

Національна академія педагогічних наук України
Інститут цифровізації освіти

**ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ
В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Методичний посібник



Київ
2025

**Національна академія педагогічних наук України
Інститут цифровізації освіти**

**ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ ПІДТРИМКИ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ
В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Методичний посібник

**Київ
2025**

УДК [004.946:37.018.43]:373.3/.5(075.8)

Б20

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту цифровізації освіти НАПН України
(протокол № 14 від 30.10.2025 року)*

Рецензенти:

Топольник Я. В. завідувач кафедри педагогіки вищої школи Донбаського педагогічного університету, доктор педагогічних наук, професор;

Овчарук О. В. завідувач відділу компаративістики інформаційно-освітніх інновацій Інституту цифровізації освіти НАПН України, доктор педагогічних наук, професор.

Б20 Імерсивні технології для підтримки змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти : метод. посіб. / Баценко С.В., Богачков Ю.М., Буров О.Ю., Горбаченко В.І., Коркішко І.А., Литвинова С.Г., Носенко Ю.Г., Полященко І.М., Рашевська Н.В., Савченко В.Ю., Слободяник О.В., Соколюк О.М., Сухіх А.С., Ухань П.С. ; за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ІЦО НАПН України, 2025. 174 с.

ISBN 978-617-8330-47-7

DOI

Методичний посібник присвячено комплексному дослідженню та практичним аспектам використання імерсивних технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО). Розкрито сутність, історичні передумови та етапи розвитку імерсивних технологій у сучасній освіті, охарактеризовано їх роль у трансформації традиційного та дистанційного навчання. Представлено систематизацію та критерії добору імерсивних технологій і сервісів для освітнього процесу, зокрема каталогізацію застосунків, що сприяють реалізації змішаного навчання в ЗЗСО.

У посібнику подано методичні засади проєктування, упровадження та організації змішаного навчання із застосуванням технологій доповненої, віртуальної та змішаної реальності. Висвітлено педагогічні стратегії, моделі навчальних занять та методику використання VR/AR-платформ (ARLOOPA, Physics Lab AR тощо) у навчанні фізики, математики та інших предметів. Окрему увагу приділено питанням формування емоційного інтелекту учнів, розвитку інклюзивного освітнього середовища та кейсам практичного використання імерсивних технологій у школі.

Методичний посібник адресовано вчителям закладів загальної середньої освіти, викладачам закладів вищої та післядипломної педагогічної освіти, аспірантам, докторантам і науковцям, які досліджують проблеми впровадження імерсивних технологій у сучасну освітню практику.

© ІЦО НАПН України, 2025.

© Баценко С.В., Богачков Ю.М., Буров О.Ю.,
Горбаченко В.І., Коркішко І.А., Литвинова С.Г.,
Носенко Ю.Г., Полященко І.М., Рашевська Н.В.,
Савченко В.Ю., Слободяник О.В., Соколюк О.М.,
Сухіх А.С., Ухань П.С.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ.....	5
ТЕЗАУРУС.....	6
РОЗДІЛ 1. ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДИСТАНЦІЙНОМУ ТА ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ: НОВИЙ ВИМІР ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ.....	10
1.1. Сутність та історичні витoki імерсивних технологій в навчанні.....	10
1.2. Імерсивні технології в дистанційному навчанні.....	13
1.3. Моделі змішаного навчання в контексті змішаних процесів у ЗЗСО.....	17
1.4. Порівняльний аналіз зарубіжного та українського досвіду впровадження змішаного навчання з використанням імерсивних технологій у ЗЗСО.....	35
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ДОБІР ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	40
2.1. Методи добору імерсивних технологій для підтримки змішаного навчання в ЗЗСО.....	40
2.2. Каталогізація імерсивних застосунків для освітнього процесу в ЗЗСО.....	56
РОЗДІЛ 3. ПРОЄКТУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	62
3.1. Виклики та педагогічні стратегії використання імерсивних технологій у змішаному навчанні ЗЗСО.....	62
3.2. Система використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання.....	65
3.3. Змістовий аспект методики використання імерсивних технологій для підтримки змішаного навчання в ЗЗСО.....	71
3.4. Організаційні засади використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання.....	76
3.5. Перспективи використання імерсивних технологій в умовах змішаного інклюзивного навчання.....	81
РОЗДІЛ 4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВЧИТЕЛІВ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ.....	86
4.1. Кейси практичного використання імерсивних технологій.....	86
4.2. Моделі коротких уроків у змішаному форматі: поєднання Zoom/Meet/Teams з VR/AR-контентом.....	106
4.3. Використання імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту учнів.....	112

4.4. Використання застосунку доповненої реальності ARLOOPA в умовах змішаного навчання.....	127
4.5. Засіб доповненої реальності Physics Lab AR на уроках фізики за умов змішаного навчання.....	137
4.6. Імерсивні технології для проведення шкільного навчального експерименту в умовах змішаного навчання.....	142
4.7. Фізика для базової школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання.....	147
4.8. Фізика для профільної школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання.....	151
4.9. Математика для базової школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання.....	156
4.10. Математика для профільної школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання.....	160
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	166

ВСТУП

Сучасний етап розвитку освіти характеризується глибинними трансформаціями, зумовленими цифровізацією суспільства, стрімким розвитком інформаційно-комунікаційних технологій, а також соціальними викликами, пов'язаними з пандемією COVID-19, воєнним станом, вимушеною міграцією учасників освітнього процесу та нерівномірним доступом до освітніх ресурсів. У цих умовах особливої актуальності набуває пошук таких педагогічних рішень, які забезпечували б безперервність, гнучкість і якість навчання, водночас сприяючи підвищенню мотивації, залученості та навчальних результатів учнів. Однією з відповідей на зазначені виклики є впровадження змішаного навчання у поєднанні з імерсивними технологіями.

Змішане навчання як спосіб організації освітнього процесу поєднує переваги очної та дистанційної форм, створюючи умови для індивідуалізації навчання, варіативності освітніх траєкторій і розвитку саморегульованої навчальної діяльності здобувачів освіти. Водночас ефективність змішаного навчання значною мірою залежить від використаних педагогічних технологій і цифрових інструментів. У цьому контексті імерсивні технології – віртуальна, доповнена та змішана реальність, 360°-відео, імерсивні симуляції – відкривають принципово нові можливості для організації освітнього середовища, збагачення змісту навчання та активізації пізнавальної діяльності учнів.

Імерсивні технології забезпечують ефект занурення в навчальне середовище, сприяють формуванню відчуття присутності, дозволяють моделювати складні об'єкти, процеси та явища, які є важкодоступними або небезпечними для безпосереднього спостереження в реальних умовах. Завдяки цьому вони мають значний дидактичний потенціал у викладанні природничо-математичних дисциплін, суспільствознавства, мистецтва, а також у реалізації інклюзивного та компетентісно орієнтованого навчання. Разом із тим ефективне використання імерсивних технологій потребує науково обґрунтованого підходу, систематизації наявних інструментів і розроблення методичних рекомендацій для педагогів.

Актуальність даного посібника зумовлена необхідністю подолання суперечностей між високим потенціалом імерсивних технологій в освіті та недостатнім рівнем їх цілеспрямованого й методично виваженого впровадження у практику закладів загальної середньої освіти. На практиці вчителі часто стикаються з проблемами добору доцільних цифрових інструментів, інтеграції імерсивного контенту в навчальні програми, організації змішаного освітнього середовища, а також з браком готових моделей уроків і прикладів ефективного використання AR/VR у реальному освітньому процесі.

Метою посібника є теоретичне обґрунтування та практичне висвітлення можливостей використання імерсивних технологій у процесі змішаного навчання в закладі загальної середньої освіти, а також надання вчителям систематизованих рекомендацій щодо їх добору, педагогічного проєктування та застосування. Досягнення поставленої мети передбачає розв'язання низки

завдань, зокрема: аналіз сутності та еволюції імерсивних технологій у контексті освіти; визначення їх ролі у дистанційному та змішаному навчанні; узагальнення зарубіжного й українського досвіду впровадження імерсивних рішень у ЗЗСО; розроблення методичної системи використання імерсивних технологій з урахуванням організаційних, змістових і педагогічних аспектів; представлення практичних кейсів і моделей уроків для різних навчальних предметів.

Теоретико-методологічну основу посібника становлять положення компетентнісного, діяльнісного, системного та особистісно орієнтованого підходів, наголоси сучасної дидактики на активному, інтерактивному та саморегульованому навчанні, а також концепції відкритого й безпечного освітнього середовища. У посібнику враховано сучасні нормативно-правові документи у сфері освіти, рекомендації міжнародних організацій, результати вітчизняних і зарубіжних наукових досліджень.

У *першому розділі* розкрито теоретичні засади використання імерсивних технологій у дистанційному та змішаному навчанні, проаналізовано історичні передумови їх розвитку та сучасні тенденції.

Другий розділ присвячено систематизації та добору імерсивних технологій для освітнього процесу в ЗЗСО.

У *третьому розділі* спроектовано методичну систему використання імерсивних технологій у змішаному навчанні, окреслено педагогічні стратегії та організаційні засади.

Четвертий розділ має практичну спрямованість і містить рекомендації, кейси та моделі уроків із використанням AR/VR для різних предметів.

Посібник адресовано вчителям закладів загальної середньої освіти, методистам, керівникам закладів освіти, здобувачам педагогічної освіти, а також усім, хто зацікавлений у впровадженні сучасних цифрових та імерсивних технологій в освітній процес. Автори сподіваються, що представлений матеріал сприятиме підвищенню якості змішаного навчання, розвитку професійної компетентності педагогів та створенню інноваційного освітнього середовища, орієнтованого на потреби й можливості сучасного учня.

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ

- AI** – Artificial Intelligence (штучний інтелект)
AR – Augmented Reality (доповнена реальність)
MR – Mixed Reality (змішана реальність)
UI – User Interface (користувацький інтерфейс)
VR – Virtual Reality (віртуальна реальність)
XR – Extended Reality (розширена реальність)
EI – емоційний інтелект
ЗЗСО – заклад загальної середньої освіти
ІмТ – імерсивні технології
МОЗ – Міністерство охорони здоров'я України
МОН – Міністерство освіти і науки України
ООП – особливі освітні потреби
ПЗ – програмне забезпечення
ШІ – штучний інтелект

ТЕЗАУРУС

360°-відео – тип відеозапису, який охоплює всі напрямки навколо точки зйомки (повний кут огляду – 360° по горизонталі і часто 180° або більше по вертикалі). Це дає змогу глядачу вільно оглядати віртуальну сцену в будь-якому напрямку під час перегляду [11].

Активне навчання – такий спосіб організації навчання, коли учні – суб'єкти освітнього процесу – відіграють у ньому активну роль, а вчитель є лише організатором активностей учнів, фасилітатором та модератором дискусії. Процес активного навчання передбачає, що учні вчаться, відповідаючи та ставлячи питання, аналізуючи факти і аргументи, пов'язуючи нову інформацію з вже наявними знаннями, формулюючи висновки та розмірковуючи над новими ідеями [45].

Безпечне освітнє середовище – сукупність умов у закладі освіти, що унеможливають заподіяння учасникам освітнього процесу фізичної, майнової та/або моральної шкоди, зокрема внаслідок недотримання вимог санітарних, протипожежних та/або будівельних норм і правил, законодавства щодо кібербезпеки, захисту персональних даних, безпечності та якості харчових продуктів та/або надання неякісних послуг з харчування, шляхом фізичного та/або психологічного насильства, експлуатації, дискримінації за будь-якою ознакою, приниження честі, гідності, ділової репутації (зокрема шляхом булінгу (цькування), поширення неправдивих відомостей тощо), пропаганди та/або агітації, у тому числі з використанням кіберпростору, а також унеможливають вживання на території та в приміщеннях закладу освіти алкогольних напоїв, тютюнових виробів, наркотичних засобів, психотропних речовин [65].

Відкритий освітній простір – освітній простір, що надає суб'єктам можливості самовизначення власного образу та вибору шляхів побудови індивідуальної освітньої траєкторії для його формування [61].

Віртуальна лабораторія – це комп'ютерне симуляційне або програмне середовище, призначене для відтворення досвіду роботи у фізичній лабораторії. Воно забезпечує можливість проведення експериментів, спостереження за природними явищами, а також опанування й застосування наукових концепцій, методів і процедур у штучно змодельованих умовах [107].

Віртуальна реальність (Virtual Reality, VR) – це технологія, що створює повністю штучне, інтерактивне середовище, в яке користувач занурюється за допомогою спеціальних пристроїв, таких як VR-окуляри або шоломи. У цьому середовищі користувач може взаємодіяти з об'єктами, відчуваючи ефект присутності в іншому просторі, що зазвичай відрізняється від реального світу [11].

Гейміфікація – це інтеграції елементів гри та ігрового мислення в діяльності, відмінній від гри. Гейміфікація в освіті – це процес поширення гри на різні сфери освіти, який дозволяє розглядати гру і як метод навчання і виховання,

і як форму виховної роботи, і як засіб організації цілісного освітнього процесу [43].

Дистанційне навчання – форма організації і реалізації навчально-виховного процесу, за якою його учасники (об'єкт і суб'єкт навчання) здійснюють навчальну взаємодію принципово і переважно екстериторіально. При цьому, навчальна взаємодія може здійснюватися як синхронно у часі, коли взаємодія учасників здійснюється в один і той же час (наближено до організації навчання за очною формою), так і асинхронно у часі, коли не вимагається і не передбачається одночасна участь учасників при здійсненні їх навчальної взаємодії (наближено до організації навчання за заочною формою) [3].

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) – технологія, що накладає цифрові елементи (зображення, звуки, текст) на реальний світ, створюючи таким чином змішане середовище [11].

Змішана реальність (Mixed Reality, MR) – технологія, що поєднує елементи фізичного та віртуального світу, дозволяючи користувачам взаємодіяти з віртуальними об'єктами у реальному середовищі в режимі реального часу. MR займає проміжне місце між доповненою реальністю (AR), яка лише накладає цифрові елементи на реальний світ, і віртуальною реальністю (VR), яка повністю занурює користувача у віртуальне середовище [11].

Змішане навчання – спосіб організації навчання здобувачів освіти, що передбачає організацію навчання учнів шляхом поєднання навчання в очній (денній) та дистанційній формах у певній черговості (тиждень через тиждень, день через день тощо), визначеній розкладом навчальних занять в закладі освіти (Наказ МОН України від 07.08.2024 № 1112).

Імерсивна симуляція – ситуація з реального життя, яка глибоко зачіпає почуття, емоції, мислення та поведінку учасника; створення імерсивної симуляції залежить від відповідності навчальним цілям, достовірності симуляції (фізичної, концептуальної та емоційної), а також від сприйняття учасником реалістичності того, що відбувається. На симуляційну сесію впливають характеристики учасника, його досвід, рівень підготовки та підготовка до даного випадку чи завдання. Сприйняття фізичної, концептуальної та емоційної достовірності, відповідний рівень складності, а також симулятори та актори можуть впливати на досвід симуляції [93].

Імерсивне навчальне середовище має низку особливостей щодо свого застосування: воно ефективне у багатовимірному контексті, забезпечує безпечне та гнучке середовище для навчання, сприяє інтерактивній взаємодії, економить час, усуває обмеження простору та часу, надає зворотний зв'язок, встановлює стандарти навчання та дає можливість застосовувати набуті знання в реальних життєвих ситуаціях [96].

Імерсивне середовище – це середовище, яке, хоча й створюється за допомогою комп'ютерних технологій, дозволяє учаснику відчувати занурення в

реальний простір і отримати всі стимул-реакції, характерні для перебування у фізичному середовищі [67].

Імерсивні технології – засоби, що забезпечують інтеграцію віртуального контенту та фізичного середовища таким чином, щоб сприяти залученню користувача до створеної змішаної реальності (визначення ISO).

Індивідуалізація процесу навчання – організація навчально-виховного процесу, коли при виборі способів, прийомів, темпу навчання враховуються індивідуальні відмінності учнів, рівень розвитку їхніх здібностей до навчання [14].

Інклюзивна освіта – процес, орієнтований на врахування індивідуальності кожної дитини, під час якого досягається максимально можливий рівень реалізації дітей з особливими потребами в навчанні та житті спільноти (визначення ЮНЕСКО).

Інтерактивне навчання – це спеціальна форма організації пізнавальної діяльності, яка має конкретну, передбачувану мету – створити комфортні умови навчання, за яких кожен здобувач освіти відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність. Суть інтерактивного навчання у тому, що навчальний процес відбувається за умови постійної, активної взаємодії [Рогульська О. Інтерактивні технології у навчанні іноземних мов у вищих навчальних закладах України. Порівняльна професійна педагогіка. 2012. С. 154-160.].

Інформаційно-цифрова компетентність – здатність впевнено та водночас критично застосовувати інформаційно-комунікаційні технології для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні [36].

Метавсесвіт (Metaverse) – мережа взаємопов'язаних віртуальних світів з наступними ключовими характеристиками: наявність, постійність, імерсивність та функціональна сумісність. Метавсесвіт – це наступний крок розвитку Інтернету, що забезпечується кількома об'єднаними технологіями, такими як розширена реальність (XR), штучний інтелект (ШІ), технології децентралізованого реєстру (DLT), нейротехнології, оптика, технології біологічного зондування, робототехніка, вдосконалена комп'ютерна графіка, апаратне забезпечення та мережеві можливості [120].

Освітнє середовище – це природне або штучно створене оточення учасників освітнього процесу в просторі освіти, що включає зміст і засоби освіти, спрямовані на забезпечення продуктивної творчої діяльності особистості, її освітній розвиток, педагогічні умови, ситуації, систему взаємин між людьми, які поєднані спільною педагогічною та навчальною діяльністю [44].

Розширена реальність (Extended Reality, XR) – загальний, свого роду «парасольковий» термін, що охоплює всі технології, які змішують реальний і віртуальний світи. XR включає в себе такі поняття, як віртуальна реальність, доповнена реальність та змішана реальність [11].

Саморегульоване навчання – це тип навчальної діяльності, при якому здобувач освіти усвідомлено встановлює навчальні цілі, а потім відстежує, регулює і контролює свою пізнавальну діяльність, мотивацію та поведінку відповідно до цих цілей і умов навчального контексту [105].

Саморегуляція навчання – це процес активного планування, контролю та регулювання власних когнітивних функцій, емоцій, мотивацій та поведінки для досягнення конкретної мети [125].

Самостійна робота учнів – різноманітні види індивідуальної і колективної навчальної діяльності учнів, яка здійснюється ними на навчальних заняттях або дома за завданням вчителя, під його керівництвом, однак без його безпосередньої участі [14].

РОЗДІЛ 1

ІМЕРСИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ДИСТАНЦІЙНОМУ ТА ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ: НОВИЙ ВИМІР ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

1.1. Сутність та історичні витоки імерсивних технологій в навчанні

Імерсивні технології – це сукупність сучасних технологій, які створюють ефект занурення в штучно створене середовище, надаючи користувачу відчуття присутності або інтерактивної взаємодії з цифровим простором. Основні види імерсивних технологій включають:

- *віртуальну реальність (VR)* – повністю синтетичний, віртуальний простір, який користувач сприймає через VR-окуляри. VR створює ефект присутності у вигаданому або відтвореному реальному світі, дозволяючи людині активно взаємодіяти з його об'єктами;

- *доповнене реальність (AR)* – технологію, яка поєднує реальний світ з цифровими об'єктами, накладаючи їх на реальне оточення через екран смартфона, планшета або спеціальних окулярів. AR використовується в різних галузях, від навчання до медицини, для візуалізації інформації та надання додаткових даних про оточуючі об'єкти;

- *імерсивне відео (360-градусне відео)* – тип відео, що дозволяє користувачеві переглядати сцену з усіх боків, створюючи ефект присутності завдяки можливості оглядати все навколо себе.

