротехніка, стимульована війною, дає неоціненний імпульс розвитку теорії та практики цивільної медицини.

Ключові слова: автоматика, автоматичні пристрої, електровимірювальні прилади, електротехніка, електротехнічне устаткування, історія науки та техніки, методи електровимірювань, обчислювальна техніка, тактична медицина, телемеханіка.

Постановка проблеми. Глобальні процеси свідчать, що в часи негараздів і потрясінь людське суспільство здійснює чи не найякісніші стрибки в розвитку багатьох напрямів науки та техніки. Війна є таким найпотужнішим чинником винаходів і раціоналізацій, як і катастрофи, епідемії, стихійні лиха тощо. Мобілізуючи всі свої сили, людство винаходить, апробує та впроваджує інновації. Плідними для практики на війні стали міждисциплінарні винаходи на стику медицини та електротехніки. Міждисциплінарний підхід дозволяє по-новому поглянути на запити та потреби часу і створити принципово нові продукти в галузях електротехніки, автоматики, телемеханіки та

медицини. Те, що вчора ще було передовими винаходами, сьогодні вже стало славетними сторінками історії науки та техніки. І сучасна російсько-українська війна в цьому плані не стала винятком.

Постановка завдання. У запропонованій розвідці автори ставлять перед собою мету оцінити та узагальнити досвід тактико-медичних інновацій у контексті міждисциплінарного наукового пошуку, пов'язаного з електротехнікою, за останні десять років, коли на теренах України точиться російсько-українська війна. Під такими інноваціями автори розуміють науково-технічні розробки для надання медичної допомоги на догоспітальному етапі, націлене на усунення попереджуваних при-

чин смерті, за принципами, що враховують загрозу від бойових дій, головним чином на полі бою. Це дозволяє розкрити означену тему та продемонструвати потужну різнобічну роботу українських науковців, інженерно-технічних працівників, підприємців, військовиків тощо. Догоспітальний етап є першим з чотирьох рівнів надання медичної допомоги. Другий, третій та четвертий рівні вважаємо перспективними напрямками для подальших досліджень [1; 2, с. 18, 21].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для дослідження використовувалися наявні відкриті джерела, зокрема, офіційний сайт Міністерства оборони України, нормативно-правові акти та керівні державні документи з організації медичного забезпечення Збройних Сил України, матеріали наукових установ, патенти, матеріали з офіційних сайтів громадських організацій, благодійних фондів, що дозволяє отримати цінну наукову інформацію з окресленої тематики.

Питання запровадження інновацій завжди цікавило українську громадськість, медиків, науковців різних галузей. Особливо актуальним воно стало з початком Антитерористичної операції / Операції об'єднаних сил (АТО/ООС), коли на шпальтах газет, наукових журналів, інтернет-видань почали з'являтися повідомлення про новинки військового часу. Для підготовки статті автори використовували доступні Інтернет-ресурси, статті у наукових журналах, університетських вісників, збірки наукових праць Української військово-медичної академії, енциклопедичні видання, наукові та навчально-методичні праці, навчальні посібники тощо.

Виклад основного матеріалу. Російсько-українська війна, що почалася 2014 р., та повномасштабне вторгнення агресора 2022 р. поставили перед українським суспільством низку складних, але вкрай важливих завдань – в першу чергу розробити ряд інновацій для надання допомоги на полі бою. Адже вже в перші роки війни, коли вона ще носила локальний характер, цифри людських втрат вже жахали. Так, за період з 14.04.2014 до 31.12.2019 кількість жертв сягнула приблизно 41–44 тис. осіб, з яких 13–13,2 тис. загиблих та 29–31 тис. поранених [3].

Із початком антитерористичної операції на сході України проведено аудит відомчих медичних служб, який продемонстрував у своєму висновку чималі проблеми як суто медичного, так і технічного характеру. Зокрема, військовослужбовці не були укомплектовані індивідуальними засобами медичного захисту, а наявні просто не вміли використовувати. Військові формування не мали бро-

нованого транспорту для транспортування поранених з поля бою. Медичне обладнання, низка автоматичних пристроїв та електротехнічне устаткування морально та технічно застаріло, а лікарські бригади не забезпечувалися засобами життєдіяльності. При цьому навіть самі медики не були обізнані з особливостями перебігу бойових патологій, застосовували неправильну тактику лікування, мали проблеми із діагностикою, що надалі створювало проблему для тилових спеціалістів, провокувало ускладнення у пацієнтів [4]. Цікаво склалася ситуація і з закупівлею медичного оснащення згідно з вимогами міжнародних протоколів. Через те, що старезне вже недієве майно, але із необмеженим терміном придатності, ще зберігається на складах, то списати його не виявлялось можливим, отже й закупити нове прогресивне електротехнічне устаткування – зась!

