

УДК 159.9:355/351

*Н. Кучеренко¹, к.психол.н., доц. (ORCID 0000-0002-6644-3117)**І. Приходько^{1,2}, д.психол.н., проф. (ORCID 0000-0002-4484-9781)**¹Навчально-науковий інститут “Українська інженерно-педагогічна академія”
Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна**²Національна академія Національної гвардії України*

ІННОВАЦІЙНІ ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Широкомасштабна збройна агресія Російської Федерації проти України та бойові дії, які відбуваються протягом останніх дванадцяти років, негативно впливають на фізичне та психічне здоров'я комбатантів. За цих умов психіка військовослужбовців функціонує на межі власних психічних можливостей, а тривала участь в бойових діях може викликати розвиток посттравматичних стресових розладів. Тому своєчасно розроблені та практично впроваджені програми профілактики та контролю бойового стресу, психологічної реабілітації військовослужбовців після участі у бойових діях дозволять істотно знизити психогенні травми, запобігти виникненню психічних розладів у комбатантів.

Психологічне відновлення військовослужбовців після участі в бойових діях – це система заходів психологічної роботи, спрямованих на усунення негативного впливу бойового стресу на психіку комбатантів, зміцнення ментального здоров'я та мобілізації їх психологічних ресурсів, покращення адаптації до бойових умов, якнайшвидше повернення до бойової діяльності військовослужбовців. Проведений аналіз наукової літератури дозволив визначити основні інноваційні цифрові технології, які доцільно використовувати для психологічного відновлення військовослужбовців після участі в бойових діях. Перспективним напрямом впровадження в програми психологічного відновлення військовослужбовців є цифрові технології занурення, такі як віртуальна реальність та біологічний зворотній зв'язок, які використовують віртуальні, імерсивні та інтерактивні елементи. Середовища цифрових технологій можуть забезпечувати різні ступені занурення та режими взаємодії: неімерсивна, напівімерсивна та імерсивна ступені занурення. Ці цифрові технології можуть використовуватися як додатковий клінічний інструмент для проведення експозиційної терапії при тривожних розладах і ПТСР, анагетичного відволікання пацієнтів, які проходять гострі хворобливі медичні процедури, відволікання і когнітивній оцінці користувачів для вимірювання продуктивності вирішення проблем.

Ключові слова: цифрові технології занурення, віртуальна реальність, біологічний зворотній зв'язок, реабілітація, психологічне відновлення, військовослужбовці, бойові дії.

Вступ. Широкомасштабна збройна агресія Російської Федерації проти України та бойові дії, які відбуваються протягом останніх одинадцяти років, негативно впливають на фізичне та психічне здоров'я комбатантів [1]. Фізичні, емоційні, когнітивні та психологічні вимоги

бойової обстановки чинять величезний тиск навіть на найбільш підготовлених військовослужбовців [2]. За цих умов психіка військовослужбовців функціонує на межі власних психічних можливостей, а тривала участь в бойових діях може викликати розвиток різноманітних

посттравматичних стресових порушень [3]. Багато таких негативних наслідків обумовлені тривалою активацією стресових систем людини [4]. Практично у всіх військовослужбовців, що беруть участь у бойових діях, бойовий стрес проявляється у вигляді гострих стресових реакцій, афективних та тривожних розладів, адиктивної та делінквентної поведінки, розладів адаптації, суїцидальних проявів [5]. Ці наслідки посттравматичного стресу (ПТС) у бойових умовах – бойові стресові реакції вимагають надання першої психологічної допомоги військовослужбовцям та відновлення психологічних ресурсів [6]. А своєчасно розроблені та практично впроваджені програми профілактики та контролю бойового стресу, психологічного відновлення та реабілітації військовослужбовців після участі у бойових діях дозволять істотно знизити психогенні травми, запобігти виникненню психічних розладів у комбатантів [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з російсько-українською війною почав активно розвиватися такий напрям, як реабілітаційна психологія та у різних науково-практичних публікаціях набули поширення такі наукові категорії, як “реабілітація”, “відновлення”, “абілітація”, “реадаптація” та інші. Автори, які їх використовують, часто вкладали медичні, соціальні, психологічні, фізичні, психофізіологічні, професійні, економічні, юридичний та інші аспекти реабілітації людини (походить від латинської *habilis* – здатність; *rehabilitatio* – відновлення здатності) [8-13]. Основна мета реабілітації – повне відновлення ментального та фізичного здоров'я, працездатності та

адаптації людини у соціальному середовищі. Психологічне відновлення та реабілітація військово-службовців після участі у бойових діях є однією з пріоритетних проблем, які вирішуються багатьма вченими та практиками в галузі ментального здоров'я військовослужбовців.

Це пов'язано з тим, що участь у бойових діях призводить до того, що значна кількість військовослужбовців та ветеранів опиняються у групі ризику розвитку посттравматичного стресового розладу (ПТСР) та інших психосоціальних/поведінкових захворювань. Наприклад, у 138 197 діючих військовослужбовців США, які приймали участь у бойових діях в Іраку та Афганістані з 2000 року по червень 2015 року, було діагностовано ПТСР [14]. У 13,2% оперативних піхотних підрозділів Сухопутних військ США в Афганістані відповідали критеріям ПТСР, причому захворюваність на ПТСР різко зросла на 25–30% у піхотних підрозділах з найбільшим рівнем прямих бойових дій [15].

Для зниження ризику розвитку ментальних порушень у військовослужбовців, розробляються та впроваджуються безліч науково обґрунтованих стратегій, які допомагають знизити вплив травматичного стресу на людину. Одним з перспективних напрямів впровадження в програми психологічного відновлення є технології занурення, такі як віртуальна реальність (VR), біологічний зворотній зв'язок (B33), мультисенсорні кімнати, печерні автоматизовані віртуальні середовища, просторові аудіосередовища, рольові ігри тощо [16-18]. Ці технології використовують віртуальні, імерсивні та інтерактивні елементи для психологічної підтримки та покращення життя людей [19, 20].

Метою статті є визначення основних інноваційних цифрових технологій, які можна використувати для психологічного відновлення військовослужбовців після участі в бойових діях.

Методика дослідження. Аналіз, порівняння, узагальнення, систематизація та інтерпретація отриманих даних дозволили проаналізувати наукову літературу щодо психологічної реабілітації військовослужбовців та визначити основні інноваційні цифрові технології, які доцільно використовувати для психологічного відновлення військовослужбовців після участі в бойових діях.

Результати. Реабілітація на основі ВР традиційно розглядалася як міждисциплінарна область, яка потребує взаємодії вчених та інженерів, які використовують цифрові технології, з клінічними та поведінковими вченими [21]. З 1990-х років з'явилася значна кількість наукової літератури, що залишалася практично непоміченою, в якій повідомлялося про багато позитивних результатів у різних клінічних дослідженнях, в яких використовувалися можливості ВР [22]. З подальшим розвитком цифрових технологій та програмного забезпечення дослідження в галузі реабілітації на основі ВР зазнали швидку трансформацію від основної уваги з розробки технології до оцінки того, як вони можуть застосовуватися для проведення реабілітації та клінічного впровадження.