Застосування імерсивних технологій швидко розвивається, зокрема в таких сферах, як освіта, медицина, архітектура, розваги. Вони дозволяють глибше зануритись в тему або середовище, що може бути корисним у навчанні та професійній підготовці.



Рис. 1.1. Приклади технологій VR та AR, відповідно

Імерсивні технології, такі як віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR), а також 360-градусні відео, мають глибоке історичне коріння,

яке сягає середини ХХ ст. Пропонуємо періодизацію розвитку цих технологій та їхнього шляху до інтеграції в освіту:

1. Перші концепції та створення VR-технологій (1950–1970 рр.).
2. Інновації 1980-х – 1990-х рр.: перші освітні застосування VR та AR.
3. Впровадження 3D-симуляцій та 360-градусного відео (2000–2010 рр.).
4. Швидкий розвиток AR та доступність VR для масового ринку (2010–2015 рр.).
5. Розвиток імерсивних технологій в освіті (2015–2020 рр.).
6. Імерсивні технології під час пандемії COVID-19 (2020–2021 рр.).
7. Сучасний стан імерсивних технологій в освіті (2021 – дотепер).

Кожний етап характеризується певними особливостями, має підперіоди і знакові події у розвитку технологій, зокрема в контексті впливу на освіту.

Розглянемо кожний із запропонованих етапів.

1. Перші концепції та створення VR-технологій (1950–1970 рр.):

- Поява ідеї віртуального середовища: у 1950-х роках кінематографіст і винахідник Мортон Гейліг розробив концепт «Сенсорама» (Sensorama), пристрою, який використовував 3D-зображення, запахи, звуки та навіть вібрації для створення ефекту присутності. Це був один із перших інструментів, що поєднував зображення та звуки для створення ефекту занурення, хоча і без прямого навчального контексту;

- Поява терміну «віртуальна реальність»: у 1960-х роках, дослідник Іван Сазерленд створив систему «Меч Дамокла» (Sword of Damocles) – перший пристрій із гарнітурою, що проєктувала зображення. Цей винахід став основою для майбутніх технологій VR і був першим кроком до створення віртуальних навчальних просторів.



Рис. 1.2. «Меч Дамокла» Івана Сазерленда

2. Інновації 1980-х – 1990-х рр.: перші освітні застосування VR та AR:

- Розширення можливостей віртуальної реальності: у 1980-х роках розвиток комп'ютерної графіки дозволив створити перші комп'ютеризовані моделі VR для спеціальних тренувань. NASA використовувала VR для тренування астронавтів, що стало першим масштабним прикладом імерсивної технології для навчання.

- Перше застосування в освіті: у 1990-х роках VR почали використовувати для навчання лікарів, пілотів та інших спеціалістів, яким необхідне тренування у високоризикових ситуаціях. Наприклад, хірургічні симулятори давали студентам-медикам можливість проводити віртуальні операції, що покращувало їхню практичну підготовку.

3. Впровадження 3D-симуляцій та 360-градусного відео (2000–2010 рр.):

- Доступність 3D-симуляцій: після 2000-х років VR- та AR-системи стали доступнішими завдяки зростанню комп'ютерної потужності та розвитку 3D-графіки. У цей час з'явилися освітні VR-симуляції з фізики, хімії, астрономії, а також віртуальні лабораторії для шкіл і університетів. Це дозволило учням виконувати наукові експерименти безпосередньо в класі.

- Поява 360-градусного відео: початок 2010-х став стартом використання 360-градусного відео для освітніх цілей. Школи та музеї почали пропонувати віртуальні екскурсії, що дозволяло учням подорожувати визначними місцями світу, не покидаючи класу.

4. Швидкий розвиток AR та доступність VR для масового ринку (2010–2015 рр.):

- Популяризація AR через мобільні пристрої: з розвитком смартфонів з потужними камерами та процесорами, доповнена реальність стала масово використовуватися завдяки додаткам, що «оживляли» зображення та надавали додаткову інформацію. Такі компанії, як Google та Apple, почали інтегрувати AR-функції у свої пристрої, що зробило технологію доступнішою для шкільного навчання.

- Масова доступність VR для освіти: VR-шоломи (наприклад, Oculus Rift, HTC Vive), а також менш дорогі пристрої на базі смартфонів (наприклад, Google Cardboard) значно знизили бар'єр для входу в світ VR. У цей період VR почали використовувати для шкільної освіти з таких предметів, як біологія (вивчення клітин і анатомії), історія (подорожі в епоху середньовіччя чи античності), географія та астрономія.

5. Розвиток імерсивних технологій в освіті (2015–2020 рр.):

- Комплексні VR-програми та інструменти: з'явилися інтегровані освітні VR-платформи, такі як Nearpod VR, ClassVR, що пропонують інтерактивні віртуальні екскурсії, тренажери та інші інструменти для шкільної та університетської освіти.

- Використання AR-контенту в навчальних програмах: підручники почали доповнювати AR-кодами, що дозволяють учням переглядати 3D-моделі на екрані своїх пристроїв. Наприклад, шкільні підручники з біології та фізики містили посилання на 3D-моделі молекул, органів і фізичних явищ.

6. Імерсивні технології під час пандемії COVID-19 (2020–2021 рр.):

- Зростання попиту на дистанційні імерсивні технології: пандемія COVID-19 сприяла поширенню використання VR і 360-градусних відео для дистанційного навчання. Учні могли відвідувати віртуальні музеї, брати участь у наукових експериментах у віртуальному форматі, що дало змогу продовжити навчання навіть за умов обмеженого доступу до фізичних класів.

- Розвиток метаплатформ і «метавсесвітів» для навчання, де учні та викладачі можуть взаємодіяти у повністю віртуальних середовищах.

- Активне використання 360-градусного відео: віртуальні екскурсії, онлайн-лекції з VR-контентом, AR-заняття через мобільні додатки стали популярним рішенням для навчальних закладів у період локдаунів.

- Поява освітніх платформ з елементами штучного інтелекту, що дозволяють адаптувати навчання до потреб кожного студента, використовуючи AR та VR для персоналізації навчального процесу.

7. Сучасний стан імерсивних технологій в освіті (2021-дотепер):

- Розвиток інструментів для навчання STEM: імерсивні технології стали ключовими для дисциплін STEM (наука, технології, інженерія, математика), де важлива візуалізація абстрактних понять. VR та AR-технології допомагають учням експериментувати з фізичними явищами, досліджувати хімічні реакції та вивчати біологічні процеси в інтерактивному форматі.

- Налаштовувані VR-класи та лабораторії: сучасні освітні VR-платформи дозволяють налаштовувати навчальні простори, створювати інтерактивні класи та лабораторії з фізики, хімії, біології, історії та навіть літератури.

Сучасний етап розвитку імерсивних технологій в освіті – це період великих можливостей, який дає змогу переосмислити традиційні методи навчання та створює перспективу для більш залученого, гнучкого та ефективного навчання.

Розвиток імерсивних технологій створив новий рівень можливостей для освіти. Від першого застосування в науково-дослідних проєктах у 1950-х роках і до нинішніх інтерактивних платформ, VR, AR та 360-градусне відео змінюють підхід до навчання, надаючи учням і студентам можливість досліджувати, експериментувати й засвоювати знання у форматах, які не були доступні раніше. Зараз імерсивні технології – це один із найперспективніших напрямів освітніх технологій, що допомагає урізноманітнити процес навчання, стимулює учнів до самостійного вивчення та забезпечує високу залученість у навчальний процес.

Узагальнюючи викладене вище, можна визначити головні риси сучасного періоду розвитку імерсивних технологій: покращення доступності та поступове зниження вартості, збільшення інтерактивності та залученості, посилення реалістичності відтворення досвіду та середовищ, покращення індивідуалізації освітнього процесу, гнучкість у навчанні.

1.2. Імерсивні технології в дистанційному навчанні

Імерсивні технології, такі як віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR), відкривають нові горизонти для дистанційного навчання. Вони пропонують значні можливості для інтерактивного та захоплюючого навчання, вирішуючи низку проблем, пов'язаних із традиційними методами онлайн-навчання. Сьогодні роль імерсивних технологій в дистанційному навчанні стає все більш значущою, адже ці технології дозволяють не лише зробити навчання

більш ефективним, а й подолати обмеження, що виникають через відсутність фізичної присутності студентів.

Розглянемо особливості використання імерсивних технологій в дистанційному навчанні (рис. 1.3).

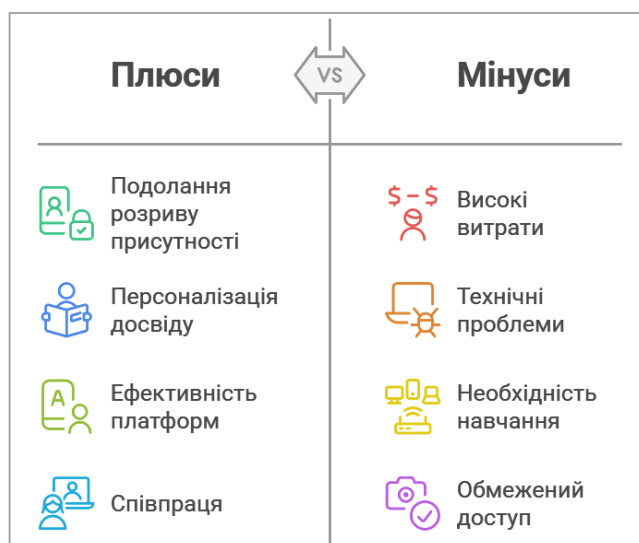


Рис. 1.3. Плюси і мінуси використання імерсивних технологій в дистанційному навчанні

1. *Імерсивні технології як інструмент подолання «розриву присутності» в дистанційному навчанні.* Однією з найбільших проблем дистанційного навчання є відсутність фізичної присутності студентів на заняттях. Це створює бар'єри для ефективної комунікації, знижує рівень мотивації та активної участі в процесі. Імерсивні технології дозволяють значно полегшити цей «розрив присутності», створюючи ефект присутності в цифровому середовищі. Використання віртуальних класів, де студенти можуть вільно переміщатися, взаємодіяти з викладачами та одногрупниками, або ж віртуальних лабораторій, де вони виконують практичні завдання, дозволяє зменшити відчуття ізоляції. Це допомагає підтримувати високу мотивацію та зацікавленість у навчанні, що важливо в умовах дистанційної освіти.

2. *Персоналізація освітнього досвіду з використанням імерсивних технологій.* Одним із головних аспектів ефективності дистанційного навчання є можливість персоналізації освітнього досвіду. Імерсивні технології дають змогу створювати індивідуальні навчальні траєкторії, адаптуючи навчальний матеріал до потреб і можливостей кожного студента. Наприклад, використання VR дозволяє створювати індивідуальні симуляції ситуацій, в яких студент може застосовувати теоретичні знання в реальних умовах, перевіряючи свої навички без ризику для безпеки чи ресурсів. Інтерактивні навчальні середовища за допомогою AR дозволяють навчатися на основі «реального» контексту, зокрема для вивчення складних тем, наприклад, шляхом взаємодії з 3D моделями або вивченням процесів у фізичних чи хімічних реакціях, що важко здійснити за допомогою стандартних методів навчання.

3. Ефективність інтерактивних платформ у дистанційному навчанні.

Імерсивні технології дозволяють створювати інтерактивні навчальні платформи, де учні можуть не лише отримувати інформацію, а й активно взаємодіяти з об'єктами. Це включає не тільки доступ до мультимедійних ресурсів, але й реальні взаємодії в інтерактивних сценах чи віртуальних світах. Такі платформи дозволяють не лише проводити лекції в інтерактивному форматі, але й організовувати групові проекти, розв'язувати задачі, вивчати теоретичні концепції в інтерактивних середовищах. Це, зокрема, є важливим у контексті дисциплін, де важливе не лише запам'ятовування фактів, а й розвиток аналітичних та критичних навичок. Студенти, використовуючи AR/VR, можуть безпосередньо взаємодіяти з віртуальними об'єктами, що підвищує рівень засвоєння інформації, відомостей, повідомлень та сприяє розвитку практичних навичок, необхідних у професійній діяльності.

4. Імплементация імерсивних технологій у співпрацю під час дистанційного навчання. Дослідження вчених підтверджують, що інформаційна інфраструктура при постійному застосуванні багатьма учасниками забезпечує перехресні посилення, що суттєво сприяє навчанню [6].

Одним із важливих аспектів дистанційного навчання є необхідність спільної роботи студентів над проектами або завданнями. Імерсивні технології надають нові можливості для співпраці у віртуальному просторі. Віртуальні класи і кімнати дозволяють студентам працювати разом, використовуючи віртуальні дошки, а також обговорювати питання чи шукати рішення проблем в реальному часі. Таким чином, навіть у режимі віддаленого навчання студенти можуть ефективно взаємодіяти і виконувати завдання, що потребують командної роботи. Більше того, завдяки можливості створення віртуальних зустрічей та онлайн-зустрічей через VR, можна організовувати інтерактивні семінари, тренінги або навіть конференції, де студенти мають змогу «зустрічатися» один з одним у реальному часі в обраному віртуальному просторі. Це значно підвищує ефективність комунікації і дозволяє учасникам працювати у спільному середовищі, хоча вони й перебувають у різних частинах світу.

5. Проблеми та обмеження. Імерсивні технології, хоча й пропонують значні переваги для дистанційного навчання, мають кілька проблем і обмежень. Вони потребують високих технологічних засобів і можуть бути недоступними для широкого кола студентів через високу вартість необхідного обладнання (окуляри VR, спеціалізовані платформи).

Важливою проблемою є відсутність достатнього контенту для деяких дисциплін, що обмежує ефективне використання імерсивних технологій в освітньому процесі. Зокрема, для багатьох університетів ще бракує готових комплексних програм або матеріалів для повноцінного впровадження VR/AR у навчальний процес. Ця проблема тісно пов'язана з недостатньою технічною підготовкою викладачів, які часто не мають необхідних навичок для розробки або адаптації імерсивного контенту. Наприклад, створення віртуальних лабораторій для природничих наук або інтерактивних симуляцій для історичних досліджень потребує спеціалізованих знань та ресурсів.

Для вирішення цих проблем необхідно зосередитися на кількох ключових напрямках. По-перше, слід розробити та впровадити програми підготовки викладачів, які б навчили їх ефективно використовувати та створювати імерсивний контент. По-друге, важливо стимулювати розробку якісних освітніх матеріалів, можливо, через створення відкритих платформ для обміну контентом або залучення розробників до співпраці з університетами. Крім того, вчені наголошують на необхідності підвищення компетентності викладачів з питань добору цифрового контенту.

Аналіз характеристик і особливостей імерсивних технологій дозволив класифікувати їх за різними ознаками: за галуззю використання та цільовим призначенням, за тривалістю впливу, за середовищем використання, за ступенем занурення, за типом обладнання, за способом взаємодії, за рівнем доступності та складності використання, за моделлю монетизації, що може стати основою для розробки підходів до добору контенту [40]. Незважаючи на ці виклики, важливо пам'ятати про значний потенціал імерсивних технологій для покращення якості освіти. Тому, зосереджуючись на вирішенні існуючих проблем, ми можемо створити більш ефективне та захоплююче навчальне середовище для студентів.

6. Перспективи розвитку імерсивних технологій у дистанційному навчанні. Імерсивні технології продовжують швидко розвиватися, і з часом їх впровадження в дистанційне навчання стане ще більш масовим і доступним. Оскільки технології стають дешевшими, а контент для навчання — більш різноманітним, є великі шанси, що в майбутньому імерсивні технології стануть невід'ємною частиною стандартного навчального процесу. Залишатиметься відкритим питання забезпечення рівного доступу до цих технологій для всіх студентів, а також підготовка педагогів до ефективного використання нових інструментів. Крім того, адаптація контенту і його інтеграція в загальну освітню структуру стане важливим етапом розвитку.

Вчені зазначають, що імерсивні технології сприяють розвитку дидактичних стратегій та ефективного впровадження таких технологій, зокрема технології 360-градусного відео в педагогічну практику [22].

Узагальнимо пропозиції щодо покращення використання імерсивних технологій у дистанційному навчанні:

- створення механізмів забезпечення студентів доступним обладнанням, зокрема програм оренди VR-шоломів та грантових ініціатив для їх придбання;
- сприяння розробленню якісного освітнього контенту для різних дисциплін шляхом співпраці з розробниками ігор та створення відкритих платформ для обміну ресурсами;
- проведення тренінгів і курсів підвищення кваліфікації для викладачів щодо ефективного застосування імерсивних технологій у дистанційному навчанні;
- ініціювання досліджень впливу імерсивних технологій на академічні результати, мотивацію та залученість студентів;
- створення методичних рекомендацій і стандартів для ефективного використання імерсивних технологій у дистанційному навчанні з метою підвищення його якості та результативності.

Імерсивні технології відіграють важливу роль у дистанційному навчанні, допомагаючи зменшити відчуття ізоляції та створюючи ефект присутності у віртуальному середовищі. Зокрема, VR та AR дозволяють адаптувати навчальний матеріал до індивідуальних потреб студентів, забезпечуючи персоналізовані навчальні траєкторії. Віртуальні класи та кімнати також сприяють ефективній співпраці студентів над проектами, навіть за умови їхньої фізичної відсутності. Важливо зазначити, що існують певні проблеми, такі як висока вартість обладнання, недостатність контенту та необхідність технічної підготовки. Проте, незважаючи на ці виклики, імерсивні технології мають значний потенціал для майбутнього дистанційного навчання, хоча для його повної реалізації необхідно вирішити проблеми доступності та забезпечити належну підготовку кадрів.

1.3. Моделі змішаного навчання в контексті змішаних процесів у ЗЗСО

Удосконалення організації освітнього процесу полягає в підвищенні ефективності навчання, діяльності викладачів та закладу освіти загалом. Відмінність змішаного навчання від інших нововведень полягає в тому, що воно розширює *варіативність* реалізації освітнього процесу [91]. Це особливо актуально під час війни та масових відключень світла та інтернету. Вже не у всіх є можливість просто перейти на дистанційну форму. Потрібно враховувати багато інших обставин учнів, учителів та закладу освіти. Модель змішаного навчання потенційно спроможна розв'язувати задачу організації гнучкого (варіативного) навчання. Вибрати оптимальне рішення в таких умовах дуже складно. Необхідно брати до уваги багато параметрів та умов. На думку авторів, доцільно розробити певний механізм, який на системній основі дасть змогу спроектувати оптимальну конструкцію змішаного навчання для конкретних умов і конкретних користувачів. Такий механізм вимагає теоретичного осмислення та обґрунтування.

