

УДК 725.51:7.05:004.9

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.38.1.22>

# ПРОСТОРОВІ РІШЕННЯ ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ AR/VR-УСТАНОВОК У РЕАБІЛІТАЦІЙНИХ ЦЕНТРАХ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ

**Заставний Роман Степанович**

аспірант кафедри дизайну та основ архітектури,  
Національний університет «Львівська політехніка»,  
Львів, Україна,

e-mail: [roman.s.zastavnyi@lpnu.ua](mailto:roman.s.zastavnyi@lpnu.ua), orcid: 0009-0004-1807-4689

**Анотація.** Повномасштабна війна в Україні актуалізувала потребу у створенні сучасних реабілітаційних просторів для військовослужбовців, які зазнали фізичних та психоемоційних травм. Стаття присвячена аналізу просторових рішень і VR/AR-систем, що можуть бути інтегровані у дизайн реабілітаційних закладів для підвищення ефективності терапевтичного процесу.

**Мета.** Мета дослідження полягає в аналізі сучасних AR/VR технологій, що застосовуються у процесі реабілітації військовослужбовців, для визначення просторових вимог до їх інтеграції в інтер'єр реабілітаційних центрів і формулювання рекомендацій щодо підвищення ефективності використання інтерактивних технологій у проектуванні таких об'єктів.

**Методологія.** У дослідженні використано комплексний підхід, що передбачає аналіз наукових джерел, які висвітлюють проблематику дизайну реабілітаційного середовища та інтеграції VR/AR технологій, вивчення практик українських і зарубіжних центрів, а також порівняльне дослідження функціональних можливостей VR-систем.

**Результати.** Проаналізовано сучасні VR-системи, що використовуються у фізичній та психологічній реабілітації військових, включаючи системи Meta Quest та установки компанії Motek Medical. Сформульовано рекомендації щодо просторової організації VR-зон з урахуванням безпеки, ергономіки, інклюзивності та адаптивності. Визначено дизайн-принципи, що сприяють ефективному впровадженню AR/VR технологій у реабілітаційних просторах.

**Наукова новизна.** У дослідженні вперше здійснено комплексний аналіз впливу AR/VR технологій на просторові рішення в реабілітаційних центрах для військових. Розроблено практичні рекомендації для фахівців з архітектури та дизайну щодо проектування інтер'єрів з інтеграцією AR/VR засобів у контексті військової реабілітації.

**Практична значущість.** Результати дослідження можуть бути використані архітекторами, дизайнерами інтер'єрів та фахівцями з реабілітації для оптимізації проектування реабілітаційних центрів з інтеграцією AR/VR технологій. Запропоновані рекомендації сприятимуть створенню адаптивного простору, який підвищує ефективність реабілітації та покращує психоемоційний стан пацієнтів-військових.

**Ключові слова:** реабілітаційні центри, дизайн середовища, просторові рішення, віртуальна реальність, VR/AR технології, фізична реабілітація, психологічна реабілітація, військовослужбовці, інклюзивність, ергономіка, інтерактивні технології.

**ВСТУП**

Повномасштабна війна в Україні спричинила зростання кількості військовослужбовців, які потребують комплексної фізичної, психологічної та соціальної реабілітації. Ефективне відновлення вимагає не лише медичних процедур, а й створення просторового середовища, здатного позитивно впливати на психоемоційний стан та адаптацію до мирного життя. Сучасні технології, зокрема віртуальна (VR) та доповнена (AR) реальність, відкривають нові можливості для інтерактивної терапії, проте їх інтеграція у дизайн реабілітаційних просторів в Україні залишається недостатньо дослідженою. Відсутність нормативних і методичних основ ускладнює впровадження таких технологій у практику проектування.

У статті проаналізовано можливості інтеграції VR/AR технологій у дизайн реабілітаційних центрів для військовослужбовців та сформульовано просторові й дизайнерські рекомендації, що сприятимуть підвищенню ефективності процесу відновлення.

**АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

У сфері дизайну реабілітаційних центрів для військових виділяються дослідження, що наголошують на важливості простору для психологічного та фізичного відновлення. Л. Р. Гнатюк і Ю. Шевель (2018) акцентують увагу на засобах дизайну у формуванні інтер'єру реабілітаційних центрів [3], а А. Й. Пекер і В. О. Голубов (2021) пропонують адаптацію зарубіжного досвіду проектування до українських умов [5]. О. Шмельова-Нестеренко, Н. Терлецька та К. Сокирко (2023) визначають новітні тенденції в дизайні інтер'єру реабілітаційних центрів для військових [6], а О. В. Бісмак (2015) звертає увагу на необхідність адаптації інтер'єрів для військових в умовах конфлікту [1].

