

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ТА СПЕЦІАЛЬНИХ ВІРТУАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩ У ПСИХОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІЙ ПСИХОЛОГІЇ

Т.О. Пода. Перспективи застосування технологій віртуальної реальності та спеціальних віртуальних середовищ у психологічних дослідженнях та експериментальній психології. У статті досліджуються особливості та перспективи застосування технологій віртуальної реальності (ВР) в експериментальних психологічних дослідженнях, а також проаналізовано переваги їхнього використання. На відміну від традиційних методів, експерименти у ВР дозволяють досягти максимальної екологічної валідності при гнучкій контрольованості умов експерименту. Наведено основні напрямки досліджень, в яких використання спеціальних віртуальних середовищ є найбільш ефективним та точним інструментом. ВР дозволяє успішно вивчати більшість психічних процесів (сенсорне сприйняття, орієнтування в просторі та ін.), а також пам'ять, когнітивні процеси. Не розв'язаною на сьогодні проблемою є відсутність стандартизації та єдиних вимог до створення спеціальних віртуальних середовищ, що застосовуються з експериментальною та терапевтичною метою.

Ключові слова: віртуальна реальність, експериментальна психологія, психологічний експеримент, спеціальні віртуальні середовища, увага, сприйняття, психологічні образи, когнітивні функції, екологічна валідність.

Т.А. Пода. Перспективи применения технологий виртуальной реальности и специальных виртуальных сред в психологических исследованиях и экспериментальной психологии. В статье исследуются перспективы применения технологий виртуальной реальности (ВР) в экспериментальной психологии, а также проанализированы преимущества их использования. В отличие от традиционных методов, эксперименты в ВР позволяют достичь максимальной экологической валидности при гибкой контролируемости условий эксперимента. Приведены основные направления исследований, в рамках которых использование специальных виртуальных сред является наиболее эффективным и точным. ВР позволяет успешно изучать большинство психических процессов (сенсорное восприятие, ориентация в пространстве и др.), а также память, когнитивные процессы. Не решённой на сегодня проблемой является отсутствие стандартизации и единых требований к созданию специальных виртуальных сред, применяемых в экспериментальных и терапевтических целях.

Ключевые слова: виртуальная реальность, экспериментальная психология, психологический эксперимент, специальные виртуальные среды, внимание, восприятие, психологические образы, когнитивные функции, экологическая валидность.

Актуальність та постановка проблеми. Актуальність дослідження різноманітних психологічних аспектів віртуалізації людської психіки обумовлена як швидкістю технічного прогресу, так і недостатньою розробкою гуманітарних аспектів, що пов'язані зі змінами людського буття в умовах потоку інформації, що постійно росте, інновацій та появи нових технічних і комп'ютерних пристроїв у повсякденному житті людини.

Зміни в психіці людини, яка, взаємодіючи з комп'ютеризованим середовищем, стає частиною системи "людина-віртуальна реальність", самі по собі є цікавою сферою досліджень. Окрім цього, певні особливості сприйняття людиною віртуальної реальності дозволяють використовувати цю технологію як інструмент психологічних досліджень, доповнюючи цим комплекс інструментальних методів сучасної експериментальної психології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці використання технологій віртуальної реальності в експериментальній психології присвятили свої дослідження та публікації Дж. Ріва (Riva, G.), Дж. Галлімор (Gallimore, J.), Л. Гамберіні (Gamberini, L.), Дж. Луміс (Loomis J.), Дж. Бласковіч (Blascovich J.), А. Беалл (Beall A.), Е. Магвайр (Maguire, E.), А. Ріццо (Rizzo, A.), Ф. Марінгеллі (Maringelli F.), І. Сазерленд (Sutherland, I.), Дж. Стайгер (Steiger, J), М. Скейф (Scaife, M.) і Й. Роджерс (Rogers, Y.), Дж. Чжан (Zhang, J.) і Д. Норман (Norman, D.), Дж. Агірре (Aguirre, G.), М. Депозіто (Depositio, M.) та інші дослідники.

Завданням цієї статті є визначення переваг застосування технологій віртуальної реальності (далі – VR) в експериментальній психології та аналіз напрямків досліджень, у рамках яких ці технології можуть бути успішно використані.

Виклад основного матеріалу. Віртуалізація – це явище, відоме як "процес, за допомогою якого людина-спостерігач інтерпретує різноманітні чуттєві враження, щоб представляти об'єкт у середовищі, крім того, в якому вона фізично існує". У зв'язку з цим технологія дозволяє інтеграцію людини й комп'ютера таким чином, який є більш природним, ніж ранні форми комп'ютерних інтерфейсів. Саме ці тенденції роблять актуальними експериментальні психологічні дослідження за допомогою технологій VR.

За умов постійного збільшення потужності комп'ютерних процесорів та завдяки іншим досягненням у галузі технологій стало можливим створити набагато складніші середовища, які допускають участь багатьох учасників зі складними моделями взаємодії та поведінки. Системи відображення зараз здатні створювати тривимірні звуки у віртуальному середовищі. Існує також ряд пристроїв, які можуть дати тактильний і кінестетичний зворотний зв'язок, таких як рукавички і навіть костюми. Системи віртуального середовища стали використовуватися як інструмент для досліджень і роботи в різних формах, які раніше були недоступні.