Що ми розуміємо під змішаним навчанням? У [8] пропонується категорію «змішане навчання» розглядати у двох сенсах – *вузькому і широкому*. У *вузькому сенсі* пропонується під змішаним навчанням розуміти цілеспрямований процес набуття знань, умінь і навичок учнями освітніх установ різного типу в межах формальної освіти, частина якого реалізується у віддаленому режимі за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій і технічних засобів навчання, які використовуються для зберігання і доставлення навчального матеріалу, реалізації контрольних заходів, організації взаємодії між суб'єктами освітнього процесу (консультації, обговорення) та під час якого відбувається самоконтроль учня (студента) за часом, місцем, маршрутами та темпом навчання. У *широкому сенсі* – це різні варіанти поєднання форм і методів організації формального, неформального, інформального навчання, а також самонавчання для досягнення учнем заздалегідь визначених навчальних

цілей зі збереженням механізму контролю за часом, місцем, маршрутами та темпом навчання.

У [12] змішане навчання розуміється як інтеграція онлайн-навчання з традиційним навчанням у класі. Воно передбачає використання двох або більше різних методів навчання, наприклад, чергування очних занять з онлайн-навчанням. На думку українських учених (В. Кухаренка, Ю. Тріус, А. Стрюк), змішане навчання – це цілеспрямований процес набуття знань, умінь, навичок в умовах аудиторної та позааудиторної діяльності суб'єктів освітнього процесу на основі використання і взаємного доповнення технологій традиційного, електронного, дистанційного та мобільного навчання за наявності самоконтролю у того, хто навчається, часу, місця, маршруту та темпів навчання.

У [21] зазначається, що змішане навчання дає змогу зробити *більше з меншими витратами* завдяки кращому контролю діяльності учня та реалізації індивідуальної траєкторії навчання. Змішане навчання виконує такі завдання: розширення освітніх можливостей учнів через доступність і гнучкість, врахування їх індивідуальних освітніх потреб, а також темпу й ритму навчання; стимулювання формування суб'єктної позиції учня: підвищення його мотивації, самостійності, соціальної активності, рефлексії та самоаналізу і, як наслідок, підвищення ефективності освітнього процесу загалом; трансформація стилю діяльності вчителя: перехід від трансляції знань до інтерактивної взаємодії з учнем, що сприятиме формуванню процесу конструювання власних знань; персоналізація освітнього процесу: *учень самостійно визначає свої навчальні цілі, способи їх досягнення, враховуючи власні освітні потреби, інтереси та здібності, учитель у цій ситуації є помічником учня.*

Згідно з [114] система змішаного навчання більш ефективна, ніж традиційне навчання у класі чи онлайн-навчання, незалежно від змісту курсу. Це відбувається завдяки:

- *кращому дизайну інструкцій.* Найчастіше курси за системою змішаного навчання більш сфокусовані. Це означає глибоку методичну розробку та дизайн інструкцій для конкретного курсу та роботи у ньому;

- *кращій орієнтації.* У середовищі змішаного навчання учні не просто отримують настанови від учителів чи спираються на програму курсу. Вони здобувають інструментарій для самостійної навігації та пошуку матеріалу у межах теми;

- *врахуванню індивідуальних можливостей.* Робота з онлайн-матеріалами дає змогу учням рухатися у власному темпі, а не чекати чи наздоганяти решту класу. У деяких випадках електронна система (якщо це передбачено курсом) надає учням фідбек, відповідно до якого вони можуть заповнювати пропущені теми чи повертатися до тих, які забули;

- *підвищенню рівня залученості внаслідок соціальної взаємодії.* Зазвичай учні рідко працюють над певною темою усім класом. Крім того, дехто відчуває труднощі у взаємодії з великими групами людей. Тому замість скорочення кількості соціальної взаємодії через введення онлайн-частини змішане навчання, навпаки, найчастіше стимулює командну роботу;

- зменшенню (чи гнучкості) витрат. Система змішаного навчання може оптимізувати витрати на використання приміщення чи розробку додаткових матеріалів. Зокрема учні працюють онлайн і не потребують, наприклад, видрукованих додатків для певного матеріалу. Змішане навчання також може розв'язати проблему з наданням підручників, оскільки учні можуть працювати з матеріалами без паперових аналогів.

У фундаментальній роботі [89] зазначається, що, допомагаючи учням отримати інформацію, навички, стимулюючи способи мислення та засоби самовираження, спонукаючи формулювати ідеї та моральні цінності, ми також *навчаємо їх вчитися*. Насправді найважливішим довгостроковим результатом навчання може бути збільшення можливостей учнів легше й ефективніше вчитися в майбутньому як завдяки отриманим знанням і навичкам, так і через те, що вони опанували процес навчання як вид діяльності. Те, як ведеться викладання, має великий вплив на здатність учнів навчатися самостійно. Ми вимірюємо вплив різних моделей навчання не лише тим, наскільки добре вони досягають конкретних поточних цілей, на які вони безпосередньо спрямовані (наприклад, самооцінка, соціальні навички, інформація, ідеї, креативність), але й тим, наскільки добре вони *підвищують загальну здатність навчатися*, що є їх основною метою. Учні змінюватимуться, коли репертуар їхніх навчальних стратегій зростатиме, і вони зможуть ефективніше реалізовувати все більше типів навчання.

Перевернутий клас – це один з найвідоміших варіантів змішаного навчання. Дані дослідження [76] свідчать про позитивне ставлення учнів до використання перевернутого класу як способу навчання, високу самоефективність під час використання LMS (Learning Management System), високу академічну підтримку з боку батьків і високу підтримку вчителів. Перевернутий клас має потенціал адаптувати навчання до потреб, інтересів і взаємних очікувань учнів, використовуючи переваги як онлайн, так і очного навчання, що поліпшує якість навчання.

Змішане навчання зазвичай реалізується у змішаному просторі. Найпростіша реалізація змішаного простору вимагає двох функцій. Перша обов'язкова функція – введення, яке може варіюватися від тактильного до зміни навколишнього середовища. Наступна обов'язкова функція – повідомлення, отримані з цифрових просторів. Відповідності між фізичним і цифровим простором мають бути абстраговані та використані в дизайні змішаного простору. Повна інтеграція обох просторів це рідкість. Змішані простори потребують опорних точок або технологій для зв'язку між просторами.

Добре спроектований змішаний простір представляє та передає цифровий вміст тонким і ненав'язливим способом. У змішаному просторі “присутність” – дуже важлива характеристика, яка показує, наскільки користувач ефективно взаємодіє з різними складниками змішаного простору. Присутність можна виміряти за допомогою фізіологічних, поведінкових і суб'єктивних показників, отриманих з простору.

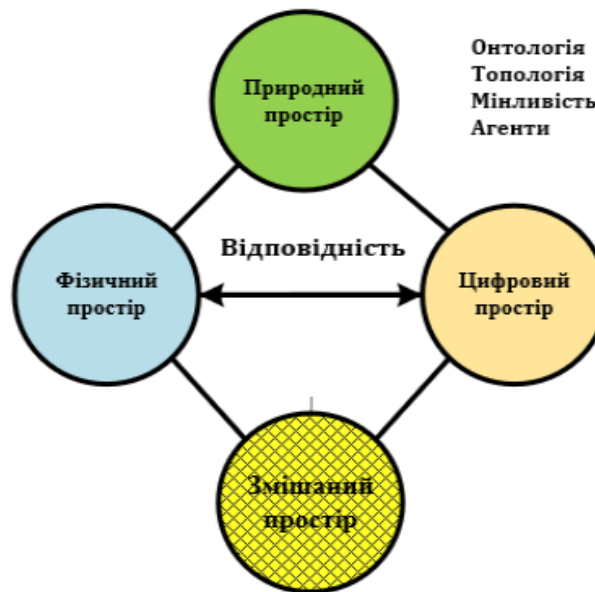


Рис. 1.4. Концептуальне змішування в просторах змішаної реальності
Джерело: https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality#Blended_spaces

З метою розгляду змішаних просторів природа та характеристики будь-якого простору можуть бути представлені такими факторами.

1. Онтологія – різні типи об’єктів представляють у просторі загальну кількість об’єктів і зв’язки між об’єктами та простором.
2. Топологія – спосіб розміщення та взаєморозташування об’єктів.
3. Мінливість – частота, з якою змінюються об’єкти.
4. Агентство – засіб комунікації між об’єктами, а також між об’єктами та користувачами. Агентство також охоплює користувачів усередині простору.

На рис 1.4 наведено концептуальну схему змішування фізичного та цифрового простору. У контексті змішаного простору що вищий зв’язок між фізичним і цифровим простором, то багатший досвід учасників. Ця комунікація в змішаному просторі відбувається через кореспондентів, які передають стан і природу об’єктів.

Фізичний простір. Фізичні простори – це простори, які дозволяють просторову взаємодію. Цей тип просторової взаємодії сильно впливає на когнітивну модель користувача.

Цифровий простір. Цифровий простір (також званий інформаційним простором) складається з усього інформаційного вмісту. Цей вміст може бути в будь-якій формі.

Змішаний простір – це простір, у якому фізичне середовище та віртуальне середовище навмисно інтегровані в тісний зв’язок. Метою дизайну змішаного простору є надання людям досвіду відчуття присутності в змішаному просторі з впливом безпосередньо на вміст змішаного простору. Приклади змішаних просторів охоплюють пристрої доповненої реальності, як-от Microsoft HoloLens, ігри, як-от *Pokémon Go*, на додаток до багатьох туристичних додатків для смартфонів, розумних конференц-залів і програм, як-от системи відстеження

автобусів.

Отже, можемо виокремити важливі складники, які необхідно враховувати, аналізуючи або будуючи змішане навчання, а саме змішані процеси, змішаний простір та концептуальне змішування.

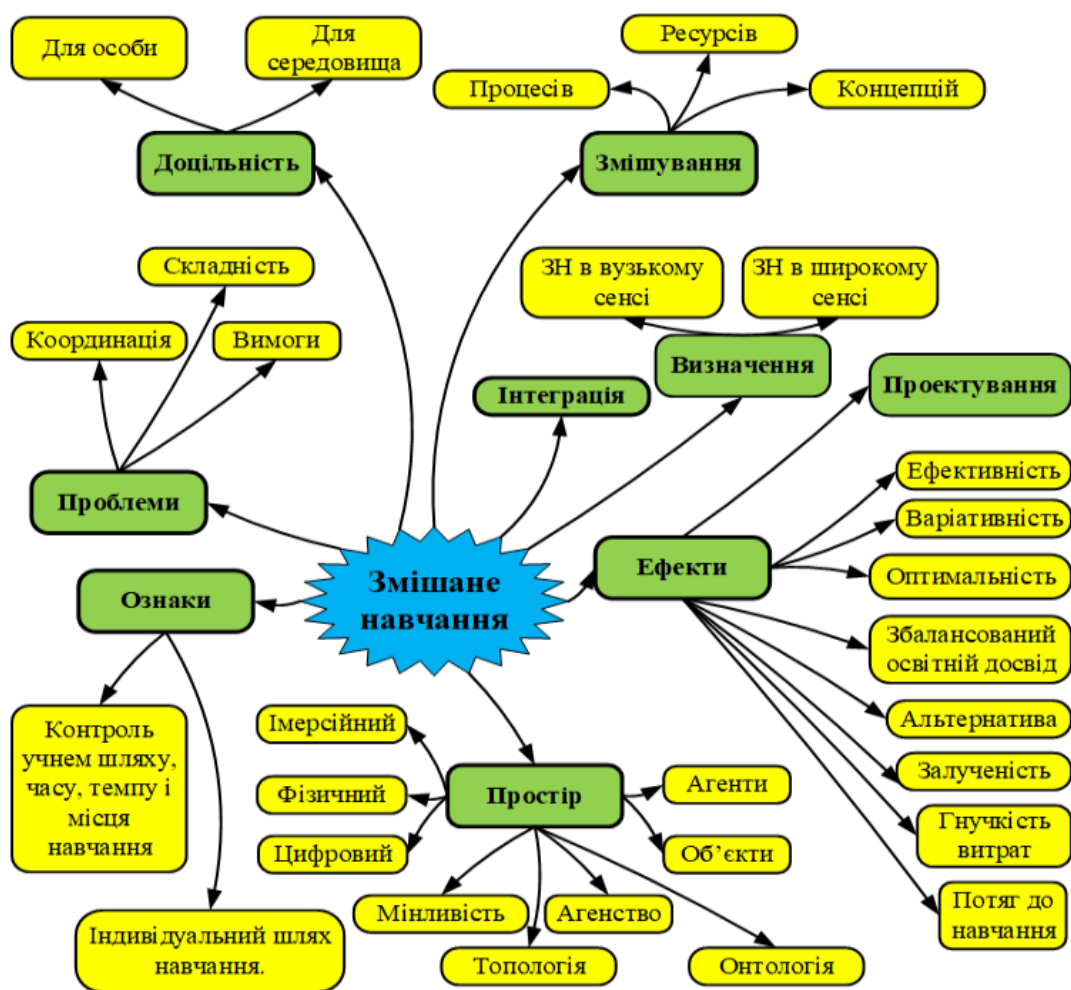


Рис. 1.5. Темі, дотичні до змішаного навчання

Підсумовуючи короткий огляд літератури, можемо сказати, що головні ознаки змішаного навчання, які зазначають дослідники, – це те, що учень самостійно визначає свої навчальні цілі, способи їх досягнення, враховує власні освітні потреби, інтереси та здібності, час, місце, темп навчання, а також інтеграцію досвіду навчання з викладачем і онлайн.

Основний висновок: змішане навчання дає змогу зробити більше з меншими витратами ресурсів, забезпечує розширення освітніх можливостей учнів через доступність і гнучкість, стимулювання формування суб'єктної позиції учня, підвищення мотивації, самостійності, соціальної активності, рефлексії та самоаналізу. Найважливішим довгостроковим результатом змішаного навчання може бути збільшення можливостей учнів легше й ефективніше навчатися в майбутньому як завдяки отриманим знанням і навичкам, так і тому, що вони набувають здатності навчатися і розуміння навчання як виду діяльності.

На рис. 1.5 схематично зображено теми, дотичні до змішаного навчання, з

певною деталізацією. Деякі з них (доцільність, змішування, простір, ефекти) можуть бути використані як вісі для побудови морфологічної матриці змішаного навчання, яка дуже зручна для побудови та аналізу різних реалізацій змішаного навчання.

Яка мета застосування змішаного навчання? На думку авторів, основна мета застосування змішаного навчання – *збільшити вірогідність здійснення запланованого навчання учнем за широкої варіативності змін обставин*. Якщо є різні варіанти, то є змога обирати найкращий з доступних. Але створення можливості варіативності потребує певних зусиль та ресурсів як від організаторів середовища змішаного навчання, так і від самих учнів. Може скластися враження, що є розбіжність між заявленою ефективністю змішаного навчання та необхідними додатковими ресурсами на його забезпечення. Це не так. Багато речей без застосування змішаного навчання були в принципі недоступні. Тому необхідно розробляти інструменти пошуку оптимальних шляхів реалізації змішаного навчання.

Перед дослідженням моделі змішаного навчання доцільно уточнити поняття “модель навчання”.

У [71] зазначається, що система освітнього процесу, яка створює сучасну модель навчання, – це цілісна множина сукупності її основних складників. «Дидактичне моделювання – це система дій, яка забезпечує адекватне засвоєння (розуміння) модельованих властивостей, зв'язків і відношень пізнаваного і перетворюваного об'єкта (природного чи соціокультурного)». А. Зязюн і Г. М. Сагач на основі гуманістичної парадигми освіти визначають такі вимоги для розробки дидактичної моделі. Вона має бути:

- 1) об'єктивною (відображати суще);
- 2) суб'єктивною (відображати об'єкт з урахуванням тезауруса реципієнта);
- 3) нормативною (відображати бажане);
- 4) інтерактивною (передбачати діалог зі студентом);
- 5) адаптивною (пристосовуватися до індивідуальних особливостей людини, передусім до рівня різновидів її досвіду);
- 6) відкритою (передбачати проєктивно-технологічну нормотворчість діяльності реципієнта).

Модель має цільовий характер, тобто вона відображає не сам по собі об'єкт-оригінал, а формується виходячи з поставленої мети відображення цілком конкретних властивостей об'єкта моделювання. Основні елементи освітніх моделей – це: 1) цілі освіти; 2) зміст освіти; 3) засоби й способи здобуття освіти; 4) форми організації освітнього процесу; 5) реальний освітній процес як єдність навчання, виховання й розвитку людини; 6) суб'єкти та об'єкти освітнього процесу; 7) освітнє середовище; 8) результат освіти. Як результат моделювання створюється проміжний об'єкт знання – модель, що в пізнавальному процесі виконує низку функцій: заміщення модельованої системи, інформаційну, гносеологічну, формалізаційно-алгоритмічну, доказово-ілюстративну. Поняття моделі є дуже важливим для розкриття теми моделі змішаного навчання.

У [122] представлено ґрунтовний огляд змішаного навчання, заснованого на

теорії складних адаптивних систем. Основна здатність таких систем полягає в тому, щоб завжди підтримувати баланс між стабільністю та турбулентністю, що, своєю чергою, підтримує системи динамічно стабільними, здоровими та інноваційними. Дослідники комплексності визначили кілька ключових особливостей складних адаптивних систем, а саме: *складність, самоорганізація, адаптивність, динамічність і здатність до спільного розвитку*.

Складність. Складні системи мають тенденцію об'єднуватися в «шари» інтеграції так, що кожна система є частиною більшого цілого, яке так само є частиною ще більшої системи, що є частиною більших систем тощо. На кожному рівні кожна система є водночас автономною та інтегрованою із системами на своєму рівні, над ним і під ним.

Самоорганізація має два значення: (1) підсистеми всередині системи взаємодіють одна з одною через зворотний зв'язок і повторення, щоб породжувати нові порядки або моделі взаємовідносин між їхніми внутрішніми елементами, і (2) спонтанна поява нового порядку, не нав'язана зовнішніми силами.

Адаптивність ілюструє процес, який часто запускається здатністю систем «формувати нові правила з комбінацій старих правил і нової інформації з середовища». Це процес природного відбору еволюції систем, у якому виживають найпристосованіші.

Динамізм описує здатність складних адаптивних систем «перебувати на межі хаосу – достатньо стабільно, щоб підтримувати свою структуру, але достатньо чутливо до зовнішніх змін, щоб вони могли зазнавати швидких і непередбачуваних періодів змін». Динамічність розглядається як ідеальний стан, який має підтримувати жива система, стабільна, але не статична, трансформаційна, але не хаотична.

Здатність до **спільної еволюції** належить до підсистем, які діють одна на одну, щоб сформувати «фітнес-ландшафт, який постійно змінюється разом із ними». Ключове поняття, що підкреслює концепцію спільної еволюції, — це взаємний і багаторазовий вплив між підсистемою та системами навколо неї, що призводить до адаптації одна до одної.

У [122] запропонована шестивимірна структура під назвою Комплексна адаптивна змішана система навчання (CABLS). Таблиця 1.1. ілюструє шість підсистем та їхні взаємозв'язки: *учень, учитель, технологія, зміст, підтримка навчання та заклад*. Подібно до будь-якої складної системи шість підсистем взаємодіють одна з одною динамічно та нелінійно. Водночас кожна з цих підсистем має свої особливості та внутрішні рушійні сили, залежні від навколишніх підсистем, щоб підтримувати свою життєздатність. Крім того, кожна підсистема також має власні підсистеми, і всі вони взаємодіють одна з одною, утворюючи систему змішаного навчання.