У дослідженні А. Ю. Баратюк (2015) проаналізовано перспективи використання технологій віртуальної реальності у психологічній реабілітації військовослужбовців, підкреслено їхній вплив на нейропластичність, стресостійкість та адаптацію до мирного життя [2]. Автори М. Лобур та О. Джус (2024) досліджують ефективність поєднання VR і технологій відстеження руху для покращення результатів фізичної реабілітації [4].

Використання технологій віртуальної та доповненої реальності у сфері реабілітації активно розвивається у світовій практиці. А. Ріццо та Дж. Діфеді (2010) у дослідженні Virtual Iraq/Afghanistan довели ефективність VR-терапії у лікуванні посттравматичних

стресових розладів у військових [15]. Важливим напрямом є також система CAREN компанії Motek Medical, описана Summit Medical & Scientific (2018), що поєднує рухому платформу, сенсори та візуальне середовище для фізичної реабілітації [16]. Сучасний підхід до сенсорних VR-систем представили І. Чжао, Ч. Лю, Х. Чжу, Ц. Лі (2024), запропонували інерційну технологію для моторного відновлення верхніх кінцівок [20]. Водночас класичні принципи просторового планування, викладені у праці Дж. ДеК'яра, Дж. Панеро та М. Зельніка (2001), залишаються фундаментом для проектування ергономічних реабілітаційних просторів [8].

У дослідженні Х. Зайнаб, Н. З. Бавані, В. Рехман, Дж. Імран (2023) розглянуто основні вимоги до дизайну VR-систем для психотерапії – від побудови середовища до контролю інтенсивності впливу на користувача [19]. Дослідники А. Францова, К. Чиг'о, Е. Палль, Ш. Рімначова, Й. Водічка та П. Мікулаштік (2023) розробили та оцінили набір іммерсивних віртуальних середовищ для експозиційної терапії клаустрофобії, акцентуючи увагу на дизайні сценаріїв із контрольованою інтенсивністю та відчутті присутності [10].

**МЕТА**

Мета дослідження полягає в аналізі сучасних AR/VR технологій, що застосовуються у процесі реабілітації військовослужбовців, для визначення просторових вимог до їх інтеграції в інтер'єр реабілітаційних центрів і формулювання рекомендацій щодо підвищення ефективності використання інтерактивних технологій у проектуванні таких об'єктів.

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ**

У сучасних реабілітаційних центрах для військових інтерактивні елементи стають важливим компонентом дизайну інтер'єрів, сприяючи як фізичному, так і психоемоційному відновленню пацієнтів. Інтеграція технологій дозволяє створювати адаптивні простори, що реагують на індивідуальні потреби військових, забезпечуючи оптимальне середовище для реабілітації та розвитку.

Важливість проектування дизайну у формуванні реабілітаційного середовища підтверджується дослідженням Роджера Улріха, який довів, що фізичне оточення безпосередньо впливає на швидкість одужання пацієнтів, рівень стресу та ефективність роботи медичного персоналу. Зокрема, природне освітлення, доступ до зелених зон, зменшення шуму та ергономічна організація простору сприяють кращій психологічній адаптації та

прискоренню реабілітаційного процесу [17]. Ці принципи є критично важливими у процесі інтеграції VR-технологій у дизайн реабілітаційних центрів, оскільки правильно організоване VR-середовище може посилювати позитивний вплив фізичного простору, знижуючи рівень стресу та підвищуючи ефективність терапії. Таким чином, інтеграція VR має враховувати не лише технічні аспекти, а й дизайн-принципи, що сприяють психологічному комфорту та функціональності реабілітаційних просторів.

Інтерактивні технології почали інтегруватися в реабілітаційні процеси з розвитком цифрових технологій у 1990-х роках. Перші дослідження у цій сфері були зосереджені на використанні комп'ютерних програм і симуляторів для відновлення моторики у пацієнтів із фізичними травмами [5].

Поступово, з розвитком сенсорних технологій та віртуальної реальності (VR), з'явилися нові можливості для терапії, зокрема, у сфері психологічної реабілітації військових із посттравматичним стресовим розладом (ПТСР). Одним із перших прикладів використання VR у цій галузі стала програма «Virtual Iraq», яка створювала симуляції бойових умов для терапевтичного занурення пацієнтів у контрольоване середовище, допомагаючи знизити рівень стресу, страху та емоційної напруги [15]. У 2008 році в психіатричному відділенні Військово-медичного центру Волтера Ріда було офіційно впроваджено методику реабілітації військовослужбовців із ПТСР із використанням цієї технології.

