

В. А. Андруник, Т. В. Шестакевич, В. В. Пасічник, Н. Е. Кунанець
Національний університет “Львівська політехніка”

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ УЧНІВ З АУТИЗМОМ

© Андруник В. А., Шестакевич Т. В., Пасічник В. В., Кунанець Н. Е., 2018

Одним із найдієвіших способів соціалізації особи, що має особливі потреби, є навчання. Інформаційні технології, використовувані для супроводу навчання осіб з аутизмом повинні враховувати особливості психофізичного розвитку таких учнів. Забезпечення комфортного комунікаційного середовища, розвиток соціальних навичок є невід’ємною складовою навчання учнів з аутизмом. Дослідження інформаційних технологій, розроблених у світі, дасть змогу виявити найперспективніші напрями розвитку таких технологій.

Ключові слова: інформаційні технології, аутизм, соціальні навички, традиційне навчання, доповнена та альтернативна комунікація, доповнена/віртуальна реальність.

One of the most effective ways of socializing a person with special needs is education. Information technology, that are used for education of children with autism should be designed with taking into account the peculiarities of psychophysical development of such students. Providing a comfortable communication environment, developing social skills is an integral part of teaching students with autism. The study of the developed information technologies enables to identify the most promising directions for the development of such technologies.

Key words: information and communication technologies (ICT), student with autism, augmented reality (AR).

Вступ. Постановка проблеми

Навчання для дітей з особливими потребами вважаються одним із найкращих способів їх соціалізації. Раннє виявлення особливостей психофізичного розвитку дає можливість покращити розвиток дитини, що набуває виняткового значення для дітей з вадами розвитку нервової системи. Такі вади мають широку парадигму, що відображено і у прийнятій в Україні міжнародній статистичній класифікації хвороб та проблем, пов'язаних зі здоров'ям – МКХ-10. Таку класифікацію використовують у світовій практиці для забезпечення зручності збереження, збору та аналізу медичних даних. На 2021 рік планують увести в дію оновленої класифікації МКХ-11. Така оновлена класифікація, серед іншого, буде більш сумісною із нозологічною системою психічних розладів DSM-5 [1], яка використовуються у США. У DSM-5 Американська психіатрична асоціація (American Psychiatric Association) запропонувала всі діагнози, пов'язані з аутизмом, замінити терміном “Дисфункція аутичного спектру” (Autism Spectrum Disorder, ASD). Дисфункція аутичного спектру – це загальний термін, який використовується для групування ряду порушень розвитку мозку, зокрема аутичні розлади, синдром Аспергера, дезінтеграційний розлад у дітей та інші розповсюджені порушення розвитку, зокрема інтелектуальні. При розладах аутичного спектру спостерігається порушення соціального спілкування та взаємодії, а також наявна обмежена та повторювана поведінка. Детальніше про аутизм та поведінку осіб з аутизмом та розладами аутистичного спектру можна знайти, серед іншого, на сайті National Autistic Society [2].

Світові дослідження показують, що принаймні 1 % населення має аутизм. За останні роки ця цифра зросла, здебільшого завдяки підвищенню поінформованості про аутизм. За оцінкою 2014 року в США – цей показник складає 1 дитина з аутизмом на 68 дітей, за даними Центрів з контролю та

профілактики захворювань (Centers for Disease Control and Prevention) це приблизно 1,5 % дітей. Оцінка поширеності аутизму в світовому контексті була проведена ресурсом Autism Reading Room [3].

Аутизм в Україні трапляється не так часто, як інші психічні розлади, однак статистика свідчить, що на 10 000 дітей діагностується від 4 до 26 аутистів. За останні 10 років приріст захворюваності збільшився на 273 %, у Києві тільки офіційно таких дітей – близько 300 [4]. Слід зазначити, що діти з аутизмом почуваються комфортно, “спілкуючись” з сучасними гаджетами та іншими технологічними пристроями. У статті для Ресурсного центру для аутизму штату Індіана (**Indiana Resource Center for Autism**) автор Крісті Браун Лофланд (**Kristie Brown Lofland**) зазначає, що діти з аутизмом – це **“візуальні освітяни”** (visual learners), а це означає, що сучасні інформаційні технології, включаючи допоміжні технології, можуть бути цінним інструментом у процесі навчання. **“Технологія просто робить візуальні образи більш доступними для людини з аутизмом. Комп’ютерна графіка захоплює і підтримує їхню увагу”**, – пише Лофланд [5]. Дослідження показали, що комп’ютерні методики навчання для учнів та студентів з аутизмом продемонстрували більшу ефективність, аніж у традиційних методах навчання. Люди з аутизмом вважають взаємодію з комп’ютером чи планшетом менш стресовим і привабливішим, ніж взаємодію з людьми, такі учні демонструють більшу точність і працездатність, реагуючи за допомогою комп’ютера чи планшета та відповідних додатків для підвищення кваліфікації, в порівнянні з більш традиційними методами [6]. Отже, застосування сучасних інформаційних технологій для навчання дітей з аутизмом дає можливість використати актуальні напрацювання в ІТ-галузі для удосконалення процесів соціалізації особи з особливими потребами. Аналіз світових напрацювань у галузі підтримки навчання учнів з аутизмом з допомогою інформаційних та комунікаційних технологій дасть можливість запровадити класифікацію інформаційних та комунікаційних технологій для навчання таких дітей, визначити найперспективніші напрями розвитку галузі.

Аналіз наукових досліджень та публікацій

Роль сучасних інформаційних технологій в освіті учнів та студентів з особливими потребами, зокрема осіб з аутизмом, описав дослідник Тортоса в роботі “Допоможні технології для людей з поведінковими спектрами аутиста: інструкція для вчителів” [7], важливість інформаційних комп’ютерних технологій описали дослідники Takeo та інші [8]. Також дуже важливо, що інформаційні технології допомагають дітям з аутизмом досягти впевненості у соціальних ситуаціях. У публікації “Huffington Post 2015” [9] йдеться про те, як сучасні технології допомагають дітям з аутизмом, а спеціальний педагог Кетрін де Брос (Kathryn deBros) сказав, що сучасні технології є потужним допоміжним інструментом для студентів, які потребують соціалізації. Ріта Джордан (Rita Jordan) та інші дослідники з Бірмінгемського університету в роботі [10] описали освітні інтервенції для дітей зі спектром аутистичного розладу і вказали ефективність різних навчальних підходів та важливість технологій, а також інклюзивної системи освіти. Своєю чергою, автор-дослідник С. Пауел (Powell S) звертає увагу на зворотній бік інформаційних комп’ютерних технологій, стверджуючи, що “комп’ютери роблять людей з аутизмом ще більшим аутистом”. Іншими словами, він вважає, що використання сучасних технологій може ще більше ізолювати тих, хто страждає на аутизм [11]. Сучасні інформаційні технології дають змогу створювати середовища, які можуть зменшити тривогу: “Завдяки новим технологіям ми можемо ближче подивитися на світ аутизму, що спонукає краще зрозуміти розлади аутичного спектру та допомагати людям розвивати навички” [12].