Таблиця 1.1.

Комплексна адаптивна система змішаного навчання (CABLS)

Учень	Вчитель	Заклад	Контент	Технологія	Підтримка навчання
Дослідник	Фасилітатор	Стратегія	Інтерактивний	Синхронно	Академічна
Практик	Модератор	Сервіси	Груповий	Асинхронно	Технічна
З'єднувач	Направляючий	Інфраструктура	Індивідуальний	Онлайн	
	Адвайзер	Підтримка	Проблемний	Офлайн	
			Поглиблений		

Учень в CABLS. Як складна підсистема учень розвивається разом з іншими підсистемами, постійно набуваючи нових ідентичностей. Дослідження змішаного навчання підтвердили перетворення учнів із пасивних на активних учасників навчання. Це є результатом динамічного адаптивного процесу змін, оскільки вони взаємодіють з іншими підсистемами в мультимодальному освітньому середовищі.

Вчитель в CABLS. У змішаному освітньому середовищі вчителі еволюціонують разом з іншими підсистемами, зокрема з учнями, щоб стати поколінням учителів з новою ідентичністю та багатопрофільними професійними навичками.

Вміст у CABLS. Контент, який учні отримують у змішаному навчанні, ніколи не був таким насиченим і привабливим, як сьогодні, як результат постійної взаємодії з учнем, викладачем, технологією, підтримкою навчання, до того ж всі ці елементи часто визначають самі учні. Ці категорії охоплюють поєднання офлайн- та онлайн-навчання; поєднання самостійного навчання та живого, спільного навчання; поєднання структурованого та неструктурованого навчання; поєднання спеціального розробленого вмісту з готовим запозиченим; і поєднання навчання, практики та підтримки ефективності. Емпіричні дослідження [97] вказують на прояв глибшого опанування матеріалу як одну зі змін, спричинених новим вмістом у змішаному навчанні.

Технологія в CABLS. Безперервний прогрес у технологіях часто «підштовхує» змішане навчання до його омолодження, водночас зберігаючи баланс на «краї хаосу», достатньо стабільний, щоб підтримувати свою внутрішню структуру, але достатньо чутливий до мінливих потреб учня, та нові виклики та потенціал, створений новими технологіями. Емпіричні дослідження показали, що нові технології зазвичай проходять динамічний, адаптивний процес появи, прийняття та встановлення або старіння. Процес самоорганізації систем зрештою зберігає ті технології, які найкраще сприяють змішаному навчанню.

Підтримка навчання в CABLS. Структура CABLS відрізняється від наявних моделей змішаного навчання тим, що висуває підтримку навчання з фону на передній план. Обґрунтування цього поштовху полягає в контролі учня

над власним навчанням, що є центральним принципом підходу, орієнтованого на учня. Підтримка навчання охоплює два види підтримки: академічну підтримку, зосереджену на допомозі учням розробити ефективні стратегії навчання, як-от: управління часом; навички співпраці; технічну підтримку, спрямовану на те, щоб допомогти учням поліпшити свої знання про технологічні інструменти; швидкість, з якою вони використовують інструменти для виконання конкретних навчальних завдань. Обидва види підтримки надаються для конкретних цілей на рівні курсу або завдання. Знову ж таки, розробка механізмів підтримки навчання, зумовленого постійним прогресом технологій, має ґрунтуватися на потребах учня, здійснюватися завдяки досвіду вчителя і забезпечуватися інституційною підтримкою.

Установа в CABLS. Визнання закладу освіти як підсистеми в структурі підносить змішане навчання з рівня курсу на інституційний рівень. Щоб підтримувати змішане навчання, механізми підтримки мають бути забезпечені на інституційному рівні та можуть містити стратегії, політику, підтримку та послуги. Ці механізми взаємопов'язані та зумовлені потребами учня, викладача, технологією, змістом і підтримкою навчання. Так само установа стає основною рушійною силою розвитку підсистем навколо неї.

У статті [85] розглянуто способи оцінки ефективності змішаного навчання на чотирьох рівнях.

Рівень 1: Реакція. Оцінювання навчання зазвичай найпростіше на найнижчому рівні – вимірювання реакції студента за допомогою простих опитувань після навчального заходу. Ці опитування дають змогу побачити, як учні реагують на навчальну подію.

Рівень 2: Навчання. Щоб виміряти позитивні зміни на Рівні 2, ми можемо провести тести до та після навчання, щоб оцінити, чи поліпшилися знання з конкретної теми. Добре сплановане навчання зазвичай передбачає способи, за допомогою яких учні демонструють поліпшення запланованої в програмі компетентності. За допомогою практичних вправ і перевірок знань ми можемо відстежувати деякі загальні показники змін у навчанні, наприклад, «З 217 учасників, які пройшли онлайн-курс, 200 змогли пройти перевірку знань наприкінці курсу з першого разу».

Рівень 3: Поведінка. На рівні 3 ми вимірюємо застосування та впровадження навчання – зміни поведінки на роботі. Корисно повторювати ці заходи з інтервалами (наприклад, 3 місяці, 6 місяців, 1 рік), щоб переконатися, що вони не зменшилися.

Найкраще оцінювання 3-го рівня передбачає оцінку поведінки учня іншими особами – керівником, наставником або колегою – для об'єктивнішого оцінювання. Цей тип оцінювання може охоплювати безпосереднє спостереження, співбесіду, демонстрацію навичок, вправу чи іншу форму перевірки навичок. Тому доцільно мати мобільний додаток, щоб відстежувати оцінювання після навчання.

Рівень 4: Результати. Чи зміна поведінки учнів та вчителів призводить до вимірних переваг? Чи можете ви кількісно оцінити ці зміни поведінки? Обрані

показники будуть пов'язані з вашими навчальними цілями.

Розгляд чотирьох рівнів оцінювання змішаного навчання показує нетривіальність задачі оцінювання ефективності змішаного навчання. На нашу думку, оцінювання ефективності змішаного навчання вимагає більшої формалізації, щоб бути інструментом забезпечення ефективності. Рівень 4 актуалізує питання розгляду ефективності з позиції учня та з позиції організаторів середовища, те, що на рис. 1.5. позначено як “Доцільність”.

Значна кількість досліджень була зосереджена на розумінні *соціальної присутності* як нового способу підходу до викладання поза межами стандартних моделей навчання. Когнітивна присутність виникає з чотирьох різних компонентів практичного дослідження, що накладаються один на одного: ініціювання подій, дослідження, інтеграція та вирішення. Створення глибокого та змістовного навчання вимагає активності в усіх чотирьох компонентах. Є докази того, що когнітивна присутність вимагає балансу між когнітивною, соціальною та навчальною присутністю. Пряме навчання та сприяння пізнавальній діяльності, крім простого пояснення змісту, є ключовою роллю для вчителів, які використовують цю структуру. Присутність у навчанні та соціальна присутність пояснюють 69% відмінностей у когнітивній присутності.

Присутність викладання, а не «присутність учителя», названа так, щоб забезпечити функцію викладання як для вчителів, так і для учнів. Тоді як учитель або інструктор відіграє провідну роль, присутність викладача дає змогу та сприяє взаємовикладанню (взаємонавчанню) учнів.

Аналіз “присутностей” – важливий аспект у змішаному навчанні. Саме якість присутностей та їх перелік забезпечують об'єднавчий ефект всіх елементів змішаного навчання.

Згідно з сайтом blendedlearning.org/, Blended Learning Universe (BLU) – це комплексний онлайн-центр, наповнений ресурсами змішаного навчання для викладачів. Там є доступні матеріали та розуміння змішаного навчання ґрунтується на більш ніж десятирічних дослідженнях у сотнях шкіл США та за їх межами. Пропонується безліч ресурсів, зокрема практичні посібники, відеоуроки, завантажувані робочі листи та динамічний каталог програм змішаного навчання по всьому світу.

На рис. 1.6 наведено чекліст побудови системи змішаного навчання.

Загалом дизайн змішаного навчання має три характеристики. Перша – гнучкість надання навчальних ресурсів. Друга – підтримка різноманітності навчання. Оскільки учні відрізняються за стилями навчання, навичками навчання, а також здатністю до навчання, змішане навчання може прийти на допомогу, уможливаючи індивідуальне навчання та саморегульоване навчання. Третя – це збагачення досвіду електронного навчання в кампусі. З погляду учнів, навчання стало їхнім власним правом, за яким вони можуть приймати особисті рішення щодо того, що вони роблять щодня і чого вони збираються досягти в певні терміни для тієї самої цілі та як вони збираються їх досягти. Найважливішою особливістю дизайну змішаного навчання, який відрізняється від звичайного навчального дизайну, є те, що він зосереджується

на тому, які види діяльності та ресурси відповідають *поточному* контексту навчання, а які – *типовому* контексту навчання в класі.

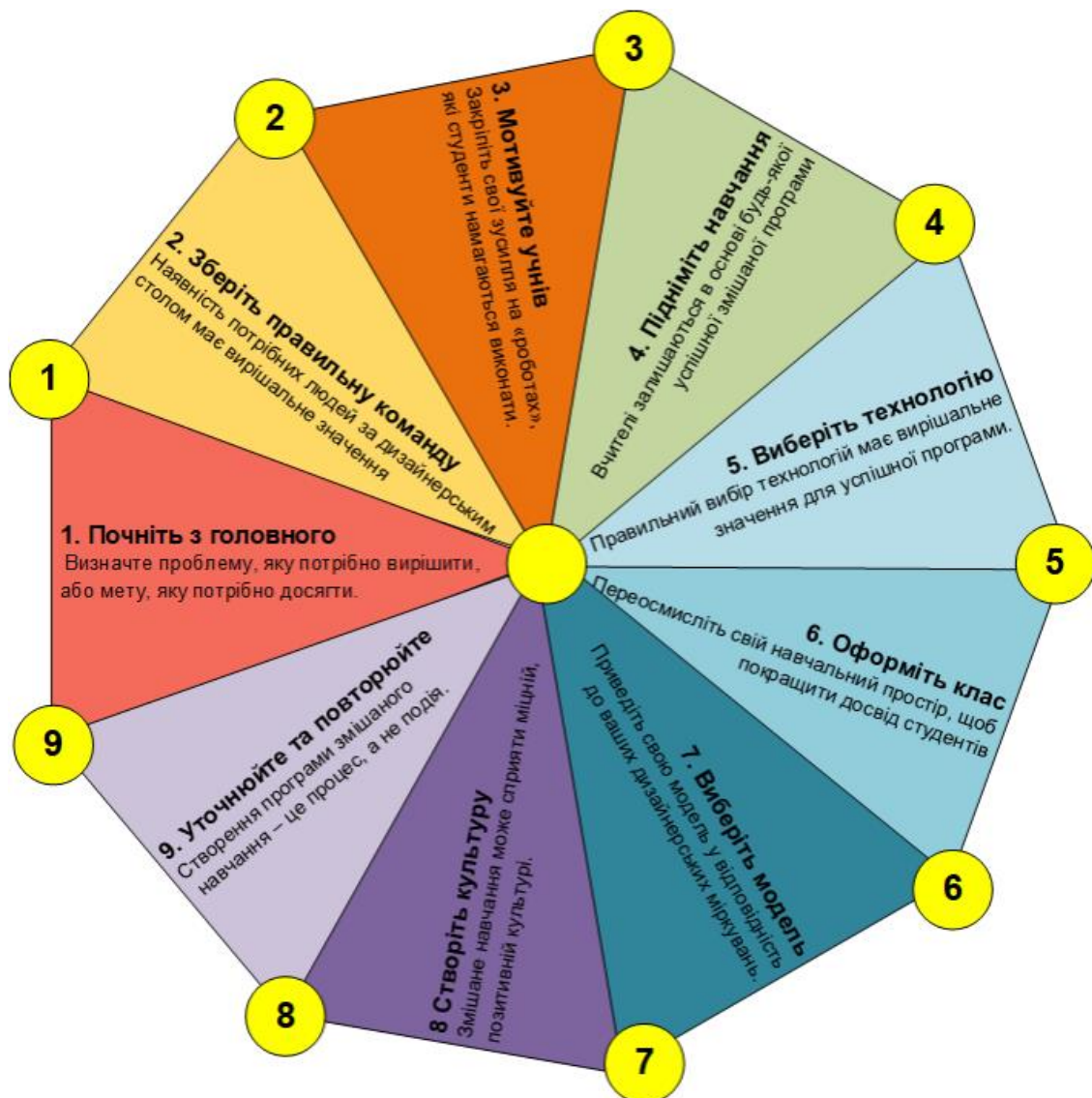


Рис. 1.6. Дев'ять кроків до побудови системи змішаного навчання

Джерело: <https://www.blendedlearning.org/design/>

Уявлення про змішане навчання поступово змінилося; тепер це розглядається як режим навчання, який може поліпшити навчання в класі. Все більше дослідників почали розуміти, що слово «змішаний» слід розглядати як «інтеграцію» та «злиття», а не просто як «комбінацію». Змішане навчання не обмежується простою інтеграцією очних та онлайн- освітніх середовищ, а є систематичною реконструкцією багатьох елементів, зокрема навчальних ресурсів, стратегії навчання, навчальних середовищ, інструментів навчання та моделі викладання та навчання.

Для змішаного навчання важливо надати вчителям і учням свободу самостійно обирати режими викладання та навчання, щоб заохочувати їхній

ентузіазм, а також змінювати середовище викладання та навчання відповідно до очікуваних результатів навчання.

Мета створення моделі змішаного навчання полягає в підвищенні ефективності та точності прийняття рішень стосовно доцільності застосування ЗН та конструкції конкретної реалізації. Для спрощення сприйняття на рис. 1.7. наведено схему подання матеріалу.

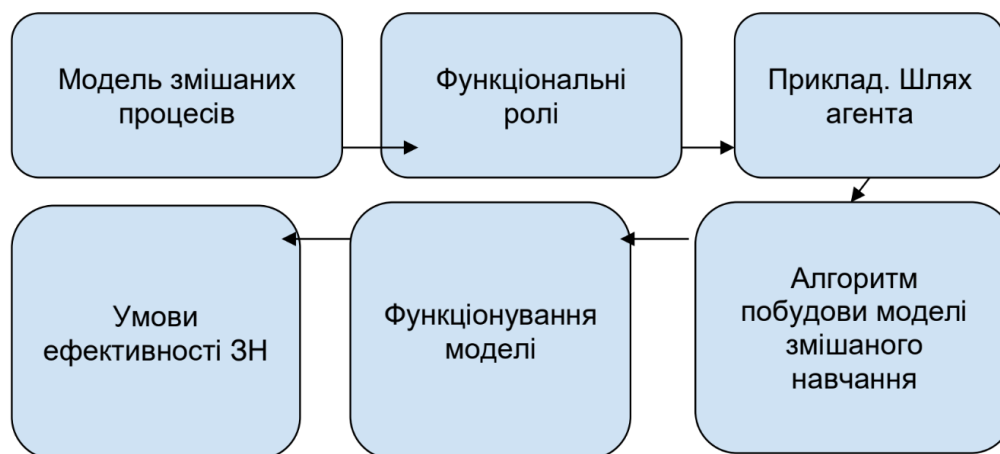


Рис. 1.7. Схема подання матеріалу

Модель змішаних процесів (МЗП). У цьому тексті під процесом ми розуміємо діяльність, яка складається з дій учасників (послідовних, паралельних чи поєднаних іншим способом). У кожній діяльності можемо виокремити *агентів*. Агент,— це особа, з погляду якої розглядається діяльність. Цей *агент* є обов’язковим учасником усіх дій цієї діяльності. Для пари {агент, діяльність} завжди визначається очікуваний (для агента) результат участі агента у цій діяльності. Один агент може водночас брати участь у декількох діяльностях (багатопотокова діяльність агента).

Кожний окремий потік діяльності складається з послідовного виконання дій. Дії характеризуються унікальним ідентифікатором (номером), іншими ідентифікаційними параметрами, вектором значень характеристик(параметрів) дії. Діяльність розглядається у виділеному проміжку часу та має свою унікальну назву(номер, ідентифікатор), за якою її можна однозначно ідентифікувати. Для кожної діяльності визначено перелік дій, доступних агенту у цій діяльності, та умови, за яких вони (дії) можуть бути застосовані агентом.

Відмінність *простого* процесу від *змішаного* полягає в тому, що для реалізації всіх або більшості функцій доступно декілька функціонально еквівалентних дій, можливо, з різними характеристиками. У *змішаному процесі* агент може обирати необхідну дію з переліку функціонально еквівалентних.

Для кожної пари {агент, діяльність} на виділеному проміжку часу визначено *цільову функцію*, яка відображає вподобання агента стосовно вибору дій та оцінювання загального результату діяльності. За значеннями цільової функції можна порівняти два різні варіанти (реалізації) діяльності та обрати кращий (з погляду цільової функції агента) варіант. Передбачається, що агент самостійно може обирати послідовність, тип та параметри дій у дозволених

умовами діяльності (або середовища) межах. Саме так він може і керувати значеннями цільової функції та намагатися максимізувати (оптимізувати) досягнення своїх вподобань.

Змішане навчання в термінах змішаних процесів. Розгляньмо, як в термінах моделі змішаних процесів представити модель змішаного навчання. Змішаний процес навчання передбачає наявність різних учасників із різними функціональними ролями. Деякі з них обов'язкові, деякі ні. Нижче надаємо орієнтовний опис функціональних ролей учасників змішаних процесів навчання (він не є вичерпним).

Агент. Особа (суб'єкт), яка бере участь у навчальній діяльності та має власні цілі, свободу вибору і власні уподобання щодо процесів та результатів навчання.

Нормативні обмеження. Чинні законодавчі вимоги до обов'язкового змісту та способів отримання освіти.

Консультант цілепокладання. Особа, яка консультує агента з приводу обрання (уточнення) цілі його навчальної діяльності (визначення кінцевих результатів, які мають бути досягнуті, коли обрана діяльність буде завершена) або сервіс з такими ж можливостями.

Консультант деталізації обраної цілі (методист). Особа, яка консультує агента з приводу деталізації кінцевої цілі на послідовність підцілей для планування та обрання окремих навчальних дій або сервіс з такими ж можливостями.

Логістик. Особа, яка на запит агента знаходить необхідний ресурс, що забезпечує виконання запланованих навчальних дій, та середовище діяльності відповідно до заданих цілей (підцілей) агента або сервіс з такими ж можливостями.

Провайдер ресурсів. Організація (середовище, особа...), яка надає ресурси для виконання діяльності із заданими характеристиками.

Можемо виокремити два типи середовищ змішаних процесів.

Глобальне середовище змішаних процесів – це всі доступні варіанти ресурсів, до яких потенційно може долучитися агент. Зазвичай пошук необхідного середовища та під'єднання до нього виконує сам агент або логістик.

Локальне середовище змішаних процесів – це середовище з визначеним (зазвичай обмеженим) переліком можливостей і ресурсів, яке виступає єдиною точкою входу для певної множини доступних дій агента (наприклад, заклад освіти). Це суттєво спрощує навігацію, деталізацію цілепокладання та логістику навчання, але обмежує варіативність, яку потенційно може надавати змішане навчання.