Система «Virtual Iraq» дозволяла відтворювати бойові сценарії для проведення експозиційної терапії, що стало важливим кроком у напрямі застосування VR у психологічному відновленні ветеранів. Сучасні VR-рішення значно вдосконалили ці підходи, пропонуючи реалістичніші відчуття, адаптивні середовища та персоналізовані терапевтичні протоколи. Терапевтичний процес зазвичай відбувається у спеціально адаптованих приміщеннях, обладнаних комп'ютерними системами, VR-гарнітурами, стереофонічними аудіопристроями та апаратами для створення тактильних і запахових ефектів. Використання таких інтерактивних платформ сприяє поступовій десенсибілізації до травматичних спогадів, зниженню інтенсивності симптомів ПТСР та ефективній адаптації військових до мирного життя [15].

Простір, у якому впроваджувалася система «Virtual Iraq», був функціонально орієнтованим, але простим і технічно насиченим. Це були малі за площею кімнати з базовим

оздобленням, нейтральними стінами та стандартним штучним освітленням. Техніка розміщувалась компактно: комп'ютери, монітори, гарнітури та аудіообладнання займали значну частину простору, залишаючи мінімум вільного місця для руху пацієнта. Не передбачалося зонування або створення підтримувального середовища — простір виконував виключно інструментальну функцію. Відсутність звукоізоляції, елементів акустичного комфорту та візуального розвантаження могла знижувати загальний терапевтичний ефект і не враховувала психологічну чутливість військових під час реабілітації.

Сучасні VR-установки для реабілітації військових у реабілітаційних центрах можуть бути поділені на кілька категорій залежно від їхніх функціональних можливостей, рівня занурення та спеціалізації в реабілітації. Основними представниками таких систем є Meta Quest (VR-гарнітури загального призначення) та спеціалізовані реабілітаційні системи, наприклад продукція Motek Medical [13].

Пристрої Meta Quest, зокрема моделі Quest 2, Quest 3 і Quest Pro, являють собою автономні або підключені до персонального комп'ютера VR-гарнітури, які активно використовуються у психоемоційній реабілітації військових, а також у роботі з когнітивними порушеннями та тренуванні рухових навичок. Завдяки широкій доступності, мобільності та бездротовому формату експлуатації ці пристрої уможливають їх зручне впровадження в умовах стандартних реабілітаційних приміщень. Важливою перевагою є наявність великої кількості спеціалізованих програм, включно з тренінгами ПТСР, когнітивними іграми та симуляціями бойового середовища, які можуть бути адаптовані під індивідуальні потреби пацієнтів. Проте технічна обмеженість щодо точності відстеження рухів, а також відсутність вбудованих біомеханічних сенсорів знижує ефективність гарнітур у задачах фізичної реабілітації, які вимагають детального аналізу просторових характеристик руху.

Середовище, призначене для використання автономних VR-гарнітур, таких як Meta Quest, не потребує складної технічної інфраструктури, завдяки чому може бути розміщене в стандартних приміщеннях реабілітаційного центру. На зображенні (рис. 1) представлено умовно оптимізований VR-простір: виокремлена активна зона розміром приблизно 2,5 × 2 м, покрита неслизьким килимовим покриттям для безпечного пересування користувача; операторська зона розташована поруч, із візуальним контролем за пацієнтом,

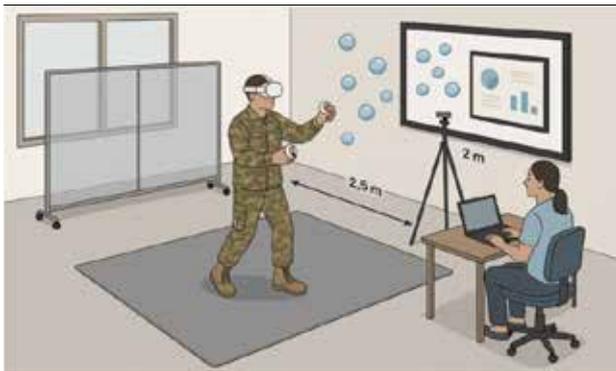


Рис. 1. Meta Quest [20]

але на достатній відстані для уникнення перешкод у VR-сценарії. Мобільні перегородки зі світлопроникного матеріалу дозволяють зонувати простір без створення тиску або замкненості, зберігаючи відчуття контролю над середовищем [20].