На підставі Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» в Україні при Національній академії медичних наук України Постановою НАМН України від 22.11.2018 р. № 8/3 «Про створення при Президії НАМН України позаштатного відділу військово-медичної науки» створено позаштатний відділ військово-медичної науки. Очолив його генерал-майор медичної служби Ігор Лурін. Метою відділу було створення умов для організації та координації провадження спільної наукової діяльності та виконання сумісних проєктів, пов'язаних з науковим узагальненням досвіду медичної науки та практики при проведенні АТО/ООС на національному рівні [5].

Отже, підтримка медичних інновацій, зокрема – впровадження від вітчизняних учених – набуло надважливого законодавчо затвердженого значення. Медичних інновацій у сфері військової медицини очікували усі, і чи не найбільше ті, хто безпосередньо стикався із різними бойовими травмами – медики та їхні пацієнти на різних ділянках: на полі бою і в тилу.

Потужна робота розгорнулася в усіх ланках – в закладах вищої освіти, науково-дослідних інститутах тощо. Цікаво й те, що спільна біда підштовхнула суспільство до самоорганізації. І в плані медичних інновацій також. 2020 року в Україні, в м. Луцьку створено громадську організацію Технопарк «Центр медичних інновацій», який став креативним простором для медичних закладів, влади, представників бізнесу, інвесторів [6]. Підтримка найперспективніших технологічних стартапів талановитих науковців – основна мета діяльності організації.

Для першого (догоспітального) рівня треба зазначити, що мета дії лікарів у даному сег-

менті – надання екстреної медичної допомоги та лікування хворого до 2 діб, догляд за пораненим на полі бою чи у зоні ведення бойових дій. Ефективна медична допомога на полі бою досягається високим рівнем теоретичної та практичної підготовки медичного персоналу [7, с. 42].

Медична електротехніка та телемедичний скринінг. Вітчизняна медична електротехніка сьогодні активно використовується як для потреб цивільного населення, так має і потужний потенціал для запровадження у лікуванні військових. Все більше автоматичні пристрої замінюють ручне приладдя. І електровимірювальна техніка для артеріального тиску, яким набагато зручніше користуватися в екстрених умовах, далеко не єдиний приклад. Далі – більше.

Цікавою стала новітня розробка – український апарат для низькочастотної електротерапії, розроблений та удосконалений за новими методиками фірмою «Радмир» за участі та наукової підтримки Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» [8; 9]. Постійний електричний струм незначної сили, який використовується в методиці гальванізації, позитивно діє на організм людини та має протизапальну, лімфодренажну, гіпоалергенну і седативну дію. Додатковою можливістю електротехніки є зміна полярності електродів з пульта управління. Апарат формує сім видів струмів, його можна використовувати для діадинамофорезу, ампліпульстерапії, флюктуоризації, короткоімпульсної електроанальгезії.

Завдяки одеським та харківським науковцям отримала новий імпульс і озонотерапія та світлодіодна терапія. Сьогодні у медицині активно використовується методика внутрішньовенного введення озонного фізіологічного розчину, який має імуномодельную, протизапальну, бактерицидну, фунгіцидну та анальгетичну дію. Апарат BOZON-MOF – переносний модернізований модуль – після використання у пацієнтів показує нормалізацію параметрів оксидантної та антиоксидантної систем організму. Світлодіодна терапія також отримала поштовх у Харкові, коли на базі Науково-виробничої медико-біологічної корпорації «Лазер та Здоров'я» ХНУ імені В. Н. Каразіна розробили новітні лазерні апарати з інноваційними характеристиками [10, с. 31].