Приклад “шлях агента”. Повноцінна модель змішаного навчання передбачає дослідження шляхів всіх ролей. У рамках статті розглянемо шлях ролі *агента* (учня).

Цілепокладання (career guidance або просто guidance). Агент (учень) має визначити свою мету (загальний кінцевий результат), заради якої він долучається до певного циклу діяльності (навчання). Визначити цю *мету* агент може

самостійно або за допомогою інших (наприклад, батьків, друзів, кар'єрного консультанта). Ця мета описує, чого планує навчитися робити агент (учень) після завершення навчання.

Освітній консультант. На основі визначеної загальної мети освітній консультант формулює (допомагає сформулювати агенту) необхідний (деталізований) перелік результатів навчання (РН) та рекомендований порядок (структуру, послідовність) їх здобуття та підтвердження (визнання). Фактично формується індивідуальний (віртуальний, змішаний) навчальний план агента. Змішаний навчальний план — це відображення того, що навчальна діяльність може відбуватися в будь-якому місці глобального освітнього простору, а не тільки в окремому закладі освіти за стандартизованою програмою.

Добір необхідних ресурсів. За обраною структурою РН агент самостійно, за допомогою логістика або за відповідного сервісу обирає необхідні курси (освітні елементи, ресурси). До критеріїв пошуку курсів належать також показники можливостей “змішаності”.

Приєднання до обраних ресурсів. Після того, як бажані освітні ресурси обрані, необхідно забезпечити логістику взаємодії агента з цими ресурсами. Має бути організований доступ, укладено відповідні угоди (якщо ресурси цього вимагають), налаштоване обладнання та персональне інформаційне й організаційне середовище. Після цього агент може рухатися за своїм індивідуальним навчальним планом у змішаному форматі. Змішаність реалізується на двох рівнях. Перший — це змішаність на рівні обраних ресурсів. Другий — це змішаність способів та форм взаємодії з цими ресурсами в процесі навчання.

Вікно можливостей вибору. У процесі діяльності агента не всі потенційно доступні дії діяльності можуть бути обрані в певний момент. Можливість обрання певної дії може бути зумовлена вибором попередніх дій або результатами їх виконання (та поточним вектором стану агента і середовища).

Побудова моделі змішаного навчання. Спробуємо формалізувати процес (кроки) побудови моделі реалізації змішаного навчання агента, спираючись на введені вище поняття. Побудова моделі передбачає виокремлення об'єктів, їх параметрів, взаємозв'язків, станів, дій (перехід між станами) тощо.

Визначення

- Навколишнє середовище навчання з погляду агента називаємо середовищем змішаного навчання, якщо для одного змістовного елемента та одного функціонального способу його опанування є декілька різних доступних агенту дій, кожна з яких реалізує цей функціональний спосіб з цим змістовним елементом.

- Навчання з погляду агента називатимемо змішаним, якщо для одного змістовного елемента та одного функціонального способу його опрацювання агент має змогу обирати дію з доступного переліку дій (мінімум двох), кожна з яких реалізує цей функціональний спосіб з цим змістовним елементом.

Обираємо об'єкти моделі.

- Агент — це той, хто має власні навчальні цілі, виступає суб'єктом своєї

діяльності та через навчальну діяльність досягає своїх навчальних цілей.

- Навколишнє середовище – це все, з чим взаємодіє чи практично може взаємодіяти агент в процесі навчання.

- В навколишньому середовищі можуть бути виділені окремі провайдери – навчання. Провайдери навчання – це установи, які забезпечують надання комплексного доступу до необхідних ресурсів та функцій за спрощеною системою (через єдиний вхід).

Обираємо параметри моделі.

- Цільову функцію агента встановлює сам агент. Вона пов'язує сукупний рівень досягнення запланованих (агентом) результатів навчання із сукупними витратами ресурсів агента на це.

- Мета агента – досягти обраних (агентом) результатів навчання на обраному (агентом) рівні за визначений (агентом) час та обсяг витрачених ресурсів.

- Можливість реалізації змішаного навчання залежить як від можливостей навколишнього середовища, так і від можливостей (здатностей, ресурсів) агента.

- Процес змішаного навчання з погляду агента можна охарактеризувати вірогідністю досягнення обраних результатів навчання на обраному (агентом) рівні у встановлений (агентом) термін та без перевищення заданого (агентом) обсягу сукупно використаних ресурсів.

- Змішаний процес навчання може потребувати додаткових ресурсів середовища та агента на можливість забезпечення “змішування”, але водночас може підвищити вірогідність досягнення обраних результатів навчання на обраному рівні у встановлений термін.

- У деяких ситуаціях найкращий результат досягається не обов'язково завдяки змішаному навчанню. Зазвичай це стандартизований результат за стандартизованих умов.

Обираємо вектори станів моделі.

- Агент, навколишнє середовище та провайдери навчання мають свої *вектори стану*.

- Вектор стану учасників (агент, навколишнє середовище, провайдер навчання) містить значення показників, склад яких достатній для визначення оптимальних (квазіоптимальних) дій агента.

Визначаємо зовнішні впливи. Вагається відомою закономірність (вона може бути випадковою) зміни векторів стану учасників під впливом зовнішніх факторів.

Описуємо дії та їх вплив на вектори стану.

- Деякі значення векторів стану всіх учасників можуть змінюватися під впливом зовнішніх (іноді випадкових) факторів, деякі змінюються як результат діяльності (виконання дій), деякі змінюються під впливом часу (наприклад, навченість).

- Агент досягає своєї мети опануванням (виконанням дій) змістових елементів (освітніх компонентів) певним функціональним способом.

- Функціональний спосіб опанування змістового елемента реалізується

через відповідну (навчальну) дію.

- Для одного змістового елемента та одного функціонального способу його опанування може існувати декілька різних дій, кожна з яких реалізує цей функціональний спосіб для цього змістового елемента.

- Різні дії опанування одного змістового елемента та одного функціонального способу вносять різні зміни у вектори стану агента, навколишнього середовища, провайдера навчання.

- Усі доступні дії діяльності можемо розбити на *функціонально еквівалентні* групи дій (рис. 1.8). У такій групі дії виконують однакову функцію, але мають різні значення характеристик виконання та результату. Наприклад, вивчаючи один той самий зміст за підручником, дивлячись відео або в шоломі віртуальної реальності, отримуємо функціонально еквівалентний результат, але характеристики його можуть відрізнятися і ресурси, можливо, знадобляться різні.

Функціонування моделі. Реалізація запропонованої схеми передбачає розроблення механізму оптимального вибору агентом наступної дії на кожному кроці. Узагальнено цей механізм можна представити у формі функції, на вхід якої дається вже виконана послідовність дій агента із зазначенням типу, характеристик, поточних результатів та векторів поточного стану агента та навколишнього середовища, перелік всіх доступних дій у поточному стані, а на виході отримуємо перелік *доступних (найбільш рекомендованих)* дій для наступного кроку. З цього переліку агент може обирати дію відповідно до власних критеріїв оптимальності (формалізується через цільову функцію). Навіть більше, алгоритм може запропонувати агенту наступну оптимальну дію, відповідно до його критерію оптимальності.

Алгоритм вибору дії агента такий:

1. На основі структури (перелік та послідовність) функціонально визначених дій та інформації про вже виконані дії {змістовий елемент, функція} формуємо перелік пар {змістовий елемент, функція}, які потенційно можуть бути виконані.

2. Для кожної пари {змістовий елемент, функція} виявляємо доступні дії відповідного блоку функціонально ідентичних дій.

3. Для кожної доступної дії розраховується значення цільової функції з урахуванням вектора поточного стану агента та інших елементів моделі. Далі обирається дія, яка дає максимальний (мінімальний, залежно від способу оптимізації) приріст цільової функції. Окрему увагу необхідно приділяти модифікації алгоритму для забезпечення короткотермінової або довготермінової оптимальності (локальний та глобальний оптимум).

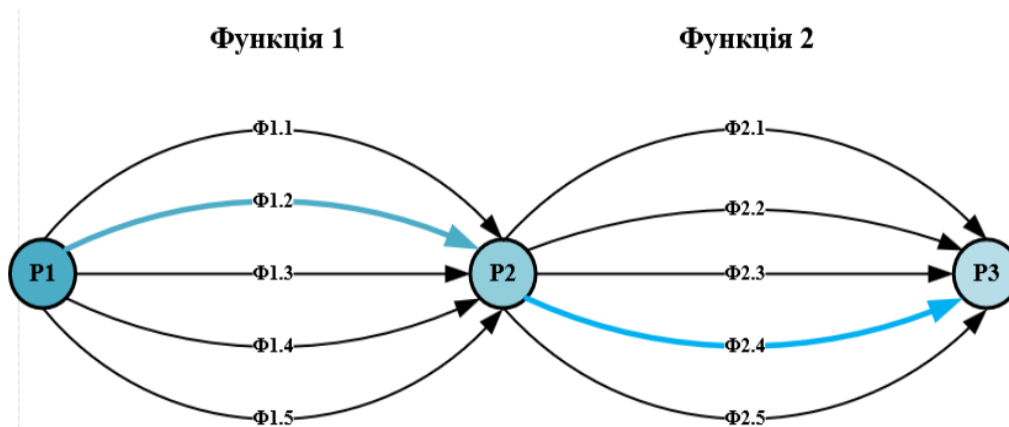


Рис. 1.8. Функціонально еквівалентні блоки дій

Умови ефективності змішаного навчання. Доцільність змішаної діяльності можна розглядати у двох аспектах. *Перший* – це доцільність з погляду певної особи-ролі (наприклад, агента). *Другий* – це доцільність з погляду організаторів (наприклад, локального освітнього середовища, закладу освіти або мережі закладів), де застосовується змішане навчання (змішана діяльність). Ці аспекти пов'язані. Щоб відбувався змішаний освітній процес мають бути реалізовані необхідні для цього ролі та функції. За наявності свободи вибору носії ролей долучаються до змішаного процесу тільки за умови, якщо вони побачать його переваги (які виражаються через їх відповідні цільові функції) порівняно з іншими варіантами процесу або взагалі іншими процесами.

В узагальненому випадку кожний агент (або роль) самостійно формує свій змішаний процес чи процеси. Агент може залучати до цього процесу різні середовища, провайдерів, ресурси та інших учасників. В окремих випадках може бути єдине середовище, яке цілком забезпечує змішаний процес для агента. Ці варіанти схематично наведено на рис. 1.9.

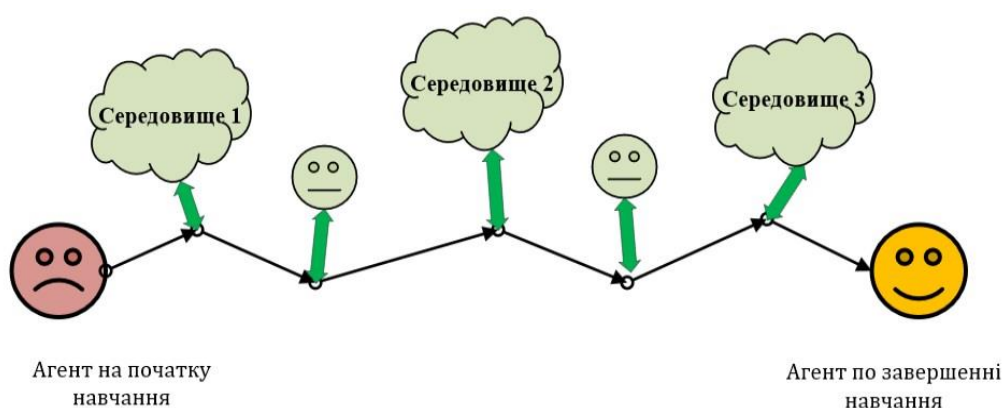


Рис. 1.9. Змішаний процес з різними середовищами та різними учасниками

Подивимось, як це працює на прикладі.

З погляду агента. Агент має свою ціль у формі переліку бажаних результатів навчання, рівня та темпів бажаного їх засвоєння. Відомий вектор стану агента та визначено цільову функцію його діяльності. Для того, щоб ефективно використовувати доступні ресурси в змішаному форматі, агент має

виконати підготовчі дії, як-от:

- обрати з навколишнього середовища ресурси, які він реально планує застосувати в навчанні;
- підготуватися до застосування обраних ресурсів.

Особливість процесу підготовки полягає в тому, що деякі ресурси, заплановані до використання, потребують оплати та певних компетентностей агента. Це може бути одноразова плата, може бути плата за приєднання, може бути абонплата тощо. Також агент має витратити деякий час та ресурси на опанування роботи з обраними навчальними ресурсами. Наприклад, якщо планується використовувати перекладач, то гугл-перекладач готовий для застосування безплатно за наявності інтернету, але дає посередню якість. А DeepL Translate надає обмежену можливість використання безплатно для перекладу файлів, а все інше, наприклад, управління перекладом, власні словники – за оплату. Інший приклад – застосування імерсивних технологій. Підготовчі дії передбачають придбання, підключення необхідного обладнання та опанування роботи з ним. Вибір імерсивних ресурсів надалі вже буде обмежений технічними можливостями (сумісністю) з наявним обладнанням, програмним забезпеченням та навчальними ресурсами, які рекомендує провайдер навчання.

З погляду освітнього середовища. В узагальненому вигляді “середовище”, точніше організатори окремих його сервісів (елементів), зацікавлені в максимальному їх використанні агентами за відповідну винагороду. Тому в середовищі можуть виникати сервіси без попереднього узгодження з агентами в сподіванні, що вони ними скористаються.

Загальні умови для агентів і середовища – це ринкові відносини попиту та пропозиції, а також непередбачені зовнішні впливи, як-от: відключення електроенергії, інтернету, необхідність працювати в бомбосховищі, тимчасовий переїзд в інше місце, зміна пріоритетів, пошкодження обладнання тощо. Агенти та організатори середовища по-різному оцінюють вірогідність та силу зовнішніх впливів. І тому по-різному готуються до них. Ця підготовка потребує додаткових ресурсів.

Отже, виникають дві оптимізаційні задачі.

Для агента. Оптимальний вибір ресурсів для навчання, ступінь підключення до них і обсяг підготовчих дій для застосування цих ресурсів. Наприклад, вивчення англійської мови (як підготовча дія) надалі суттєво розширює спектр доступних курсів для навчання англійською мовою. Придбання обладнання, яке дає змогу працювати 5-10 годин у разі відключення електроживлення, суттєво розширює можливості дистанційного навчання. Але ці додаткові можливості потребують додаткових ресурсів.

Для організаторів середовища. Організатори середовища мають максимально точно передбачити потреби агентів в умовах зовнішніх впливів та відносин запит-пропозиція, щоб бути потрібними. Ймовірно, у процесі взаємодії агенти – середовище виникатимуть типові ефективні конструкції взаємодії, які зрозумілі для більшості агентів і майже оптимальні відповідно до їх цільових функцій.

Отже, забезпечення ефективності змішаного навчання відбувається на різних рівнях, різними суб'єктами та в різні моменти часу. Ефективним змішане навчання може бути тільки за умови певної готовності всіх учасників та реалізації ними своїх ролей та функцій, а саме: агентами під час планування, підготовки та навчання, організаторами середовища під час аналізу потенційного попиту, створення необхідних ресурсів, забезпечення гнучкості взаємодії з агентами та між елементами середовища.

Проведений теоретичний аналіз феномену змішаного навчання показав, що для ефективного цілеспрямованого застосування переваг змішаного навчання доцільно спиратися на відповідну *модель змішаних процесів*, яка дає змогу структурувати та деталізувати задачі оптимізації, які виникають у процесі організації змішаного навчання. Запропонована модель змішаних процесів відкриває шлях для якісного та кількісного аналізу різних схем побудови середовища змішаного навчання та поведінки здобувачів у цих середовищах.

Широке впровадження змішаного навчання потребує створення та застосування відповідних сервісів підтримки цього процесу. На базі запропонованої моделі змішаних процесів можуть бути створені спеціалізовані рекомендаційні системи в освіті, які зможуть враховувати специфіку освітньої галузі та специфіку запитів користувачів змішаного навчання.

1.4. Порівняльний аналіз зарубіжного та українського досвіду впровадження змішаного навчання з використанням імерсивних технологій у ЗЗСО

Сучасний освітній простір перебуває на етапі глибокої трансформації, що зумовлена розвитком цифрових технологій, поширенням змішаного навчання та появою нових інструментів для формування компетентностей XXI століття. Особливу увагу в цьому контексті привертають імерсивні технології (VR, AR, MR), які дозволяють створювати інтерактивні, візуально насичені та практико орієнтовані освітні середовища. Їх застосування закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО) відкриває можливості для підвищення мотивації учнів, розвитку критичного мислення, формування міждисциплінарних знань і забезпечення персоналізованого навчального досвіду.

У світі вже накопичено значний досвід використання технологій особливо віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) у поєднанні зі змішаним навчанням, зокрема у країнах ЄС, США, Канаді та Азії, де реалізуються масштабні освітні програми і створюються методичні платформи для підтримки педагогів. Водночас в Україні впровадження імерсивних технологій відбувається переважно в експериментальних чи пілотних фор-матах і стикається з низкою обмежень – від матеріально-технічної бази та кадрової підготовки до умов воєнного стану.

Порівняльний аналіз зарубіжного та українського досвіду є актуальним з кількох причин. По-перше, він дозволяє виявити спільні тенденції та унікальні практики, що можуть бути адаптовані для українських ЗЗСО. По-друге, у ситуації глобальної цифровізації освіти саме порівняльний підхід допомагає визначити оптимальні моделі інтеграції імерсивних технологій у змішане навчання, з урахуванням національних особливостей і викликів. По-третє, систематизація досвіду сприятиме виробленню науково обґрунтованих рекомендацій для освітньої політики України, орієнтованої на підвищення якості та доступності шкільної освіти.

Таким чином, дослідження проблеми впровадження імерсивних технологій у змішане навчання в ЗЗСО у порівняльному міжнародному та вітчизняному контексті є не лише науково значущим, але й практичним для модернізації освітньої системи України.

Змішане навчання, яке поєднує елементи очної та дистанційної освіти, дедалі більше утверджується як провідна модель у світовій освітній практиці. Його актуальність була особливо підкреслена під час пандемії COVID-19, коли гнучкі форми навчання стали необхідністю.

У розвитку цієї моделі значну роль відіграють імерсивні технології, що забезпечують ефект занурення, створюють інтерактивні середовища й дозволяють учням здобувати знання через симуляцію та практичний досвід [75; 117].

Інтерес до VR/AR у навчанні підтверджується проведенням міжнародних конференцій, таких як Immersive Learning Research Network (<https://www.immersivelrn.org/initiatives/ilrn-annual-conference/>), EDEN Digital Learning Europe (<https://eden-europe.eu/>), IEEE VR Conference (<https://ieeevr.org/>), EDMedia + Innovate Learning (<https://www.aace.org/conf/edmedia>), Learning Technologies Conference (<https://www.learningtechnologies.co.uk/>), AWE – Augmented World Expo (<https://www.awexr.com/>) та інші. Ці наукові події демонструють глобальний характер дискусій щодо нових методологій, педагогічних моделей та практичних кейсів впровадження імерсивних технологій у школах, університетах тощо.