У разі, коли реабілітаційні процеси передбачають глибоку інтеграцію фізичних навантажень із точним біомеханічним моніторингом, доцільним є використання високоспеціалізованих систем, таких як комплексні рішення компанії Motek Medical. Однією з найбільш поширених установок є C-Mill – бігова доріжка з інтегрованою VR-системою, розроблена для відновлення навичок ходи у пацієнтів після травм чи неврологічних розладів. Інша розробка – HERO Solution – передбачає п'ять взаємопов'язаних модулів, які комплексно впливають на функціональну реабілітацію верхніх та нижніх кінцівок, забезпечуючи індивідуальну терапевтичну траєкторію для кожного користувача. Система RYSEN забезпечує інноваційну підтримку ваги тіла під час вертикалізації та навчання ходи, працюючи у тривимірному просторі з корекцією навантаження в реальному часі. Комплекс M-Gait своєю чергою представляє модульну платформу на основі бігової доріжки з можливістю інтеграції VR-оточення та додаткових рухомих платформ, що сприяє відновленню координації та балансу. Система GRAIL (Gait Real-time Analysis Interactive Lab) орієнтована на глибокий аналіз параметрів ходи, що дозволяє проводити точне вимірювання змін у русі під час терапії. Найбільш технологічно складним і комплексним продуктом є CAREN (Computer Assisted Rehabilitation Environment) – повноцінна біомеханічна лабораторія, яка поєднує багатоканальний аналіз рухів, адаптивне VR-середовище та інтерактивні платформи для повної імітації складних сценаріїв реабілітації [13].

Інтеграція AR/VR технологій вимагає врахування специфічних архітектурних та дизайнерських аспектів. Приміщення повинні бути спроектовані з урахуванням розміщення обладнання, безпеки пацієнтів і персоналу, а також створення комфортного середовища. Це включає належне освітлення, акустичні характеристики та просторові рішення, що підтримують ефективне використання VR-технологій.

Інтеграція AR/VR-технологій, орієнтованих на рухові активності, зокрема використання бігових доріжок (наприклад, RYSEN, C-Mill, HERO від Motek Medical), вимагає особливої уваги до просторового планування та амортизаційних властивостей покриття і конструктиву приміщення. Вібрації, що виникають під час імітації бігу або ходьби, передаються не лише на підлогу, а й на навколишні конструкції, що може створювати надмірний шум, відчуття нестабільності або впливати на роботу інших пристроїв, особливо в медичних чи мультифункціональних просторах. Тому проектування дизайну повинне передбачати або розміщення таких платформ на вібропоглинаючих подіумах, або використання демпфуючих прошарків у міжповерхових перекриттях (зокрема, багатоповітряних структур із прогумованими вставками, як у спортивних залах або студіях звукозапису) [11].

Висота стелі повинна враховувати можливість використання трекерів або натільних систем захисту, які закріплюються на верхніх частинах тіла чи обладнання, що потребує додаткового вертикального простору. Простір має бути вільним від перешкод у радіусі щонайменше 2,5–3 метрів навколо доріжки, а також забезпечувати вільний доступ персоналу до користувача задля безпеки та втручання у разі потреби [9]. Освітлення не повинно створювати блисків або тіней у зоні візуального захоплення, тому рекомендується розсіяне світло або інтегровані джерела освітлення, що не змінюють температури кольору під час сесій. Для зниження візуального та звукового навантаження доцільно використовувати акустичні панелі, м'які поверхні або тканинні екрани.

Загалом, проектуючи середовище для VR-технологій з активним переміщенням, необхідно враховувати навантаження на конструкції, опір ковзанню, рівень шуму та вплив на суміжні функціональні зони, що підтверджено в дослідженнях з ергономіки та дизайну для фізичної реабілітації [7]. У медичних просторах, особливо в реабілітаційних центрах для військових, ці аспекти є критичними для

збереження як функціональності, так і психоемоційного комфорту пацієнтів.

Вибір та інтеграція VR-установок у простір реабілітаційного центру вимагає врахування специфіки кожної системи. Різні VR-рішення мають унікальні функціональні можливості, габарити та вимоги до простору, що впливає на їхню ефективність у терапевтичному процесі. Нижче представлена порівняльна таблиця, яка узагальнює ключові характеристики основних VR-установок, включаючи їх призначення, мінімальні вимоги до простору та рекомендації щодо дизайну приміщення (табл. 1).

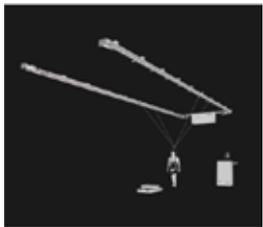
Аналіз функціональних характеристик VR-установок, представлений у таблиці,

дозволяє систематизувати просторові вимоги до їх впровадження, зокрема параметри площі, висоти стелі, типу покриття та особливостей планування. Також визначено ключові проєктні орієнтири для кожної системи: від мобільності меблів і нейтрального освітлення до відкритого планування з акустичною обробкою та простору для спостереження за пацієнтом.