В ідеальному віртуальному середовищі, або, якщо використовувати більш популярний термін, у віртуальній реальності, сенсорна інформація постійно поставляється за допомогою комп'ютерного обладнання. Відзначимо, однак, що більшість сучасних систем віртуальної реальності зазвичай не імітують усіх відчуттів, а надають інформацію тільки в зоровій та слуховій модальності. Після визначення віртуалізації ця інформація дозволяє встановити точку егоцентричного відліку, від якої можна описати навколишнє середовище. Це є сукупністю візуального погляду, слухового розташування і кінестетичного положення. Користувач залучений у рамки навколишнього середовища, а його рухи відбиті у відповідних змінах в інформації, яка відображається на комп'ютері. Завдяки подібним технологіям може виникнути відчуття присутності, тобто переконання користувача, що він присутній у середовищі, що становить сукупність об'єктів, генерованих комп'ютером. Це фундаментальний аспект занурення у віртуальне середовище, якого неможливо досягти такою мірою при використанні інших комп'ютерних систем.

Сама з себе технологія віртуальної реальності не така нова, як може здаватися. Перша система VR з'явилася на початку 1962 року, коли Мортон Гейліг презентував перший прототип багатосенсорного симулятора під назвою Sensorama. Кілька років по тому Айвен Сазерленд, один з піонерів комп'ютерної графіки (автор першої комп'ютерної програми проектування Sketchpad, яка відкрила шлях для дизайнерів у використанні комп'ютера для створення креслень міст, автомобілів та інших промислових товарів), описав і представив перший "наголовний дисплей" (head-mounted display, HMD) – візуальний пристрій, який показує зображення перед очима користувача незалежно від того, куди він дивиться. Основними інноваційними особливостями HMD А. Сазерленда були реалізація стереоскопічного зображення, а також той факт, що візуальні образи були комп'ютерною графікою, а не сигналом з відеокамери, і зображення змінювалося відповідно до рухів голови користувача [11]. Одним із найважливіших напрямків розвитку віртуальної реальності було впровадження льотних тренажерів (симуляторів польоту на літальних апаратах). До 1970-х комп'ютерна графіка замінила відео і моделі, які використовувалися з часів Другої світової війни. Льотні симулятори працювали в режимі реального часу, однак графіка була досить примітивною. У 1979 році військові почали експериментувати в цій галузі й стали використовувати наголовні дисплеї. У середині 1980-х років було розроблено обмежений тривимірний віртуальний робочий простір, в якому користувач міг в інтерактивному режимі маніпулювати тривимірними графічними об'єктами за допомогою рухів руками. У 1984 році в NASA розпочали проект VIVED (Virtual Visual Environment Display, "дисплей віртуального візуального середовища"), а

пізніше – інший проект під назвою VIEW (Virtual Interactive Environment Workstation, "віртуальне інтерактивне середовище для робочих станцій"). Метою обох проектів була розробка багатоцільового, багатозадачного інтерфейсу для навчання користувача, щоб полегшити природну взаємодію із складними операційними завданнями і розвинути в оператора навички роботи в масштабних автономних інтегрованих системах. Віртуальна реальність була представлена широкій громадськості вперше в 1989 році на двох виставках, організованих компаніями AutoDesk і VPL Research, що брали участь у проектах NASA [2].

Того ж року Дж. Ланьє ввів термін "віртуальна реальність". У 1990-х роках розвиток потужних комп'ютерів відкрив шлях до поглиблення інтерактивності. Використовуючи нові технології та можливості, науковці розробили нові комп'ютерні програми візуалізації, і багато дослідницьких центрів почали роботу над програмами віртуальної реальності в освіті, медицині, промисловості, військовій підготовці та сфері розваг. На сьогодні кількість видів людської діяльності, яким приносять користь технології VR, постійно зростає і надалі буде тільки збільшуватися.

Віртуальна реальність як експериментальне середовище. Останнім десятиліттям в психологічні дослідження активно впроваджується нова експериментальна технологія віртуальної реальності. На теперішній час її ефективність підтверджена даними медицини, нейропсихології, когнітивної та соціальної психології. Технологія віртуальної реальності оснащує експериментальну психологію методами, що мають низку відмінностей від традиційних лабораторних інструментів. Переваги використання віртуальних середовищ (ВС) у психології пов'язані насамперед з тим, що сприйняття мозком віртуального простору (ВП) відбувається багато в чому так само, як і еквівалентного реального простору. Науково-дослідні переваги використання віртуальних середовищ у галузях психології, таких як просторове навчання і пізнання, охоплюють гнучкість інтерфейсу, відтворюваність віртуального досвіду й можливість моніторингу процесу. Застосування віртуальних середовищ численне й різноманітне, але особливо корисне, де віртуальний досвід можна побудувати строго відповідно до науково-дослідних потреб і де можна уникнути небезпечних ситуацій.