Для розробників інформаційних технологій, покликаних супроводжувати навчання особи з аутизмом, важливим є враховувати та застосовувати принципи доступності та зручності користування веб-контентом, які викладено, наприклад, у стандарті ISO/IEC40500:2012, запропонованому World Wide Web Consortium (W3C) [13]. Врахування принципів універсального дизайну для навчання (**Universal Design for Learning**, UDL) є доцільним у випадку необхідності додаткової візуалізації навчального контенту [14]. Наприклад, команда **Кембріджського університету** розробила онлайн-інструментарій для підтримки універсального

дизайну. Детальний опис інтелектуального набору інструментів дизайну та їх можливості наведено в *Toolkit Inclusive Design* [15].

Формулювання цілі статті

Дослідження особливостей психофізичного розвитку учня з аутизмом дасть змогу встановити специфічні характеристики навчального процесу такого учня. Огляд світового доробку у галузі інформаційних та комунікаційних технологій для супроводу життя та діяльності особи з аутизмом дасть змогу виділити основні сучасні напрями розвитку галузі. Аналіз переваг та недоліків кожної із розглянутих технологій дасть змогу встановити найперспективніші напрями розвитку галузі.

Виклад основного матеріалу

Протягом останнього десятиліття було досягнуто величезних успіхів у розвитку різноманітних інформаційних та комунікаційних технологій. Світ переповнений сучасними технологіями, повсякденно використовуються персональні комп'ютери, ноутбуки, планшети, смартфони, а також спеціалізовані програмні застосунки (Apps). Завдяки використанню спеціалізованих застосунків, що навчають дітей та учнів (студентів) з аутизмом, спілкування та традиційне навчання більше не є віддаленими можливостями для цих дітей. Дослідники Aresti-Bartolome та Garcia-Zapirain (2014) виявили, що понад 40 % розвідок, пов'язаних із аутизмом, спрямовано на дослідження особливостей комунікування та взаємодії (communication and interaction), майже 38 % – на соціальне навчання та навички імітації (social learning and imitation skills) [12]. У [12, 16] запропоновано у дечому подібні підходи до класифікації інформаційних технологій, розроблених для супроводу навчання учня з аутизмом. Такі технології класифікують за навичками, які ці технології покликані розвинути чи скоректувати в учня з аутизмом. Узагальнюючи, пропонуємо поділяти інформаційні та комунікаційні технології супроводу навчання осіб з аутизмом на такі, що підтримуть комунікаційні навички, соціальне спілкування та власне традиційне – академічне – навчання.

Технології для покращення комунікаційних навичок. Згідно з [17], близько 25 % людей з аутизмом є невербалами, тобто обмежено або взагалі не використовують мовлення для комунікування.

У 1960-х роках розроблено мовну програму МАКАТОН, яка дає можливість комунікувати особам з обмеженими фізичними та інтелектуальними можливостями [18, 19]. Така програма використовує жести, графічні символи та мовлення одночасно.

За винятком вербальної мови, все спілкування вважається додатковим (альтернативним) (Assistive and Augmentative/Alternative Communication, AAC). Тому коли учень з аутизмом має важкі вербальні проблеми, допоміжні та альтернативні комунікаційні стратегії можуть дати можливість висловити себе. Складність спілкування має суттєвий вплив на якість життя, освіти, розвиток соціальних відносин.

Підтримка альтернативного спілкування охоплює додаткові технології та може бути низькотехнологічною, наприклад, як система Picture Exchange Communication System (PECS) або високотехнологічною – як пристрої VOCAs (Voice Output Communication Aids) [20]. VOCAs – це портативні електронні пристрої, які можуть виробляти синтетичну мову для користувача та можуть бути використані з графічними символами, а також текстом. VOCAs можна ефективно використовувати дітьми та молодими людьми з аутизмом. Тайванські дослідники Chien Hsu Chen та інші в роботі [21] описали ефективність застосування цієї технології та акцентували увагу на особливостях дизайну таких застосунків.

Найчастіше альтернативне спілкування реалізуються у вигляді спеціалізованих застосунків на основі iPad та мобільних технологій – The iPad and other mobile technologies. Хоча iPhone і iPad на початках отримали найбільше уваги, тепер існує безліч мобільних пристроїв, які використовують операційні системи iOS, Android та Windows. Ці новітні технології часто є мобільнішими та дешевшими, ніж традиційні пристрої для альтернативного спілкування, а також забезпечують

доступ до широкого спектру додатків для звичайного смартфона. В останні роки стрімко зростає кількість спеціалізованих програмних застосунків для підтримки комунікації для тих, хто потребує альтернативного спілкування [22]. iPad та мобільні технології для альтернативного спілкування описані в роботі David McNaughton та Janice Light [23]. У 2008 році дослідник Ouriel Grynspan та інші в своїх дослідженнях описали розроблені застосунки, що стосуються взаємодії людини з аутизмом та комп'ютера (мобільного пристрою) [24]. Застосунок призначався для навчання, і був спрямований на специфічні комунікативні розлади, пов'язані з аутизмом. Mark Coppin провів ряд воркшопів та семінарів за тематикою використання iPad та інших мобільних технологій для навчання в інклюзивних класах: "In-Depth Exploration of Some of the Most Advanced Assistive Technology iPad Apps", "An Introduction to the iPad and iPod touch as Assistive Technology Solutions", "iPad and iPod Touch Devices for Children with Autism Spectrum Disorder" [25].

Найпопулярнішими для альтернативного спілкування онлайн-застосунками Apps є такі, як SceneSpeak [26], де створюються інтерактивні дисплеї та історії з голосами та текстовими мовленнями, доданими до оповідань та застосунків "Мова з Міло" [27], що допомагає дітям розвинути навички спілкування, створюючи інтерактивний журнал історій.

Своєю чергою, слід сказати, що існує сотні і тисячі застосунків, як онлайн, так і мобільних, тому актуальним є питання вибору оптимального застосунку для користувача. Один із способів отримання більш обґрунтованого представлення доступних застосунків – це вивчення веб-ресурсів, які переглядають застосунки для осіб з аутизмом. Наприклад, DART (Технологія дослідження аутизму розвитку Development Autism Research Technology) [28] переглядає близько 100 програм і має власну 5-бальну шкалу оцінювання.