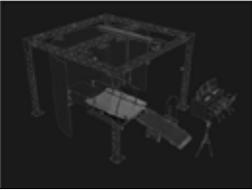
Дизайн таких інтер'єрів має акцентувати увагу на інклюзивності та доступності, забезпечуючи зручний доступ до технологій для маломобільних пацієнтів. Включення інтерактивних елементів, таких як сенсорні панелі, може також змінити естетику приміщення, створюючи більш динамічне і привабливе

Таблиця 1.

**Порівняльна таблиця VR-установок для реабілітаційних просторів**

Система	Призначення	Мінімальні вимоги до простору	Рекомендації щодо дизайну простору
1	2	3	4
Meta Quest 	Психоемоційна реабілітація, ПТСР, когнітивні тренінги	від 3 × 3 м Висота стелі: від 2,5 м	М'яке підлогове покриття; мінімізація візуальних подразників; нейтральне освітлення; мобільні меблі для гнучкого використання простору
CAREN (Motek Medical) 	Комплексна реабілітація з використанням VR, аналіз ходи, баланс	Площа: від 60 м <sup>2</sup> Висота стелі: від 3,5 м	Відкрите планування без перешкод; акустична обробка; стабільне електроживлення та вентиляція; простір для обслуговування обладнання; врахування значної ваги VR/AR систем під час вибору поверху, типу перекриття та допустимого навантаження.
RYSEN (Motek Medical) 	3D-підтримка ваги тіла для тренування ходи та балансу	Площа: від 15 м Ширина приміщення: від 3 м Висота стелі: 3–5 м	Вільний простір для руху пацієнта; безпечне підлогове покриття; інтеграція з іншими реабілітаційними зонами; можливість адаптації під різні завдання; врахування необхідної висоти приміщення для розміщення VR/AR обладнання.
C-Mill (Motek Medical) 	Тренування ходи з використанням AR/VR, оцінка балансу	Площа: залежить від конфігурації Висота стелі: від 2,5 м	Яскраве, але не сліпуче освітлення; простір для безпечного входу / виходу; місце для встановлення проєкційного обладнання; зони для спостереження та контролю терапевтом.

Продовження таблиці 1.

1	2	3	4
HERO (Motek Medical) 	Комплексна функціональна реабілітація	Площа: залежить від конфігурації Висота стелі: від 2,5 м	Гнучке зонування для різних модулів; простір для переміщення між станціями; інтеграція з іншими терапевтичними зонами; забезпечення приватності для пацієнта.
GRAIL (Motek Medical) 	Повна система для аналізу та тренування ходи з використанням VR	Площа: від 30 м <sup>2</sup> Висота стелі: від 3 м	Інтеграція проєкційного екрану та системи захоплення руху; простір для безпечного входу / виходу; можливість адаптації під різні сценарії тренування
M-Gait (Motek Medical) 	Модульна система для аналізу та тренування ходи з можливістю розширення	Площа: від 30 м <sup>2</sup> Висота стелі: від 3 м	Гнучке планування для можливості додавання модулів; простір для безпечного використання та обслуговування; інтеграція з іншими реабілітаційними зонами

середовище. Таким чином, впровадження VR-технологій спонукає до переосмислення традиційних підходів до дизайну, що передбачає створення гнучких і адаптивних просторових рішень.

## ВИСНОВКИ

Проведене дослідження підтвердило, що ефективна реабілітація військовослужбовців неможлива без формування просторового середовища, яке поєднує медичні, ергономічні та психологічні чинники. Інтеграція технологій віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) розширює можливості терапії, створюючи адаптивні, безпечні та мотиваційні умови для фізичного і психоемоційного відновлення. Аналіз сучасних технологій (Meta Quest, Motek Medical та ін.) дозволив визначити просторові вимоги до VR-зон і розробити рекомендації щодо їх впровадження у реабілітаційних центрах.

Отримані результати узгоджуються з поставленою метою — окреслено принципи інтеграції VR/AR у дизайн реабілітаційних просторів і доведено їхню ефективність для

військової реабілітації. Практичне значення полягає у можливості використання напрацьованих рішень архітекторами та дизайнерами під час проєктування центрів нового типу, орієнтованих на технологічність, інклюзивність і комфорт користувачів. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення методичних рекомендацій і базових стандартів для інтеграції VR/AR технологій у систему реабілітаційної архітектури України, що у перспективі може стати підґрунтям для формування національних нормативів.

## ЛІТЕРАТУРА

[1] Бісмак О.В. Особливості організації діяльності реабілітаційних закладів в Україні. *Освітологічний дискурс*. 2015. № 4(12). С. 2–12.

[2] Баратюк А.Ю. Перспективи використання технологій віртуальної реальності у психологічній реабілітації військовослужбовців. *V міжнародна науково-практична конференція Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*. 2025. С. 281–284. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-502-3-71>

[3] Гнатюк Л.Р., Шевель Ю. Засоби дазайну у формуванні інтер'єру реабілітаційних центрів.

Збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного дизайну», м. Київ, 20 квітня 2018 р. Київ : КНУТД. С. 141–143.

[4] Лобур М., Джусь О. Інтеграція віртуальної реальності та технологій відстеження руху для покращення фізичної реабілітації: огляд опису. *Computer design systems. Theory and practice*. 2024. Вип. 6, № 1. С. 28–36. DOI: <https://doi.org/10.23939/cds2024.01.028>

[5] Пекер А.Й., Голубов В.О. Аналіз зарубіжного досвіду проектування реабілітаційних центрів для військовослужбових. *Архітектурний вісник КНУБА*. 2021. № 22–23. С. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.32347/2519-8661.2021.22-23.46-52>

[6] Шмельова-Нестеренко О., Терлецька Н. та Сокирко К. Визначення новітніх тенденцій в дизайні інтер'єру реабілітаційних центрів для військових. *Збірник матеріалів V міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми сучасного дизайну»*, м. Київ, 27 квітня 2023 р. Київ : КНУТД. С. 284–286.

[7] Bajcsy P., McHenry K., Na H.-J., Malik R., Spencer A., Lee S.-K., Cooper R., Frogley M. Immersive environments for rehabilitation activities. MM '09: Proceedings of the 17th ACM International Conference on Multimedia. New York : Association for Computing Machinery, 2009. P. 829–832. DOI: <https://doi.org/10.1145/1631272.1631425>

[8] DeChiara J., Panero J., & Zelnik M. Time-Saver Standards for Interior Design and Space Planning. New York : McGraw-Hill, 2001. URL: <https://www.strandbooks.com/time-saver-standards-for-interior-design-and-space-planning-9780071346160.html> (дата звернення: 29.09.2025).

[9] Ergonomics of human-system interaction – Part 940: Evaluation of tactile and haptic interactions. 2017. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:9241:-940:ed-1:v1:en> (дата звернення: 29.09.2025).

[10] Francová A., Csigó K., Páll E., Římnáčová Š., Vodička J. та Mikuláščík P. Design and Evaluation of Virtual Reality Environments for Claustrophobia. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*. 2023. Vol. 32. P. 23–34. DOI: [https://doi.org/10.1162/pres\\_a\\_00385](https://doi.org/10.1162/pres_a_00385)

[11] Fregna G., Schincaglia N., Baroni A., Straudi S., Casile A. A novel immersive virtual reality environment for the motor rehabilitation of stroke patients: A feasibility study. *Frontiers*. 2022. Vol. 9. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.906424>

[12] The Flooring for Injury Prevention (FLIP) Study of compliant flooring for the prevention of fall-related injuries in long-term care: A randomized trial / Mackey D. C., Lachance C. C., Wang, P. T., et al. *PLoS One*. 2019. № 14(6). URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6590787/> (дата звернення: 29.09.2025).

[13] Motek Medical. Solutions. 2024. URL: <https://www.motekmedical.com/solutions/> (дата звернення: 29.09.2025).

[14] Premmedia. Interactive Digital Kiosks & Waiting Room Displays for Healthcare. URL: <https://premedia.com/interactive-touch-screen-displays-for-healthcare/> (дата звернення: 29.09.2025).

[15] Rizzo A., Difede J. Development and early evaluation of the Virtual Iraq/Afghanistan exposure

therapy system for combat-related PTSD. *Annals of the new york academy of sciences «Psychiatric and Neurologic Aspects of War»*. 2010. P. 115–125. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05755.x>

[16] Summit medical & Scientific. CAREN training conducted at Defence and National Rehabilitation Centre. 2018. URL: <https://summitmedsci.co.uk/2018/09/11/caren-training-conducted-at-defence-and-national-rehabilitation-centre/> (дата звернення: 29.09.2025).

[17] Ulrich R., Quan X., Zimring C., Joseph A., Choudhary R. The Role of the Physical Environment in the Hospital of the 21st Century: A Once-in-a-Lifetime Opportunity. Report to The Center for Health Design for the Designing the 21st Century Hospital Project. Georgia Institute of Technology. Texas A&M University, 2004. P. 69. URL: <https://healingphotoart.org/wp-content/uploads/2012/11/UlrichPhyEnviron.pdf> (дата звернення: 29.09.2025).

[18] VirtualSpeech. VR Accessibility: How Virtual Reality Is Improving Inclusion. 2023. URL: <https://virtualspeech.com/blog/vr-accessibility-inclusion> (дата звернення: 29.09.2025).