Незважаючи на те, що системи віртуальної реальності застосовувалися в багатьох видах діяльності, лише недавно технологію VR було визнано як корисне середовище для вивчення, оцінки та реабілітації когнітивних процесів і функціональних навичок. Застосування технології VR для створення інтерактивних тривимірних середовищ стимуляції, в рамках яких усі поведінкові реакції можуть бути записані, надає експериментальній психології широкі можливості, які не доступні при використанні традиційних методів.

Основними перевагами використання технологій віртуальної реальності в експериментальній психології можна вважати наступні:

1. Екологічна валідність. В експериментальній психології дослідники традиційно стикаються з дилемою вибору на користь експериментального контролю чи екологічної валідності, при цьому експериментальний контроль розглядається як обов'язкова умова. Тож більшість експериментаторів створюють жорстко керовані й надумані ситуації в стерильних штучних середовищах або лабораторіях і використовують спеціалізовані пристрої, які дозволяють точно контролювати процес активації стимулів. Прикладом високої контрольованості за рахунок послаблення валідності можуть бути перші дослідження зорового сприйняття, наприклад тахістоскоп. Дослідження становили одну крайність: пристрій показував невелику кількість двовимірних картинок за короткий проміжок часу, що дозволяло добре контролювати стимул, але завдавало великої шкоди екологічній валідності [9].

Переміщення користувача в умовах, що близькі до природних, наприклад водіння автомобіля, становило другу крайність: висока екологічна валідність, але дуже обмежений експериментальний контроль [5].

Безсумнівна й, мабуть, головна перевага системи віртуальної реальності – це здатність вимірювати й записувати натуралістичну поведінку при моделюванні функціонального сценарію. Проведення експерименту у віртуальному середовищі передбачає можливість збору достовірних даних, які в іншому разі можуть бути загублені при використанні поведінкових рейтингів від досвідчених спостерігачів поведінки в світі "реальних" установок. Перевага систем віртуальної реальності полягає в тому, що вони дозволяють дослідникам проводити динамічні дослідження та навчання в екологічно валідній манері, зберігаючи при цьому суворий контроль над усіма аспектами експериментальної ситуації.

У низці робіт обговорювалося питання про те, наскільки точно ми можемо оцінювати когнітивні функції за допомогою традиційних методик, в яких випробуваним на короткий час подають не надто складні стимули на екрані монітора й пропонують вирішувати одне за одним типові завдання. Пропоновані завдання на "вилучення зайвого", "пошук спільних ознак", "знаходження еталона" і т.п. визнавалися в цих роботах дуже "вузкими" і штучними порівняно із завданнями, з якими людина стикається в реальному житті. У ще більш спрощеному варіанті для діагностики когнітивних процесів використовувалися стандартні тести з використанням ручки й паперу, а оцінка когнітивних/функціональних процесів ґрунтувалася на двох критеріях: надійності та валідності.

Однак існує багато факторів, які значно знижують надійність і валідність традиційних методів. Наприклад, суб'єктивні особливості експерта, функціонування одночасно кількох когнітивних функцій, що при-

зводить до неясності щодо того, яка з них оцінюється. Тому для вимірювання низки психологічних характеристик методики опитувальників і тестів визнавалися не зовсім адекватними. Порівняно нещодавно в науковій психології з'явилися такі поняття, як "практичний інтелект" і "емоційний інтелект", які визначають інтелект не як здатність вирішувати завдання, а як здатність розуміти дії та емоції іншої людини. Тестування цих здібностей вимагає нового стимульного середовища, яке було б максимально подібним до природного. Це повинен бути складний мінливий у часі та просторі ряд візуальних сцен, який "провокує" природну поведінку спостерігача в межах цього віртуального оточення.

2. Гнучкість. Безперечно, це одна з головних переваг, адже віртуальні середовища є дуже гнучкими й програмованими. Вони дозволяють досліднику використовувати широкий спектр контрольованих стимулів, вимірювати й контролювати широкий спектр реакцій суб'єкта. Крім того, штучне середовище та манера, в якій це середовище модифікується у відповідях користувача, можуть бути адаптовані до потреб конкретної експериментальної ситуації [8].

У галузі візуального сприйняття, наприклад, технологія VR полегшує створення природно-натурального середовища для вивчення сприйняття простору, кольору тощо. Хоча дослідники можуть створити спеціально розроблене природне середовище в лабораторії, але це зазвичай вимагає значних витрат часу та коштів, тоді як створення нового віртуального середовища вимагає лише корекції комп'ютерної програми. Тобто громіздкі перебудови фізичної лабораторії, які можуть зайняти кілька годин, якщо не днів, можуть відбутися практично миттєво з технологією віртуальної реальності [5].

Слід зазначити, що в поняття гнучкості VR входить можливість створювати не лише подібне до реального світу середовище, а й нереальні ("місячні") світи з незвичайними властивостями віртуальних об'єктів. Такі світи дають можливість помістити користувача віртуального середовища в умови, які в реальному світі були б недосяжними, небезпечними або стресовими.