Віртуальна реальність (ВР) та її застосування в реабілітації є відносно молодого міждисциплінарною областю, де практичне впровадження дуже швидко слідує за науковим відкриттям та технологічним прогресом. Подібно до інших технологій реабілітації, реабілітація на основі ВР

виникла в результаті міждисциплінарного та міжпрофесійного співробітництва між фундаментальною наукою, клінічною наукою та промисловістю. ВР визначається як спосіб візуалізації, маніпулювання та взаємодії з комп'ютерами та надзвичайно складними даними [23]. З цієї базової точки зору ВР можна розглядати як просунуту форму взаємодії людини і комп'ютера, що дозволяє користувачеві більш природно взаємодіяти з комп'ютерною 3D-графікою або фотографічними симуляціями реальних чи уявних середовищ, що виходять за рамки того, що зазвичай надається стандартними пристроями інтерфейсу миші та клавіатури [24]. Більше того, деякі формати ВР дозволяють користувачам занурюватись у синтетичні комп'ютерні віртуальні середовища.

Однак ВР не визначається і не обмежується будь-яким одним технологічним підходом або апаратним налаштуванням. Створення залученого користувальницького досвіду ВР може бути досягнуто за допомогою комбінацій різних пристроїв взаємодії, сенсорних систем відображення і контенту, представленого у віртуальному середовищі. Середовища ВР можуть забезпечувати різні ступені занурення та режими взаємодії: розрізняють неімерсивну, напівімерсивну та імерсивну ступені занурення. Отже, існує три загальні варіанти того, як може бути створена та використана ВР (рисунок 1) [24].

Неімерсивна ВР є базовим форматом і схожа на досвід людини, що грає в сучасну комп'ютерну або консольну відеогру. Контент доставляється на стандартний плоский екран монітора комп'ютера або

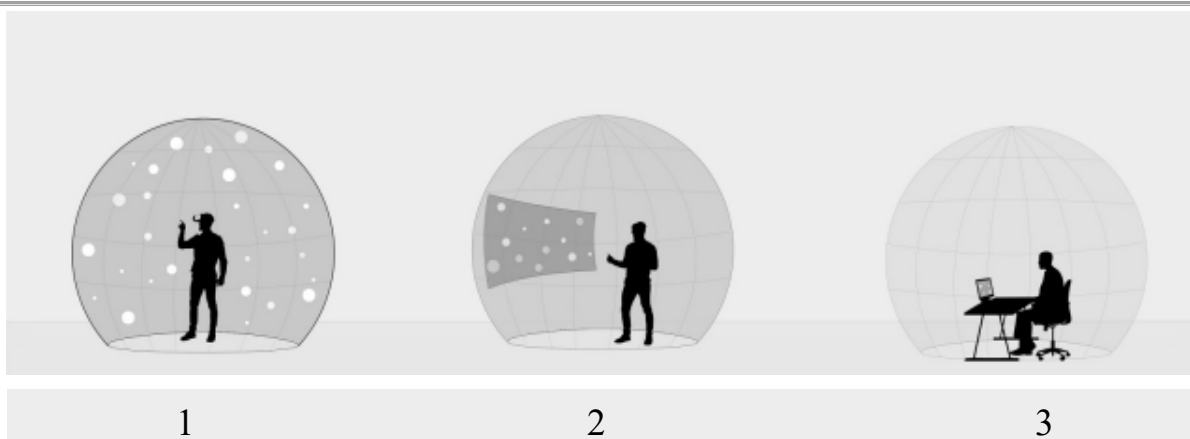


Рис. 1. Ступінь занурення у середовища VR: 1) іммерсивна; 2) напівіммерсивна; 3) неіммерсивна.

телевізора без оклюзії зовнішнього світу. Користувачі взаємодіють із 3D-графікою комп'ютера за допомогою геймпада, джойстика, спеціалізованих інтерфейсних пристроїв, а також базової миші чи клавіатури. Сучасні комп'ютерні ігри, які підтримують взаємодію користувача та навігацію в таких 3D-світах, навіть якщо вони представлені на плоскому екрані, технічно можуть називатися середовищем VR. На цьому рівні занурення користувачі усвідомлюють навколишній реальний світ.

Напівіммерсивна віртуальна реальність управляється за допомогою великого екрана з передовими інтерфейсними пристроями, наприклад, рукавичками, пристроями тактильного зворотного зв'язку та інфрачервоними камерами. Користувачі зазвичай відчують часткове занурення та почуття присутності.

Іммерсивна VR може бути створена шляхом інтеграції комп'ютерів, дисплеїв, що монтуються на голові, датчиків відстеження тіла, спеціалізованих інтерфейсних пристроїв та 3D-графіки, наприклад контролерів віртуальної реальності та тактильних рукавичок. Ці дисплеї на голові (ДГ) дозволяють користувачам працювати у змодельованому ком-

п'ютером світі, який природним чи інтуїтивно зрозумілим чином змінюється з рухом голови та тіла. Використовуючи такий ДГ, який закриває користувачеві огляд зовнішнього світу, залучений іммерсивний віртуальний досвід використовує технологію відстеження голови і тіла, яка визначає положення та рух користувача та відправляє цю інформацію в обчислювальну систему, яка може оновлювати сенсорні стимули, представлені користувачеві, практично в реальному часі в залежності від активності користувача. Це створює ілюзію занурення у віртуальний простір, в якому користувачі можуть взаємодіяти. При зануренні у візуальні образи та звуки змодельованої віртуальної сцени, згенеровані комп'ютером, взаємодія з користувачем створює досвід, який відповідає тому, що людина побачила б і почула, якби сцена була реальною. VR також підтримує різні режими взаємодії людини з навколишнім середовищем, такі як стаціонарний режим, в якому користувачі залишаються нерухомими, та режим руху, який дозволяє користувачам переміщатися в межах зазначеної області. Інший менш поширений метод створення захоплюючих вражень від

ВР полягає у використанні стереоскопічних проєкційних екранів, розташованих навколо користувача в різних конфігураціях [25].

Незалежно від технічного підходу, ключова мета цих імерсивних систем – перцептивно замінити зовнішній світ віртуальним світом, щоб психологічно залучити користувачів за допомогою цифрового контенту, що імітується, розробленого для створення певного користувальницького досвіду. Імерсивна ВР зазвичай є вибором, де бажане контрольоване стимульне середовище для обмеження перцептивного досвіду користувача в межах певного синтетичного світу. Цей формат часто використовується як додатковий клінічний інструмент для проведення експозиційної терапії при тривожних розладах і ПТСР, анагетичного відволікання пацієнтів, які проходять гострі хворобливі медичні процедури, відволікання і когнітивній оцінці користувачів для вимірювання продуктивності вирішення проблем [26].

Цифрові системи біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ) використовуються у реабілітації для покращення результатів лікування шляхом залучення та навчання пацієнтів та мають потенціал для їх підтримки під час виконання цільових вправ. Вони включають надання людині додаткової інформації (зворотного зв'язку) про фізіологічний параметр, що дозволяє людині впливати на нього на основі зворотного зв'язку [27]. БЗЗ – це тип зовнішнього зворотного зв'язку, який забезпечується силами, зовнішніми по відношенню до тіла, і відрізняється від внутрішнього зворотного зв'язку, який є інформацією, що надається сенсорними системами людини [28]. Її можна розділити на механічну, що

вимірює рух тіла та сили, або фізіологічну, що вимірює серцево-судинні, респіраторні чи неврологічні параметри. БЗЗ складається з вхідного датчика, системи обробки даних та вихідного пристрою, що відображає зворотний зв'язок (рисунк 2).