DART також пропонує дуже корисне колесо додатків, для вибору потрібного Apps для аутизму (дослідник Sue Fletcher-Watson) [29]. У своїй класифікації Sue Fletcher-Watson класифікувала кращі застосунки для навчання комунікації осіб з аутизмом.

Приклади та порівняння деяких відомих застосунків для комунікування за версією The University of Bath, одним із провідних університетів Великобританії, є в курсі "SMART-ASD: Matching Autistic People with Technology Resources" [6].

Ще одну класифікацію навів американський дослідник Mark Coppin [25], який класифікував застосунки у вигляді "кола" – Apps for Students with Autism Spectrum Disorders v.4 [30]. Дослідник зазначив, що слід врахувати, що всі студенти навчаються по-різному і вибір застосунку повинен ґрунтуватися на унікальних навчальних потребах студента. Зазначений список у вигляді кола є лише зразком застосунків, і це не означає, що він є повним переліком.

Дослідник Eric Sillers з доповненнями від Mark Coopin & Jennifer Marden в дослідженні опублікували працю зі списком та описом програмних застосунків для платформи Allpe – "iPhone, iPad and iPod touch Apps for (Special) Education", де вказали перелік кращих застосунків для комунікування [16].

Ще більшого рівня візуалізації можна досягнути на прикладі PECs із застосуванням технології доповненої реальності, запропонованої авторами Taryadi та Ichwan Kurniawan в роботі [31]. Ця робота пропонує нову систему навчання, що використовує технологію доповненої реальності для навчальних прийомів системи PECS. Це допомагає навчати дітей новим зображенням або об'єктам разом із відповідними ключовими словами або фразами, що призводить до швидшої взаємодії і кращих результатів навчання.

Базова комунікація та виконання певних завдань для учнів з аутизмом може бути ускладненою, оскільки поведінка таких учнів може включати невідповідні жести, вимову та міміку, відсутність інтересу до певних завдань, когнітивну незручність при координації та труднощі у розумінні вимог завдань. Дослідження "Design and development of VR learning environments for children with ASD" авторів Yiyu Cai, Ruby Chiew, Zin Tun Nay, Chandrasekaran Indhumathi та Lihui Huang описує методологію створення віртуальних навчальних середовищ для учнів з аутизмом для

покращення роботи жестів та розуміння вимог завдань. Віртуальні середовища перспективні для набуття навичок, необхідних для адаптації у реальному житті та отримання реального досвіду [32].

Актуальні та перспективні технології схематично подано на рис. 1.

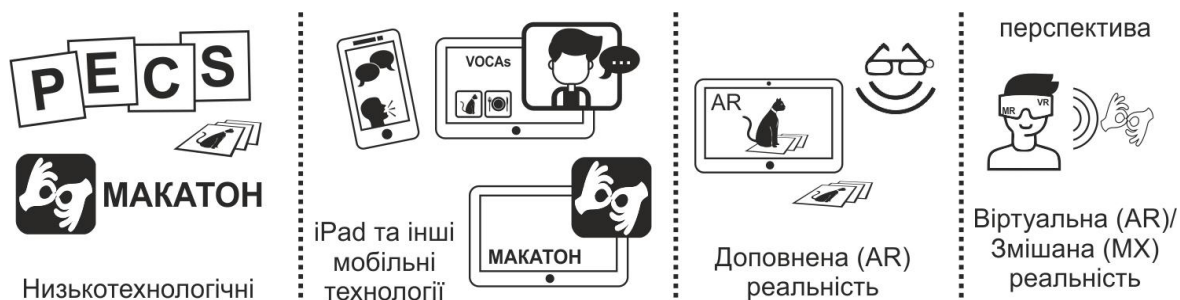


Рис. 1. Інформаційні та комунікаційні технології для покращення комунікаційних навичок осіб з аутизмом

Допоміжні технології навчання соціальних навичок. Для набуття соціальних навичок поширеними є технології навчання на основі The iPad and other mobile technologies. В класифікації Sue Fletcher-Watson наведені кращі застосунки для здобуття соціальних навичок [29]. Mark Coppin також класифікував застосунки для соціальних навичок – Apps for Students with Autism Spectrum Disorders v.4 [30].

Для подолання проблем спілкування та соціальної взаємодії останні роки почали використовувати роботів, що дасть змогу учням з аутизмом більше навчатися, пізнавати соціальні навички поведінки та взаємодіяти у веселому та безпечному середовищі. Також проведені експерименти виявили, що учні з аутизмом почали більше спілкуватися з дорослими, саме в момент гри з роботом [12]. Інші експерименти, описані в праці дослідників Jaeryoung Lee та інших показали, що роботи з обличчям сприяють роботі над соціальними навичками та мімікою у дітей з аутизмом [33]. Наприклад, Robots4Autism створили робота для дітей з аутизмом під назвою Milo, [34] який навчає дітей виявляти та розпізнавати емоції, спілкуватись та подає приклади соціальної поведінки [35]. Інший працюючий робот називається Бадді, який використовує ігри з дітьми з аутизмом для навчання соціальній взаємодії. Творці вважають, що така взаємодія допомагає мотивувати дітей на досягнення своєї мети [36]. Дослідники В. Robins та інші описали взаємодію робота та дітей з аутизмом під час праці [37]. Роботи є ефективним інструментом навчання соціальних навичок для учнів з аутизмом, переважно у вигляді гри, тому соціальні роботи є доволі корисним інструментом для навчання різних імітацій для учнів з аутизмом.

Дослідники з Кембриджського університету розробили систему доповненої реальності, яка спрямована на допомогу дітям та учням з аутизмом шляхом додаткової візуалізації навчання чи гри [38]. “Перевага використання доповненої реальності полягає в тому, що вона може допомогти цим дітям враховувати те, що вони навчаються з комп’ютерної системи, у реальність”, – говорить Чен Бай (Zhen Bai), аспірант Кембриджської комп’ютерної лабораторії університету [39], який розробив цю систему доповненої реальності.

Технологію доповненої реальності описали автори з Індонезії М. F. Syahputra та інші, та з Єгипту О. Sheta в роботі [40]. В роботі [41] автори Jorge Brandão та інші запропонували повсякденне застосування технології доповненої реальності для мотивації та залучення дітей до інтерактивної навчальної діяльності для покращення їхніх когнітивних та соціальних навичок.