Питання ранньої діагностики є наріжним в усіх галузях медицини. Загальновідомо, що від цього залежить швидкість та якість лікування. В умовах воєнних дій, коли складно отримати консультацію досвідчених лікарів, вузьких спеціалістів,

на допомогу приходять автоматика, телемеханіка та дистанційні технології, зокрема – телемедицина. Вчені з Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» д.т.н. Є. І. Сокол, д.т.н. А. В. Кіпенський, к.т.н. М. А. Шишкін та к.т.н. К. К. Колісник дослідили можливості удосконалення мобільних телемедичних систем. Вони запропонували використовувати новий метод електричних вимірювань – радіоканал GSM/GPRS-зв'язку для збору інформації від пацієнта – рівня артеріального тиску, температури тіла, рівня сатурації та даних автоматичних пристроїв ЕКГ – із запровадженням модифікованого алгоритму усереднення, який базується на диференційованому підході до різних ділянок біологічного сигналу. Це дозволяє ефективно фільтрувати його на першому етапі підготовки для передачі.

Вивчення питань телемедицини якісно змінилося у 2020-му, коли весь світ поринув в епідемію SARS, викликану новим типом вірусу COVID-19. Потужною базою для вивчення окремих аспектів стала лабораторія біомедичної електроніки НТУ «ХПІ», яка була заснована ще 1998 року. Для України COVID-19 означав не тільки захворюваність та смертність серед цивільного населення, але й втрати серед військових. У них, зі зрозумілих причин, протікання коронавірусної інфекції відбувалося гірше: умови військових дій не сприяли вчасній ізоляції хворих, нестача ліків, похибки у діагностиці застарілою електротехнікою або взагалі без неї – все це значно ускладнювало ситуацію. Українські вчені Є. Сокол, К. Колісник, С. Лапта, С. Коваль та О. Аврунін зауважили, що у вирішенні подібних проблем треба якнайширше використовувати потужності телемедичних систем (телемедичний скринінг, теледіагностика та телемоніторинг) [11], адже провести повне й якісне обстеження у зонах ризику неможливо. Комплекс телемедичної діагностики епідемій та пандемій має забезпечити швидку та якісну діагностику територіально роз'єднаних пацієнтів різних соціальних груп, які перебувають в умовах індивідуальної чи групової ізоляції. Останнім прикладом як раз і є перебування військових в умовах, коли вони ізолювані у своєму підрозділі та не мають таких можливостей, як цивільні – звернутися до сімейного лікаря, здати аналізи в лабораторії, визначити свій стан здоров'я відповідним чином.

Комплекс телемедичної діагностики епідемій та пандемій містить телекомунікаційну мережу для збору, обробки та передачі біометричної цифрової інформації та відеозображень, яка об'єднує низку мобільних та дистанційних засобів діа-

гностики з центральним пунктом керування. Як центральний пункт управління комплексом використовується спеціалізована медична установа, до складу якої входять необхідні медичні спеціалісти для аналітичного дослідження та обробки отриманої біометричної інформації сучасною обчислювальною технікою, а також центральний сервер і відповідні бази даних, що дозволяють накопичувати та систематизувати отриману інформацію. Він має необхідні телекомунікаційні засоби для забезпечення зв'язку з регіональними та центральними органами влади, а також географічно розподіленими медичними установами, безпосередньо залученими до проблем пандемії.

Мобільний шпиталь. Результат роботи медичних бригад на полі бою є надзвичайно важливим з точки зору правильності та своєчасності надання медичної допомоги. Але і тут медики не всесильні янголи, якщо не буде змоги якнайшвидше транспортувати пацієнта до тилу. Час між наданням первинної допомоги та отриманням лікування у лікарні чи військовому госпіталі у тилу так само важливий і загрозливий для бійця із важкими пораненнями. Саме тому українські вчені та практичні лікарі взялися за розробки та надали Командуванню Медичних Збройних Сил України безпрецедентну для нашої країни розробку – дванадцятиметровий автобус марки Mercedes-Benz, який є по суті мобільним шпиталем, забезпеченим найсучаснішим електротехнічним устаткуванням. Медична інновація працює безпосередньо поряд із зоною бойових дій, де допомога пораненим бійцям потрібна більше за все.