Компоненти БЗЗ складаються з чотирьох основних параметрів: режиму, змісту, частоти та часу, кожен з яких може застосовуватися безліччю способів [29]. Різні комбінації цих компонентів призводять до різних конструкцій зворотного зв'язку і теоретично до різних ефектів для користувача [30]. Першим з цих компонентів є режим зворотного зв'язку, він може бути візуальним, аудіо, тактильним або мультимодальним: більше одного режиму представляють одну й ту саму змінну одночасно. За допомогою цих режимів зворотний зв'язок може бути представлений прямим або непрямим способом, наприклад, абстрактними графічними дисплеями або ігровими інтерфейсами [31].

Час зворотного зв'язку може бути одночасним (“в реальному часі” або “одночасним”) або кінцевим, тобто він може бути наданий під час або після виконання вправи відповідно [32]. Частота зворотного зв'язку може бути постійною, зниженою або загасаючою (зменшується з часом). Змістом зворотного зв'язку можуть бути знання результатів або знання продуктивності. У контексті реабілітації знання результатів – це інформація про результат виконаної вправи, наприклад, кількість досягнутих повторень, а знання продуктивності – це інформація про виконання вправи, наприклад, деталі техніки вправ [33].



Рис. 2. Цифрова система біологічного зворотного зв'язку “Brainbit”

Тому важливо, щоб дослідники оцінювали компоненти БЗЗ у своїх системах та обґрунтовували їх вибір, щоб користувачі могли повністю зрозуміти втручання та докази, що лежать у її основі. Наприклад, на додаток до БЗЗ на результат реабілітації можуть впливати обрана програма вправ, освітній матеріал або використання ігрових механізмів та практик (гейміфікації). Методологія, яка включає конкретну оцінку компонентів зворотного зв'язку, може надати інформацію про ефективність зворотного зв'язку та обґрунтування її включення, виключення чи зміни у майбутніх вправах.

Оскільки багато з включених систем забезпечують зворотний зв'язок у реальному часі, інформація має бути інтуїтивно зрозумілою та простою для інтерпретації. Більшість

одночасного зворотного зв'язку надається візуально, оскільки це природний та інтуїтивний спосіб отримання інформації для багатьох людей [34]. Звуковий зворотний зв'язок є менш інтуїтивно зрозумілим, але може забезпечити високу концентрацію інформації за рахунок використання різних вимірювань звуку, таких як гучність, висота тону та тембр [35].

Крім вищеописаних інноваційних цифрових технологій, таких як ВР та БЗЗ, існують інші, але вони значно рідше використовуються в реабілітаційній практиці. Наприклад, мультисенсорна кімната “Перезарядка (Recharge)” вважається доступним та масштабованим інструментом благополуччя та зниження стресу в медичних закладах [36], а сцена «Острів мрії» є ефективним з погляду

часу та витрат інструментом релаксації та управління тривогою для військовослужбовців [37].

Обговорення результатів. У проведених дослідженнях з використанням цифрових технологій було доведено, що релаксація за допомогою ВР та БЗЗ значно знижує стрес у клінічних та неклінічних групах населення [38]. Ці технології були впроваджені для покращення фізичних можливостей (наприклад, балансу, рухових навичок та участі у фізіотерапії), когнітивних та емоційних процесів (наприклад, сприйняття, уваги, розпізнавання емоцій, сенсорної обробки, подолання фобій та тривожності) та областей функціональної незалежності (наприклад, соціальної комунікації, взаємодії, професійних навичок та само-ефективності) [24]. Експериментальні умови використання ВР здебільшого склалися з аудіовізуальних сцен занурення на основі природи, половина з яких використовувала вправи на релаксацію [26]. Навіть після короточасного впливу віртуальна природа, як і реальна природа, посилює парасимпатичну активність, знижує артеріальний тиск та зменшує мозковий кровотік у корі головного мозку, що покращує самопочуття, настрій та знижує стрес [39]. Теорія зниження стресу постулює, що природа, порівняно з міським середовищем, є унікальним середовищем, що відновлює, через нашу еволюційну адаптацію до природних місць. Відновлення уваги ще одна теорія, яка пояснює позитивний вплив природи на стрес [24].

У даний час розробляються підходи до тестування, навчання та лікування на основі технологій ВР, які було б важко, якщо не неможливо, реалізувати з використанням тради-

ційних методів. Список областей, де клінічна ВР була застосована з користю, включає зниження страху у людей з певними фобіями [40], лікування ПТСР [22, 41-43], вплив стимулу для профілактики залежності [44], депресії [45] та параноїдальної маячні [46].

Однією з нових областей досліджень стало клінічне використання технології моделювання ВР як інструменту для оцінки, профілактики та лікування ПТСР у військовослужбовців [41]. Перша спроба застосувати ВР в експозиційній терапії (ЕТ) для лікування ПТСР у військовослужбовців розпочалася у 1997 році, коли дослідники почали тестувати сценарій віртуальної реальності “Віртуальний В’єтнам” з ветеранами війни у В’єтнамі, у яких діагностовано ПТСР [47]. Це сталося понад 20 років після закінчення війни у В’єтнамі. Протягом цих років, незважаючи на зусилля з розробки та застосування традиційних психотерапевтичних та фармакологічних підходів до лікування ПТСР, прогресування розладу у деяких ветеранів суттєво вплинуло на їхній психологічний добробут, функціональні здібності та якість життя, а також на їхні сім’ї та друзів. Ці початкові зусилля дали обнадійливі результати у дослідженні випадку 50-річного ветерана В’єтнаму, який відповідав критеріям DSM IV-R для ПТСР [47]. Результати показали поліпшення після лікування за всіма показниками ПТСР та збереження цих результатів протягом шести місяців спостереження, з 34% зниженням симптомів ПТСР, оцінених лікарями, та 45% зниженням симптомів ПТСР, повідомленим самим пацієнтом. За цим дослідженням було відкрите клінічне дослідження з ветеранами

В'єтнаму [48]. У цьому дослідженні 16 ветеранів-чоловіків з ПТСР піддавалися впливу двох віртуальних середовищ: віртуальної галявини, оточеної пейзажем джунглів, і віртуального вертольоту Huey. Ці середовища були створені за допомогою ДГ, де терапевт контролював різні візуальні та слухові ефекти, наприклад, ракети, вибухи, день/ніч, крики. У середньому після 13 сеансів терапії експозицією з використанням ВР протягом 5–7 тижнів спостерігалось значне зниження ПТСР та пов'язаних із ним симптомів [48].