З середини 1990-х років дослідники описують, як технології віртуальної реальності можуть застосовуватися для навчання учнів та студентів з аутизмом. Особливу увагу приділяють застосуванню віртуальної реальності для навчання та відтворення соціальних навичок, але з мінімальною кількістю “небезпечних” середовищ, які можуть бути ретельно розроблені та контрольовані, а також підтримувати більш реалістичні та менш дидактичні взаємодії. Технологія віртуальної реальності стосується царини особливих потреб, як правило, через її спроможність

подолати фізичні та пізнавальні бар'єри для соціальної інтеграції. Крім того, такі технології можуть запропонувати економічно ефективні та доступні засоби оцінювання та орієнтацію на потреби дітей в навчанні. Використання технології віртуальної реальності, таким чином, мають достатній потенціал для навчання для дітей, учнів та студентів з аутизмом.

Дослідники Nyaz Didehbanі та інші в роботі [42] описали технологію віртуальної реальності як дуже перспективну та мотиваційну платформу для безпечної практики та репетиції соціальних навичок для дітей з аутизмом. Технології віртуальної і доповненої реальності для надання альтернативних методів терапії та лікування описані багатьма авторами-дослідниками в збірнику праць "Virtual and Augmented Reality in Mental Health Treatment" [43], куратором якого є італійська дослідниця Giuliana Guazzaroni (Università Politecnica delle Marche), яка розробила ЕММАР (Емоційне відображення музейних доповнених місць), що є інтерактивним форматом для музеїв, археологічних парків, художніх галерей тощо. Вона використала середовища електронного навчання, об'єднуючи навчальні об'єкти з мобільними пристроями [44].

Американські дослідники Sinan Turnacioglu та інші в роботі [45] дослідили особливості використання технологій віртуальної та доповненої реальності для осіб, що мають розлад аутистичного спектру. Вони навели переваги та ризики, пов'язані з технологією занурення у віртуальну реальність від компанії Floreo, Inc. та запропонували низку майбутніх напрямів досліджень. В роботі [46] описано технологію віртуальної реальності для покращення навичок взаємодії з поліцією у підлітків та дорослих з аутизмом.

Дослідники з Ольборгського університету (Копенгаген, Данія) Ali Adjorlu та Stefania Serafin в роботі [47] навели переваги використання технології віртуальної реальності для навчання соціальних та повсякденних життєвих навичок для дітей та підлітків, у яких діагностовано аутизм.

Центр інноваційних застосувань Інтернет та мультимедійних технологій (AIMTech Center) у Гонконгському міському університеті розробив навчальну програму для вивчення ефективності технології віртуальної реальності для навчання емоційним та соціальним навичкам. Така програма має шість сценаріїв віртуальної реальності із зображенням повсякденного життя типових дітей у Гонконгу, дослідження описали Sze Ngar Vanessa Yuan та Horace Ho Shing Ip в роботі [48].

Автори Ehrlich J. A., Miller J. R. з Канзаського університету створили технологію віртуальної реальності "Анімаційні візуальні підсилювачі для соціальних навичок" (AViSSS). Ця система дала змогу людям з синдромом Аспергера працювати над соціальними навичками, використовуючи різні середовища та ситуації. Учасники повинні імітувати поведінку або вибирати певні об'єкти. Ця платформа надала їм можливість займатися різними соціальними ситуаціями без напруги чи тривоги, що пов'язані з реальним світом [49].

Отже, технології доповненої та віртуальної реальності є актуальними та перспективними технологіями, використовуваними для покращення соціальних навичок осіб з аутизмом. Ці та інші технології, застосовувані у навчанні таких учнів, подано на рис. 2.



Рис. 2. Інформаційні та комунікаційні технології для покращення соціальних навичок осіб з аутизмом

Допоміжні технології для академічного навчання. Про допоміжні комп'ютерні системи навчання в роботі [50] описує Sue Fletcher-Watson. Дослідниця відмітила, що комп'ютерне навчання – це підхід, який широко використовується для підтримки учнів та студентів з аутизмом.

Мобільні технології на базі iPad, iPod, iPhone, планшетів, смартфонів для навчання учнів та студентів з аутизмом описали дослідники Jenny A. Vlachou та інші в роботі [51] і вказали на ефективність застосування таких мобільних технологій для учнів, студентів та дорослих з аутизмом.

У класифікації Sue Fletcher-Watson було наведено кращі застосунки для академічного (традиційного) навчання осіб з аутизмом [29]. За класифікацією Mark Corpin, кращі інформаційні та комунікаційні технології для традиційного навчання студентів з аутизмом є описані в [30].

Дослідниками Vedad Hulusica, Nirvana Pistoljevic запропонували розроблення навчального фреймворку LeFCA для учнів з розладами аутистичного спектру [52]. Дослідники Sumalee Chanchalor, Krislada Chusinkunawut описали застосування мультимедійних засобів для навчання учнів з розладами аутистичного спектру [53]. Інтеграція мистецтва, гри, фольклору та комп'ютерних мультимедіа були розроблені як інструмент аутистичного навчання, та виявилися ефективним засобом допоміжного навчання.

З роками зростає кількість застосунків для iPad та Android, розроблених для використання особами з аутизмом. Автори Bogdan Zamfir та інші в праці [54] описали iPrompts®, програмний застосунок для мобільних пристроїв, що надає візуальну підтримку особам з аутизмом. Andrés Arató та інші [55] описали лабораторію мовної технології для реабілітації, навчання та дослідження поведінки хлопчика з аутизмом, що затинається, із застосуванням кодів азбуки Морзе. Цей застосунок реалізований для персональних комп'ютерів і для планшетів. Harini Sampath та інші в роботі [56] описали спроектований застосунок для комунікування **AutVisComm**, для учнів з аутизмом, який може працювати на смартфонах і планшетах.

Значний прогрес відбувся у сфері використання сучасних інформаційних технологій у навчальних середовищах. Одна з перспективних передових технологій, яка може допомогти в сфері навчання – це 3D-голограми. Технологія, побудована на основі 3D-голограм, отримала назву змішаної реальності. За допомогою голографії навчальні заклади можуть допомагати один одному в подоланні дефіциту чи відсутності певного спеціаліста чи вчителя [57].

Компанією, яка досягнула величезних успіхів з технології змішаної реальності, а саме в реалізації голографічних світів, є Майкрософт. Microsoft HoloLens – це перший самодостатній голографічний комп'ютер, який уможливорює спілкування з візуальним вмістом та взаємодію з голограмами навколо. Вчителі отримали унікальний інструмент для пояснення різноманітних процесів і явищ, які є складними для вербального тлумачення [58]. HoloStudy – це серія уроків з геології, фізики, хімії та біології. Уроки візуалізують інформацію незвичним способом, використовуючи всі можливості технологій змішаної та доповненої реальності. З допомогою такого інноваційного підходу процес навчання стає захоплюючим, а знання швидко засвоюються [59]. Застосування технології змішаної реальності також описали автори Mayer, R.E [60], Hurt, C. [61], Harrison, D. [62].