3. Сенсорний зворотний зв'язок у режимі реального часу. Наше відчуття фізичної реальності є комплексним явищем, що формується через символічну, геометричну й динамічну інформацію, яка безпосередньо сприймається органами чуття. Отже, вихідні канали систем віртуальної реальності повинні відповідати нашим чуттям: зір, дотик, слух, нюх і смак. Зараз існує широкий вибір комерційних продуктів для візуальних інтерактивних інтерфейсів. Слухові й тактильні технології розвиваються та стають більш придатними для використання в практиці, тоді як нюховий інтерфейс є найменш зрілим і розвиненим порівняно з іншими технологіями зворотного зв'язку. Незважаючи на незрілість деяких з цих пристроїв вве-

дення, ті, що зараз доступні, становлять потужний інструмент для досліджень поведінки, зокрема для досліджень, що вимагають моделювання складних сенсорних ефектів, які важко або взагалі неможливо відтворити з використанням традиційних підходів.

Прикладом застосування зворотного зв'язку в режимі реального часу є розробка передових систем "управління поглядом", корисних, наприклад, як додатковий канал взаємодії з інтерфейсом при управлінні об'єктами в умовах зашумлення. Аналогічні системи, що здійснюють фіксацію і передачу на відстань напряму погляду партнерів, застосовуються при організації комп'ютерних відеоконференцій.

Введення систем зворотного зв'язку в середовищах VR дозволяє на новому рівні досліджувати невербальне спілкування, що охоплює "контакт очей" і синхронізацію мікрорухів учасників, сигнали "передачі черги" говоріння, а також особливості порушень і відстоювання особистого простору суб'єктами, що взаємодіють.

4. Запис. Віртуальна реальність і споріднені технології забезпечують можливість повністю записувати процес експерименту. Це дозволяє уникнути втрати важливих експериментальних даних, що є загальною вадою, наприклад, традиційного способу фіксації спостережень за допомогою ручки або олівця. Використання технічних засобів фіксації також економніше та зручніше в рамках експерименту у VR.

5. Фокусування уваги суб'єкта. Технологія віртуальної реальності відрізняється від класичних методик ще й тим, що вона дозволяє здійснювати повний контроль за увагою спостерігача. Віртуальне середовище є яскравим, динамічним та інтерактивним, тому в такому середовищі малоймовірно відволікання уваги на інші стимули реального оточення.

Технологія VR збільшить потужність експериментальних досліджень за рахунок збільшення експериментального реалізму впливу маніпуляцій на учасників. У когнітивній та соціальній психології, наприклад, маніпуляції часто охоплюють послідовність когнітивних або афективних станів за допомогою письмових і словесних інструкцій, відео та звуків. Стимулюючи більш безпосередньо когнітивні й емоційні процеси учасників, технологія віртуальності істотно збільшує можливості щодо підвищення ефективності багатьох експериментальних досліджень, збільшуючи цим експериментальний реалізм і зменшуючи розсіювання результатів таких маніпуляцій та індукцій. Приміром, можна досить легко викликати страх, пов'язаний з наявністю у суб'єкта акрофобії, у віртуальному середовищі порівняно з візуалізацією та іншими методами, навіть у суб'єкта, який повною мірою усвідомлює нереалістичний характер стимулу, створеного за допомогою VR [5]. Такі переваги дозволяють на якіснішому рівні дослідити взаємодію базових сенсорних систем, наприклад вивчити роль взає-

модії кінестетичних і зорових відчуттів в умовах зорових сигналів, що запізнюються. Також зазначена перевага дозволяє вирішувати низку завдань у процесі реабілітації когнітивних здібностей.

У рамках проведеного аналізу ми виокремили такі напрямки практичного застосування віртуальної реальності в психологічних дослідженнях:

1. Дослідження сприйняття. Вивчення відчуття і сприйняття охоплює не тільки анатомію та фізіологію сенсорної системи, а й вивчення поведінкових реакцій. Психофізичні дані, отримані із завдань, в яких учасників просять визначити, відкинути, оцінити чи розпізнати стимули, надають інформацію про те, як властивості сенсорної системи співвідносяться з тим, що сприймається.

Аналіз поведінки також надає великий обсяг інформації про функціонування мозкових процесів вищого рівня, знання про фізіологічні основи яких на теперішній момент знаходиться в зародковому стані. Чуттєва інформація обробляється цими процесами, що охоплює формування психічних уявлень, рішень і висновків – таким чином, експерименти сприйняття довели, що сенсорна інформація організована в єдине сприйняття. Методи дослідження відчуття і сприйняття об'єднують анатомічні й психофізичні методи. Останні виражені великим різноманіттям конкретних методів для аналізу відчуття й сприйняття і охоплюють різноманітні нейропсихологічні та психофізіологічні методи, які використовуються для розв'язання питань, що стосуються обробки інформації.