В іншому дослідженні для вирішення проблеми уникнення нагадувань про травму використовували ВР як інструмент у поєднанні з проведенням експозиційної терапії (ЕТ) [2]. Таке застосування ВР розглядалося як спосіб занурити користувачів у симуляції травматичних середовищ, в яких емоційна інтенсивність сцен може контролюватися лікарем, щоб налаштовувати темп та релевантність впливу для конкретного пацієнта. Таким чином, поєднання проведення ВР з ЕТ пропонує спосіб обійти природну тенденцію уникнення, безпосередньо надаючи мультисенсорні та контекстно-залежні сигнали, які допомагають у вилученні, протистоянні та обробці травматичних переживань. У середовищі ВР прихований світ уяви пацієнта не покладається виключно на нього, що фактично знімає частину навантаження. ВР також забезпечує об'єктивний та послідовний формат для документування сенсорних стимулів, яким піддається пацієнт, що неможливо під час роботи у невидимому світі уяви пацієнта [2].

Більшість досліджень ефективності поєднання ВР та ЕТ прово-

дилися з військовослужбовцями, які брали участь у бойових діях. Так, отримані результати у дослідженні військовослужбовців, які воювали у В'єтнамі, показали значне середнє поліпшення за клінічною шкалою ПТСР після лікування та через 6 місяців спостереження, але не показали суттєвої взаємодії між часом та умовами лікування [49]. Ефективність поєднання ВР та ЕТ вивчалася в контрольованому нерандомізованому дослідженні у діючих військовослужбовців, що знаходилися в зоні бойових дій в Іраку [50]. Усі учасники показали значні покращення симптомів ПТСР, але не виявили значного ефекту поєднання ВР та ЕТ проти традиційної ЕТ.

Практично в усіх дослідженнях стверджується, що ВР – це ефективний інструмент для зниження стресу з погляду часу та витрат, який стає дедалі доступнішим завдяки технологічним розробкам, проте вартість обладнання є непомірно високою [51]. В інших дослідженнях також повідомлялося про періодичні технічні або практичні труднощі з обладнанням, такі як перегрів обладнання [52], учасники відчували труднощі з використанням технологій [51], фізичні труднощі при носінні шоломів ВР, пов'язані з їхньою вагою та яскравістю візуальних стимулів [53] та виникненням ознак кіберхвороби [54].

Висновки. Проведений аналіз наукових досліджень дозволив сформулювати визначення психологічного відновлення військовослужбовців після участі в бойових діях як систему заходів психологічної роботи, спрямованих на усунення негативного впливу бойового стресу на психіку комбатантів, зміцнення ментального здоров'я та мобілізації їх

психологічних ресурсів, покращення адаптації до бойових умов, якнайшвидше повернення до бойової діяльності військовослужбовців. Перспективним напрямом впровадження в програми психологічного відновлення військовослужбовців є цифрові технології занурення, такі як віртуальна реальність та біологічний зворотній зв'язок, які використовують віртуальні, імерсивні та інтерактивні елементи. Середовища цифрових технологій можуть забезпечувати різні ступені занурення та режими взаємодії: неімерсивна, напівімерсивна та імерсивна ступені занурення. Ці цифрові технології можуть використовуватися як додатковий клінічний інструмент для проведення експозиційної терапії при тривожних розладах і ПТСР, анагетичного відволікання пацієнтів, які проходять гострі хворобливі медичні процедури, відволікання і когнітивній оцінці користувачів для вимірювання продуктивності вирішення проблем.

Література

1. Prykhodko I., Kolesnichenko O., Matsehora Y., Aleshchenko V., Kovalchuk O., Matsevko T., Krotiuk V., Kuzina V. Effects of posttraumatic stress and combat losses on the combatants' resilience. *Československá Psychologie*. 2022. 66:2, 157–169, DOI: 10.51561/cspsych.66.2.157
2. Rizzo A. 'Skip,' Shilling R. Clinical Virtual Reality tools to advance the prevention, assessment, and treatment of PTSD. *European Journal of Psychotraumatology*. 2017. 8(sup5), DOI: 10.1080/20008198.2017.1414560
3. Adler A.B., Gutierrez I.A. Preparing Soldiers to Manage Acute Stress in Combat: Acceptability, Knowledge and Attitudes. *Psychiatry*. 2022. 85:1, 30–37, DOI: 10.1080/0-0332747.2021.2021598
4. McEwen B.S. Stress, adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1998. 840, 33–44, DOI: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb095-46.x
5. Prykhodko I., Matsehora Y., Kolesnichenko O., Voloshko S., Vintoniak V., Vasyukova N., Budahians L., Kuzina V., Motyka S. Combat Stress in Military Personnel: Theory, Genesis, Prevention, and Control. *Romanian Journal of Military Medicine*. 2024. 127:1, 15–24, DOI: 10.55453/rjmm.2023.127.1.3
6. Kokun O., Pischko I., Lozinska N. Military personnel's stress reactivity during pre-deployment in a war zone. *Psychology, health & medicine*. 2023. 28:8, 2341–2352, DOI: 10.1080/13548506.2022.2104882
7. Алещенко В. Психологічна реабілітація учасників бойових дій: теоретико-методологічне обґрунтування моделі. *Психологічний журнал*. 2019. Вип. 3. URL: <http://psyj.udpu.edu.ua/issue/view/11893> (дата звернення 26.02.2025).
8. Волошина В.В. Сутність поняття психологічної реабілітації військовослужбовців. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія*. 2024. Вип. 2. С. 7–11. DOI: 10.32782/psy-visnyk/2024.2.1
9. Оніщенко Н.В. Екстрена психологічна допомога постраждалим в умовах надзвичайної ситуації: теоретичні та прикладні аспекти : монографія. Харків : Право, 2014. 584 с.
10. Пророк Н. Основи реабілітаційної психології: подолання наслідків кризи: навч. посіб. Том 1. Київ : Сварог, 2018. 208 с.

