

ДІАГНОСТИЧНІ КРИТЕРІЇ РИЗИКУ ПОЯВИ КІБЕРЗАПАМОРОЧЕННЯ У ВІРТУАЛЬНІЙ РЕАЛЬНОСТІ

Баратюк Артем Юрійович

аспірант, асистент кафедри психодіагностики та клінічної психології факультету психології
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0000-0003-3473-0434

Потоцька Марина

аспірант кафедри психодіагностики та клінічної психології факультету психології
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
ORCID ID: 0009-0008-8126-007X

У статті узагальнюється кіберзапаморочення як багаторівневий психоповедінковий феномен і пропонуються психологічні критерії ризику його виникнення для превентивного скринінгу перед VR-інтервенціями. Актуальність зумовлена поширенням VR у клінічній та освітній практиці й зростанням небажаних ефектів, що знижують прийнятність терапії. Дослідження зміщує фокус від сенсомоторних пояснень до психологічних чинників вразливості, які визначають поріг толерантності до сенсорного конфлікту й навантаження. Мета – теоретично обґрунтувати й систематизувати критерії ризику на основі аналітичного огляду з інтеграцією даних психометричних опитувальників, поведінкових проб, айтрекінгу й нейрофізіологічних індикаторів.

Виокремлено чотири інтеграційні блоки: емоційно-регуляційний (тривожна чутливість, емоційна лабільність, тренована саморегуляція), когнітивно-перцептивний (когнітивне навантаження, ресурси робочої пам'яті й уваги, перцептивна гнучкість), особистісно-типологічний (нейротизм і зовнішній локус контролю проти емоційної стабільності та резиліентності), мотиваційно-адаптаційний (позитивні очікування, внутрішня мотивація, біофідбек-підкріплена саморегуляція, що зменшують суб'єктивне навантаження у VR-сценаріях).

Результатом є зведена таблиця критеріїв із категорією ознаки, коротким описом прояву, рекомендованим інструментом оцінювання та емпіричним підґрунтям, яка дає змогу перейти від реактивного реагування до превентивної стратифікації ризику на етапі планування сесії й персоналізації VR-сценаріїв за профілем користувача. Представлена концептуалізація окреслює психологічну компоненту кіберзапаморочення, придатну до кількісного вимірювання для безпечнішого та доказово обґрунтованого використання VR у психологічній допомозі, освіті й людино-комп'ютерній взаємодії.

Ключові слова: кіберзапаморочення, віртуальна реальність, VR, психологічні критерії ризику, когнітивне навантаження, тривожність, перцептивна гнучкість.

Baratiuk A., Pototska M. DIAGNOSTIC CRITERIA FOR THE RISK OF CYBERSICKNESS IN VIRTUAL REALITY

The article conceptualizes cybersickness as a multilevel psychobehavioral phenomenon and proposes psychological risk criteria for preventive screening prior to VR interventions. The relevance stems from the expansion of VR in clinical and educational practice and increasing adverse effects that reduce treatment acceptability. The study shifts the focus from sensorimotor explanations to psychological vulnerability factors that determine the tolerance threshold to sensory conflict and load. The aim is to theoretically substantiate and systematize risk criteria on the basis of a review integrating data from psychometric questionnaires, behavioral tasks, eye-tracking and neurophysiological indicators.

Four integrative blocks are distinguished: emotional-regulatory (anxiety sensitivity, emotional lability, trained self-regulation), cognitive-perceptual (cognitive load, working memory and attention resources, perceptual flexibility), personality-typological (neuroticism and external locus of control versus emotional stability and resilience) and motivational-adaptational (positive expectations, intrinsic motivation, biofeedback-supported self-regulation that reduce subjective load in VR scenarios).

The result is a consolidated table of criteria specifying feature category, brief description, recommended assessment instrument and empirical grounding, which enables a transition from reactive responses to preventive risk stratification at the stage of session planning and personalization of VR scenarios. The proposed conceptualization outlines the psychological component of cybersickness as suitable for quantitative assessment and standardization, supporting safer evidence-based use of VR in psychological care, education and human-computer interaction.

Key words: cybersickness, virtual reality, VR, psychological risk criteria, cognitive load, anxiety, perceptual flexibility.

Вступ. Віртуальна і доповнена реальність швидко входять у навчання, терапію та реабілітацію, проте їх поширення супроводжується побічними психофізіологічними ефектами, зокрема найпоширенішим кіберзапамороченням. Попри значну кількість праць, зосереджених на сенсорному конфлікті, вестибулярних реакціях і параметрах візуальних стимулів, психологічні чинники ризику залишаються фрагментарними та неузгодженими. Більшість досліджень фіксує вже наявні симптоми під час або після взаємодії з VR, тоді як психічні передумови схильності досі не мають чітких діагностичних критеріїв. Наявні спостереження вказують, що тривожність, підвищена емоційна реактивність, когнітивна ригідність і низька толерантність до сенсорного конфлікту посилюють ризик навіть за однакових технічних умов, а відсутність комплексного урахування цих змінних знижує прогностичні можливості й ускладнює превентивну адаптацію середовища.

Завдання цієї роботи – визначити та систематизувати психологічні критерії ризику кіберзапаморочення, а також запропонувати уніфіковану модель, що інтегрує особистісні, емоційні та когнітивні предиктори. Очікується, що таке окреслення показників дозволить створити прогностичну систему психологічної оцінки схильності, корисну для розробників VR-контенту, клінічних психологів і дослідників людино-комп'ютерної взаємодії.

Мета статті – теоретично обґрунтувати та уніфікувати психологічні критерії ризику виникнення кіберзапаморочення у віртуальній реальності.