У цьому контексті VR слід розглядати як корисний інструмент, який може служити і розвивати як анатомічні, так і психофізичні методи. Тим часом важливо пам'ятати, що моделювання дійсності в її в кінцевій складності знаходиться далеко за межами можливостей нинішніх систем віртуальної реальності, тому основною перевагою використання віртуального середовища в дослідженнях механізмів сприйняття є можливість дослідження конкретних віртуальних стимулів з урахуванням потреб кожного експериментального завдання.

Цікаво відзначити, що при розробці технології віртуальної реальності було реалізовано багато законів сприйняття, які експериментальні психологи відкрили протягом останнього століття. Зараз експериментальна психологія має можливість використовувати технологію комп'ютерної 3D-графіки (яка виникла завдяки розвитку самої психології), щоб досягти глибшого розуміння деяких явищ сприйняття. Це не тільки показує, що висновки, отримані в межах однієї наукової дисципліни, часто легко застосувати до інших, а й те, що зв'язок між науковими проблемами й апаратом, який науковці мають у наявності для дослідження, є двостороннім.

Діапазон сприйняття явищ, досліджуваних з використанням віртуальної реальності, досить широкий, що демонструє потенціал застосуван-

ня VR у багатьох сферах досліджень сприйняття. Тому для розгляду цих напрямків розумно буде класифікувати дослідження відповідно до перцептивних процесів, які є цільовими для конкретних систем VR.

2. Дослідження уваги. Традиційні методи дослідження уваги зазвичай об'єднують методи тестування за допомогою олівця й паперу, завдання на швидкість моторної реакції у відповідь на сигнальні стимули, а також використання простих комп'ютерних програм. Як стверджує А. Ріццо, у віртуальному середовищі суб'єкт може бути досліджений та підготовлений систематично за допомогою завдань на зосередження уваги, що охоплюють параметри та вимоги реагування, які могли б імітувати функціональні середовища реального світу, які зараз існують [9].

Віртуальна реальність, зокрема, добре підходить для вивчення селективної уваги (здатність підтримувати поведінкові чи когнітивні стани уваги під впливом подразників, що відволікають або конкурують), оскільки ці когнітивні здібності найкраще вивчені в умовах, аналогічних тривимірній дійсності. Ф. Марінгеллі досліджував зрушення зорово-просторової уваги у віртуальному тривимірному просторі. Було використано різні стимули для вивчення орієнтування в тривимірному візуальному світі. Половина випробовуваних була забезпечена віртуальним поданням свого тіла, тоді як друга половина – ні. Результати показали різний розподіл зосередження уваги, припускаючи розмежування між зосередження уваги для систем контролю проксимального і дистального візуального простору. Зокрема, автори виявили, що увага була зосереджена близько до тіла суб'єкта, коли його віртуальне подання було присутнє, тоді як у тих, хто не мав віртуального подання, увага була зосереджена подалі від тіла [7].

3. Дослідження пам'яті. Основні сфери застосування технологій віртуальної реальності в галузі дослідження пам'яті – це дослідження топографічної пам'яті і подання просторових знань. Моделі просторової психології припускають, що знання про простори великого масштабу зберігаються окремо як орієнтири (місце появи) і огляд (місце перебування). Дослідження пацієнтів із пошкодженнями мозку, які страждають від "топографічної дезорієнтації", попередньо підтверджують це припущення. Для того, щоб визначити, чи реалізуються компоненти психологічно отриманих моделей просторового уявлення як окремі функціональні нейроанатомічні регіони, дослідники Дж. Агірре і М. Депозіто провели функціональну магнітно-резонансну томографію (МРТ) для дослідження просторових знань. Під час сканування суб'єкти робили судження про вигляд і позицію знайомих локацій у віртуальному середовищі. На думку авторів, цей експеримент підтвердив, що знання про простір не становлять унітарну систему, а розподілені по неокортексу [1].

Віртуальну реальність також було використано для перевірки когнітивних моделей просторового навчання. Ці моделі приписують головну роль

важливим орієнтирам у поданні простору великого масштабу. Для того, щоб додатково перевірити цю гіпотезу, Е. Магвайр зі співавторами досліджував процес набуття топографічної пам'яті, коли просторові орієнтири були спеціально ідентифіковані. Використавши позитронно-емісійну томографію, вони виміряли місцеві зміни мозкового кровообігу в суб'єктів у природному середовищі й у віртуальному. В одному експерименті середовище містило істотні об'єкти й текстури, які могли бути використаними для запам'ятовування різних кімнат. Інший експеримент полягав у зануренні в порожнє середовище, в якому кімнати були помітні тільки за формою. Запам'ятовування в обох випадках активувало мережу двосторонніх потиличної, тім'яної та медіальної часток. Наявність характерних об'єктів і текстур у середовищі додатково викликала підвищену активність у парагіпокампі (довгастому мозку). Ця зона була активна під час запам'ятовування порожньої кімнати. На думку авторів, ці результати показують, що кодування важливих об'єктів у поданні простору великого масштабу є важливим фактором у визначенні участі довгастого мозку в формуванні топографічної пам'яті у людей [6].