11. Prykhodko I., Matsehora Y., Kolesnichenko O., Baida M., Vasylovskyi O. The psychological recovery program of Ukrainian military personnel after completing combat missions in the Russian-Ukrainian War. *Československá Psychologie*. 2023. 67:6, 457–475, DOI: 10.51561/c-spsych.67.6.455
12. Сафін О.Д. Реабілітація та реадптація учасників бойових дій: психологічний аспект. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Військово-спеціальні науки. 2016. Вип. 1:34. С. 38–43.
13. Швець А.В., Горішна О.В., Депутат Ю.М., Ричка О.В., Жалдак А.Ю., Кіх А.Ю. Прогностична оцінка потреби у медичній реабілітації військовослужбовців Збройних Сил України на основі даних структури їх бойової травми. *Український журнал військової медицини*. 2022. Вип. 3:3. С. 110–117, DOI: 10.46847/ujmm.2022.3(3)-110.
14. Fischer H. A guide to US Military casualty statistics: Operation freedom's sentinel, operation inherent resolve, operation new dawn, operation Iraqi freedom, and operation enduring freedom. Congressional Research Service 7-5700: RS22452. 2015. URL: <https://www.fas.org/sgp/crs/natsec/RS22452.pdf> (дата звернення 26.02.2025).
15. Kok B.C., Herrell R.K., Thomas J.L., Hoge, C.W. Posttraumatic stress disorder associated with combat service in Iraq or Afghanistan: Reconciling prevalence difference between studies. *The Journal of Nervous and Mental Disease*. 2012. 200:5, 444–450, DOI: 10.1097/NMD.0b013e31-82532312
16. Michalos G., Karvouniari A., Dimitropoulos N., Toggias T., Makris, S. Workplace analysis and design using virtual reality techniques. *CIRP Annals*. 2018. 67:1, 141–144, DOI: 10.1016/j.cirp.2018.04.120
17. Hunter J.F., Olah M.S., Williams A.L., Parks A.C., Pressman S.D. Effect of Brief Biofeedback via a Smartphone App on Stress Recovery: Randomized Experimental Study. *JMIR serious games*. 2019. 7:4, e15974, DOI: 10.2196/15974
18. Rajguru C., Obrist M., Memoli G. Spatial soundscapes and virtual worlds: challenges and opportunities. *Frontiers in Psychology*. 2020. 11, 2714, DOI: 10.3389/fpsyg.2020.569056
19. Barton A.C., Sheen J., Byrne L.K. Immediate Attention Enhancement and Restoration from Interactive and Immersive Technologies: A Scoping Review. *Frontiers in Psychology*. 2020. 11, 2050, DOI: 10.3389/fpsyg.2020.02050
20. Riches S., Smith H. Taking a break in the “new normal”: virtual reality relaxation for a stressed workforce. *Mental Health Review Journal*. 2022. 27:2, 133–136, DOI: 10.1108/MHRJ-06-2022-095
21. Keshner E.A., Weiss P.T., Geifman D., Raban D. Tracking the evolution of virtual reality applications to rehabilitation as a field of study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2019. 16:1, 76, DOI: 10.1186/s12984-019-0552-6
22. Botella C., Serrano B., Baños R.M., García-Palacios A. Virtual reality exposure-based therapy for the treatment of post-traumatic stress disorder: A review of its efficacy, the adequacy of the treatment protocol, and its acceptability. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*. 2015. 11, 2533–2545, DOI: 10.2147/NDT.S89542
23. Reinkensmeyer D.J., Blackstone S., Bodine C., Brabyn J.,

Brienza D., ... Corfman T. How a diverse research ecosystem has generated new rehabilitation technologies: Review of NIDILRR's Rehabilitation Engineering Research Centers. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2017. 14:1, 109, DOI: 10.1186/s12984-017-0321-3

24. Yi Y.J., Heidari Matin N., Brannan D., Johnson M., Nguyen A. Design Considerations for Virtual Reality Intervention for People with Intellectual and Developmental Disabilities: A Systematic Review. *HERD*. 2024. 17:4, 212–241, DOI: 10.1177/19375867241271434

25. Baños R.M., Botella C., Guillen V., García-Palacios A., Quero S., Bretón-López J., Alcañiz M. An adaptive display to treat stress-related disorders: EMMA's world. *British Journal of Guidance & Counselling*. 2009. 37:3, 347–356, DOI: 10.1080/030698809-02957064

26. Riches S., Taylor L., Jeyarajaguru P., Veling W., Valmaggia, L. Virtual reality and immersive technologies to promote workplace wellbeing: a systematic review. *Journal of Mental Health*. 2023. 33:2, 253–273, DOI: 10.1080/09638237.2023.2182428

27. Frank D.L., Khorshid L., Kiffer J.F., Moravec C.S., McKee M.G. Biofeedback in medicine: who, when, why and how?. *Mental health in family medicine*. 2010. 7:2, 85–91.

28. Giggins O.M., Persson U.M., Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuro-engineering and rehabilitation*. 2013. 10, 60, DOI: 10.1186/1743-0003-10-6029

29. Brennan L., Dorronzoro Zubiete E., Caulfield B. Feedback Design in Targeted Exercise Digital Biofeedback Systems for Home Rehabilitation: A Scoping Review.

Sensors (Basel, Switzerland). 2019. 20:1, 181, DOI: 10.3390/s20010181

30. Sigrist R., Rauter G., Riener R., Wolf P. Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review. *Psychonomic bulletin & review*. 2013. 20:1, 21–53, DOI: 10.3758/s13423-012-0333-8

31. Afzal M.R., Oh M.K., Choi H.Y., Yoon, J. A novel balance training system using multimodal biofeedback. *Biomedical engineering online*. 2016. 15, 42, DOI: 10.1186/s12938-016-0160-7

32. Huang M.C., Lee S.H., Yeh S.C., Chan R.C., Rizzo A., Xu W., Wu H.L., Lin, S.H. Intelligent frozen shoulder rehabilitation. *IEEE Intelligent Systems*. 2014. 29:3, 22–28. Article 6840820, DOI: 10.1109/MIS.2014.35

33. Parker J., Mountain G., Hammerton, J. A review of the evidence underpinning the use of visual and auditory feedback for computer technology in post-stroke upper-limb rehabilitation. *Disability and rehabilitation. Assistive technology*. 2011. 6:6, 465–472, DOI: 10.3109/1748310-7.2011.556209

34. Prinsloo G.E., Derman W.E., Lambert M.I., Laurie Rauch H.G. The effect of a single session of short duration biofeedback-induced deep breathing on measures of heart rate variability during laboratory-induced cognitive stress: a pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*. 2013. 38:2, 81–90, DOI: 10.100-7/s10484-013-9210-0

35. Lehrer P. M., Gevirtz R. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work?. *Frontiers in psychology*. 2014. 5, 756, DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00756

36. Putrino D., Ripp J., Herrera J.E., Cortes M., Kellner C., Rizk D., Dams-O'Connor K. Multisensory,

nature-inspired recharge rooms yield short-term reductions in perceived stress among front-line healthcare workers. *Frontiers in Psychology*. 2020. 11, 3213, DOI: 10.3389/fpsyg.2020.560833

37. Stetz M.C., Kaloi-Chen J.Y., Turner D.D., Bouchard S., Riva G., Wiederhold B.K. The effectiveness of technology-enhanced relaxation techniques for military medical warriors. *Military Medicine*. 2011. 176:9, 1065–1070, DOI: 10.7205/MILMED-D-10-00393

38. Riches S., Azevedo L., Bird L., Pisani S., Valmaggia L. Virtual reality relaxation for the general population: a systematic review. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*. 2021. 56:10, 1707–1727, DOI: 10.1007/s00127-021-02110-z

39. Annerstedt M., Jönsson P., Wallergård M., Johansson G., Karlson B., Grahn P., Hansen A.M., Währborg P. Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest—Results from a pilot study. *Physiology & Behavior*. 2013. 118, 240–250, DOI: 10.1016/j.physbeh.2013.05.023

40. Morina N., Ijntema H., Meyerbröcker K., Emmelkamp P.M.G. Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments. *Behaviour Research and Therapy*. 2015. 74, 18–24, DOI: 10.1016/j.brat.2015.08.010

41. Maples-Keller J.L., Yasin-ski C., Manjin N., Rothbaum B.O. Virtual reality-enhanced extinction of phobias and post-traumatic stress. *Neurotherapeutics*. 2017. 14, 554–563, DOI: 10.1007/s13311-017-0534-y

42. Beidel D.C., Frueh B.C., Neer S.M., Lejuez C.W. The efficacy of Trauma Management Therapy: A controlled pilot investigation of a three-

week intensive outpatient program for combat-related PTSD. *Journal of Anxiety Disorders*. 2017. 50, 23–32, DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.05.001

43. Rizzo, A. A., Roy, M., Hartholt, A., Costanzo, M., Highland, K. B., Jovanovic, T., . . . Difede, J. Virtual reality applications for the assessment and treatment of PTSD. In S. Bowles & P. T. Bartone (Eds.), *Military psychology: Clinical and organizational practice*. Newyork, NY: Springer, 2017.