Матеріали та методи. Дослідження виконано в межах аналітико-синтетичного підходу з теоретичним аналізом емпіричних робіт 2022–2025 років у базах Scopus і Web of Science. До огляду включено 33 публікації, де вивчаються психологічні, когнітивні, емоційні та особистісно-мотиваційні чинники ризику у VR, за наявності стандартизованих інструментів і статистично підтверджених асоціацій між психологічними змінними та симптомами VR-дезорієнтації. Для систематизації застосовано структурно-функціональне моделювання, яке дозволило виділити взаємопов'язані емоційно-регуляторний, когнітивно-перцептивний, особистісно-типологічний і мотиваційно-адаптаційний блоки та сформувати зведену таблицю діагностичних психологічних критеріїв ризику, що поєднує психометричні, поведінкові й нейрофізіологічні маркери.

Результати. Кіберзапаморочення постає як інтегральний ефект взаємодії сенсорних, когнітивних та емоційних механізмів, що визначають індивідуальну відповідь на суперечливі VR-сигнали. Модель сенсорного конфлікту пов'язує дискомфорт із розбіжністю очікуваних тілесних сигналів і зорового досвіду, що підтверджують ЕЕГ-маркери порушеної взаємодії сенсорних, увагових і мереж стандартного режиму мозку у стані VR-дезорієнтації [23]. Додатково діє сенсорне переважання між вестибулярними і соматичними каналами та зв'язок відхилення відчуття вертикалі з інтенсивністю симптомів [7]. Когнітивно-дисонансний підхід фіксує конфлікт між просторовими схемами і тілесним відчуттям руху, де навіть мінімальна невідповідність позиції голови між віртуальним і фізичним простором пояснює до 76% варіації симптомів, що підкреслює роль когнітивної узгодженості простору [25]. Зростання когнітивного навантаження і стрес знижують здатність інтегрувати конфліктну сенсорну інформацію та підсилюють ризик, узгоджуючись із даними про перевантаження виконавчих процесів [22].

Психоемоційна модель трактує феномен як стресову відповідь на втрату контролю у разі сенсорного перенасичення, коли дефіцит орієнтирів і неможливість швидко відновити тілесний контроль підсилюють симптоми, а ЕЕГ-зміни під час VR віддзеркалюють реакцію мозку на стресор [10]. Тривожність є провідним маркером вразливості, технологічна тривожність має двоїстий ефект і залежно від контексту або зменшує симптоми завдяки пильності, або посилює напруження у разі глибокого занурення [17]. Сенсорна гіперчутливість корелює з підвищеною ЕЕГ-активацією і частотою скарг, емоційна регуляція та чутливість до афективних стимулів безпосередньо впливають на ймовірність дискомфорту, особливо за умови імпульсивності та слабкого когнітивного контролю. Тренування емоційної саморегуляції у VR знижує реактивну тривожність і профілактує симптоми у дітей і підлітків [2; 4; 8; 12]. Підвищена базова тривожність підсилює вегетативні реакції і частоту дезорієнтації навіть під час коротких сесій, а тривожна чутливість модерує якість VR-досвіду і прискорює появу симптомів за наявності сенсорного конфлікту [13; 20].

Когнітивне навантаження виступає ключовим предиктором, оскільки перевантаження робочої пам'яті та дефіцит уваги прямо посилюють дискомфорт, тоді як просторова присутність не є значущим посередником [3]. Менший обсяг робочої пам'яті і нижча стійкість уваги пов'язані з більшою кількістю мікропомилек навігації та вищими показниками кіберзапаморочення, а моделі машинного навчання підтверджують прогностичний зв'язок між навантаженням і цими помилками. Поєднання поведінкових і фізіологічних індикаторів дозволяє в реальному часі оцінювати рівень навантаження як передумову сенсорної дезадаптації та своєчасно виявляти ризик [29; 33].

Перцептивна ригідність підсилює вплив складного візуального середовища через обмежену гнучкість перерозподілу уваги. Висока візуальна складність утруднює адаптацію, а ригідний стиль мислення пов'язаний з інтенсивнішими проявами кіберзапаморочення та коротшими нестабільними фіксаційними

циклами під час VR-навчання [24; 26]. Толерантність до невизначеності зменшує суб'єктивне навантаження і підвищує стійкість до змінних умов, що узгоджується з асоціаціями когнітивної гнучкості з нижчою частотою симптомів у сценаріях із непередбачуваними просторовими змінами [1; 9].

Особистісні чинники поєднують темперамент, локус контролю та риси Big Five і визначають емоційно-когнітивну адаптивність до сенсорної невизначеності VR. Темперамент зумовлює інтенсивність дискомфорту і швидкість звикання, причому холеричні та меланхолічні профілі демонструють нижчу стійкість, флегматичні риси підтримують толерантність попри ризик латентного стресу через пригнічення емоцій [11]. Внутрішній локус контролю пов'язаний із кращою саморегуляцією і захисним ефектом, зовнішня орієнтація підсилює інтерпретацію дезорієнтації як некерованого впливу і збільшує симптоми, що відповідає зв'язкам із рисами особистості, самоорганізацією і стресостійкістю [16; 21]. Серед Big Five високий нейротизм стабільно корелює з інтенсивнішими симптомами, екстраверсія і доброзичливість знижують чутливість до сенсорного конфлікту, низька сумлінність поєднується зі слабшим контролем уваги і сильнішим фізіологічним дискомфортом [30]. Рухи очей і патерни взаємодії дають змогу виявляти підвищений нейротизм і відповідний психологічний ризик безпосередньо під час VR-досвіду, що відкриває шлях до скринінгу на основі поведінкових індикаторів у реальному часі [31]. Профіль *overcontrolled* пов'язаний із нижчою толерантністю і вищим ризиком стресової відповіді, профіль *resilient* поєднує низький нейротизм і гнучку регуляцію та рідше супроводжується дезорієнтацією. Схильність формується інтеграцією темпераментних, когнітивних і рисових характеристик, де меланхолічний і холеричний темпераменти, зовнішній локус контролю і високий нейротизм підвищують ризик, тоді як внутрішній локус контролю, емоційна стабільність і відкритість досвіду мають захисний ефект [27].