Л. Гамберіні провів два експерименти для аналізу процесу запам'ятовування у віртуальному середовищі з ефектом занурення (імерсивне) і без (неімерсивне, це може бути звичайний дисплей комп'ютера). Завдання полягали в: а) розпізнанні характеристик об'єктів сприйняття після впливу у віртуальному середовищі і б) згадуванні об'єктів, які були сприйняті у віртуальному середовищі. Абсолютно несподівано результати показали, що суб'єкти мають кращі результати в неімерсивному середовищі для обох завдань з розпізнавання та пригадування об'єктів. Дослідники пояснили відсутність позитивного ефекту в імерсивній віртуальній реальності недостатньою природністю середовища та інтерфейсу, доступного суб'єктам у такому стані, підкреслюючи цим важливість питань функціональності та адекватності середовища при пересуванні в електронних просторах [4].

4. Дослідження когнітивних функцій. Як засіб подання та взаємодії з інформацією, віртуальна реальність знаходиться на вістрі технологічного розвитку. Незважаючи на заяви, що багато результатів можна отримати від взаємодії з віртуальними середовищами та графічною анімацією, все ж дослідники не відзначають постійної переваги для когнітивних функцій. Наприклад, ще не зрозуміло, чому конкретні графічні подання, які змінюють реакцію на дії користувача, мають бути більш ефективними при вирішенні проблем, ніж статичні графічні зображення, або чому тривимірні подання кращі за двовимірні. М. Скейф та Й. Роджерс розробили аналітичну основу, спираючись на яку можна пояснити ці та інші питання, що стосуються графічних подань. У цьому зв'язку виділено три центральні характеристики: обчислювальне навантаження, репрезентацію та графічні обмеження.

Обчислювальне навантаження стосується ступеня, наскільки диференційовані зовнішні подання (як у мовній, так і в графічній формах) зменшують обсяг когнітивних зусиль, необхідних для вирішення інформаційно еквівалентних завдань [10].

Репрезентація передбачає, як різні зовнішні подання, які мають ідентичну абстрактну структуру, зробити легшими чи складнішими. Автори наводять приклад, в якому Дж. Чжан і Д. Норман описують вирішення задачі множення, використовуючи римські чи арабські цифри. Вони становлять ту саму формальну структуру, але використання римських набагато важче для людей, що звикли працювати в десятковій системі (наприклад, $LXVII \times X$ набагато складніше вирішити, ніж 68×10) [13].

Графічні обмеження – це те, наскільки графічні елементи в графічному поданні обмежують висновки, які потенційно можуть бути зроблені про об'єкти, що лежать в основі подання світу. Центральною ідеєю авторів є те, що відношення між графічними елементами в графічному поданні здатні задати рамки проблемної зони в такий спосіб, що вони суттєво обмежують спектр інтерпретацій, які можуть бути зроблені. Чим тісніший зв'язок між елементами візуального подання й репрезентованим світом, тим вища варіативність логічного висновку.

За допомогою цього аналізу М. Скейф та Й. Роджерс виявили деякі проблеми, які можуть вплинути на подальші напрямки емпіричних досліджень стосовно когнітивної діяльності людини у віртуальній реальності.

По-перше, автори підкреслюють, що значення віртуальної реальності не слід зводити до структурної та просторової еквівалентності між змодельованим віртуальним середовищем і реальним світом. Насправді попередні результати досліджень навчання в системах віртуальної реальності показують, що виконання завдань з використанням ВР має обмежену корисність порівняно з аналогічними процесами в реальному світі. Так, замість того, щоб розглядати занурення у ВР з погляду досягнення вищих рівнів достовірності порівняно з сприйняттям у реальному світі, автори вважають більш корисним визначити, які аспекти поданого світу має містити віртуальне середовище, а які аспекти слід проігнорувати, а також яка повинна бути подана додаткова інформація, що відсутня в реальному світі, але може підвищити продуктивність при виконанні завдання.

5. Дослідження психічних образів. Метальна образність є пізнавальним процесом, який нагадує сприйняття досвіду, але відбувається за відсутності відповідних стимулів для сприйняття. Психічні образи мають важливе значення в зорово-просторовому мисленні для винахідницької або творчої думки. Когнітивні психологи припустили дві основні моделі, що описують процес обробки зображень і подання їх у людській пам'яті. Вони відомі як аналогова модель і модель висловлювань [12].

Аналогова модель стверджує, що візуальна інформація зберігається в формі зображень, які відповідають фактичним візуальним образам, отриманим сітківкою ока. Ця відповідність зберігається протягом ментальної трансформації, ніби реальний об'єкт сам перетворювався. Стосовно ж моделі висловлювань зображення зберігаються як набір тверджень, які структуровані в пам'яті відповідно до зазначених правил формування й повинні бути істинними чи хибними щодо зображення. Щоб вивчити ментальні образи більш об'єктивно, дослідники дають суб'єктам завдання, які вимагають використання ментальних образів.