44. Hone-Blanchet, A., Wensing, T., & Fecteau, S. The use of virtual reality in craving assessment and cueexposure therapy in substance use disorders. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2014. 8, 884.

45. Falconer, C. J., Rovira, A., King, J. A., Gilbert, P., Antley, A., Fearon, P., . . . Brewin, C. R. Embodying self-compassion within virtual reality and its effects on patients with depression. *British Journal of Psychiatry Open*. 2016. 2, 74–80, DOI: 10.1192/bjpo.bp.116.003814

46. Freeman, D., Bradley, J., Antley, A., Bourke, E., DeWeevers, N., Evans, N., . . . Clark, D. M. Virtual reality in the treatment of persecutory delusions: Randomised controlled experimental study testing how to reduce delusional conviction. *The British Journal of Psychiatry*. 2016. 209:1, 62–67, DOI: 10.1192/bjp.bp.115.176438

47. Rothbaum, B. O., Hodges, L., Alarcon, R., Ready, D., Shahar, F., Graap, K., . . . Baltzell, D. Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: A case study. *Journal of Traumatic Stress*. 1999. 12:2, 263–271, DOI: 10.1023/A:1024772308758

48. Rothbaum, B. O., Hodges, L. F., Ready, D., Graap, K., & Alarcon, R. D. Virtual reality exposure therapy for vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *The Journal of Clinical*

Psychiatry. 2001. 62:8, 617–622, DOI: 10.4088/JCP.v62n0808

49. Ready D.J., Gerardi R.J., Backscheider A.G., Mascaro N., Rothbaum B.O. Comparing virtual reality exposure therapy to present-centered therapy with 11 U.S. Vietnam veterans with PTSD. *Cyberpsychology, behavior and social networking*. 2010. 13:1, 49–54, DOI: 10.1089/cyber.2-009.0239

50. McLay R.N., McBrien C., Wiederhold M.D., Wiederhold B.K. Exposure therapy with and without virtual reality to treat PTSD while in the combat theater: a parallel case series. *Cyberpsychology, behavior and social networking*. 2010. 13:1, 37–42, DOI: 10.1089/cyber.2009.0346

51. Gaggioli A., Pallavicini F., Morganti L., Serino S., Scaratti C., Briguglio M., Bernava G. Experiential virtual scenarios with real-time monitoring (interreality) for the management of psychological stress: a

block randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*. 2014. 16:7, e3235, DOI: 10.2196/jmir.3235

52. Cikajlo I., Staba U.C., Vrhovac S., Larkin F., Roddy M.A. cloud-based virtual reality app for a novel telemindfulness service: rationale, design and feasibility evaluation. *JMIR Research Protocols*. 2017. 6:6, e6849, DOI: 10.2196/resprot.6849

53. Naylor M., Morrison B., Ridout B., Campbell A. Augmented experiences: investigating the feasibility of virtual reality as part of a workplace wellbeing intervention. *Interacting with Computers*. 2019. 31:5, 507–523, DOI: 10.1093/iwc/iwz033

54. Karacan, B., Kombeiz, O., & Steidle, A. Powered by virtual realities: promoting emotional recovery through technology-based recovery interventions. *Ergonomics*. 2021. 64:10, 1351–1366, DOI: 10.1080/00140139.20-21.1912399

N. Kucherenko¹, (Ph.D) in Psychology, Associate professor

I. Prykhodko^{1,2}, Doctor of Sciences in Psychology, Professor

¹*Educational and Scientific Institute “Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy” of V. N. Karazin Kharkiv National University (Ukraine)*

²*National Academy of the National Guard of Ukraine (Ukraine)*

INNOVATIVE DIGITAL TECHNOLOGIES USED TO CONDUCT PSYCHOLOGICAL REHABILITATION OF MILITARY PERSONNEL

The large-scale armed aggression by the Russian Federation against Ukraine, along with the ongoing hostilities for the past twelve years, negatively impacts the physical and mental health of combatants. In these conditions, military personnel operate at the limits of their mental capabilities, and prolonged engagement in hostilities can lead to the development of post-traumatic stress disorders. Therefore, timely developed and practically implemented programs for the prevention and management of combat stress, along with psychological rehabilitation for military personnel after hostilities, are crucial in significantly reducing psychogenic trauma and preventing mental disorders among combatants.

The psychological recovery of military personnel after participating in hostilities involves measures designed to mitigate the negative effects of combat stress on the psyche, strengthen mental health, mobilize psychological resources, enhance adaptation to combat conditions, and facilitate the swift return of military personnel to combat operations.

An analysis of scientific literature has identified key innovative digital technologies suitable for use in the psychological recovery of military personnel following combat operations. A promising avenue for these recovery programs is the use of digital immersion technologies, such as virtual reality and biofeedback, which incorporate virtual, immersive, and interactive elements. Digital technology environments can offer varying degrees of immersion and interaction modes: non-immersive, semi-immersive, and immersive. These technologies can serve as supplementary clinical tools for exposure therapy for anxiety disorders and PTSD, as well as for analgesic distraction during acute painful medical procedures, and for distraction and cognitive assessment to measure problem-solving skill performance.

Keywords: Digital immersive technologies, virtual reality, biofeedback, rehabilitation, psychological recovery, military personnel, combat operations.

References

1. Prykhodko, I., Kolesnichenko, O., Matsehora, Y., Aleshchenko, V., Kovalchuk, O., Matsevko, T., Krotiuk, V., & Kuzina, V. (2022). Effects of posttraumatic stress and combat losses on the combatants' resilience. *Československá Psychologie*, 66:2, 157–169, DOI: 10.51561/csp-sych.66.2.157
2. Rizzo, A. 'Skip,' & Shilling, R. (2017). Clinical Virtual Reality tools to advance the prevention, assessment, and treatment of PTSD. *European Journal of Psychotraumatology*, 8(sup5), DOI: 10.1080/20008198.2017.1414560
3. Adler, A.B., & Gutierrez, I.A. (2022). Preparing Soldiers to Manage Acute Stress in Combat: Acceptability, Knowledge and Attitudes. *Psychiatry*, 85:1, 30–37, DOI: 10.1080/00332747.2021.2021598
4. McEwen, B. S. (1998). Stress, adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 840, 33–44, DOI: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb09546.x
5. Prykhodko, I., Matsehora, Y., Kolesnichenko, O., Voloshko, S., Vintoniak, V., Vasyukova, N., Budahiants, L., Kuzina, V., & Motyka, S. (2024). Combat Stress in Military Personnel: Theory, Genesis, Prevention, and Control. *Romanian Journal of Military Medicine*, 127:1, 15–24, DOI: 10.55453/rjmm.2023.127.1.3
6. Kokun, O., Pischko, I., & Lozinska, N. (2023). Military personnel's stress reactivity during pre-deployment in a war zone. *Psychology, health & medicine*, 28:8, 2341–2352, DOI: 10.1080/13548506.2022.2104882
7. Aleshchenko, V. (2019). *Psykhologichna reabilitatsiia uchasnykiv boiovykh dii: teoretyko-metodologichne obgruntuvannia modeli* [Psychological rehabilitation of combatants: theoretical and methodological foundations of the model]. *Psykhologichnyi zhurnal*, 3, URL: <http://psyj.udpu.edu.ua/issue/view/11893> [in Ukrainian].
8. Voloshyna, V.V. (2024). *Sutnist poniattia psykhologichnoi reabilitatsii viiskovosluzhbovtziv* [The essence of the concept of psychological rehabilitation of military personnel]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Psykhologhiia*, 2, 7–11, DOI: 10.32782/psy-visnyk/2024.2.1 [in Ukrainian].
9. Onishchenko, N.V. (2014). *Ekstrena psykhologichna dopomoha postrazhdalym v umovakh nadzvychainoi situatsii: teoretychni ta prykladni aspekty : monohrafiia* [Emergency psychological assistance to victims in emergency situations:

theoretical and applied aspects: monograph]. Kharkiv : Pravo [in Ukrainian].