Мотиваційно-адаптаційні фактори визначають залучення, емоційну готовність і ефективність саморегуляції. За моделлю HMSAM позитивні очікування, відчуття контролю, пізнавальна цікавість, емоційне задоволення і очікувана користь підтримують когнітивну узгодженість досвіду і знижують імовірність симптомів [15]. Механізми зворотного зв'язку у VR на кшталт підказок погляду, індикаторів прогресу і сигналів рішень підсилюють саморегуляцію, внутрішню мотивацію і когнітивну стійкість, що пов'язано зі зменшенням стресових реакцій і дискомфорту [32]. Вища внутрішня мотивація і усвідомлена ефективність асоціюються з кращою поведінковою саморегуляцією у віртуальних лабораторіях і створюють захисний контур проти перевантаження та сенсорного конфлікту [19].

Емоційно-мотиваційне тло модулює толерантність до VR. Персоналізована музика підвищує присутність, емоційну залученість і мотивацію та водночас зменшує прояви кіберзапаморочення, що підтверджує роль афективного узгодження між очікуваннями і сенсорним досвідом [5]. Ігри з біологічним зворотним зв'язком тренують емоційну саморегуляцію через контроль фізіологічних параметрів, а вища навчальна мотивація пов'язана з рідшими скаргами на перевантаження і швидшою адаптацією до змінних стимулів. Інтеграція біофідбеку підвищує мотивацію і залученість та посилює ефект емоційного самоконтролю, тоді як довіра до системи і позитивна установка зменшують когнітивний опір і стабілізують емоційний перебіг взаємодії, що знижує ймовірність симптомів [6; 14; 28].

Негативні очікування і низька самоефективність підвищують ризик, натомість внутрішня мотивація, позитивна настанова і навички саморегуляції його зменшують. Узагальнена таблиця критеріїв поєднує маркери з категоріями, описами, валідними інструментами і джерелами та переводить діагностику від фіксації скарг до превентивного скринінгу індивідуальної вразливості. Конструкція охоплює особистісний, емоційно-регуляційний, когнітивно-перцептивний і мотиваційно-адаптаційний рівні та показує, як риси, динаміка афекту, межі робочої пам'яті і настанови на досвід спільно модулюють реакцію на сенсорну нестабільність у VR (див. табл. 1).

В емоційно-регуляційному контурі тривожна чутливість і базова тривога підсилюють вегетативну відповідь на сенсорний конфлікт, тоді як технологічна тривожність у різних умовах або посилює напруження, або завдяки пильності знижує симптоми. Емоційна лабільність пов'язана з нудотою, втомлюваністю і дезорієнтацією, натомість тренувана саморегуляція зменшує реактивну тривожність і має захисний ефект. Сенсорна гіперчутливість маркує низьку толерантність до візуально вестибулярного потоку і підтверджується ЕЕГ індикаторами збудження. Втрата відчуття контролю та дефіцит орієнтирів підсилюють переживання дестабілізації, а нейрофізіологічні зсуви узгоджуються з клінічно значущими скаргами [2; 4; 8; 10; 12; 13; 17; 18; 20].

Когнітивно-перцептивний рівень підтверджує провідну роль когнітивного навантаження як прямого предиктора інтенсивності симптомів. Обмеження робочої пам'яті та уваги підвищують частоту мікропомилочок навігації, придатних як ранні індикатори в реальному часі та у моделях машинного навчання. Перцептивна ригідність знижує гнучкість перерозподілу уваги у візуально складних середовищах, а нестабільність погляду з укороченими фіксаційними циклами посилює дезорієнтацію під час навчальних сценаріїв. Вища толерантність до невизначеності зменшує суб'єктивне навантаження та ймовірність симптомів у змінних умовах. Просторовий когнітивний дисонанс між віртуальним