Ідея створити відділення на колесах належить львів'янину Ярославу Кашубі, очільнику організації «Інноваційний фонд». Втілює її у життя та розробив автобус лікар Віталій Багіров – українець за походженням, який давно проживає в Німеччині, але одразу відгукнувся на потреби української армії. Він вивчив стандарти НАТО та потреби українського війська, після чого сконструював перший такий мобільний шпиталь у світі [12].

Сучасна техніка та електротехнічне устаткування у мобільному шпиталі вражають – два операційних крісла, п'ять місць для реанімації поранених, сім моніторів життєдіяльності, сім перфузорів, коагулятори, відсмоктувачі рідини, електровимірювальні прилади апарати УЗД та ШВЛ. Є навіть стоматологічне крісло для проведення втручань на щелепно-лицевому скелеті, а також потужна точка Wi-Fi для телемедицини. Працювати тут може бригада з трьох лікарів та медсестри. Двигун автобуса забезпечує безпере-

бійне живлення від інвертора. Вартість цієї інновації – 150 тисяч євро, при цьому зроблений мобільний шпиталь повністю на донати від небайдужих. Гроші переважно жертвували українці, які перебувають у Німеччині, та самі німці. Очікується, що держава зацікавиться цією розробкою, та таких мобільних шпиталів у війську стане більше.

Евакуаційні дрони. Мобільний шпиталь – чудова розробка в електротехніці, коли постраждалого бійця можна евакуювати з поля бою за допомогою парамедиків, побратимів, або людина надає собі першу допомогу самотужки, після чого вибирається з-під вогню до безпечного місця й там вже отримує кваліфіковану допомогу. Але ці ситуації трапляються далеко не завжди. Якщо боєць залишився наодинці та не може дістатися безпечного місця, йому допомагає нова розробка українських інженерів – евакуаційний дрон. Як кажуть, нинішня війна – війна дронів. Телемеханіка може не тільки вбивати ворога, але й рятувати життя українським бійцям.

Українські інженери розробили для порятунку таких військових спеціальний тип дронів – наземний, який так само, як і літальна модель, керується дистанційно. Ініціаторами такого винаходу стали бійці з підрозділу «Вовки да Вінчі». Автоматика має камери для відстеження місцевості, може перевозити на собі вагу двісті кілограмів та вирушає вглиб небезпечної зони на півтора кілометра за відеосигналом і на до 2,5 кілометрів за сигналом пристрою дистанційного управління. Особливість рятувальної електротехніки в тому, що вона рухається безшумно, її непомітно у траві, а перетинаючи місцевість із різним ландшафтом дрон успішно справляється із завданням завдяки гусеничним стрічкам. Працює автоматичний пристрій на акумуляторах. Людина, яка керує дроном, може, завдяки камерам з кутом огляду 120 градусів, бачити усе, що відбувається навколо [13].

Не дивлячись на те, що пристрій більше нагадує дитячу забавку або гаражний стартап, він виявився досить дієвим на фронті і вже рятує життя військових. Висота дрону розрахована таким чином, щоб навіть при ураженні кінцівки людина могла сама піднятися на платформу, а для фіксації тулуба є спеціальні реміні. Перший дрон розробили з китайських запчастин в Харкові, сьогодні для електротехніки вже використовуються вітчизняні деталі. Використання понад півроку на передовій довело не тільки ефективність автоматичного пристрою, але й підняло проблему виготовлення такого дрону, адже для фронту потрібні тисячі подібних «рятувальників».

Оновили конструкцію волонтери з Рівненщини, які уважно вивчили принцип роботи першого дрону, що був у «Вовків да Вінчі», та створили більш потужний автоматичний пристрій – модель «Живчик» для 10-ї окремої гірсько-штурмової бригади «Едельвейс». Вантажність збільшили до 250 кг, швидкість – 10 км/год, а проїхати такий дрон може близько 13 км. Збільшилася й акумуляторна ємність. Ціна розробки – 240 тис. грн, гроші на дрон збирають волонтерські організації [14].