Технологія віртуальної реальності набула популярності завдяки проекту під назвою Second Life [63]. Багато університетів і приватних компаній використовують Second Life для навчання [64]. Linden Lab, творець Second Life, повідомляє, що університети, такі як Гарвард, штат Техас, і Стенфорд, використовують цей ресурс [65]. Спільнота Second Educators of Life (SLED) – це понад 5000 працюючих або зацікавлених у навчанні осіб. SLED був створений у жовтні 2005 року, щоб допомогти новачкам пристосуватися до Second Life, обмінюватися ресурсами, мережею, співпрацювати над проектами та обмінюватися найкращими практиками.

Використовують віртуальну реальність для навчання на базі SLED, наприклад, Університет Джеймса Медісона, Інститут іспанської мови та культури [66], компанія IBM вибудовує віртуальний робочий простір для працівників з віддалених регіонів тощо.

Автори Giuliana Guazzaroni (Università Politecnica delle Marche, Italy) та Anitha S. Pillai (Hindustan Institute of Technology and Science, India) в роботі [67] описали, як різні організації, дослідники та освітяни були залучені до вивчення та реалізації рішень віртуальної реальності, які будуть використовуватися для терапії, навчання та підтримки людей з аутизмом.

З розвитком технології віртуальної реальності було досягнуто ще більшої глибини розробки технологій, орієнтованих на ігри для дітей та учнів з аутизмом. В роботі [68] дослідники Andrew Lu та інші описали режим гри на базі віртуальних рожевих дельфінів, щоб допомогти дітям з аутизмом, адже реальне використання рожевих дельфінів є ускладнене, оскільки вони перебувають під загрозою зникнення.

Дослідники Smith M. J. та ін. в статті [69] обґрунтували ефективність навчального семінару віртуальної реальності для моделювання процесу співбесіди при прийомі на роботу. Учасники з аутизмом відвідали 90 % навчальних тренінгів, і виявилось, що технологія віртуальної реальності є простою у використанні, і вони почувались підготовленими до майбутньої співбесіди.

Португальські дослідники Нельсон Рібейро Хорхе, Ліна Моргадо (Університет Аберта, Португалія) та Педро Дж. С. Гаспар (Інститут політології Лейрія, Португалія) в роботі [70] описали дослідження, спрямоване на перевірку, чи використання технології доповненої реальності, яка підвищує мотивацію студентів-медиків та сприяє розвитку клінічних навичок у прийнятті рішень при діагностиці. Американські дослідники Ned T. Sahin та інші в роботі [71] описали безпечність та відсутність негативних наслідків від тривалого використання технології доповненої реальності для соціальних комунікацій. Позитивні результати були отримані завдяки застосуванню технологій доповненої та віртуальної реальності як терапевтичних інструментів, таким чином допомагаючи людям з аутизмом розпізнавати емоції та покращувати свої соціальні навички, та, відповідно, навчатися. На рис. 3 подано інформаційні та комунікаційні технології для супроводу академічного навчання осіб з аутизмом.



Рис. 3. Інформаційні та комунікаційні технології для супроводу академічного навчання осіб з аутизмом

Класифікація інформаційних та комунікаційних технологій, використовуваних для підтримки навчання учнів з аутизмом

Технології	Autors, research		
	Комунікування	Соціальні навички	Академічне (традиційне) навчання
1	2	3	4
iPad та інші мобільні технології	O. Grynspan [24, 29], Ippei Torii [72], Jennifer B. Ganz [73], W. Tanaka [74], András Arató [55], Harini Sampath [56], Dolic, J [22], D. McNaughton [23], DART [28], University of Bath [6], Fletcher-Watson [33, 83], M. Coppin [25], K. Maich [40], Chien-Hsu Chen [21], Eric Sailers [16]	W. Tanaka [74], DART [28], University of Bath [6] Fletcher-Watson [33, 83], Mark Coppin [25], K. Maich [40] Eric Sailers [16]	Vedad Hulusica [52], S. Chanchalor [53], Bogdan Zamfir [54], DART [28], University of Bath [6], Fletcher-Watson [33, 83], Eric Sailers [16] Mark Coppin [25], K. Maich [40]

1	2	3	4
Доповнена реальність	Nuria Aresti-Bartolome [12], University of Bath [6] Taryadi [31], Zhen Bai [39, 77], G. Guazzaroni [44], S. Turnacioglu [45],	Nuria Aresti-Bartolome [12], University of Bath [6] Taryadi [31], Zhen Bai [39, 77], M. F. Syahputra [40], Jorge Brandão [41], G. Guazzaroni [44], S. Turnacioglu [45], Ned T. Sahin [71],	Nuria Aresti-Bartolome [12], Nelson Ribeiro Jorge [70], Taryadi [31], Zhen Bai [39, 77], Jorge Brandão [41], G. Guazzaroni [44], S. Turnacioglu [45],
Віртуальна реальність	Nuria Aresti-Bartolome [12], Yiyu Cai [32], Ned T. Sahin [71], Fengfeng Ke [76], University of Bath [6] G. Guazzaroni [44], S. Turnacioglu [45],	Nuria Aresti-Bartolome [12], Ali Adjorlu [47], Patricia Mesa-Gresa [75], Sze Ngar Vanessa Yuan [48], S. Parsons [69], J. A. Ehrlich [49], Nyaz Didehbani [42], University of Bath [6] G. Guazzaroni [44], S. Turnacioglu [45],	Nuria Aresti-Bartolome [12], Andrew Lu [68], Yiyu Cai [32], Nyaz Didehbani [42], University of Bath [6] G. Guazzaroni [44], S. Turnacioglu [45], Anitha S. Pillai [67], Nelson Ribeiro Jorge [70],
Змішана реальність	Nuria Aresti-Bartolome [12],	Nuria Aresti-Bartolome [12],	Nuria Aresti-Bartolome [12], Oladapo Aina [57], R. E. Mayer [60], C. Hurt [61], D. Harrison [62]
Роботи	Nuria Aresti-Bartolome [12], B. Robins [37], B. Huskens [81], University of Bath [6]	Nuria Aresti-Bartolome [12], Robots4autism [35], Adriana Tapus [70], B. Robins [37], B. Huskens [81], Bram Vanderborght [78], University of Bath [6] Jaeryoung Lee [33]	Nuria Aresti-Bartolome [12], B. Robins [37], B. Huskens [81], University of Bath [6]

Отже, для супроводу та підтримки навчання осіб з аутизмом використовують різноманітні інформаційні та комунікаційні технології, які доцільно класифікувати за технологіями та типами навичок, які коректуються та підтримуються використанням таких технологій. У таблиці зведено напрацювання дослідників у галузі розроблення інформаційних та комунікаційних технологій для навчання осіб з аутизмом.