Таблиця 1

Психологічні діагностичні критерії ризику появи кіберзапаморочення

№	Критерій	Категорії	Опис прояву та діагностика
1	Тривожна чутливість	Емоційно-регуляційна	Швидке зростання вегетативного напруження у відповідь на сенсорний конфлікт, що прискорює появу нудоти запаморочення та дискомфорту [13; 20]. Діагностика: ASI-3, STAI, HADS
2	Базова тривога стану і рисова тривога	Емоційно-регуляційна	Підвищений тонус тривоги асоціюється з нижчою стійкістю до сенсорного перевантаження навіть за коротких VR-сесій [17]. Діагностика: STAI, HADS
3	Технологічна тривожність	Емоційно-регуляційна	Амбівалентний ефект, що одночасно зменшує симптоми через пильність та підсилює психоемоційне напруження за високої зануреності [17]. Діагностика: TAS
4	Емоційна лабільність	Емоційно-регуляційна	Висока варіативність афекту корелює з втомлюваністю, нудотою та дезорієнтацією у VR [2]. Діагностика: ALS-SF, PANAS
5	Емоційна саморегуляція як захисний фактор	Емоційно-регуляційна	Тренована здатність до емоційного контролю знижує реактивну тривожність і ризик симптомів у підлітків [4]. Діагностика: DERS, GSE, протоколи VR-саморегуляції
6	Сенсорна гіперчутливість	Емоційно-регуляційна	Надреактивність на інтенсивні зорові та рухові стимули пов'язана з підвищеною частотою симптомів [8; 12]. Діагностика: HSPS, об'єктивні EEG-показники збудження
7	Когнітивне навантаження	Когнітивно-перцептивна	Перевантаження робочої пам'яті є прямим предиктором інтенсивності кіберзапаморочення [3]. Діагностика: NASA-TLX, n-back OSPAN
8	Робоча пам'ять та увага як лімітуючі ресурси	Когнітивно-перцептивна	Нижчі показники робочої пам'яті та уваги пов'язані з більшою частотою мікропомилки навігації і симптомів [29; 33]. Діагностика: Digit Span, CPT, ANT машинне навчання з поведінкових ознак
9	Перцептивна ригідність	Когнітивно-перцептивна	Низька гнучкість перемикання візуальних стратегій під високою візуальною складністю посилює симптоми [26]. Діагностика: CFS, WCST
10	Стабільність погляду та патерни фіксацій	Когнітивно-перцептивна	Скорочені фіксаційні цикли і нестабільність погляду асоціюються з дезорієнтацією у VR-навчанні [24]. Діагностика: Айтрекінг метрики фіксацій та саккад
11	Толерантність до невизначеності	Когнітивно-перцептивна	Вища когнітивна гнучкість та прийняття невизначеності знижують суб'єктивне навантаження і ризик симптомів [1; 9]. Діагностика: IUS-12, CFS
12	Схильність до когнітивного дисонансу у просторі	Когнітивно-перцептивна	Нечутливість до розбіжностей між очікуваним та актуальним положенням голови знижує ризик, тоді як висока чутливість пояснює більшість варіації симптомів [25]. Діагностика: Поведінкові тести на виявлення розбіжностей head pose просторові узгоджувальні проби
13	Сенсорне переважання та суб'єктивна вертикаль	Когнітивно-перцептивна	Зсув балансу між вестибулярними та соматичними сигналами і порушення відчуття вертикалі підвищують вразливість [7]. Діагностика: Поведінкові тести SVV, постурографія
14	Міжмережева взаємодія як нейромаркер інтеграції	Когнітивно-перцептивна	Дискоординація сенсорних увагових і DMN мереж асоціюється з VR-дезорієнтацією [23]. Діагностика: EEG, мікростани
15	Відсутність відчуття контролю у VR	Емоційно-регуляційна	Втрата контролю та нестача орієнтирів посилюють симптоматику як форма стрес-реакції [10]. Діагностика: Опитувальники почуття контролю та шкали присутності
16	Емоційне напруження під час VR	Емоційно-регуляційна	Підвищення емоційного напруження відображається в EEG-індексах стресу та корелює із симптомами [18]. Діагностика: EEG індикатори стресу, PANAS
17	Нейротизм як типологічний ризик	Особистісна	Високий нейротизм статистично пов'язаний з інтенсивнішим перебігом симптомів [30]. Діагностика: BFI-2, NEO-FFI
18	Біоповедінкові маркери рисової вразливості	Особистісна	Патерни руху очей і поведінкові реакції дозволяють виявити високий нейротизм і психологічний ризик [31]. Діагностика: Айтрекінг, поведінкові індикатори, Big Five, скринінг

Продовження таблиці 1

19	Темпераментні профілі підвищеного ризику	Особистісна	Меланхолічний та холеричний темпераменти частіше супроводжуються емоційно орієнтованим копінгом і дезорієнтацією [11]. Діагностика: Опитувальники темпераменту, копінг-шкали
20	Локус контролю	Особистісна	Внутрішній локус контролю асоціюється із сумлінністю і стресостійкістю, тоді як зовнішній пов'язаний зі зниженням саморегуляції [16; 21]. Діагностика: Rotter I-E, Levenson IPC
21	Надмірний самоконтроль типу overcontrolled та резилієнтність	Особистісна	Overcontrolled тип має нижчу толерантність до сенсорних порушень, резилієнтний профіль захищає від симптомів [27]. Діагностика: CBCL-орієнтовані профілі або опитувальники стилів самоконтролю, CD-RISC
22	Очікування та установка на VR-досвід	Мотиваційно-адаптаційна	Позитивні очікування та прийняття VR як безпечного середовища знижують ризик за рахунок когнітивної узгодженості [15]. Діагностика: HMSAM-блоки очікуваної користі й задоволення
23	Внутрішня мотивація та самоефективність	Мотиваційно-адаптаційна	Зв'язок мотивації самоефективності та саморегуляції формує захисний контур проти перевантаження [19]. Діагностика: IMI, GSE, SRQ
24	Саморегуляція через зворотний зв'язок	Мотиваційно-адаптаційна	Візуальні сигнали прогресу і рішення у VR підвищують саморегуляцію та когнітивну стійкість і зменшують стресові реакції [32]. Діагностика: Шкали саморегуляції, протоколи VR-фідбек
25	Афективне узгодження середовища	Мотиваційно-адаптаційна	Персоналізована музика та емоційний дизайн підвищують присутність і мотивацію та знижують симптоми [5]. Діагностика: Шкали присутності, мотиваційні шкали
26	Тренування емоційної саморегуляції з біофідбеком	Мотиваційно-адаптаційна	Біологічний зворотний зв'язок у VR навчає контролю фізіологічних параметрів і зменшує сенсорне перевантаження [6; 14]. Діагностика: Біофідбек-модулі HRV, EDA, шкали саморегуляції
27	Довіра до VR-системи та прийняття технології	Мотиваційно-адаптаційна	Вища довіра знижує когнітивний опір та стабілізує емоційну взаємодію, що зменшує ймовірність симптомів [28]. Діагностика: TAS, TAM

і фізичним положенням голови пояснює значну частку варіації дискомфорту, тоді як сенсорне перевантаження і зсув суб'єктивної вертикалі підвищують вразливість. Міжмережеві EEG маркери свідчать про недостатню інтеграцію сенсорних, увагових і стан мереж, що супроводжує VR дезорієнтацію [1; 3; 7; 9; 23; 24; 25; 26; 29; 33].