У листопаді 2023 року подібний дрон розроблений інженерами і в Бучі, але ця інновація має прохідну потужність до 3,5 кілометрів і пересувається такий пристрій на шести повноприводних колесах. Швидкість дрону 20 км на годину, а потужність розрахована на перевезення військового з повним комплектом амуніції [15]. Автоматика вже була на «нулі» та рятувала життя українським бійцям. Сконструював наземний дрон інженер Руслан Заторський, який на сьогодні вже тричі апгрейднув пристрій, а народилася інноваційна телемеханіка у Полтаві, де отримала лагідну назву «Возик». Дрон тестували в різній місцевості при різних погодних умовах. Керувати електротехнікою можна завдяки безпілотнику, що дозволяє не втратити зв'язок в складних умовах потужних обстрілів.

Виробництвом евакуаційних дронів займаються не лише фахові інженери, долучилися до цього і студенти Київської політехніки, які від першого дня війни стали допомагати чим могли, зокрема – збирали електроніку для евакуації. Це нова модель електротехнічного обладнання для евакуації, яка має так само, як і дрон, дистанційне керування, але конструкція значно легша. Очолив команду розробників д.т.н., професор, проректор з наукової роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського Віктор Пасічник. Електроніка – мобільний автоматичний пристрій, він швидко складається та розкладається вручну. На електроніку можна встановлювати гусениці в залежності від потреб місцевості. Параметри такої конструкції – вантажопідйомність 120 кг, дальність 5 км, така сама й швидкість ходу за годину [16].

Проектувальник електроніки – Дмитро Мамонов, переселенець із Слов'янська, який наприкінці 2022 року віднайшов рішення для вивезення поранених військових із зони бойових дій. Він зацікавився спочатку багатоцільовою роботизованою платформою THeMIS естонського виробництва (300 тис. євро), яку отримала Україна, але почав працювати над пошуком власного рішення в телемеханіці, щоб значно здешевити

конструкцію, адже для фронту автоматичних пристроїв треба багато. Сконструювавши перші носії на рубежі 2022–2023 рр., він звернувся до бійців та медиків, вислухав критичні зауваження, оновив проєкт та представив його наново компаніям, які, на жаль, не виявили зацікавленості. Коштували носії Д. Мамонова усього лише 70 тис. грн [17]. На щастя, представники Київської політехніки імені Ігоря Сікорського підтримали ініціативу конструктора та стали збирати цей надто важливий для бійців пристрій-рятівник.

Відомі непоодинокі випадки, коли медичні новачки пропонувалися ще до війни, але прогресивні розробки не знаходили фінансової підтримки та не запроваджувалися в державній медицині. Незважаючи на складні обставини через війну, українські вчені продовжили працювати, але для плідної роботи їм критично потрібні підтримка та довгострокові інвестиції на основі державно-приватного партнерства, запровадження грантової форми фінансування, персоналізація фінансування проривних передових наукових груп, опрацювання стандартів, активізація міжнародного партнерства тощо.

В Україні пройшли випробування саме роботизовані системи для медичної евакуації. З нагоди Всесвітнього дня екстреної медичної допомоги у травні 2024 року дев'ять випробувань від семи українських виробників показали демонстрації своїх інновацій з метою привернути увагу до вітчизняних розробок в галузі електротехніки та телемеханіки [18]. «Така техніка потрібна на фронті, вона рятує життя як поранених, так і військових медиків. Наші виробники вміють робити якісні продукти, але для їх закупівлі потрібні додаткові кошти», – зазначила заступниця міністра з питань стратегічних галузей промисловості Анна Гвоздяр [там само].

Пошук коштів ведеться й на власне українських платформах. Так, створено благодійний фонд Brave Inventors, де кожен винахідник може розмістити свою інновацію та зацікавити донаторів і отримати кошти на впровадження чи закупівлю для фронту. На сайті від інженерної групи «RoboForge» вже представлена мультифункціональна платформа «Гном» – невеликий за розмірами самохідний дистанційно керований візок на гусеничному ходу, який виконує одразу три мети: логістичну, саперну та евакуаційну [19]. Розробка є, чекає на фінансування.

Питанням виробництва та постачання евакуаційних дронів в 2024 році нарешті зайнялися посадовці. Радник міністра з питань стратегічних

галузей промисловості Ярослав Олійник вже провів тестування моделей електротехніки, поспілкувався з медиками та військовими [20]. Телемеханіка показала свої чудові тактико-технічні характеристики і, якщо вони пройдуть випробування під дією засобів РЕБ, то є надія, що такі вироби приймуть на потік провідні підприємства країни, адже евакуаційні дрони вітчизняного виробництва значно дешевші за іноземні аналоги.