Особливої уваги заслуговує iLRN (<https://www.immersivelrn.org/about/ilrn-overview/>) – міжнародна міждисциплінарна спільнота, що об'єднує дослідників, педагогів розробників для обміну досвідом у сфері імерсивних технологій. Окрім щорічних конференцій, організація розвиває спеціальні інтерес-групи (SIGs), пропонує вебінари, аналітичні звіти, відкриті освітні ресурси й навіть серію подкастів. Зокрема, The Versatelist Podcast, який виходить у межах iLRN, висвітлює приклади впровадження імерсивних технологій у різних галузях освіти. До прикладу, випуску “Immersive Storytelling for Education” розглядається використання VR для створення інтерактивних історій, що формують у школярів навички співпереживання та глибшого занурення в навчальний контент. Епізод “The Future of VR in Teacher Training” демонструє потенціал VR у підготовці педагогів через моделювання педагогічних ситуацій. У подкасті “Using AR to Enhance STEM Learning” аналізуються можливості AR-додатків для розвитку

просторового мислення та критичного аналізу, а випуск “XR and Accessibility in Education” акцентує увагу на ролі XR у створенні інклюзивних освітніх середовищ для дітей з особливими освітніми потребами.

Водночас варто зазначити, що подібні заходи відбуваються і в Україні. Зокрема, щорічна науково-практична конференція «Імерсивні технології в освіті», яку організовують провідні українські наукові установи та ЗВО (<https://sites.google.com/view/ite2025/>), стала важливим майданчиком для обговорення вітчизняного та зарубіжного досвіду. На ній презентуються результати пілотних проєктів упровадження VR/AR у закладах загальної середньої освіти, також й під час змішаного навчання, обговорюються виклики інклюзивної освіти, цифровізації та адаптації світових практик до українських умов.

На державному рівні впровадження VR/AR в освіту закріплюється у стратегічних документах різних країн світу. У Європейському Союзі це відображено у програмі Digital Education Action Plan 2021–2027, де VR та AR визначені як інструменти цифрової трансформації освіти [81].

У США важливим орієнтиром є National Education Technology Plan (NETP), де VR/AR розглядаються як інструменти розвитку STEM-освіти (<https://www.setda.org/netp/>), а також STEM Education Strategic Plan 2018–2023, що визначає пріоритет інтеграції імерсивних технологій у навчальні курси [100].

У Великій Британії VR/AR згадуються у EdTech Strategy як засоби персоналізації освітніх траєкторій [121]. У Китаї стратегія Education Informatization 2.0 Action Plan (2018–2022) визначила (<https://www.aace.org/conf/edmedia>), Learning Technologies Conference (<https://www.learningtechnologies.co.uk/>), AWE – Augmented World Expo (<https://www.awexr.com/>) та інші.

Ці наукові події демонструють глобальний характер дискусій щодо нових методологій, педагогічних моделей та практичних кейсів впровадження імерсивних технологій у школа, університетах тощо.

Подібні політики реалізуються і в інших країнах. В Австралії VR/AR розглядаються Департаментом освіти як перспективні інструменти для шкіл – зокрема у спеціальних оглядах VR & AR in Schools та у національних програмах фінансування освітніх VR-платформ (<https://www.education.gov.au>). У Південній Кореї в межах Smart Education Policy 2020–2025 передбачено інтеграцію XR-технологій у шкільні курси. У Сінгапурі VR/AR включені до стратегічної програми Smart Nation and Digital Government Strategy, орієнтованої на цифрову трансформацію освіти (<https://www.smartnation.gov.sg>).

Таким чином, аналіз міжнародних політик свідчить, що VR/AR стають невід’ємним компонентом освітніх стратегій провідних країн світу. Хоча масштаби фінансування та ступінь інтеграції різняться, спільною тенденцією є визнання імерсивних технологій не лише інноваційним інструментом, а й необхідною умовою цифрової трансформації освіти.

У 2024 році Уряд України затвердив Стратегію цифрового розвитку інноваційної діяльності України (WINWIN) до 2030 року, яка визначає імерсивні

технології серед пріоритетних напрямів національного розвитку поряд з AI, EdTech та іншими високотехнологічними галузями. Включення XR-рішень у державну стратегію підкреслює їхнє значення для модернізації освітнього середовища та формування конкуренто-спроможного людського капіталу в умовах війни й післявоєнної відбудови [35].

Порівняльний аналіз дає підстави виокремити кілька ключових тенденцій. По-перше, у зарубіжних країнах імерсивні технології інтегруються у національні освітні політики та фінансуються державою, тоді як в Україні переважає фрагментарний підхід. По-друге, у США, ЄС і Сінгапурі VR/AR уже стали складником освітньої екосистеми, тоді як в Україні вони здебільшого виконують роль інноваційних експериментів. По-третє, спільною рисою є визнання VR/AR ефективними для розвитку критичного мислення, підвищення мотивації та створення інклюзивних умов навчання.

Міжнародний досвід свідчить, що VR та AR поступово інтегруються у змішане навчання не лише як допоміжні інструменти, а як елементи інноваційних освітніх моделей.

У США імерсивні технології застосовуються передусім у курсах природничих наук та анатомії. Експерименти показали, що використання VR підвищує мотивацію учнів і сприяє кращому засвоєнню складних понять [104].

У країнах Європейського Союзу поширена практика інтеграції VR/AR у STEM-дисципліни. Систематизується досвід створення VR-платформ у середній та вищій школі, підкресливши їхній потенціал для розвитку критичного мислення та дослідницьких компетентностей.

Сінгапур активно розвиває гнучкі освітні моделі в межах національної програми Smart Nation, де AR застосовується у шкільних курсах з математики та інженерії для вивчення просторової геометрії й архітектури. Як зазначають [75] AR забезпечує інтерактивну візуалізацію, що підсилює традиційні методи навчання.

У Великій Британії розвивається модель *immersive storytelling*, яка поєднує VR із гуманітарними дисциплінами: учні мають змогу «подорожувати» у віртуальних реконструкціях історичних подій чи літературних сюжетів. У EdTech Strategy [77] відзначено потенціал інноваційних технологій, серед яких VR/AR, для розвитку креативності, культурної компетентності та критичного мислення.

В Україні практика використання VR/AR ще має фрагментарний характер, але вирізняється інноваційністю навіть у складних умовах війни. У школах Києва та Харкова впроваджено VR-лабораторії для виконання завдань з фізики та хімії, що дозволяє компенсувати відсутність реального обладнання. У профільній середній освіті AR-додатки інтегруються у STEM-класи, що відповідає гнучкій моделі змішаного навчання. Дослідження [9] доводить, що використання AR підвищує рівень зацікавленості учнів і сприяє кращому засвоєнню матеріалу завдяки візуалізації складних явищ, у тому числі й в форматі змішаного навчання.

Таким чином, міжнародні практики демонструють системність упровадження VR/AR, що підкріплюється політикою та фінансуванням.

В Україні імерсивні технології поки що мають переважно експериментальний характер упровадження. Вони використовуються у вигляді пілотних проєктів, VR- та AR-лабораторій для STEM-дисциплін. Незважаючи на обмежену матеріально-технічну базу та умови воєнного стану, українські освітні практики демонструють інноваційність і здатність до адаптації, особливо у кризових умовах. Водночас основними викликами залишаються висока вартість обладнання, нестача педагогічних моделей, недостатня підготовка вчителів та відсутність цілісної державної стратегії щодо інтеграції імерсивних технологій у загальну середню освіту.

На основі проведеного аналізу сформулювали **рекомендації**:

- Для освітньої політики України – інтегрувати VR/AR у стратегічні документи цифровізації та розвитку освіти; забезпечити державне фінансування закупівлі обладнання й програмного забезпечення; розробити нормативно-правову базу для регламентації використання у ЗЗСО.

- Для педагогічної практики – створювати методичні рекомендації та навчальні програми з використання VR/AR; організовувати системні курси підвищення кваліфікації вчителів; упроваджувати у STEM-дисципліни, гуманітарні предмети та інклюзивні класи.

- Для наукових досліджень – здійснювати подальший порівняльний аналіз зарубіжних і національних практик; вивчати довгостроковий вплив VR/AR на навчальні результати й соціалізацію учнів; розробляти адаптивні моделі освіти з урахуванням українського контексту.

Таким чином, синтез міжнародного досвіду та вітчизняних інноваційних практик здатен забезпечити створення ефективної стратегії впровадження імерсивних технологій у змішане навчання. Це сприятиме підвищенню якості освітнього процесу, розвитку інклюзивного та STEM-навчання, а також формуванню конкурентоспроможної системи загальної середньої освіти України в умовах цифрової трансформації.

РОЗДІЛ 2

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ДОБІР ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ^c

2.1. Методи добору імерсивних технологій для підтримки змішаного навчання в ЗЗСО

Зараз в освіті спостерігається поширення застосування імерсивних технологій. Ці технології дійсно допомагають покращити якість навчання, покращити розуміння матеріалу і мають інші переваги, але для учнів та викладачів виникає проблема пошуку адекватних сервісів для тих задач, які стоять саме перед ними. При цьому необхідно враховувати низку факторів: скільки часу витрачає вчитель на підготовку навчальних матеріалів з застосуванням того чи іншого сервісу; скільки часу необхідно витратити на опанування роботи з цим сервісом; наскільки сервіс зручний учням, наскільки вони технічно готові це застосовувати, чи є необхідне обладнання та програмне забезпечення тощо.

Сама задача добору сервісів в цілому виглядає так. Учасники навчального процесу (вчитель, учень) мають певні потреби удосконалення процесу змішаного навчання і бажають добрати відповідні імерсивні сервіси, які закривають ці потреби. Щоб розібратися в потребах ми можемо скористатися майнд-картою змішаного навчання. Вона відображає учасників цього процесу, з чим і як вони взаємодіють, аспекти та атрибути такої взаємодії. З цієї майнд-карти можемо виокремлювати необхідну інформацію. Наприклад, перелік ефектів або ознак змішаного навчання [5].

Добір сервісів, на нашу думку, може здійснюватися різними способами:

Пошуковий – це спосіб, при якому серед наявних сервісів обираються в деякому сенсі оптимальні сервіси для тих задач, які ми маємо вирішувати;

Конструювальний – спосіб, при якому формулюється опис оптимального (найкращого) сервісу, який може бути застосований для сукупності задач, які ми маємо вирішувати;

Прямі запити до ШІ – спосіб, при якому виконується прямий запит до штучного інтелекту порекомендувати доцільний сервіс;

Структуровані запити до ШІ – спосіб, при якому виконується серія структурованих запитів до ШІ. Відповіді зводяться в спеціалізовану пошукову таблицю. Подальший пошук сервісів відбувається в пошуковій таблиці.

Контекст. Як можна бачити з рис.2.1. змішане навчання досить багатоаспектний процес. Добір оптимальних сервісів має враховувати цю багатоаспектність. Ми маємо враховувати на якому рівні (та для кого) приймається рішення. На рівні викладача, на рівні класу, на рівні вивчення предмету, на рівні школи або району чи області. При доборі сервісу на будь якому рівні доцільно керуватись сукупним навчальним ефектом для всіх користувачів в реальних умовах використання. Це означає, що ми маємо враховувати конкретні навчальні програми для конкретних користувачів. Враховувати кількість користувачів та очікуваний обсяг використання сервісів. Також, важливо розуміти та враховувати сукупний очікуваний навчальний ефект (приріст ефективності) від застосування сервісів і сукупні необхідні ресурси. Можливі ситуації, коли просте рішення за сукупним приростом ефективності більш результативне ніж технологічно просунуте.

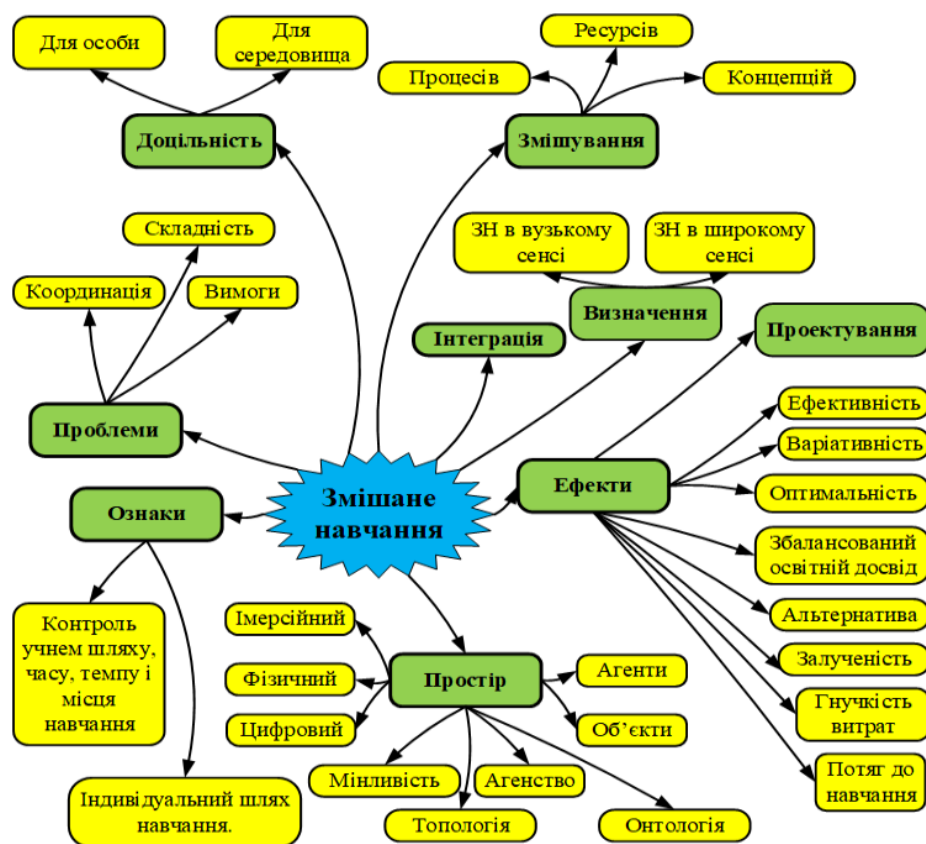


Рис. 2.1. Майнд-карта змішаного навчання

Тому, перед вибором сервісів необхідно спочатку з'ясувати, який ефект ми очікуємо від застосування певних сервісів. З одного боку, очікуваний результат застосування сукупності сервісів узагальнений. Він може виражатися в підвищенні результатів оцінювання за певний період навчання або здачі тестів. Але для планування, які сервіси обрати для отримання бажаного загального результату, необхідно мати дані щодо детального впливу кожного сервісу в кожній темі застосування в певних умовах. Зазвичай таких даних немає, і це є проблемою для добору сервісів.

Перед розглядом способів добору сервісів пригадаємо концепт виникнення ефекту імерсивності. Ефект імерсивності полягає у тому, що на деякі органи чуття подають штучно створені впливи. Якщо ці впливи є такими, що забезпечується *сенсорна конгруентність* та *когнітивна узгодженість*, то виникає ефект імерсивності. Тобто людина сприймає штучні впливи як реальні. Вона поводить з ними як з реальними. На ці впливи накладається поточний досвід людини та особистий психофізіологічний відгук. Тобто, різні люди (з різним досвідом та різним психофізіологічним відгуком) будуть по різному реагувати на однаковий комплекс імерсивних впливів. Тим не менш, можемо припустити, що існує значний масив комплексів впливів, на які різні люди реагують приблизно однаково.

Сенсорна конгруентність означає узгодженість між тим, що бачить, чує, відчуває і взагалі сприймає людина через органи чуття. Якщо візуальні, аудіальні, тактильні та інші сигнали надходять синхронно і реалістично – мозок сприймає їх як справжні. *Когнітивна узгодженість* означає, що є логічна відповідність між подіями в середовищі, його сценарієм, діями користувача та очікуваними результатами. Це дозволяє мозку «прийняти» середовище як реальне, навіть якщо воно подається через штучно створені сигнали.

Тепер детальніше розглянемо кожний спосіб добору сервісів.

Пошуковий спосіб. Розглядаємо існуючий перелік доступних сервісів, та обираємо за встановленими критеріями серед них. Якщо ми застосуємо одразу всі критерії, то можлива ситуація, що не буде обрано жодного сервісу. Якщо додаємо критерії по черзі, то важлива послідовність їх застосування. В будь якому випадку, якщо в нас є потреба все ж обрати сервіс, то ми маємо послаблювати критерії відбору. Задача вибору зводиться до наступного. Є існуючий перелік сервісів. Ми маємо обрати той, який дозволяє реалізувати найбільшу множину завдань (або досягти найбільший сукупний навчальний ефект). Фактично, ми можемо зіставити сервіси та сукупний навчальний ефект, який вони забезпечують, і обрати сервіс, який надає найбільший сукупний навчальний ефект на визначеній множині задач та для визначеної категорії користувачів.

Переваги. Швидкість пошуку та висока якість результату.

Недоліки.

1. Необхідно мати (знайти) перелік доступних сервісів? За нашим досвідом, немає єдиного переліку імерсивних сервісів з достатньо детальною класифікацією або фільтрацією. Тому доводиться робити різноманітні пошукові запити і серед цих відповідей шукати необхідні сервіси. Це вимагає багато часу і не забезпечує бажаний повноцінний результат.

2. Складність вибору критеріїв пошуку? Вибір критеріїв складається з двох етапів. Спочатку ми маємо обрати показники, а потім обрати критеріальні значення цих показників. Проблема виникає в тому, як обрати дійсно значущі показники для нашої задачі. Це може бути зроблено експертним шляхом або шляхом дослідження на великих даних. Зазвичай такі дані важко знайти.

3. Складність враховувати потенційних користувачів? В нас є користувачі, але це не однорідні групи користувачів. Можуть бути групи з різними запитами і з різними потребами застосування імерсивності. Ми обираємо один сервіс для застосування до усіх груп одночасно, і тому потрібно обрати найкраще узгоджене рішення. Виникає питання, за яким принципом проводити це узгодження.

4. Складність оцінювання (прогнозування) ефекту від застосування імерсивних сервісів? Обираючи той чи інший імерсивний сервіс ми маємо базуватись на відомому ефекті, який він дає. Але таких даних в пошукових базах зазвичай немає. Тому незрозуміло, які дані враховувати при виборі сервісів і де їх взяти.

Конструювальний спосіб – це спосіб, в рамках якого формулюється опис оптимального (найкращого) сервісу, який може бути застосований для сукупності задач, що ми маємо вирішувати. Опис потрібного сервісу формулюємо через перелік критеріїв. Після формування переліку критеріїв та їх значень намагаємось знайти сервіси, які відповідають заявленим критеріям. Фактично, ми формулюємо технічний опис бажаного сервісу. Може так статися, що таких сервісів взагалі не існує, або вони з тих чи інших причин недоступні. На відміну від пошукового способу ми не можемо в принципі перевірити (спрогнозувати) який навчальний ефект дають різні сервіси, бо не маємо переліку цих сервісів. Тому, пропонується оцінювати сукупну ефективність застосування сервісів на основі сформульованих критеріїв підбору.

Переваги.

1. У разі успішного пошуку отримаємо ідеальний сервіс для наших задач.
2. Формулюємо чіткі критерії потрібного сервісу для потенційних розробників сервісів.

Недоліки.

1. Складність пошуку сервісів згідно сформованих критеріїв? Тут теж виникає проблема відсутності систематизованих баз даних, в яких перелічено сервіси відповідно до переліку сформованих критеріїв.