Особистісний рівень окреслює стабільні профілі ризику. Нейротизм асоціюється з інтенсивнішим перебігом симптомів, а біоповедінкові індикатори погляду і патерни взаємодії дають підстави для об'єктивного скринінгу вразливості у процесі VR досвіду. Темпераментні відмінності визначають толерантність до сенсорного перевантаження, локус контролю диференціює спроможність до саморегуляції і підсилює захисний вплив внутрішньої спрямованості. Профіль надмірного самоконтролю демонструє нижчу терпимість до сенсорних порушень, резилієнтна конфігурація поєднує емоційну стабільність і гнучкість та частіше запобігає дезорієнтації [11; 16; 21; 27; 30; 31].

Мотиваційно-адаптаційний контур відображає вплив узгоджених очікувань, прийняття VR як безпечного простору, внутрішньої мотивації та самоефективності. Такі настанови зменшують когнітивний опір і стабілізують емоційну взаємодію, а механізми зворотного зв'язку посилюють саморегуляцію і когнітивну стійкість. Персоналізоване афективне оформлення середовища знижує дискомфорт. Тренування саморегуляції з біофідбеком покращує контроль фізіологічних параметрів і зменшує ризик перевантаження, довіра до системи підтримує стабільність перебігу досвіду [5; 6; 14; 15; 19; 28; 32].

Інструментарій спирається на мультидоменне вимірювання з поєднанням стандартизованих опитувальників тривоги, афекту, дисрегуляції, толерантності до невизначеності і рис особистості, поведінкових проб робочої пам'яті, уваги та просторової узгодженості, айтрекінг метрик фіксацій і саккад, а також нейрофізіологічних показників рівня EEG мікростанів, постурографії і суб'єктивної вертикалі. Така інтеграція підвищує прогностичну точність і стандартизованість та закладає підґрунтя для індексу психологічної вразливості до кіберзапаморочення у клінічних, навчальних і дослідницьких сценаріях [3; 7; 23; 24].

Висновки. Узгоджено багаторівневу систему психологічних критеріїв ризику з емоційно-регуляційним, когнітивно-перцептивним, особистісно-типологічним і мотиваційно-адаптаційним доменами.

Схильність має комплексну природу і залежить від інтеграції емоційних, когнітивних і рисових механізмів адаптації до сенсорного конфлікту. Підвищена тривожна чутливість, емоційна лабільність і сенсорна гіперчутливість збільшують ризик, тоді як тренувана саморегуляція і технологічна впевненість його знижують. Когнітивне перевантаження, обмеження робочої пам'яті та перцептивна ригідність формують дезадаптацію, індикаторами виступають суб'єктивний дисонанс, порушення просторової узгодженості, нестабільність погляду, міжмережева ЕЕГ неузгодженість і зсув суб'єктивної вертикалі. Високий нейротизм, зовнішній локус контролю і профіль overcontrolled підсилюють вразливість; емоційна стабільність, внутрішній локус і резилієнтність захищають. Очікування, внутрішня мотивація, самоефективність і довіра до системи визначають інтенсивність реакцій у VR. Подальші кроки передбачають розроблення і валідацію скринінгового комплексу для персоналізації навантаження та адаптації VR сценаріїв і створення інтегрованого індексу психологічної вразливості до VR дезадаптації.

Література:

1. Augereau O., Brocheton G., Neto P. An Open Platform for Research about Cognitive Load in Virtual Reality. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*. 2022. P. 54–55. <https://doi.org/10.1109/vrw55335.2022.00020>
2. Berger L., Wood G., Kober S. User Experience in Neurofeedback Applications Using AR as Feedback Modality. *Comput.* 2024. Vol. 13. P. 110. <https://doi.org/10.3390/computers13050110>.
3. Breves P., Stein J. Cognitive load in immersive media settings: the role of spatial presence and cybersickness. *Virtual Reality*. 2022. Vol. 27. P. 1077–1089. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00697-5>
4. A preventive school-based paradigm using virtual reality technologies for improving emotional regulation, depressive and anxiety symptoms in children and adolescents (e-Emotio project): a randomized controlled pilot trial / Carballo-Marquez A., Garcia-Casanovas A., Ampatzoglou A., Rojas-Rincón J., Fernández-Capo M., Gamiz-Sanfelio M., Garolera-Freixa M., Porras-Garcia B. *Medrxiv*. 2024. P. 1–27. <https://doi.org/10.1101/2024.04.17.24305984>
5. Caserman P., Da Brandt Costa S., Martinussen M., Göbel S. The Influence of Personalized Music on Sense of Presence, Motivation, and Player Experience in Virtual Reality. *Joint International Conference on Serious Games*. 2023. P. 194–210. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44751-8_14
6. Chao N., Huang W. A construction method of biofeedback training system based on virtual reality technology. *International Conference on Graphics and Image Processing*. 2023. Vol. 14. P. 1–7. <https://doi.org/10.1117/12.2680122>
7. Chung W., Barnett-Cowan M. Sensory reweighting: a common mechanism for subjective visual vertical and cybersickness susceptibility. *Virtual Reality*. 2022. P. 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00786-z>
8. Daşdemir Y. Classification of Emotional and Immersive Outcomes in the Context of Virtual Reality Scene Interactions. *Diagnostics*. 2023. Vol. 13. P. 34–37. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13223437>
9. Dynamic Cognitive Load Assessment in Virtual Reality / Elkin R., Beaubien J., Damaghi N., Chang T., Kessler D. *Simulation & Gaming*. 2024. Vol. 55. P. 755–775. <https://doi.org/10.1177/10468781241248821>
10. Englebert B., Tillema G., Foorthuis L. Rest-Frame Cueing for Cybersickness Mitigation in Virtual Reality Helicopter Flight Simulation. *Human Factors and Simulation*. 2024. Vol. 139. P. 16–25. <https://doi.org/10.54941/ahfe1005020>
11. Fernandez R., Magallanes C. Locus of control, personality temperaments, and coping strategies of marine transportation students. *Technium Social Sciences Journal*. 2022. Vol. 32. P. 467–480. <https://doi.org/10.47577/tssj.v32i1.6616>
12. The Effects of Virtual Reality in Targeting Transdiagnostic Factors for Mental Health: A Systematic Review of the Literature / Gardini V., Gamberini G., Müller S., Grandi S., Tomba E. *Journal of Clinical Medicine*. 2022. Vol. 11. P. 63–64. <https://doi.org/10.3390/jcm11216463>
13. Exploring Relations Between Unique Patient Characteristics and Virtual Reality Immersion Level on Anxiety and Pain in Patients Undergoing Venipuncture: Secondary Analysis of a Randomized Control Trial / Gold J., Akbar K., Avila S., Ngo N., Klein M. *Journal of Medical Internet Research*. 2023. Vol. 26. P. 1–11. <https://doi.org/10.2196/53196>
14. Guillen-Sanz H., Bayona Q., Pérez G. Design and Development of an Immersive Virtual Reality Serious Game With Biofeedback for Physiological Regulation: Alice, Beyond Reality. *European Conference on Games Based Learning*. 2024. Vol. 18. P. 1–8. <https://doi.org/10.34190/ecgbl.18.1.2821>
15. Hidzer M., Yatim M. Utilizing Hedonic-Motivation System Acceptance Model (HMASM) in Developing a Keris Virtual Reality Game. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*. 2024. Vol. 16. P. 15–28. <https://doi.org/10.5121/ijma.2024.16302>
16. Kaaria A., Samba S. Locus of Control and the Role of Leadership on Employee Personality in Pharmaceutical Industry in Kenya. *East African Journal of Interdisciplinary Studies*. 2024. Vol. 7. P. 119–138. <https://doi.org/10.37284/eajis.7.1.1962>
17. Technology Anxiety in Virtual Reality Adoption: Examining the Impact of Age, Past Experience, and Cybersickness / Khalifah, E., Hammady, R., Abdelrahman, M., Al-Shamaleh, O., Marghany, M., El-Jarn, H., Darwish A., Kurt Y. *IEEE Access*. 2025. Vol. 13. P. 71858–71879. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3562383>
18. Exploring the brain physiological activity and quantified assessment of VR cybersickness using EEG signals / Liu M., Yang B., Zan P., Chen L., Wang B., Xia X. *Displays*. 2024. Vol. 85. P. 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2024.102879>
19. Loñez H., Errabo D. Students' Self-Motivation, Self-Efficacy, Self-Regulation in Virtual Laboratory in Human Anatomy Subject. *Proceedings of the 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*. 2022. Vol. 13. P. 30–34. <https://doi.org/10.1145/3514262.3514312>
20. Effectiveness of Virtual Reality in the Management of Anxiety and Pain Peri-Treatment for Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis / Lu M., Song Y., Niu Y., Liu T., Ge S., Sun Y., Wang X., Luo Y., Li K., Yang X. *Journal of Nursing Research*. 2024. Vol. 32. P. 1–12. <https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000623>
21. Machakos T., Boyd L., Oh U., Vineyard J. Self-directed learning in dental hygiene students: Impact of locus of control and personality traits. *Journal of dental education*. 2024. Vol. 88. P. 1320–1329. <https://doi.org/10.1002/jdd.13575>
22. Moinnereau M., Benesch D., Krätzig G., Paré S., Falk T. A Survey on the Relationship between Stress, Cognitive Load, and Movement on Cybersickness. *Human Factors in Virtual Environments and Game Design*. 2024. Vol. 137. P. 95–106. <https://doi.org/10.54941/ahfe1004991>