Висновки

Особливістю навчання дітей з особливими потребами є необхідність враховувати специфічні потреби і можливості учнів. Для учнів з аутизмом таким особливостями є необхідність підтримки та корекції комунікаційних та соціальних навичок. Розроблення та застосування інформаційних та комунікаційних технологій для потреб навчання осіб з аутизмом має відбуватись з урахуванням таких особливостей.

Автори дослідили парадигму інформаційних та комунікаційних технологій, використовуваних у світі для супроводу навчання дітей з аутизмом. У супроводі навчання дітей з аутизмом доцільним є застосування інноваційних методик, що використовують допоміжні технології навчання, такі як персональний комп'ютер, мобільні та комунікаційні пристрої (смартфони, планшети тощо) з відповідними програмними застосунками, роботи, окуляри доповненої, віртуальної чи змішаної

реальності, інші технології, які допоможуть учням та студентам з аутизмом вчитися і стати впевненішими. До найперспективніших технологій супроводу навчання дітей з аутизмом відносимо технології доповненої та віртуальної реальності. Такі технології дають можливість створювати середовища, де учні з аутизмом можуть навчатися та повторно проходити різні завдання в комфортному комунікаційному середовищі. Важливою також є взаємодія з аватарами, розробленими у таких технологіях, для відтворення різноманітних соціальних ситуацій, а також можливість навчатися з віртуальним чи доповненим учителем.

Усі розроблені дотепер технології потребують ретельного пропрацювання форм, методів та засобів подання інформації із зрозумілим інфографічним контентом та додаткової візуалізації супроводу навчального процесу, які б враховували потреби та можливості учнів з аутизмом.

Запропонована класифікація інформаційних та комунікаційних технологій для супроводу навчання осіб з аутизмом враховує особливості психофізичного розвитку таких учнів. До напрямів майбутніх досліджень відносимо розроблення методології проектування та оцінювання технологій, розроблюваних на потреби навчання учнів з аутизмом.

1. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*. – Available online: <https://www.psychiatry.org/psychiatrists/practice/dsm>.
2. *What is autism?* – Available online: <https://www.autism.org.uk/about/what-is.aspx>.
3. *How prevalent is autism?* – Autism Reading Room. – Available online: http://readingroom.mindspec.org/?page_id=6523.
4. *Проблема аутизму в світі і Україні*. – Режим доступу: <http://autism.in.ua/uk/proautism/uamir>.
5. *3 Ways Assistive Technology Can Help Students with Autism*. – Available online: <https://edtechmagazine.com/k12/article/2016/08/3-ways-technology-can-help-students-autism>.
6. *SMART-ASD: Matching Autistic People with Technology Resources*. – Режим доступу: <https://www.futurelearn.com/courses/supporting-autism>.
7. *Eecnologías de ayuda en personas con trastornos del espectro autista: guía para docentes*. Francisco Tortosa Nicolás /Colegio Público de Educación Especial para Niños Autistas “Las Boqueras”. – Available online: <http://diversidad.murciaeduca.es/tecnoneet/docs/autismo.pdf>.
8. Takeo, T. *Development application softwares on PDA for autistic disorder children* / Takeo, T.; Toshitaka, N.; Daisuke, K.// *IPSJ SIG Tech. Rep.* – 2007. – No. 12. – P. 31–38.
9. *The Technology That’s Giving Students With Autism a Greater Voice*.- Available online: https://www.huffingtonpost.com/2015/04/20/teaching-technologyautism_n_6865030.html.
10. *Rita Jordan Educational Interventions for Children with Autism: A Literature Review of Recent And Current Research* / Rita Jordan, Glenys Jones, Dinah Murray. - Available online: <http://dera.ioe.ac.uk/15770/1/RR77.pdf>.
11. Powell S. *The use of computers in teaching people with autism* / Powell S. // *In Autism on the Agenda: Papers from a National Autistic Society Conference (NAS '96)*. – London, 1996.
12. Nuria Aresti-Bartolome, Begonya Garcia-Zapirain *Technologies as Support Tools for Persons with Autistic Spectrum Disorder*/ Nuria Aresti-Bartolome, Begonya Garcia-Zapirain // *A Systematic Review. International Journal of Environmental Research and Public Health*. – Available online: www.mdpi.com/journal/ijerph.
13. *ISO Homepage*. – Available online: <https://www.iso.org/standard/58625.html>, last accessed 2018/11/09.
14. *Universal Design for Learning: Enhancing Achievement of Student with Disabilities*. Margaretha Vreeburg Izzo // *Procedia Computer Science*. – 2012. – No. 14. – P. 343–250.
15. *Inclusive Design Toolkit*. – Available online: <http://www.inclusivedesigntoolkit.com/>.
16. *Eric Sailers iPhone, iPad and iPod touch Apps for (Special) Education* / Eric Sailers, updates by Mark Coopin & Jennifer Marden. – Available online: <https://emedea.it/centro-ausili/images/pdf/24470331-iPhone-iPad-and-iPod-touch-Apps-for-Special-Education.pdf>.
17. *Enhancing lives today and accelerating a spectrum of solutions for tomorrow*. – Режим доступу: <https://www.autismspeaks.org/>.
18. *МАКАТОН как способ альтернативной и вспомогательной коммуникации*. – Режим доступу: <https://norwenalis.livejournal.com/384706.html>.
19. *МАКАТОН – LA COMMUNICATION POUR TOUS*. – Режим доступу:

http://www.makaton.fr/data/Bibliographie/texte_margaret_walker.pdf. 20. The iPad and Mobile Technology Revolution: Benefits and Challenges for Individuals who require Augmentative and Alternative Communication. – Режум доцмyny: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/07434618.2013.784930?needAccess=true>. 21. Speech-generating devices: effectiveness of interface design—a comparative study of autism spectrum disorders / Chien-Hsu Chen, Chuan-Po Wang, I-Jui Lee and Chris Chun-Chin Su // SpringerPlus. – 2016. – No. 5. – P. 1682. 22. Dolic J. Evaluation of astream tablet devices for symbol based AAC communication / Dolic J., Pibernik J., Bota J. // Agent and multi-agent systems. Technologies and applications / G. Jezic, M. Kusek, N.-T. Nguyen, R. J. Howlett, & L. C. Jain (Eds.). – Berlin; Heidelberg: Springer, 2017. – P. 251–260. 23. David McNaughton The iPad and Mobile Technology Revolution / David McNaughton, Janice Light // Benefits and Challenges for Individuals who require Augmentative and Alternative Communication. – 2018. – No. 29:2. – P. 107–116. 24. Grynszpan O. Using Facial Expressions Depicting Emotions in a Human-Computer Interface Intended for People with Autism/ O. Grynszpan, J.-C. Martin, J. Nadel // International Workshop on Intelligent Virtual Agents. – 2005. – P. 489–489. 25. Mark Coppin. – Available online: <http://www.spectronics.com.au/article/mark-coppin>; 26. Scene Speak – wanderlust for all – Good Karma Apps. – Available online: www.goodkarmaapplications.com/scene-speak1.html. 27. OUR APPS. – Available online: <http://www.speechwithmilo.com>. 28. Expert app reviews from our family in residence. – Available online: <http://dart.ed.ac.uk/app-reviews-fir/>. 29. App Wheel. – Available online: <https://dart.ed.ac.uk/app-wheel-update/>. 30. Apps for Students with Autism Wheel. – Available online: <http://www.kindysegovia.com/318-2/>. 31. Taryadi, Ichwan Kurniawan Multimedia Augmented Reality With Picture Exchange Communication System for Autism Spectrum Disorder / Taryadi, Ichwan Kurniawan // IJCST. – 2016. – Vol. 7, ISSue 4. – P. 34. 32. Design and development of VR learning environments for children with ASD / Yiyu Cai, Ruby Chiew, Zin Tun Nay, Chandrasekaran Indhumathi & Lihui Huang //Journal Interactive Learning Environments. – 2017. – Vol. 25, Issue 8. – P.25–29. 33. Which Robot Features Can Stimulate Better Responses from Children with Autism in Robot-Assisted Therapy?/ Jaeryoung Lee, Hiroki Takehashi, Chikara Nagai, Goro Obinata and Dimitar Stefanov // International Journal of Advanced Robotic System. 2012. – Accepted 28 Jun. – P. 56–59. 34. ZenoR25 Robots4Autism. – Available online: <https://www.youtube.com/watch?v=9vqZZIPyzOs&feature=youtu.be>; 35. ROBOTS4AUTISM RESEARCH. – Available online: <https://robots4autism.com/what/research/>. 36. Robot Design: The Curious Case of Social Robot Aesthetics. – Available online: <https://www.roboticsbusinessreview.com/category/service>. 37. Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage social interaction skills?/ B. Robins, K. Dautenhahn, R. Te Boekhorst, A. Billard // Universal Access in the Information Society. – 2005, Vol. 4, Issue 2. – P. 105–120; 38.Using Augmented Reality to Help Children with Autism Stay Focused. – Available online: <https://augmentedrealitynews.org/games/augmented-reality-helps-children-with-autism/>;39. Zhen Bai. – Available online: https://www.researchgate.net/profile/Zhen_Bai. 40. Augmented reality social story for autism spectrum disorder/ M. F. Syahputra, D. Arisandi, A. F. Lumbanbatu, L. F. Kemit, E. B. Nababan, O. Sheta // 2nd International Conference on Computing and Applied Informatics. 2017 IOP Publishing IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 978. – 2018. – P.120. 41. An Augmented Reality GameBook for Children with Autism Spectrum Disorders / Jorge Brandão, Pedro Cunha, José Vasconcelos, Vítor Carvalho and Filomena Soares // ICELW, 2015 June 10th-12th. – New York, 2015. – P.123–127. 42. Virtual Reality Social Cognition Training for children with high functioning autism/ Nyaz Didehbani, Tandra Allen, Michelle Kandalaft, Daniel Krawczyk, Sandra Chapman // Computers in Human Behavior. – 2016. – No. 62. – P. 703–711. 43. Virtual and Augmented Reality in Mental Health Treatment <https://books.google.com.ua/books?id=TXNyDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=uk#v=onepage&q&f=false>. 44. Virtual Reality / Augmented Reality Goddess.- Available online: <http://www.giulianaguazzaroni.net/>. 45. The State of Virtual and Augmented Reality Therapy for Autism Spectrum Disorder (ASD) / Sinan Turnacioglu, Joseph