[19] Zainab H., Bawany N.Z., Rehman W., Imran J. Design and development of virtual reality exposure therapy systems: requirements, challenges and solutions. *Multimedia Tools and Applications*. 2023. № 83(2). P. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-023-15756-5>

[20] Zhao Y., Liu Z., Zhu H., & Li J. A Novel Virtual Reality System for Upper Limb Rehabilitation Based on Inertial Sensing Technology. *Sensors*. 2024. № 25(2). P. 340. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/2/340> (дата звернення: 29.09.2025).

## REFERENCES

[1] Bismak, O.V. (2015). Osoblyvosti orhanizatsii diialnosti reabilitatsiinykh zakladiv v Ukraini [Features of the organization of rehabilitation institutions in Ukraine]. *Osvitohichnyi diskurs*, 4(12), 2–12 [in Ukrainian].

[2] Baratiuk, A.Yu. (2025). Perspektyvy vykorystannia tekhnologii virtualnoi realnosti u psykholohichnii reabilitatsii viiskovosluzhbovtsiv [Prospects for the Use of Virtual Reality Technologies in the Psychological Rehabilitation of Military Personnel]. V Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V. I. Vernadskoho, 281–284. DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-502-3-71> [in Ukrainian].

[3] Gnatiuk, L.R., & Shevel, Yu. (2018). Zasoby dyzainu u formuvanni interieru reabilitatsiinykh tsentriv. [Design tools in forming the interior of rehabilitation centers]. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Modern Design"*, Kyiv : KNUITD, 141–143 [in Ukrainian].

[4] Lobur, M., & Dzhus, O. (2024). Intehratsiia virtualnoi realnosti ta tekhnologii vidstezhennia rukhu dlia pokrashchennia fizychnoi reabilitatsii: ohliad opysu. [Integration of Virtual Reality and Motion Tracking Technologies for Improving Physical Rehabilitation: A Descriptive Review]. *Computer Design Systems: Theory and Practice*, 6(1), 28–36. <https://doi.org/10.23939/cds2024.01.028> [in Ukrainian].

[5] Peker, A.Y., & Holubov, V.O. (2021). Analiz zarubizhnoho dosvidu proektuvannia reabilitatsiinykh tsestriv dlia viiskovosluzhbovtziv. [Analysis of foreign experience in designing rehabilitation centers for military personnel]. *Arkhitekturnyi visnyk KNUBA*, 22–23, 46–52. DOI: <https://doi.org/10.32347/2519-8661.2021.22-23.46-52> [in Ukrainian].

[6] Shmelova-Nesterenko, O., Terletska, N., & Sokyрко, K. (2023). Vyznachennia novitnikh tendentsii v dyzaini interieru reabilitatsiinykh tsestriv dlia viiskovykh. [Identification of new trends in the interior design of rehabilitation centers for the military]. *Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference "Actual Problems of Modern Design"*, Kyiv: KNUUD, 284–286 [in Ukrainian].

[7] Bajcsy, P., McHenry, K., Na, H.-J., Malik, R., Spencer, A., Lee, S.-K., Kooper, R., & Frogley, M. (2009). Immersive environments for rehabilitation activities. In *MM '09: Proceedings of the 17th ACM International Conference on Multimedia*. New York: Association for Computing Machinery, 829–832. DOI: <https://doi.org/10.1145/1631272.1631425> [in English].

[8] DeChiara, J., Panero, J., & Zelnik, M. (2001). Time-Saver Standards for Interior Design and Space Planning. New York: McGraw-Hill. Retrieved from: <https://www.strandbooks.com/time-saver-standards-for-interior-design-and-space-planning-9780071346160.html> [in English].

[9] Ergonomics of human-system interaction — Part 940: Evaluation of tactile and haptic interactions. Retrieved from: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:9241:940:ed-1:v1:en> [in English].

[10] Francová, A., Csigó, K., Páll, E., Řimnáčová, Š., Vodička, J., & Mikuláščík, P. (2023). Design and Evaluation of Virtual Reality Environments for Claustrophobia. *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*, 32, 23–34. DOI: [https://doi.org/10.1162/pres\\_a\\_00385](https://doi.org/10.1162/pres_a_00385) [in English].

[11] Fregna, G., Schincaglia, N., Baroni, A., Straudi, S., & Casile, A. (2022). A novel immersive virtual reality environment for the motor rehabilitation of stroke patients: A feasibility study. *Frontiers*, 9, 1–12. DOI: <https://doi.org/10.3389/frobt.2022.906424> [in English].

[12] Mackey, D.C., Lachance, C.C., Wang, P.T., et al. (2019). The Flooring for Injury Prevention (FLIP)

Study of compliant flooring for the prevention of fall-related injuries in long-term care: A randomized trial. *PLoS One*, 14(6). Retrieved from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6590787/> [in English].