23. Electroencephalogram microstates and functional connectivity of cybersickness / Nam S., Jang K., Kwon M., Lim H., Jeong J. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2022. Vol. 16. P. 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.857768>
24. Exploring Eye Tracking to Detect Cognitive Load in Complex Virtual Reality Training / Nasri M., Kosa M., Chukoskie L., Moghaddam M., Harteveld C. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*. 2024. P. 51–54. <https://doi.org/10.1109/ismar-adjunct64951.2024.00022>
25. Testing the ‘differences in virtual and physical head pose’ and ‘subjective vertical conflict’ accounts of cybersickness / Palmisano S., Stephenson L., Davies R., Kim J., Allison R. *Virtual Reality*. 2024. Vol. 28. P. 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00909-6>
26. Rettinger M., Jiang X., Yang J., Rigoll G. Visual Complexity in VR: Implications for Cognitive Load. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*. 2024. P. 783–784. <https://doi.org/10.1109/vrw62533.2024.00188>
27. Does Fantastic Reality Ability Differ Across Personality Prototypes? / Rubinstein D., Lahad M., Aharonson-Daniel L., Mizrahi D., O'Rourke N. *Imagination, Cognition and Personality*. 2024. Vol. 43. P. 293–311. <https://doi.org/10.1177/02762366241249467>
28. Seiler R., Brodmann T., Keller T. Trust and cybersickness in vr-marketing – investigating ipd and cybersickness, and their effects on trust, customer value, NPS, cross- and up-selling. *International Conference on e-Society*. 2022. Vol. 20. P. 99–106. https://doi.org/10.33965/es_ml2022_2022021013
29. Mazed and Confused: A Dataset of Cybersickness, Working Memory, Mental Load, Physical Load, and Attention During a Real Walking Task in VR / Setu J., Le J., Kundu R., Giesbrecht B., Höllerer T., Hoque K., Desai K., Quarles J. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*. 2024. P. 1048–1057. <https://doi.org/10.1109/ismar62088.2024.00121>
30. Thorp S., Rimol L., Grassini S. Association of the Big Five Personality Traits with Training Effectiveness, Sense of Presence, and Cybersickness in Virtual Reality. *Multimodal Technol. Interact*. 2023. Vol. 7. P. 1–11. <https://doi.org/10.3390/mti7020011>
31. Feasibility of virtual reality and machine learning to assess personality traits in an organizational environment / Vargas E., Carrasco-Ribelles, L., Marín-Morales, J., Molina C., Raya M. *Frontiers in Psychology*. 2024. Vol. 15. P. 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1342018>
32. Signaling feedback mechanisms to promoting self-regulated learning and motivation in virtual reality transferred to real-world hands-on tasks / Wang W., Pedaste M., Lin C., Lee, H., Huang Y., Wu T. *Interactive Learning Environments*. 2024. Vol. 32. P. 7661–7676. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2331151>
33. Cognitive Load Inference Using Physiological Markers in Virtual Reality / Wei J., Siegel E., Sundaramoorthy P., Gomes A., Zhang S., Vankipuram M., Smathers K., Ghosh S., Horii H., Bailenson J., Ballagas R. *IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*. 2025. P. 759–769. <https://doi.org/10.1109/vr59515.2025.00098>

References:

1. Augereau, O., Brocheton, G., & Neto, P. (2022). An Open Platform for Research about Cognitive Load in Virtual Reality. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 54–55. <https://doi.org/10.1109/vrw55335.2022.00020>
2. Berger, L., Wood, G., & Kober, S. (2024). User Experience in Neurofeedback Applications Using AR as Feedback Modality. *Comput*, 13, 110. <https://doi.org/10.3390/computers13050110>
3. Breves, P., & Stein, J. (2022). Cognitive load in immersive media settings: the role of spatial presence and cybersickness. *Virtual Reality*, 27, 1077–1089. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00697-5>
4. Carballo-Marquez, A., Garcia-Casanovas, A., Ampatzoglou, A., Rojas-Rincón, J., Fernández-Capo, M., Gamiz-Sanfelíu, M., Garolera-Freixa, M., & Porras-García, B. (2024). A preventive school-based paradigm using virtual reality technologies for improving emotional regulation, depressive and anxiety symptoms in children and adolescents (e-Emotio project): a randomized controlled pilot trial. *Medrxiv*, 1–27. <https://doi.org/10.1101/2024.04.17.24305984>
5. Caserman, P., Da Brandt Costa, S., Martinussen, M., & Göbel, S. (2023). The Influence of Personalized Music on Sense of Presence, Motivation, and Player Experience in Virtual Reality. *Joint International Conference on Serious Games*, 194–210. https://doi.org/10.1007/978-3-031-44751-8_14
6. Chao, N., & Huang, W. (2023). A construction method of biofeedback training system based on virtual reality technology. *International Conference on Graphics and Image Processing*, 14, 1–7. <https://doi.org/10.1117/12.2680122>
7. Chung, W., & Barnett-Cowan, M. (2022). Sensory reweighting: a common mechanism for subjective visual vertical and cybersickness susceptibility. *Virtual Reality*, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00786-z>
8. Daşdemir, Y. (2023). Classification of Emotional and Immersive Outcomes in the Context of Virtual Reality Scene Interactions. *Diagnostics*, 13, 34–37. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13223437>
9. Elkin, R., Beaubien, J., Damaghi, N., Chang, T., & Kessler, D. (2024). Dynamic Cognitive Load Assessment in Virtual Reality. *Simulation & Gaming*, 55, 755–775. <https://doi.org/10.1177/10468781241248821>
10. Englebert, B., Tillema, G., & Foorthuis, L. (2024). Rest-Frame Cueing for Cybersickness Mitigation in Virtual Reality Helicopter Flight Simulation. *Human Factors and Simulation*, 139, 16–25. <https://doi.org/10.54941/ahfe1005020>
11. Fernandez, R., & Magallanes, C. (2022). Locus of control, personality temperaments, and coping strategies of marine transportation students. *Technum Social Sciences Journal*, 32, 467–480. <https://doi.org/10.47577/tssj.v32i1.6616>
12. Gardini, V., Gamberini, G., Müller, S., Grandi, S., & Tomba, E. (2022). The Effects of Virtual Reality in Targeting Transdiagnostic Factors for Mental Health: A Systematic Review of the Literature. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 63–64. <https://doi.org/10.3390/jcm11216463>
13. Gold, J., Akbar, K., Avila, S., Ngo, N., & Klein, M. (2023). Exploring Relations Between Unique Patient Characteristics and Virtual Reality Immersion Level on Anxiety and Pain in Patients Undergoing Venipuncture: Secondary Analysis of a Randomized Control Trial. *Journal of Medical Internet Research*, 26, 1–11. <https://doi.org/10.2196/53196>
14. Guillen-Sanz, H., Bayona, Q., & Pérez, G. (2024). Design and Development of an Immersive Virtual Reality Serious Game With Biofeedback for Physiological Regulation: Alice, Beyond Reality. *European Conference on Games Based Learning*, 18, 1–8. <https://doi.org/10.34190/ecgb18.1.2821>
15. Hidzer, M., & Yatim, M. (2024). Utilizing Hedonic-Motivation System Acceptance Model (HMASM) in Developing a Keris Virtual Reality Game. *The International Journal of Multimedia & Its Applications*, 16, 15–28. <https://doi.org/10.5121/ijma.2024.16302>