Дж. Галлімор досліджував відмінності в здатності суб'єктів розрізняти форму двох 3D-об'єктів (завдання, аналогічне класичній парадигмі психічного обертання образів, за винятком того, що суб'єкти були забезпечені можливістю обертати один з об'єктів з використанням двомірного джойстика) для різних рівнів монокулярних методів кодування й стереоскопічного зору. Результати показали, що використання стереоскопічних предметів не допомогло при виконанні завдання візуалізації в цьому експерименті. Браун використовував модифіковану версію стандартної парадигми обертання для того, щоб розглянути характеристики довготривалої пам'яті. У модифікованому дослідженні пацієнти повинні були порівнювати видимий об'єкт з наявним у пам'яті. Змінними характеристиками були втручання та стереоскопічний зір. Результати показали позитивний ефект втручання на продуктивність і значний, хоча й обмежений позитивний ефект від стереоскопічного параметра [3]. Автори інтерпретували цей результат, припустивши, що бінокулярний зір становить корисний візуальний сигнал, коли інші сигнали недостатні та/або неоднозначні.

Отже, з огляду на вищенаведені приклади можна стверджувати, що віртуальна реальність стає широко розповсюдженим інструментом досліджень в експериментальній психології і дослідження, в яких використовуються ця технологія, не тільки отримують визнання, але й заохочуються з боку наукового товариства. З огляду на цей факт можна зробити наступні висновки:

1. Застосування спеціальних віртуальних середовищ відкриває широкі можливості для проведення експериментальних психологічних досліджень. На відміну від традиційних методів, експерименти у віртуальній реальності дозволяють досягти максимальної екологічної валідності при гнучкій контрольованості умов експерименту.

2. В експериментальних дослідженнях використання VR дозволяє отримати високий рівень контролю. Спеціальні середовища VR є гнучким інструментом, який може бути швидко адаптованим під потреби конкретного дослідження і при цьому надає експериментатору змогу фіксувати весь перебіг експерименту, охоплюючи й дані сенсорних систем людини.

3. Віртуальна реальність дозволяє успішно вивчати більшість психічних процесів (сенсорне сприйняття, орієнтування в просторі та ін.), а також пам'ять, когнітивні процеси та інші особливості людської психіки.

4. Середовища ВР здатні викликати в користувача відчуття присутності, коли людина "забуває", що знаходиться у віртуальному світі, і її дії та емоції відбуваються ніби в реальному фізичному просторі. Це відкриває широкі експериментальні можливості, наприклад, у сфері сприйняття людини: за допомогою динамічної модифікації середовища ВР дослідники можуть створювати екстремальні ситуації або порушувати певні фізичні закони середовища й досліджувати реакції мозку на такі зміни.

5. Не розв'язаною на сьогодні проблемою є відсутність стандартизації та єдиних вимог до створення спеціальних віртуальних середовищ, що застосовуються з експериментальною та терапевтичною метою.

6. Вивчення проблематики віртуальної реальності й штучних віртуальних середовищ знаходиться на стадії становлення. Ці феномени, безумовно, потребують подальшого вивчення і будуть давати додатковий матеріал у процесі вдосконалення технічних рішень, що дозволяють створювати віртуальну реальність і керувати нею.

Список використаних джерел

1. Aguirre, G.K., Deposito, M. Environmental Knowledge is Subserved by Separable Dorsal/Ventral Neural Areas // *Journal of Neuroscience*, 17(7) 1997, pp. 2512-2518.

2. Fisher, S.S., MacGreevy, M., Humphries, J., Robinnet, W. Virtual Environment Display System // *Proceedings 1986 ACM Workshop on Interactive 3D Graphics*. Chapel Hill, NC, 1986, pp. 77-87.

3. Gallimore, J.J., Brown, M.E. Visualization of 3-D Computer-Aided Design Objects // *International Journal of Human-Computer Interaction*, 5 (4) 1993, pp. 361-382.

4. Gamberini, L. Virtual Reality as a New Research Tool for the Study of Human Memory // *Cyberpsychology and Behaviour*, 3(3) 2000, pp. 337-342.

5. Loomis J.M., Blascovich J.J., Beall A.C. Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology // *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 1999, 31 (4). 557-564.

6. Maguire, E.A., Frith, C.D., Burgess, N., Donnett, J.G., Okeefe, J. Knowing Where Things Are – Parahippocampal Involvement in Encoding Objects Locations in Virtual Large-Scale Space // *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1) 1998, pp. 61-76.

7. Maringelli F., McCarthy J., Steed A., Slater M., Umiltà C. Shifting visuo-spatial attention in a virtual three-dimensional space // *Cognitive Brain Research* 10(3) 2001, pp. 317-322.

8. Riva, G. From Technology to Communication: Psycho-Social Issues in Developing Virtual Environments // *Journal of Visual Languages and Computing*, 10(1) 1999, pp. 87-97.