2. Висока ймовірність не знайти сервіс за визначеними критеріями.

Прямі запити до ІІІ. Цей спосіб передбачає отримувати рекомендації доцільного сервісу за допомогою прямих запитів. Пошук необхідних сервісів здійснюється шляхом прямих запитів до ІІІ з наступним експертним опрацюванням проміжних результатів.

Переваги. Швидкість отримання результату.

Недоліки.

1. Необхідність додаткової експертизи для фінального відбору.
2. Складність вибору оптимального для цієї задачі сервісу ІІІ.
3. Необхідність мати навички з промт-інжинірингу, щоб якісно формулювати запит.
4. Необхідність деталізації запиту для отримання адекватної відповіді.
5. Неможливість повторного застосування запиту з поступовим покращенням результату.

Структуровані запити до ІІІ. Це спосіб, при якому виконується серія структурованих запитів до ІІІ. Відповіді зводяться в спеціалізовану пошукову таблицю. Подальший пошук сервісів відбувається в пошуковій таблиці. Є можливість гнучко налаштовувати критерії пошуку. Якість пошукових результатів через пошукову таблицю збільшується в залежності від обсягу застосування та кількості активних користувачів.

Переваги.

1. Користувач має актуальну пошукову таблицю.
2. Якість та обсяг пошукової таблиці зростають відповідно до обсягу її застосування.
3. Показники та критерії пошуку гнучко налаштовуються користувачами.
4. Гнучкий спосіб застосування критеріїв для пошуку сервісів.
5. Можливість колективного формування та застосування пошукових таблиць.

Недоліки. Необхідно створити та наповнити пошукову базу. Це потребує додаткової уваги та навчання.

Всі розглянуті способи добору сервісів потребують додаткового збору та аналізу даних для конкретизації добору сервісів. Далі ми розглянемо процес виявлення та структурування вихідних даних, необхідних для пошуку сервісів.

Зауважимо, що дані, які ми розглядаємо в якості прикладів, ми не оцінюємо стосовно можливості та складності їх отримання. Це дозволяє досліджувати способи в більш широкому полі, ніж зараз потребує практика. Однак під час оцінювання практичної застосовності способу слід враховувати складність отримання та опрацювання даних.

Далі розглядаємо дані, необхідні для обрання сервісів та шляхи їх формування.

Визначаємо *групи користувачів*, для яких добираємо імерсивні сервіси. Маємо враховувати, що чим детальніше ми описуємо групи користувачів, тим точніше можемо обрати для них сервіс. Але є і зворотна сторона. Існує доцільна глибина деталізації, за межами якої втрачається сенс та ефективність деталізованого добору. Основні користувачі це учні та вчителі. В таблиці 2.1 вказуємо групи користувачів, які відрізняються параметрами (ознаками, властивостями...), важливими для добору сервісів. Бажано вказувати орієнтовну кількість користувачів кожного типу. Це дозволить точніше розраховувати вартісні показники для обраних сервісів. Кількість показників (стовпчиків) в Таблиці 1 може змінюватись в залежності від запланованої детальності та заданої деталізації добору сервісів. Зазвичай таблицю заповнює вчитель, який планує застосовувати імерсивні сервіси. Але це може бути і учень, особливо якщо він є учасником змішаного навчання, де передбачається широка варіативність добору ресурсів навчального середовища.

Приклади груп користувачів

Користувач	Кількість	Клас	Програма	Вік
Учень 1	20	1	Я і світ	6
Учень 2	30	5	Математика	11
Учень 3	30	9	Фізика	15
Викладач 1	1	1	Я і світ	-
Викладач 2	3	5	Математика	-
Викладач 3	1	9	Фізика	-

Наступним кроком визначаємо запити (проблеми), вказуючи, що саме намагаємось змінити (покращити) завдяки застосуванню імерсивних сервісів. Ці запити доцільно упорядкувати в групи. В таблиці 2.2 наведено приклади груп запитів (вимог). Значення показників даються у відсотках по відношенню до існуючого варіанту навчання (викладання) у тих користувачів, для яких обирається імерсивний сервіс. Наприклад, учень застосовує простий підручник і витрачає 2 години на опанування матеріалу певної теми. Він очікує, що при застосуванні імерсивних сервісів час на опанування того ж самого матеріалу скоротиться до однієї години. Тоді в графу “скорочення часу на опанування матеріалу” запишемо 50%. Аналогічно інші показники. Для деяких показників можна ввести умовні шкали по типу шкали Лайкерта.

Зауважимо, що для формально однакових груп користувачів можуть бути різні запити. Навіть всередині однієї групи можуть бути користувачі з різними запитами. Наприклад, розглянемо учнів одного класу. Запит частини учнів може бути пришвидшити опанування матеріалу, а запит іншої частини підвищити наочність.

Поєднання даних таблиці 2.1. та таблиці 2.2. дозволяє конкретизувати задачу пошуку імерсивного сервісу. Наприклад, маємо що викладач (Викладач 3) з фізики в 9 класі має підібрати імерсивні сервіси для викладання програми фізики в 9 класі для 30 учнів. У викладача можуть бути свої вимоги до сервісів. Ці вимоги стосуються складності підготовки матеріалів для застосування в класі та зручності керування навчальним процесом з використанням цих сервісів. Також, можливо, учні діляться на декілька груп за своїми вимогами. Наприклад, 10 учнів мають вимоги групи 1, 15 учнів вимоги групи 2 і 5 учнів вимоги групи 3.

Таблиця № 2.2.

Приклади груп вимог

Групи запитів (вимог)	Скорочення часу на опанування матеріалу	Розширення змісту матеріалу	Наочність	Мотивація до вивчення	Якість опанування матеріалу
Група 1	10	50	50	40	40
Група 2	30	10	30	60	20
Група 3	50	100	60	30	30
Група 4	20	50	50	30	30
Група 5	20	50	20	40	50
Група 6	20	50	30	10	20

Наступним кроком для кожного навчального елемента програми визначаємо, який тип імерсивності тут може бути застосований. В таблиці 2.3 заносимо необхідні дані. Для цього обираємо всі навчальні елементи програми (стовпчик 1). Формулюємо конкретну можливість імерсивності, яку можемо (вважаємо педагогічно доцільним) застосувати для обраного навчального елемента. На перетині “начальний елемент” та “можливість імерсивності” вказуємо, наскільки ця можливість важлива для досягнення додаткового ефекту в шкалі 0-10. Ці дані є експертними оцінками вчителя (методиста). Їх необхідно інтерпретувати як очікування величини ефектів, які настануть в разі застосування певної імерсивності при вивченні певного навчального елемента. В цій точці ще немає прив'язки до конкретного сервісу, але визначено який функціонал очікується від сервісу.

Таблиця № 2.3.

Розрахунок важливостей імерсивних можливостей в залежності від тем

№	ТЕМИ	Елемент навчальної програми\ імерсивна можливість	Зміна точки зору	Зміна кута зору	Зміна напрямку зору	Зміна швидкості переміщення	Можливість задати маршрут	Можливість запам'ятати пройденому подорож	Наявність аудіо супроводу	Показ векторів
		Сумарна важливість=>>	47	25	42	45	26	28	40	46
1	Теми 1	Закон Гука	9	1	4	4	8	7	8	8
2	Теми 1	Тертя	1	7	4	9	3	1	5	2
3	Теми 1	Балансування	5	2	8	4	1	6	1	9
4	Теми 1	Сили і рух	9	4	2	9	0	6	5	2
5	Теми 2	Закон Паскаля	3	1	8	5	2	3	4	7
6	Теми 2	Закони відбиття та заломлення світла	8	6	1	5	9	1	3	1
7	Теми 2	Закон збереження енергії	5	1	7	4	1	1	6	8
8	Теми 2	Будова атома. Модель Бора	7	3	8	5	2	3	8	9

Після заповнення таблиці 2.3 в другому рядку автоматично розраховується сума важливостей по кожній можливій імерсивності на множині всіх навчальних елементів програми, яку досліджуємо. Зауважимо, що при зміні переліку навчальних елементів значення важливостей можливих імерсивностей буде інше. В результаті маємо перелік затребуваних можливостей імерсивності з оцінкою їх важливості (ваги) для програми, яку досліджуємо. Наприклад, важливість можливості “зміна точки зору” для перелічених навчальних елементів становить 47, а “зміна кута зору” 25.

Тепер майже все готово для формування пошукової таблиці добору сервісів. Кожний рядок буде представляти один сервіс. В стовпцях буде інформація про сервіс та його показники. Всі показники, які характеризують сервіси, можемо згрупувати в певні блоки. Нижче наведено приклад блоків показників (рис. 2.2). Приклад не претендує на повноту. Перелік блоків та вибір показників формується в залежності від задач учасників та тематики навчання. Але цей перелік буде досить стабільними для більшості задач, з якими стикаються учасники змішаного навчання. Нижче детальніше розглянемо блоки показників.



Рис. 2.2. Блоки показників добору сервісів

Теми. Обов’язково досліджуємо наявність необхідного готового *змістовного наповнення* в конкретному сервісі. Співставляємо наявне (доступне) змістовне наповнення зі змістом, зазначеним в програмі. Окремо виділяємо зміст, який готовий для застосування, який потребує доопрацювання (наприклад переклад українською), та зміст який необхідно розробляти. Кожний варіант

змісту може потребувати додаткового опрацювання вчителем для подальшого включення в навчальний процес. Це теж має бути зазначено. Для кожного елементу змісту конкретного сервісу визначаємо трудомісткість виконання робіт вчителем, щоб цей елемент можна було використати у навчальному процесі. Позначаємо конкретні теми, які бажаємо досліджувати за допомогою імерсивних сервісів. Реалізація кожної теми в певному сервісі оцінюється в шкалі 0-10.

0 -означає, що тема ніяк не розкрита в даному сервісі, 10 -означає, що тема повністю реалізована і готова для використання без жодних доопрацювань. Проміжні значення характеризують повноту реалізації теми в певному сервісі. При аналізі тематичного наповнення сервісів ми можемо вказати ступінь важливості реалізації певних тем (в шкалі 0-10). Тоді зважена сума важливості тем та ступеня їх реалізації буде рейтинговим індикатором тематичного наповнення сервісів з урахуванням програми та вимог викладача (див. таблиця 3 рядок “важливість”).

Впливи. Позначаємо впливи, які за нашими очікуваннями стануться завдяки застосуванню імерсійних сервісів. Всі впливи стосуються всього конкретного сервісу. Виражаються у відсотках по відношенню до навчання без застосування імерсивних сервісів. При аналізі впливів сервісів ми можемо вказати ступінь важливості кожного впливу (в шкалі 0-10). Тоді зважена сума важливості впливів та ступеня їх прояву буде рейтинговим індикатором впливів сервісів з урахуванням програми та вимог викладача.

Функціональні можливості при використанні сервісу. Перелік цих можливостей суттєво залежить від тематики матеріалу який вивчається. При аналізі функціональних можливостей сервісів ми можемо вказати ступінь важливості кожної функціональної можливості (в шкалі 0-10) для того матеріалу (теми), який вивчається. Тоді зважена сума важливості функціональних можливостей та ступеня їх прояву буде рейтинговим індикатором функціональних можливостей сервісів з урахуванням програми та вимог викладача.

Простота використання (user-friendly). Сервіси мають бути легкими в освоєнні для користувачів з різним рівнем технічної підготовки. Простота використання визначається через відповідні показники в шкалі 0-10. Зважена сума важливості показників простоти використання та ступеня її прояву буде рейтинговим індикатором простоти використання сервісів з урахуванням програми та вимог викладача.

Безпека та конфіденційність. Переконайтеся, що використання технологій є безпечним для здоров'я учнів (регулярні перерви, налаштування обладнання, відповідність санітарним нормам). Наявність методичних рекомендацій, навчальних курсів, вебінарів та оперативної технічної підтримки для користувачів є надзвичайно важливою. Наявність українськомовного інтерфейсу або можливість локалізації. Для молодших школярів важливі яскраві візуальні елементи та мінімальна текстова інформація, тоді як старшокласники потребують глибшого аналітичного функціоналу. Дослідження наголошують, що персоналізація є ключовою перевагою імерсивних технологій. Наприклад,

платформи з адаптивним навчанням можуть автоматично регулювати складність завдань на основі успішності учня. Безпека і конфіденційність визначається через відповідні показники в шкалі 0-10. Зважена сума важливості показників безпеки і конфіденційності та ступеня їх прояву буде рейтинговим індикатором безпеки і конфіденційності сервісів з урахуванням програми та вимог викладача.

Інтеграція з навчальним середовищем. Платформи, що дозволяють вчителям ділитися власними розробками та досвідом, є більш цінними. Налаштування сценаріїв уроків, додавання власних матеріалів. Інтеграція з навчальним середовищем визначається через відповідні показники в шкалі 0-10. Зважена сума важливості показників інтеграції з навчальним середовищем та ступеня їх прояву буде рейтинговим індикатором інтеграції сервісів з навчальним середовищем з урахуванням програми та вимог викладача.

Вартість. Наступним кроком фіксуємо фінансові (ліцензійні) умови застосування кожного сервісу. Вартість сервісів має бути врахована при їх виборі. Але формати формулювання вартісних умов застосування сервісів дуже різноманітні для різних сервісів. Тому досить складно інформацію про вартість застосувати на практиці стандартизованого пошуку. Пропонується обмежитись трьома категоріями вартості безкоштовно (1) за оплату (2) та частково доступна (3), наявність демо-періоду (4). Все інше потрібно аналізувати після вибору сервісу за іншими критеріями.

Технічна відповідність. Аналіз технічної відповідності наявних програмно-апаратних засобів, необхідних для користування сервісом, досить складно автоматизувати. У межах дослідження обмежимося зазначенням операційної системи, сумісної з роботою сервісу. Нарешті ми маємо все необхідне для формування пошукової таблиці. Розглянемо покроково формування цієї таблиці.

Крок 1. Формуємо базовий перелік імерсивних сервісів, серед яких будемо шукати оптимальні. Для формування базового переліку застосовуємо сервіси штучного інтелекту (ШІ). Загальне завдання ШІ запропонувати перелік імерсивних сервісів, з якими рекомендується працювати в певній предметній області. Доцільно зробити базовий промпт і застосувати його в різних моделях ШІ. Важливо, щоб ці ШІ сервіси мали доступ до інтернет. Бажано запросити надати результати у вигляді таблиці. Рекомендуємо промпт, наведений в Таблиці 4 з назвою “Сервіси”. На момент дослідження з трьох досліджених безкоштовних сервісів (ChatGPT, Gemini та Perplexity) найкращий результат показав Gemini 2.5 Flash. Перевага у швидкості роботи та табличному форматі надання результатів. Результати всіх запитів зводимо в єдину таблицю, де кожен сервіс зустрічається один раз, вказана його назва, посилання, короткий опис. Цей перелік сервісів ми будемо без змін використовувати в подальших кроках. Нижче на скриншоті рис. 2.3 показано фрагмент зведеної таблиці переліку імерсивних сервісів.

	Назва сервісу	Посилання на сервіс	Короткий опис сервісу	Вартість	Операційна система
1	Algodoo	http://www.algodoo.com	2D-симулятор фізики	Платно	Windows/macOS
2	Apple ARKit	https://developer.apple.com/arkit/	Фреймворк для розробки	Безкоштовно	iOS/iPadOS
3	AR Atom Visualizer	(Посилання може бути зламано)	Додаток доповненої реальності	Безкоштовно/Частково	Android/iOS
4	Ar4physics	(Посилання залежить від версії)	Мобільний додаток для фізики	Безкоштовно	Android/iOS
5	ARBOOK (від FLEET)	(Посилання залежить від версії)	Додаток для перетворення	Безкоштовно/Частково	Android/iOS
6	Assemblr EDU	https://edu.assemblr.com/	Платформа для створення	Частково платно/Безкоштовно	Windows/macOS/Android/iOS
7	Atom Visualizer	(Посилання може бути зламано)	Додаток для візуалізації	Безкоштовно/Частково	Android/iOS
8	BodyPhysics	https://www.bodyphysics.org/	Сервіс, орієнтований на	Частково платно/Безкоштовно	Будь-яка ОС через веббраузер

Рис. 2.3. Фрагмент зведеної таблиці переліку імерсивних сервісів

Крок 2. Для кожного блоку показників та повного переліку сервісів робимо запит до ШІ сформулювати оцінки значень показників для кожного сервісу. Необхідно враховувати, що значення цих показників досить умовні. Рідко для яких сервісів проводились відповідні дослідження та експериментально встановлені значення показників. Тому, ми сприймаємо ці показники як індикатори для попереднього відбору сервісів. Але в подальшій роботі ці показники можуть коригуватись експертами. Для цього кроку рекомендуємо промпти, перелічені в таблиці 2.4. Квадратними дужками виділено ключові змінні елементи промптів. Наприклад, в промпті “Теми” достатньо вказати свій перелік тем та базовий перелік сервісів замість наданого прикладу. Ці промпти готові до застосування. Їх досить легко адаптувати під власні потреби.

Таблиця № 2.4.