16. Kaaria, A., & Samba, S. (2024). Locus of Control and the Role of Leadership on Employee Personality in Pharmaceutical Industry in Kenya. *East African Journal of Interdisciplinary Studies*, 119–138. <https://doi.org/10.37284/eajis.7.1.1962>
17. Khalifah, E., Hammady, R., Abdelrahman, M., Al-Shamaileh, O., Marghany, M., El-Jarn, H., Darwish, A., & Kurt, Y. (2025). Technology Anxiety in Virtual Reality Adoption: Examining the Impact of Age, Past Experience, and Cybersickness. *IEEE Access*, 13, 71858–71879. <https://doi.org/10.1109/access.2025.3562383>
18. Liu, M., Yang, B., Zan, P., Chen, L., Wang, B., & Xia, X. (2024). Exploring the brain physiological activity and quantified assessment of VR cybersickness using EEG signals. *Displays*, 85, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2024.102879>
19. Loñez, H., & Errabo, D. (2022). Students' Self-Motivation, Self-Efficacy, Self-Regulation in Virtual Laboratory in Human Anatomy Subject. *Proceedings of the 2022 13th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning*, 13, 30–34. <https://doi.org/10.1145/3514262.3514312>
20. Lu, M., Song, Y., Niu, Y., Liu, T., Ge, S., Sun, Y., Wang, X., Luo, Y., Li, K., & Yang, X. (2024). Effectiveness of Virtual Reality in the Management of Anxiety and Pain Peri-Treatment for Breast Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Nursing Research*, 32, 1–12. <https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000623>
21. Machakos, T., Boyd, L., Oh, U., & Vineyard, J. (2024). Self-directed learning in dental hygiene students: Impact of locus of control and personality traits. *Journal of Dental Education*, 88, 1320–1329. <https://doi.org/10.1002/jdd.13575>
22. Moynereau, M., Benesch, D., Krätzig, G., Paré, S., & Falk, T. (2024). A Survey on the Relationship between Stress, Cognitive Load, and Movement on Cybersickness. *Human Factors in Virtual Environments and Game Design*, 137, 95–106. <https://doi.org/10.54941/ahfe1004991>
23. Nam, S., Jang, K., Kwon, M., Lim, H., & Jeong, J. (2022). Electroencephalogram microstates and functional connectivity of cybersickness. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.857768>
24. Nasri, M., Kosa, M., Chukoskie, L., Moghaddam, M., & Harteveld, C. (2024). Exploring Eye Tracking to Detect Cognitive Load in Complex Virtual Reality Training. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct)*, 51–54. <https://doi.org/10.1109/ismar-adjunct64951.2024.00022>
25. Palmisano, S., Stephenson, L., Davies, R., Kim, J., & Allison, R. (2024). Testing the 'differences in virtual and physical head pose' and 'subjective vertical conflict' accounts of cybersickness. *Virtual Reality*, 28, 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00909-6>
26. Rettinger, M., Jiang, X., Yang, J., & Rigoll, G. (2024). Visual Complexity in VR: Implications for Cognitive Load. *IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 783–784. <https://doi.org/10.1109/vrw62533.2024.00188>
27. Rubinstein, D., Lahad, M., Aharonson-Daniel, L., Mizrahi, D., & O'Rourke, N. (2024). Does Fantastic Reality Ability Differ Across Personality Prototypes? *Imagination, Cognition and Personality*, 43, 293–311. <https://doi.org/10.1177/02762366241249467>
28. Seiler, R., Brodmann, T., & Keller, T. (2022). Trust and cybersickness in vr-marketing – investigating ipd and cybersickness, and their effects on trust, customer value, NPS, cross- and up-selling. *International Conference on E-Society*, 20, 99–106. https://doi.org/10.33965/es_ml2022_2022021013
29. Setu, J., Le, J., Kundu, R., Giesbrecht, B., Höllerer, T., Hoque, K., Desai, K., & Quarles, J. (2024). Mazed and Confused: A Dataset of Cybersickness, Working Memory, Mental Load, Physical Load, and Attention During a Real Walking Task in VR. *IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 1048–1057. <https://doi.org/10.1109/ismar62088.2024.00121>
30. Thorp, S., Rimol, L., & Grassini, S. (2023). Association of the Big Five Personality Traits with Training Effectiveness, Sense of Presence, and Cybersickness in Virtual Reality. *Multimodal Technol. Interact*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.3390/mti7020011>
31. Vargas, E., Carrasco-Ribelles, L., Marín-Morales, J., Molina, C., & Raya, M. (2024). Feasibility of virtual reality and machine learning to assess personality traits in an organizational environment. *Frontiers in Psychology*, 15, 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1342018>
32. Wang, W., Pedaste, M., Lin, C., Lee, H., Huang, Y., & Wu, T. (2024). Signaling feedback mechanisms to promoting self-regulated learning and motivation in virtual reality transferred to real-world hands-on tasks. *Interactive Learning Environments*, 32, 7661–7676. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2331151>
33. Wei, J., Siegel, E., Sundaramoorthy, P., Gomes, A., Zhang, S., Vankipuram, M., Smathers, K., Ghosh, S., Horii, H., Bailenson, J., & Ballagas, R. (2025). Cognitive Load Inference Using Physiological Markers in Virtual Reality. *IEEE Conference Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, 759–769. <https://doi.org/10.1109/vr59515.2025.00098>

Стаття надійшла до редакції 15.10.2025
Статтю прийнято до публікації 02.11.2025
Статтю опубліковано 29.12.2025