Висновки. Сьогодні українські інновації продемонстрували свою значущість та довели, що вони можуть конкурувати із світовими аналогами, успішно використовуються на практиці в польових та тилових умовах, а електротехнічні винаходи не гірші за іноземні. Тепер справа за регулюванням цієї сфери на законодавчому рівні та у фінансовій підтримці від держави.

Розвиток електротехніки для тактичної медицини має неабияке значення не тільки з погляду на російсько-українську війну, але й в розрізі інших сучасних подій у світі. Актуальність даних розробок для науки й техніки не зменшиться, адже сьогодні в світі є чимало «гарячих» точок та існують реальні перспективи їхнього збільшення. Ескалація напруженості відбувається на Близькому Сході, в китайсько-тайванському і корейському регіонах... Електротехніка для потреб війни розвивається динамічно та дуже стрімко. Щодня вона рухається до нових від-

криттів та удосконалень вже існуючого обладнання. Зараз, на досвіді сучасної російсько-української війни, вже можна відзначити певні напрями електротехніки для української тактичної медицини, що в подальшому увійдуть в історію науки і техніки. Це дистанційна діагностика, яку раніше широко не застосовували в умовах ризику. Телемедицина наближує фахівця з тилу до пораненого в зоні ведення бойових дій. Військовий медик може отримати фахову консультацію вузького спеціаліста, а тиловий лікар здатен відстежувати стан пацієнта у реальному часі завдяки радіоканалу GSM/GPRS-зв'язку, допомагаючи в діагностиці та лікуванні. Потужним кроком уперед стали створені роботизовані системи евакуації поранених (евакуаційні дрони), які дозволяють уникати втручання людини в низку процесів, що зберігає життя воїнів на фронті, та мобільні шпитали із більш широкими можливостями, ніж раніше. Українська медична електротехніка, стимульована війною, вносить неоціненний внесок і для розвитку медицини та охорони здоров'я мирного часу. Вона змінює не лише способи лікування та діагностики, але й розширює можливості наукових досліджень та технічних розробок. Інновації створюють нові стандарти в охороні здоров'я та сприяють розвиткові міждисциплінарних напрямів, як от біоінженерія та нейротехнології.

Список літератури:

1. Страфун С. С. Тактика хірургічного лікування поранених із вогнепальними травмами верхньої кінцівки в сучасних умовах. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2021. № 2. С. 10–17.
2. Медичне забезпечення антитерористичної операції та операції об'єднаних сил : наук.-допом. бібліогр. покажч. Вип. 1 / упоряд.: Корнілова Л. Є., Самчук Л. І. Київ, 2021. 392 с.
3. Шоста річниця початку АТО: цифри і факти. *Слово і діло*. URL: <https://surl.li/kcfwsl> (дата звернення: 15.02.2025).
4. Жаховський В. О., Лівінський В. Г. Воєнно-медична доктрина України як інструмент державного управління у формуванні системи медичного забезпечення військ і цивільного населення у воєнний час. *Інвестиції: практика та досвід*. 2015. № 1. С. 158–159.
5. Створення відділу військово-медичної науки при Президії НАМН України. Академія медичних наук України. URL: <https://surl.li/jolxnv> (дата звернення: 18.02.2025).
6. Центр медичних інновацій. URL: <https://www.medtechnopark.com.ua> (дата звернення: 25.02.2025).
7. Медичний захист військ : навчальний посібник / С. О. Гур'єв, Ю. В. Шкатула, В. П. Печиборщ та ін. Суми : Сумський державний університет, 2017. 175 с.
8. Кіпенський А. В., Верещак В. О., Смотров І. В., Діцький В. І., Міхненко М. Ю. Фізіотерапевтичні апарати нового покоління. *Східноєвропейський журнал внутрішньої та сімейної медицини*. 2019. № 1. URL: <http://www.internalmed-journal.in.ua/archives/1532> (дата звернення: 10.03.2025).
9. Kipenskyi A., Kulichenko V., Babkova N. History and perspectives of electrotherapy development. Socio-humanitarian and technical technological explorations of modern science : collective monograph. Sherman Oaks, California : GS Publishing Services, 2023. P. 193–226.
10. Лазер і здоров'я. Серія «Фізична та біомедична електроніка» : монографія. Харків : Комунальне підприємство «Міська друкарня», 2024. 387 с.
11. Reducing the Risks of Medical Diagnosis in an Epidemic or Pandemic. *IEEE. KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2020. P. 351–356.