[13] Motek Medical. *Solutions* (2024). Retrieved from: <https://www.motekmedical.com/solutions/> (last accessed: 29.09.2025) [in English].

[14] Premmedia. Interactive Digital Kiosks & Waiting Room Displays for Healthcare. Retrieved from: <https://premmmedia.com/interactive-touch-screen-displays-for-healthcare/> [in English].

[15] Rizzo, A., Difiede, J. (2010). Development and early evaluation of the Virtual Iraq/Afghanistan exposure therapy system for combat-related PTSD. *Annals of the New York academy of sciences «Psychiatric and Neurologic Aspects of War»*, 115–125. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05755.x> [in English].

[16] Summit medical & Scientific (2018). CAREN training conducted at Defence and National Rehabilitation Centre. Retrieved from: <https://summitmedsci.co.uk/2018/09/11/caren-training-conducted-at-defence-and-national-rehabilitation-centre/> [in English].

[17] Ulrich, R., Quan, X., Zimring, C., Joseph, A., & Choudhary, R. (2004). The role of the physical environment in the hospital of the 21st century: A once-in-a-lifetime opportunity. Concord, CA: The Center for Health Design, 69. Retrieved from: <https://healingphotoart.org/wp-content/uploads/2012/11/UlrichPhyEnviron.pdf> [in English].

[18] VirtualSpeech (2023). VR Accessibility: How Virtual Reality Is Improving Inclusion. Retrieved from: <https://virtualspeech.com/blog/vr-accessibility-inclusion> [in English].

[19] Zainab, H., Bawany, N.Z., Rehman, W., & Imran, J. (2023). Design and Development of Virtual Reality Exposure Therapy Systems: Requirements, Challenges and Solutions. *Multimedia Tools and Applications*, 83(2), 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-023-15756-5> [in English].

[20] Zhao, Y., Liu, Z., Zhu, H., & Li, J. (2024). A Novel Virtual Reality System for Upper Limb Rehabilitation Based on Inertial Sensing Technology. *Sensors*, 25(2), 340. Retrieved from: <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/2/340> [in English].

## ABSTRACT

### **Zastavnyi R. Spatial solutions for the placement of VR/AR installations in rehabilitation centers for military personnel**

*The full-scale war in Ukraine has highlighted the urgent need to create modern rehabilitation spaces for military personnel who have sustained physical and psycho-emotional injuries. The article focuses on the analysis of spatial solutions and VR/AR systems that can be integrated into the design of rehabilitation facilities to enhance the effectiveness of therapeutic processes.*

**Purpose.** *The purpose of the study is to analyze modern AR/VR technologies used in the rehabilitation of military personnel in order to define spatial requirements for their integration into the interiors of rehabilitation centers and to formulate recommendations for improving the effectiveness of interactive technologies in the design of such facilities.*

**Methodology.** The study employs a comprehensive approach that includes the analysis of scientific sources addressing the design of rehabilitation environments and the integration of VR/AR technologies, the study of practices in Ukrainian and international rehabilitation centers, and a comparative analysis of the functional capabilities of VR systems.

**The results.** Modern VR systems used in the physical and psychological rehabilitation of military personnel were analyzed, including Meta Quest systems and Motek Medical installations. Recommendations are proposed for the spatial organization of VR zones with consideration of safety, ergonomics, inclusivity, and adaptability. Design principles are identified to support the effective implementation of AR/VR technologies in rehabilitation environments.

**Scientific novelty.** The study presents a comprehensive analysis of the impact of AR/VR technologies on spatial design solutions in rehabilitation centers for military personnel. Practical recommendations have been developed for architects and designers on integrating AR/VR tools into interior design within the context of military rehabilitation.

**Practical relevance.** The research findings can be used by architects, interior designers, and rehabilitation specialists to optimize the design of rehabilitation centers integrating AR/VR technologies. The proposed recommendations will contribute to creating adaptive spaces that enhance rehabilitation efficiency and improve the psycho-emotional state of military patients.

**Keywords:** rehabilitation centers, environmental design, spatial solutions, virtual reality, VR/AR technologies, physical rehabilitation, psychological rehabilitation, military personnel, inclusivity, ergonomics, interactive technologies.

#### **AUTHOR'S NOTE:**

**Zastavnyi Roman**, Postgraduate Student at the Department of Design and Fundamentals of Architecture, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, e-mail: roman.s.zastavnyi@lpnu.ua, orcid: 0009-0004-1807-4689.

Стаття подана до редакції: 09.10.2025.

Стаття прийнята до опублікування: 10.11.2025.

Стаття опублікована: 20.11.2025.