9. Rizzo, A.A., Buckwalter, J.C., Neumann, U., Kesselmann, C., Thiebaut, M. Basic Issues in the Application of Virtual Reality for the Assessment and Rehabilitation of Cognitive Impairments and Functional Disabilities // *Cyberpsychology and Behavior*, 1(1) 1998, pp. 59-78.

10. Scaife, M., Rogers, Y. External Cognition: How Do Graphical Representations Work? // *International Journal of Human-Computer Studies*, 45 1996, pp. 185-213.

11. Sutherland, I. The ultimate display. In *Proceedings IFIP Congress*, 1965.

12. Yuille, J.C., Steiger, J.H. Nonholistic Processing in Mental Rotation: Some Suggestive Evidence // *Perception and Psychophysics*, 31 1982, pp. 201-209.

13. Zhang, J., Norman, D.A. Representations in Distributed Cognitive Tasks // *Cognitive Science*, 18 1994, pp. 87-122.

Spisok vykorystanykh dzherel

1. Aguirre, G.K., Deposito, M. Environmental Knowledge is Subserved by Separable Dorsal/Ventral Neural Areas // *Journal of Neuroscience*, 17(7) 1997, pp. 2512-2518.

2. Fisher, S.S., MacGreevy, M., Humphries, J., Robinnet, W. Virtual Environment Display System // *Proceedings 1986 ACM Workshop on Interactive 3D Graphics*. Chapel Hill, NC, 1986, pp. 77-87.

3. Gallimore, J.J., Brown, M.E. Visualization of 3-D Computer-Aided Design Objects // *International Journal of Human-Computer Interaction*, 5 (4) 1993, pp. 361-382.

4. Gamberini, L. Virtual Reality as a New Research Tool for the Study of Human Memory // *Cyberpsychology and Behaviour*, 3(3) 2000, pp. 337-342.

5. Loomis J.M., Blascovich J.J., Beall A.C. Immersive virtual environment technology as a basic research tool in psychology // *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 1999, 31 (4). 557-564.

6. Maguire, E.A., Frith, C.D., Burgess, N., Donnett, J.G., Okeefe, J. Knowing Where Things Are – Parahippocampal Involvement in Encoding Objects Locations in Virtual Large-Scale Space // *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(1) 1998, pp. 61-76.

7. Maringelli F., McCarthy J., Steed A., Slater M., Umilta C. Shifting visuo-spatial attention in a virtual three-dimensional space // *Cognitive Brain Research* 10(3) 2001, pp. 317-322.

8. Riva, G. From Technology to Communication: Psycho-Social Issues in Developing Virtual Environments // *Journal of Visual Languages and Computing*, 10(1) 1999, pp. 87-97.

9. Rizzo, A.A., Buckwalter, J.C., Neumann, U., Kesselmann, C., Thiebaut, M. Basic Issues in the Application of Virtual Reality for the Assessment and Rehabilitation of Cognitive Impairments and Functional Disabilities // *Cyberpsychology and Behavior*, 1(1) 1998, pp. 59-78.

10. Scaife, M., Rogers, Y. External Cognition: How Do Graphical Representations Work? // *International Journal of Human-Computer Studies*, 45 1996, pp. 185-213.

11. Sutherland, I. The ultimate display. In *Proceedings IFIP Congress*, 1965.

12. Yuille, J.C., Steiger, J.H. Nonholistic Processing in Mental Rotation: Some Suggestive Evidence // *Perception and Psychophysics*, 31 1982, pp. 201-209.

13. Zhang, J., Norman, D.A. Representations in Distributed Cognitive Tasks // *Cognitive Science*, 18 1994, pp. 87-122.

T.O. Poda. Prospects of using virtual reality technologies and special virtual environments in psychological research and experimental psychology. *The article examines certain aspects and the prospects of application of virtual reality technologies in experimental psychological studies. The author outlines principal advantages of using virtual reality technologies in experimental psychology. Unlike traditional methods, experiments using virtual reality ensure maximum ecological validity accompanied by flexible controllability of experimental conditions. In addition, the special virtual environments are a flexible tool that can be quickly adapted to the needs of a particular study. It provides the experimenter with the ability to capture the entire course of the experiment, including information from human sensory systems. Special virtual environments can cause the user's effective sense of presence, so that the user "forgets" that he is in the virtual world. His actions and emotions occur if they are taking place in a real physical space. This feature opens up new experimental possibilities, for example, in the field of human perception: with the help of the dynamic modification of the virtual reality researchers can create extreme situations or violate certain laws of physics are reflected in the media to explore the brain's response to such changes. The article describes the main areas of research in which the use of special virtual environments is the most effective and accurate. Virtual reality can successfully study the majority of mental processes (sensory perception, spatial orientation, and others), as well as memory and cognitive processes. Today the lack of standardization and uniform requirements for the establishment of special virtual environments used for experimental and therapeutic purposes is a problem that needs to be solved.*

Key words: *virtual reality, experimental psychology, psychological experiment, special virtual environments, attention, perception, mental images, cognitive functions, ecological validity.*

Отримано: 16.12.2015 р.