12. Командуванню Медичних сил ЗСУ передали мобільний шпиталь для допомоги пораненим захисникам України. URL: <https://surl.li/syswrc> (дата звернення: 26.02.2025).
13. Наземний дрон для евакуації поранених воїнів розробили українські інженери. Міжнародний український телеканал FREEDOM. URL: <https://surl.li/joxhsx> (дата звернення: 16.03.2025).
14. Климчук Т., Грунтківська А. «Рятувати поранених мають роботи»: волонтери з Рівненщини передали наземний дрон ЗСУ. – Суспільне. Рівне. URL: <https://surl.li/jrnejj> (дата звернення: 15.03.2025).
15. Морозова А., Проскуров Б. Малий, але міцний та спритний: як працюють наземні дрони для евакуації поранених військових. 5 канал. URL: <https://surl.li/nhzcgx> (дата звернення: 20.03.2025).
16. КППшники збирають унікальні електроноші для евакуації поранених. YouTube. URL: https://www.youtube.com/watch?v=U9ThKq_9Tsg Дата звернення: 24.02.2025;
17. Чириця І. Електроноші, які зможуть рятувати життя поранених бійців. УкрІнформ. URL: <https://surl.li/xkogaw> (дата звернення: 11.03.2025).
18. Мухін Д. В Україні випробували роботизовані системи для медичної евакуації. The Page. URL: <https://surl.li/lxpv1b> (дата звернення: 26.02.2025).
19. Дистанційно керована гусенична платформа «Гном». Brave Inventors. URL: <https://surl.li/qqujee> (дата звернення: 12.03.2025).
20. Дедей В. В Україні провели випробування безпілотників для евакуації військових. Дзеркало тижня. URL: <https://surl.li/gekoov> (дата звернення: 10.03.2025).

Robak I.Yu., Demochko H.L. DEVELOPMENT OF INVENTIONS ON SERVICE OF NATIONAL MILITARY MEDICINE DURING THE FIRST DECADE OF THE MODERN RUSSO-UKRAINIAN WAR: HISTORY OF DEVELOPMENTS AND IMPLEMENTATIONS AT THE PRE-HOSPITAL STAGE

Historic experience approves that wars stimulate humanity to powerful achievements in many branches of science and technology. The current Russo-Ukrainian war is not an exception. The authors of the article have tracked the development and implementation of Ukrainian and foreign innovation in the practice of military medicine of the Defense Forces of Ukraine during the first decade of this war at the pre-hospital stage on the basis of open sources, evaluated and generalized the initial experience of them being used in the battlefield, analyzed the problems which the developers and military people have encountered during implementation of scientific and technical innovations and considered the ways of their resolution. The emphasis is upon the innovations related to electric engineering. Examples of new organizational forms of performance of research and implementation of prospective projects related to scientific generalization of medical science experience and wartime practice are provided. Powerful and all-round work of Ukrainian scientists, engineers, technicians, entrepreneurs, investors, military people, etc. is demonstrated. The authors have concluded that development of electric engineering for tactical medicine in Ukraine has international significance as well, because there are a lot of flashpoint areas in the modern world, and their number is increasing. Electric engineering of the war needs is developing dynamically and very quickly, and Ukrainian developments add a great impulse to this process. On the basis of experience of the continuing Russo-Ukrainian war, certain branches of electric engineering for Ukrainian tactical medicine that are going to become parts of history of science and technologies can be indicated. Those include remote diagnostics based on telemedicine services, robotized systems of casualty evacuation (evacuation drones), mobile hospitals equipped with state-of-the-art electric equipment, etc. Ukrainian medical electric engineering stimulated by the war provides an inestimable impulse to the development of theory and practice of civil medicine.

Key words: *automatics, automated devices, electric measurement devices, electric engineering, electro-technical equipment, history of science and technology, methods of electric measurement, computer engineering, tactical medicine, telemechanics.*