P. McCleery, Julia Parish-Morris, Vibha Sazawal and Rita Solorzano // *Virtual and Augmented Reality in Mental Health Treatment*, IGI Global. Publication forthcoming. – Available online: <https://www.igi-global.com/.../the-state-of-virtual-and-augmented-reality-therapy-for-aut>. 46. *Immersive Virtual Reality as a Tool to Improve Police Safety in Adolescents and Adults with ASD* / Ravindran, Vijay Parish-Morris, Julia. – Available online: <http://grantome.com/grant/NIH/R42-MH115539-02>. 47. *Virtual Reality (VR) for Children Diagnosed With Autism Spectrum Disorder (ASD)* / Ali Adjorlu, Stefania Serafin // *Interventions to Train Social and Everyday Living Skills*. – Available online: <vbn.aau.dk/.../virtual-reality-vr-for-children-diagnosed-with-autism-spectrum-disorde>. 48. *Centre for Innovative Applications of Internet and Multimedia Technologies AIMTech Centre, City University of Hong Kong, Kowloon, Hong Kong/ Sze Ngar Vanessa Yuan, Horace Ho Shing Ip // Using virtual reality to train emotional and social skills in children with autism spectrum disorder*. – Available online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6074644/>. 49. *A Virtual environment for teaching social skills: AViSSS*. / J. A. Ehrlich, Miller J. R. – Available online: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1750946713000640?via%3Dihub>. 50. Sue Fletcher-Watson *ATargeted Review of Computer-Assisted Learning for People with Autism Spectrum Disorder* / Sue Fletcher-Watson // *Towards a Consistent Methodology*. *Rev J Autism Dev Disord*. – Available online: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40489-013-0003-4>. 51. *Mobile Technology for Students & Adults with Autistic Spectrum Disorders (ASD)* / Jenny A. Vlachou, Athanasios S. Drigas. – Available online: https://www.researchgate.net/.../313233395_Mobile_Technology_for_Students_Adults. 52. “LeFCA”: *Learning Framework for Children with Autism* / Vedad Hulusica, Nirvana Pistoljevic // *Procedia Computer Science*. – 2012. – Vol. 15. – P. 4–16. – Available online: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050912008149?via%3Dihub>. 53. *Integrated Learning of Autistics in Primary School through Computer* / Sumalee Chanchalor, Krislada Chusinkunawut // *International Conference on Information, Business and Education Technology (ICIBIT 2013)*. – Available online: http://www.academia.edu/32108963/Integrated_Learning_of_Autistics_in_Primary_School_through_Computer. 54. *Handheld “App” Offering Visual Support to Students with Autism Spectrum Disorders (ASDs)* / Bogdan Zamfir, Robert Tedesco, Brian Reichow // *International Conference on Computers for Handicapped Persons. ICCHP 2012: Computers Helping People with Special Needs*. – Available online: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-31534-3_16. 55. *Speaking and Understanding Morse Language, Speech Technology and Autism* / András Arató, Norbert Markus, Zoltan Juhasz // *Computers Helping People with Special Needs: 13th International Conference, ICCHP 2012, Linz, Austria, July 11–13, 2012, Proceedings, Part II*. – Linz, 2012. – P.311–314. 56. *A Communication System on Smart Phones and Tablets for Non-verbal Children with Autism* / Harini Sampath, Bipin Indurkha, and Jayanthi Sivaswamy // *Computers Helping People with Special Needs: 13th International Conference, ICCHP 2012, Linz, Austria, July 11–13, 2012, Proceedings, Part II*. – Linz, 2012. – P.323–330. 57. *Kemi-tornio university of applied sciences: Application of Holographic Technology in Education* // Oladapo Aina / *Bachelor’s thesis of Degree Programme in Business Information Technology / Bachelor of Business Administration*. – Available online: <https://www.mastersportal.com/universities/.../kemi-tornio-university-of-applied-scienc>. 58. ЭКСПЕРТЫ ПО MICROSOFT HOLOLENS. – Available online: <https://www.holo.group/>. 59. *To Disrupt The Paradigm of Education*. – Available online: <http://www.holo.study/>. 60. Mayer R. E. *The Cambridge handbook of multimedia learning* / Mayer R. E. – Cambridge: University Press, 2005. – P. 8. 61. Hurt C. *Doing your masters dissertation: Realizing your potential as a social scientist*. – London: Sage, 2005. 62. Harrison D. *Real-Life teaching in a virtual world* / Harrison D. // *Campus Technology*. – 2009. – Retrieved February 14. – P. 201–203. 63. *Connect with a Global Community*. – Available online: <http://go.secondlife.com/>; 64. *50 % Discount for Eligible Educators*. – Available online: <http://go.secondlife.com/landing/education/>; 65. *A second look at school life. The Guardian*. – Available online: <https://www.theguardian.com/education/2007/apr/06/schools.uk>; 66. *577 millones de personas hablan español, el 7,6 % de la población mundial*. – Available online: <https://www.cervantes.es/default.htm>. 67. *Virtual*

Reality (VR) for School Children With Autism Spectrum Disorder (ASD): A Way of Rethinking Teaching and Learning. – Available online: <https://www.igi-global.com/chapter/virtual-reality-vr-for-school-children-with-autism-spectrum-disorder-asd/215827>. 68. *Learning through VR gaming with virtual pink dolphins for children with ASD/ Andrew Lu, Sandra Chan, Yiyu Cai, Lihui Huang, Zin Tun Nay & Sui Lin Goei* // *Journal Interactive Learning Environments.* – 2018. – Vol. 26, Issue 6. – P. 34–37. 69. *Parsons S. Virtual environments for social skills training: Comments from two adolescents with autistic spectrum disorder / S. Parsons, Leonard A., Mitchell P.* // *Comput. Educ.* – 2006. – No. 47. – P. 186–206. 70. *E-Learning and Augmented Reality (AR) for Chronic Wound Assessment: Promoting Learning and Quality of Care / Nelson Ribeiro Jorge, Lina Morgado and Pedro J. S. Gaspar; Instituto Politécnico de Leiria, Portugal.* – Available online: <https://www.igi-global.com/book/virtual-augmented-reality-mental-health/204118>. 71. *Safety and Lack of Negative Effects of Wearable Augmented-Reality Social Communication Aid for Children and Adults with Autism / Ned T. Sahin, Neha U. Keshav, Joseph P. Salisbury, Arshya Vahabzadeh.* – Available online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30061489>. 72. *Voice output communication aid application for personal digital assistant for autistic children / Ippei Torii, Kaoruko Ohtani, Nahoko Shirahama, Takahito Niwa, Naohiro Ishii* // *Year.* – 2012. – Vol. 1. – P. 329–333. 73. *Effectiveness of the PECS Phase III app and choice between the app and traditional PECS among preschoolers with ASD / Jennifer B. Ganz, Ee ReaHong, Fara D. Goodwyn* // *Research in Autism Spectrum Disorders.* – 2013. – Vol. 7, Issue 8, August. – P. 973–983. 74. *The perception and identification of facial emotions in individuals with Autism Spectrum Disorders using the Let's Face It! Emotion Skills Battery / James W. Tanaka, Julie M. Wolf, Cheryl Klaiman, Kathleen Koenig, Jeffrey Cockburn, Lauren Herlihy, Carla Brown, Sherin Stahl, Mikle South, James McPartland, Martha D. Kaiser, and Robert T. Schultz* // *J Child Psychol Psychiatry.* – 2012. – No. 53(12). – P. 1259–1267. 75. *Effectiveness of Virtual Reality for Children and Adolescents with Autism Spectrum Disorder: An Evidence-Based Systematic Review / Patricia Mesa-Gresa, Hermenegildo Gil-Gómez, José-Antonio Lozano-Quilis and José-Antonio Gil-Gómez* // *Sensors (Basel).* – 2018. – No. 18(8). – P. 2486. 76. *Fengfeng Ke. Virtual-Reality-Based Social Interaction Training for Children with High-Functioning Autism / Fengfeng Ke, Tami Im* // *The Journal of Educational Research J. Educ. Res.* – 2013. – No. 106. – P.441–461. 77. *Using Augmented Reality to Elicit Pretend Play for Children with Autism / Zhen Bai, Alan F. Blackwell, George Coulouris, George Coulouris* // *Transactions on Visualization and Computer Graphics.* – 2015. – No. 21(5). – P. 598–610. 78. *Using the social robot probio as a social story telling agent for children with ASD / Bram Vanderborght, Ramona Simut, Jelle Saldien, Cristina Pop, Alina S. Rusu, Sebastian Pintea, Dirk Lefebber and Daniel O. David* // *Trans Neural Syst Rehabil Eng.* – 2013. – No. 21(2). – P. 10.