10. Prorok, N. (2018). *Osnovy reabilitatsiinoi psykholohii: podolannia naslidkiv kryzy: navch. posib. Tom 1* [Fundamentals of rehabilitation psychology: overcoming the consequences of the crisis: textbook, Volume 1]. Kyiv : Svaroh [in Ukrainian].

11. Prykhodko, I., Matsehora, Y., Kolesnichenko, O., Baida, M., & Vasylovskyi, O. (2023). The psychological recovery program of Ukrainian military personnel after completing combat missions in the Russian-Ukrainian War. *Československá Psychologie*, 67:6, 457–475, DOI: 10.5156-1/cpsych.67.6.455

12. Cagin, O.D. (2016). *Reabilitatsiia ta readaptatsiia uchasnykiv boiovykh dii: psykholohichniy aspekt* [Rehabilitation and readaptation of combat participants: psychological aspect]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Serii: Viiskovo-spetsialni nauky*, 1:34. 38–43 [in Ukrainian].

13. Shvets, A.V., Horishna, O.V., Deputat, Yu.M., Rychka, O.V., Zhaldak, A.Yu., & Kikh, A.Yu. (2022). *Prohnostychna otsinka potreby u medychnii reabilitatsii viiskovo-sluzhbovtziv Zbroinykh Syl Ukrainy na osnovi danykh struktury yikh boiovoi travmy* [Prognostic assessment of the need for medical rehabilitation of servicemen of the Armed Forces of Ukraine based on data on the structure of their combat trauma]. *Ukrainskyi zhurnal viiskovoi medytsyny*, 3:3, 110–117, DOI: 10.46847/ujmm.2022.3(3)-110 [in Ukrainian].

14. Fischer, H. (2015). A guide to US Military casualty statistics: Operation freedom's sentinel, operation inherent resolve, operation new dawn,

operation Iraqi freedom, and operation enduring freedom. Congressional Research Service 7-5700: RS22452. URL: <https://www.fas.org/sgp/crs/natsec/RS22452.pdf>.

15. Kok, B. C., Herrell, R. K., Thomas, J. L., & Hoge, C. W. (2012). Posttraumatic stress disorder associated with combat service in Iraq or Afghanistan: Reconciling prevalence difference between studies. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 200:5, 444–450, DOI: 10.1097/NMD.0b013e-3182532312

16. Michalos, G., Karvouniari, A., Dimitropoulos, N., Togias, T., & Makris, S. (2018). Workplace analysis and design using virtual reality techniques. *CIRP Annals*, 67:1, 141–144, DOI: 10.1016/j.cirp.2018.04.120

17. Hunter, J.F., Olah, M.S., Williams, A.L., Parks, A.C., & Pressman, S.D. (2019). Effect of Brief Biofeedback via a Smartphone App on Stress Recovery: Randomized Experimental Study. *JMIR serious games*, 7:4, e15974, DOI: 10.2196/15974

18. Rajguru, C., Obrist, M., & Memoli, G. (2020). Spatial soundscapes and virtual worlds: challenges and opportunities. *Frontiers in Psychology*, 11, 2714, DOI: 10.3389/fpsyg.2020.569056

19. Barton, A.C., Sheen, J., & Byrne, L.K. (2020). Immediate Attention Enhancement and Restoration from Interactive and Immersive Technologies: A Scoping Review. *Frontiers in Psychology*, 11, 2050, DOI: 10.3389/fpsyg.2020.02050

20. Riches, S., & Smith, H. (2022). Taking a break in the “new normal”: virtual reality relaxation for a stressed workforce. *Mental Health Review Journal*, 27:2, 133–136, DOI: 10.1108/MHRJ-06-2022-095

21. Keshner, E.A., Weiss, P.T., Geifman, D., & Raban, D. (2019). Tracking the evolution of virtual reality applications to rehabilitation as a field of study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 16:1, 76, DOI: 10.1186/s12984-019-0552-6
22. Botella, C., Serrano, B., Baños, R. M., & García-Palacios, A. (2015). Virtual reality exposure-based therapy for the treatment of post-traumatic stress disorder: A review of its efficacy, the adequacy of the treatment protocol, and its acceptability. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 11, 2533–2545, DOI: 10.2147/NDT.S89542
23. Reinkensmeyer, D.J., Blackstone, S., Bodine, C., Brabyn, J., Brienza, D., ... Corfman, T. (2017). How a diverse research ecosystem has generated new rehabilitation technologies: Review of NIDILRR's Rehabilitation Engineering Research Centers. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 14:1, 109, DOI: 10.1186/s12984-017-0321-3
24. Yi, Y.J., Heidari Matin, N., Brannan, D., Johnson, M., & Nguyen, A. (2024). Design Considerations for Virtual Reality Intervention for People with Intellectual and Developmental Disabilities: A Systematic Review. *HERD*, 17:4, 212–241, DOI: 10.1177/19375867241271434
25. Baños, R.M., Botella, C., Guillen, V., García-Palacios, A., Quero, S., Bretón-López, J., & Alcañiz, M. (2009). An adaptive display to treat stress-related disorders: EMMA's world. *British Journal of Guidance & Counselling*, 37:3, 347–356, DOI: 10.1080/03069880902957064
26. Riches, S., Taylor, L., Jeyarajaguru, P., Veling, W., & Valmaggia, L. (2023). Virtual reality and immersive technologies to promote workplace wellbeing: a systematic review. *Journal of Mental Health*, 33:2, 253–273, DOI: 10.1080/09638237.202-3.2182428
27. Frank, D.L., Khorshid, L., Kiffer, J.F., Moravec, C.S., & McKee, M.G. (2010). Biofeedback in medicine: who, when, why and how?. *Mental health in family medicine*, 7:2, 85–91.
28. Giggins, O.M., Persson, U.M., & Caulfield, B. (2013). Biofeedback in rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10, 60, DOI: 10.1186/1743-0003-10-6029
29. Brennan, L., Dorronzoro Zubiete, E., & Caulfield, B. (2019). Feedback Design in Targeted Exercise Digital Biofeedback Systems for Home Rehabilitation: A Scoping Review. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20:1, 181, DOI: 10.3390/s20010181
30. Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., & Wolf, P. (2013). Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review. *Psychonomic bulletin & review*, 20:1, 21–53, DOI: 10.3758/s13423-012-0333-8
31. Afzal, M.R., Oh, M.K., Choi, H.Y., & Yoon, J. (2016). A novel balance training system using multimodal biofeedback. *Biomedical engineering online*, 15, 42, DOI: 10.1186/s12938-016-0160-7
32. Huang, M.C., Lee, S.H., Yeh, S.C., Chan, R.C., Rizzo, A., Xu, W., Wu, H.L., & Lin, S.H. (2014). Intelligent frozen shoulder rehabilitation. *IEEE Intelligent Systems*, 29:3, 22–28. Article 6840820, DOI: 10.1109/MIS.2014.35
33. Parker, J., Mountain, G., & Hammerton, J. (2011). A review of the evidence underpinning the use of visual and auditory feedback for computer technology in post-stroke upper-limb rehabilitation. *Disability and*

rehabilitation. *Assistive technology*, 6:6, 465–472, DOI: 10.3109/17483107.201-1.556209

34. Prinsloo, G. E., Derman, W. E., Lambert, M. I., & Laurie Rauch, H. G. (2013). The effect of a single session of short duration biofeedback-induced deep breathing on measures of heart rate variability during laboratory-induced cognitive stress: a pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 38:2, 81–90, DOI: 10.1007/s10484-013-9210-0

35. Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work?. *Frontiers in psychology*, 5, 756, DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00756

36. Putrino, D., Ripp, J., Herrera, J. E., Cortes, M., Kellner, C., Rizk, D., & Dams-O'Connor, K. (2020). Multisensory, nature-inspired recharge rooms yield short-term reductions in perceived stress among front-line healthcare workers. *Frontiers in Psychology*, 11, 3213, DOI: 10.3389/fpsyg.2020.560833

37. Stetz, M. C., Kaloi-Chen, J. Y., Turner, D. D., Bouchard, S., Riva, G., & Wiederhold, B.K. (2011). The effectiveness of technology-enhanced relaxation techniques for military medical warriors. *Military Medicine*, 176:9, 1065–1070, DOI: 10.7205/MILMED-D-10-00393

38. Riches, S., Azevedo, L., Bird, L., Pisani, S., & Valmaggia, L. (2021). Virtual reality relaxation for the general population: a systematic review. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology*, 56:10, 1707–1727, DOI: 10.1007/s00127-021-02110-z

39. Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., Hansen, A. M., & Währborg, P. (2013). Inducing physiological stress recovery with

sounds of nature in a virtual reality forest—Results from a pilot study. *Physiology & Behavior*, 118, 240–250, DOI: 10.1016/j.physbeh.2013.05.023

40. Morina, N., Ijntema, H., Meyerbröker, K., Emmelkamp, P.M.G. (2015). Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments. *Behaviour Research and Therapy*, 74, 18–24, DOI: 10.1016/j.brat.2015.08.010

41. Maples-Keller, J.L., Yasin-ski, C., Manjin, N., & Rothbaum, B.O. (2017). Virtual reality-enhanced extinction of phobias and post-traumatic stress. *Neurotherapeutics*, 14, 554–563, DOI: 10.1007/s13311-017-0534-y

42. Beidel, D. C., Frueh, B. C., Neer, S. M., & Lejuez, C. W. (2017). The efficacy of Trauma Management Therapy: A controlled pilot investigation of a three-week intensive outpatient program for combat-related PTSD. *Journal of Anxiety Disorders*, 50, 23–32, DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.05.001

43. Rizzo, A. A., Roy, M., Hartholt, A., Costanzo, M., Highland, K. B., Jovanovic, T., . . . Difede, J. (2017). Virtual reality applications for the assessment and treatment of PTSD. In S. Bowles & P. T. Bartone (Eds.), *Military psychology: Clinical and organizational practice*. Newyork, NY: Springer.

44. Hone-Blanchet, A., Wensing, T., & Fecteau, S. (2014). The use of virtual reality in craving assessment and cueexposure therapy in substance use disorders. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 884.

45. Falconer, C. J., Rovira, A., King, J. A., Gilbert, P., Antley, A., Fearon, P., . . . Brewin, C. R. (2016). Embodying self-compassion within virtual reality and its effects on patients with depression. *British Journal of*

Psychiatry Open, 2, 74–80, DOI: 10.1192/bjpo.bp.116.003814

46. Freeman, D., Bradley, J., Antley, A., Bourke, E., DeWeevers, N., Evans, N., . . . Clark, D. M. (2016). Virtual reality in the treatment of persecutory delusions: Randomised controlled experimental study testing how to reduce delusional conviction. *The British Journal of Psychiatry*, 209:1, 62–67, DOI: 10.1192/bjp.bp.115.176438

47. Rothbaum, B. O., Hodges, L., Alarcon, R., Ready, D., Shahar, F., Graap, K., . . . Baltzell, D. (1999). Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: A case study. *Journal of Traumatic Stress*, 12:2, 263–271, DOI: 10.1023/A:1024772308758

48. Rothbaum, B. O., Hodges, L. F., Ready, D., Graap, K., & Alarcon, R. D. (2001). Virtual reality exposure therapy for vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *The Journal of Clinical Psychiatry*, 62:8, 617–622, DOI: 10.4088/JCP.v62n0808

49. Ready, D.J., Gerardi, R.J., Backscheider, A.G., Mascaro, N., & Rothbaum, B.O. (2010). Comparing virtual reality exposure therapy to present-centered therapy with 11 U.S. Vietnam veterans with PTSD. *Cyberpsychology, behavior and social networking*, 13:1, 49–54, DOI: 10.1089/cyber.2009.0239

50. McLay, R.N., McBrien, C., Wiederhold, M.D., & Wiederhold, B.K.

(2010). Exposure therapy with and without virtual reality to treat PTSD while in the combat theater: a parallel case series. *Cyberpsychology, behavior and social networking*, 13:1, 37–42, DOI: 10.1089/cyber.2009.0346

51. Gaggioli, A., Pallavicini, F., Morganti, L., Serino, S., Scaratti, C., Briguglio, M., & Bernava, G. (2014). Experiential virtual scenarios with real-time monitoring (interreality) for the management of psychological stress: a block randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research*, 16:7, e3235, DOI: 10.2196/jmir.3235

52. Cikajlo, I., Staba, U. C., Vrhovac, S., Larkin, F., & Roddy, M. (2017). A cloud-based virtual reality app for a novel telemindfulness service: rationale, design and feasibility evaluation. *JMIR Research Protocols*, 6:6, e6849, DOI: 10.2196/resprot.6849

53. Naylor, M., Morrison, B., Ridout, B., & Campbell, A. (2019). Augmented experiences: investigating the feasibility of virtual reality as part of a workplace wellbeing intervention. *Interacting with Computers*, 31:5, 507–523, DOI: 10.1093/iwc/iwz033

54. Karacan, B., Kombeiz, O., & Steidle, A. (2021). Powered by virtual realities: promoting emotional recovery through technology-based recovery interventions. *Ergonomics*, 64:10, 1351–1366, DOI: 10.1080/00140139.2021.1912399

Надійшла до редколегії: 31.03.2025

Прийнята до друку: 20.05.2025