Готові промпти для формування пошукової таблиці

Сервіси	Я викладач з предмету [фізика]. Зараз я планую застосовувати імерсивні сервіси для [курсу дев'ятого класу з фізики]. Порекомендуй мені імерсивні сервіси, які я можу застосувати для цього курсу. Результати пошуку сформулюй у вигляді таблиці з наступними колонками: Назва сервісу, Посилання на сервіс, Короткий опис сервісу, Вартість - вкажуй через слеш безкоштовно, частково платно, платно, пробний період, Операційна система - вкажуй через слеш назви всіх операційних систем на яких сервіс працює.
---------	---

Теми	Я надаю тобі перелік імерсивних сервісів. Для кожного сервісу в окремій колонці вкажи на скільки повноцінно в даному сервісі реалізована певна тема. Познач числом від 0 до 10. Зазнач 0 - якщо тема не реалізована, 10 - якщо реалізована максимально. Проміжне число, якщо тема реалізована частково. Там, де даних немає, постав значення (-1). Таблицю заповни для всіх сервісів. Надаю перелік тем : [Закон Гука; Тертя; Балансування; Сили і рух;] Ось перелік сервісів, для яких необхідно сформувати таблицю: Algodoo Apple ARKit AR Atom Visualizer ZapWorks
Вплив	Я надаю тобі перелік імерсивних сервісів. Для кожного сервісу в окремій колонці зазнач ступінь його впливу. Познач силу впливу числом від 0 до 10. Зазнач 0 - якщо вплив нульовий, 10 - якщо вплив максимальний. Проміжне число, якщо вплив проміжний. Якщо даних немає, вкажи значення (-1). Сформууй таблицю для всіх сервісів. Надаю перелік впливів : [Скорочення часу на вивчення матеріалу; Розширення змісту; Краща наочність; Підвищення мотивації; Краща якість опанування матеріалу;] Ось перелік сервісів, для яких необхідно сформувати таблицю: Algodoo Apple ARKit AR Atom Visualizer ZapWorks
Можливості	Я надаю тобі перелік імерсивних сервісів. Для кожного сервісу в окремій колонці зазнач ступінь реалізації в ньому певних можливостей. Познач ступінь реалізації можливості числом від 0 до 10. Зазнач 0 - якщо можливість не реалізована, 10 - якщо можливість реалізована максимально. Проміжне число, якщо можливість реалізована частково. Якщо даних немає, вкажи значення (-1). Сформууй таблицю для всіх сервісів. Надаю перелік можливостей: [Зміна точки зору; Зміна кута зору; Зміна напрямку зору; Зміна швидкості переміщення; Можливість задати маршрут; Можливість запам'ятати пройдено подорож; Наявність аудіо супроводу; Можливість вимірювати показники;] Ось перелік сервісів, для яких необхідно сформувати таблицю: Algodoo Apple ARKit AR Atom Visualizer ZapWorks

Зручність	Я надаю тобі перелік імерсивних сервісів. Для кожного сервісу в окремій колонці зазнач ступінь реалізації в ньому окремих аспектів зручності користування. Познач ступінь реалізації аспекту зручності користування числом від 0 до 10. Зазнач 0 - якщо зручність мінімальна, 10 - якщо зручність реалізована максимально. Проміжне число, якщо зручність реалізована частково. Якщо даних немає, вкажи значення (-1). Сформууй таблицю для всіх сервісів. Надаю перелік зручностей: [Інтуїтивний інтерфейс; Зручна навігація; Зрозумілі інструкції; Мінімальний час на освоєння інструменту;] Ось перелік сервісів для яких необхідно сформуувати таблицю: Algodoo Apple ARKit AR Atom Visualizer ZapWorks
Безпека	Я надаю тобі перелік імерсивних сервісів. Для кожного сервісу в окремій колонці зазнач ступінь реалізації в ньому окремих аспектів безпеки користування. Познач ступінь реалізації аспекту безпеки числом від 0 до 10. Зазнач 0 - якщо аспект безпеки мінімальний, 10 - якщо аспект безпеки максимальний. Проміжне число, якщо аспект безпеки реалізований частково. Якщо даних немає, вкажи значення (-1). Сформууй таблицю для всіх сервісів. Надаю перелік аспектів безпеки: [Безпека та комфорт; Забезпечення конфіденційності; Навчальні матеріали та технічна підтримка; Мовна підтримка; Адаптація до віку;] Ось перелік сервісів, для яких необхідно сформуувати таблицю: Algodoo Apple ARKit AR Atom Visualizer ZapWorks
Адаптація	Я надаю тобі перелік імерсивних сервісів. Для кожного сервісу в окремій колонці вкажи ступінь реалізації в ньому окремих аспектів адаптації до освітнього середовища. Познач ступінь реалізації аспекту адаптації до освітнього середовища числом від 0 до 10. Зазнач 0 - якщо аспект адаптації до освітнього середовища мінімальний, 10 - якщо аспект адаптації до освітнього середовища максимальний. Проміжне число, якщо аспект адаптації до освітнього середовища реалізований частково. Якщо даних немає, вкажи значення (-1). Сформууй таблицю для всіх сервісів.

	Надаю перелік аспектів адаптації до освітнього середовища: [Можливість інтеграції в навчальний процес; Можливості для співпраці та обміну досвідом; Можливість адаптації до освітнього середовища;] Ось перелік сервісів для яких необхідно сформувати таблицю: Algodoo Apple ARKit AR Atom Visualizer ZapWorks
--	--

Крок 3. Зводимо дані отримані на кроках 1 та 2 в єдину результуючу пошукову таблицю. На рис. 2.4 показано фрагмент результуючої пошукової таблиці. Цифрами позначені окремі змістовні елементи таблиці:

- (1) позначає загальну інформацію про сервіс;
- (2) містить узагальнену інформацію про показники відповідних блоків;
- (3) містить значення окремих показників по блоку “Теми”.
- (4) показано, що значення колонки “Теми 1” формуються на основі значень показників елемента (3).

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	Назва сервісу	Посилання на сервіс	Короткий опис сервісу	Вартість	Операційна система	Теми 1	Теми 2	Впливи	Можливі	Зручність	Безпека	Адаптація	Закон Гука	Тертя	Балансування	Сили і рух	Електричний струм
						39	25	1340	962	31	36	23	1	1	1	1	1
1	Algodoo	http://www.algodoo.com/	Імпульс	Платно	Windows/Android/iOS	39	25	1340	962	31	36	23	9	10	10	10	0
2	Apple ARKit	https://developer.apple.com/arkit/	Фреймворк	Безкоштовно	iOS/iPadOS	-5	0	-150	715	-4	-5	-3	-1	-1	-1	-1	-1
3	AR Atom Visualizer	(Посилання)	Додаток	Безкоштовно	Android/iOS	0	0	1090	715	31	31	15	0	0	0	0	0
4	Ar4physics	(Посилання)	Мобільний	Безкоштовно	Android/iOS	20	5	1070	827	27	31	17	4	5	5	6	0
5	ARBOOK (від FL)	(Посилання)	Додаток	Безкоштовно	Android/iOS	-5	-3	-150	-118	-4	-5	-3	-1	-1	-1	-1	-1
6	Assemblr EDU	https://edu.assemblr.com/	Платформа	Частково	Windows/Android	-5	0	-150	-118	-4	-5	-3	-1	-1	-1	-1	-1
7	Atom Visualizer	(Посилання)	Додаток	Безкоштовно	Android/iOS	0	0	1090	715	31	31	15	0	0	0	0	0
8	BodyPhysics	https://www.bodyphysics.org/	Сервіс, онлайн	Частково	Будь-яка ОС	5	10	1090	860	32	37	20	0	0	0	5	0

Рис. 2.4. Фрагмент результуючої пошукової таблиці

В результуючій таблиці для кожного показника задаємо “вагу” цього показника. Це значення показує, наскільки користувачу важливо щоб властивість, яку відображає показник, була реалізована в сервісі (Рис. 2.5.). Для кожного блоку показників встановлюємо формулу підрахунку узагальненого показника по цьому блоку показників для кожного сервісу. Наприклад, сумарний показник “Теми” розраховується з ваговими коефіцієнтами 1 - Закон Гука, 4 - Тертя, 3 - Балансування, 6 - Сили і рух, 3 - Електричний струм. Наприклад для першого сервісу (Algodoo) узагальнений показник по блоку “Теми 1”

дорівнює 39, для блоку “Теми 2” дорівнює 25. Значення показника “0” показує що ця позиція не реалізована в даному сервісі.

А значення “-1” показує що ІІІ не знайшов необхідну інформацію щоб сформуванати значення показника.

A	B	G	H	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	Назва сервісу	Теми 1	Теми 2	Закон Гука	Тертя	Балансування	Сили і рух	Електричний струм	Закон Паскаля	Закони відбиття та заломлення світла	Закон збереження енергії	Будова атома. Модель Бора
				1	4	3	6	8	1	1	1	1
1	Algodo	39	25	9	10	10	10	0	10	5	10	0
2	Apple ARKit	-5	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
3	AR Atom Visualiz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
4	Ar4physics	20	5	4	5	5	6	0	0	0	5	0
5	ARBOOK (від FL	-5	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
6	Assemblr EDU	-5	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0
7	Atom Visualizer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
8	BodyPhysics	5	10	0	0	0	5	0	0	0	10	0
9	BookVAR	-5	-3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
10	Circuit AR	7	5	0	0	0	0	7	0	0	5	0
11	Corinth	-5	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	5
12	CoSpaces Edu	-5	0	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0

Рис. 2.5. Фрагмент таблиці блоку “Теми” з заданими показниками ваги (важливості)

За посиланням «Таблиця пошуку сервісів» (<http://bit.ly/3JfNyvs>) наведено повна пошукова гугл таблиця яку ми сформували з усіма проміжними даними. Зауважимо, що користувач може уточнювати значення показників, які сформував ІІІ. Пошукова таблиця доступна для копіювання та застосування для власних потреб користувачів. За нашим досвідом, час на формування цієї таблиці з “нуля” (виконання кроків 1-3) приблизно одна година.

Крок 4. Для здійснення пошуку необхідного сервісу заповнену пошукову таблицю переводимо в режим фільтру. Фільтруємо записи по узагальненим показникам для кожного блоку показників. Обираємо 3-5 записів (сервісів) з найкращими узагальненими показниками. Іноді важлива послідовність вмикання фільтрів. В результаті можемо порівняти оцінку ефективності застосування різних сервісів на множині навчальних елементів (тем) певної програми. Обрані пропозиції сервісів досліджуємо більш детально стосовно можливості застосування. Для зручності налаштовані фільтри можна зберігати та повторно застосовувати, що значно полегшує повторний пошук. На рис. 2.6. наведено результат застосування фільтру до узагальненого показника “Теми 1”. Відфільтровано значення, більші або рівні 33. Тепер, наприклад, можна відфільтрувати безкоштовні сервіси. Якщо нас цікавить певна тема, то фільтрувати можемо по темі, а не по узагальнюючому показнику. Це особливо ефективно для пошуку спеціалізованих сервісів. Наприклад електрика, механіка, тощо.

Фільтр 2		Діапазон: A1:V64																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	Назва сервісу	Посилання на сервіс	Короткий опис сервісу	Вартість	Операційна система	Тема	Теми	Законогук	Теорія	Баланс	Сили і рух	Електричний струм	Закономірності	Закони відбиття та заломлення	Закони збереження	Будова атома. Моделі					
1	Algodoo	http://www.algodoo.com/	2D-симулятор	Платно	Windows/macOS	39	25	9	10	10	10	0	10	5	10	0					
36	Newton's Playground	https://www.newtonplayground.com/	VR-додаток	Платно	VR-гарнітура	35	10	8	8	9	10	0	0	0	10	0					
40	Phet Interactive Simulations	https://phet.org/	Велика колекція	Безкоштовно	Windows/macOS	44	25	8	9	7	10	10	5	10	10	10					
42	Physics Lab AR	(Посилання на додаток)	Додаток для Android/iOS	Безкоштовно	Android/iOS	34	10	6	6	7	8	7	5	0	5	0					
43	physicsclassroom	https://www.physicsclassroom.com/	Веб-сайт	Безкоштовно	Будь-яка ОС	37	25	6	7	7	8	9	5	10	10	0					
60	World of Physics	https://www.worldofphysics.com/	Колекція	Частково платно	Веб-сайт, додаток	33	15	6	6	6	8	7	5	5	5	0					

Рис. 2.6. Фрагмент пошукової таблиці з застосованим фільтром

Отже, ми розглянули чотири способи добору імерсивних сервісів для змішаного навчання. Вони відображають різні підходи. Ці способи перетинаються в деяких технологічних аспектах. Всі вони базуються на необхідності підготовки інформації, яка так чи інакше необхідна для цілеспрямованого пошуку сервісів. В усіх способах можемо виділити два ключових етапи. Це формулювання деталізованого опису потреб (1) та пошук сервісів згідно цих потреб (2). Способи відрізняються алгоритмом та обсягом опису потреб та логікою пошуку сервісів.

У результаті дослідження встановлено, що задача добору сервісів є нетривіальною. Її складність полягає в необхідності структурованого формулювання як вимог до сервісів, так і вимог до опису ситуації, для якої ці сервіси будуть використовуватись. Додатковою проблемою виявилася обмежена наявність структурованих баз або переліків сервісів, у яких було б відображено детальні описові характеристики, що дозволяють здійснювати цілеспрямований пошук потрібних рішень.

Розглянувши чотири способи добору сервісів, ми визначили їх переваги та недоліки. Основним недоліком перших трьох способів є відсутність накопиченої “пам'яті” попередніх пошуків. Запропонований спосіб структурованих запитів до штучного інтелекту та структурування відповідей у вигляді пошукових таблиць дозволяє систематизувати пошук доцільних сервісів.

Сильною стороною запропонованого рішення є можливість накопичення пошукових результатів та формування користувачем власної бази даних імерсивних сервісів. Ця база не втрачає актуальності з часом. Вона дозволяє робити інші пошукові запити при зміні або тематики або власних вимог до сервісу. Вона дозволяє також гнучко додавати нову інформацію до існуючої бази без її суттєвого перероблення. Практично виявлено, що це не потребує багато додаткового часу та може бути виконано за допомогою безкоштовних сервісів штучного інтелекту. Необхідно враховувати, що оцінки показників сервісів

формує штучний інтелект і вони досить ненадійні. Важливо також зазначити, що цей спосіб добору сервісів дуже легко масштабується та може бути застосований для спільної колективної роботи. Тобто якщо пошукові таблиці колективно наповнюються та колективно застосовуються, то їх якість та обсяг інформації може бути суттєво розширений.

Запропонований спосіб може бути застосований для добору не тільки імерсивних сервісів, а будь-яких сервісів, необхідних викладачам або учням в процесі змішаного або традиційного навчання. Він досить універсальний.

2.2. Каталогізація імерсивних застосунків для освітнього процесу в ЗЗСО

Поряд із безперечними перевагами і великим потенціалом імерсивних розробок, виникають суміжні проблеми їх використання та серйозні виклики для освіти. Так, стрімкий розвиток VR/AR сервісів зумовив їх швидке впровадження в освіту на різних рівнях, спричинивши певну розсосередженість і хаотичність їх використання. Ринок імерсивних сервісів значно збагатився упродовж останніх років і продовжує динамічно наповнюватися. Користувачам, у тому числі і педагогам, часто складно, а інколи і неможливо обрати доцільний сервіс серед сотень існуючих рішень. Виникають проблеми сумісності, відсутності єдиних стандартів інтеграції VR/AR в навчальний процес, школи ризикують інвестувати в застарілі або невідтримувані технології, а вчителям складно вибрати відповідний сервіс.

На нашу думку, вирішенню окреслених проблем сприятиме розроблення бази імерсивних сервісів – каталогізація VR/AR сервісів з виваженою системою фільтрації, яка б враховувала потреби вчителів та сприяла би спрощенню їх пошуку доцільних рішень. Система фільтрів має враховувати педагогічні, технологічні, нормативні та інші аспекти застосування сервісів.

Наразі у веб-просторі існують деякі ресурси, в яких здійснено агрегацію імерсивних сервісів за певними параметрами. До прикладу:

- *Vrara.com* – добірка рішень у сфері VR/AR від VR/AR Association (VRARA);

- *Commonsense.org* – містить різні ресурси (огляди, аналітика, сервіси, уроки, etc.), можливість фільтрації (за віком (grade), тип ресурсу, предмет, мова (English, Spain), etc.);

- *EdTechIndex.org* – добірка сервісів різного типу, понад 1800 одиниць. Розгорнута система фільтрації за різними категоріями – віком, предметною галуззю, цільовою аудиторією, типом ресурсу, призначенням та ін. Утім, набір імерсивних сервісів є досить обмеженим: каталог містить всього 21 сервіс VR, 5 сервісів AR та 3 сервіси XR;

- *Classvr.com* – платформа для шкіл з готовими VR-уроками. Пропонує якісні імерсивні розробки для навчання, які, втім, є платними та переважно англомовними;

- *MelScience.com* – містить перелік спеціалізованих сервісів – для вивчення STEM, математики, фізики, хімії, медицини. Усього – близько 45 сервісів;

- *Sketchfab.com* – містить широку бібліотеку 3D-моделей для AR/VR. Це – не готові рішення однак можуть бути використані при розробці таких рішень.

Деякі з існуючих ресурсів пропонують можливість фільтрації за технологіями (VR, AR, XR та ін.), за предметною галуззю (STEM, математика, біологія, історія тощо), віковою групою (дошкільна освіта, початкова школа, середня/старша школа, вища освіта, освіта дорослих тощо), за ціною (безкоштовні, платні, демо-версії), за платформами, що підтримуються (iOS, Android, Web та ін.), за мовою інтерфейсу (одномовні (переважно англомовні), багатомовні) тощо. При опису сервісу переважно враховуються такі аспекти, як його назва, посилання на офіційну сторінку чи сайт, огляд функціоналу, вимоги до обладнання, скріншоти/відео.

Утім, ресурси, що наразі існують, мають низку недоліків, що знижують їх корисність для впровадження в освітній процес, зокрема в Україні:

- існуючі агрегатори зазвичай пропонують звичайний перелік сервісів списком, що обмежується назвою та їх описом, інколи – посиланням. При цьому можливість фільтрації або взагалі відсутня, або містить лише кілька опцій;

- малий вибір саме імерсивних сервісів – переважна більшість існуючих баз і каталогів агрегують сервіси різного гатунку, виключаючи AR/VR взагалі, або включаючи лише їх незначну кількість (маленький вибір);

- мовний бар'єр – існуючі розробки не мають україномовного інтерфейсу, є переважно англомовними;

- деякі агрегатори працюють лише за платною підпискою (напр., Labster), що накладає додаткове фінансове навантаження на школи;

- деякі платформи (напр., Meta/Oculus) збирають дані користувачів, що може суперечити українським законам про захист персональних даних про дітей.

У зв'язку з цим, виникла потреба у створенні каталогу імерсивних сервісів, який можна було би використати у підтримці освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти України.

Обрання доцільної імерсивної технології або сервісу.

Існують три ключові компоненти, необхідні для функціонування будь-якої імерсивної технології:

1) Апаратне забезпечення (обладнання) – високоякісне апаратне забезпечення має першочергове значення для забезпечення реалістичного та ефективного ефекту занурення: гарнітури, датчики, контролери та тактильні пристрої, які забезпечують фізичний зворотний зв'язок (Oculus Quest, HTC VIVE Focus та ін.); смартфони, оснащені камерою та датчиками тощо;

2) Програмне забезпечення – програмний компонент відповідає за створення цифрового середовища, з яким взаємодіють користувачі.

Різні мови програмування, бібліотеки та комплекти розробки ПЗ використовуються для створення захоплюючих середовищ, починаючи від реалістичних симуляцій і закінчуючи фантастичними світами.

Якісне ПЗ забезпечує якісну інтеграцію між апаратним забезпеченням та інтерфейсом користувача.

3) Інтерфейс користувача (UI) – є важливим компонентом імерсивної технології та стосується способу взаємодії користувачів із цифровим середовищем. Інтуїтивно зрозумілий і природний інтерфейс користувача значною мірою сприяє захоплюючому досвіду. Необхідно враховувати такі фактори, як:

- комфортність для користувача, простота використання – користувачі повинні мати можливість взаємодіяти з цифровим середовищем без напруги чи дискомфорту, що можна досягти, забезпечивши інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

- інтеграція: інтерфейс користувача має бути якісно інтегрований з апаратною складовою, підтримуючи зручність та простоту взаємодії користувачів.

Врахування цих аспектів сприятиме забезпеченню позитивного досвіду користувачів та ширшому впровадженню технології, що особливо важливо за умов використання в освітніх цілях.

Окрім цього, важливо дати можливість обрання сервісів з урахуванням таких аспектів:

- мета використання – продумати, для якої предметної галузі планується використання сервісу, яких цілей ми прагнемо досягти, впроваджуючи нову технологію, визначити конкретні завдання, які необхідно виконати. Усвідомлення потреб використання дозволяє вирішити, які функції є найважливішими;

- користувацький досвід – визначити цільову групу користувачів і оцінити їх загальний досвід використання імерсивної технології (чи потрібна попередня підготовка, інструктаж, навчання?);

- технічні вимоги – перевірити, чи обрана технологія сумісна з пристроями, програмним забезпеченням і мережами, які використовує команда, які ви використовуєте;

- масштабованість – розглянути можливу допустиму кількість користувачів, чи забезпечує технологія бажаний рівень співпраці та взаємодії, чи дозволить охопити необхідну кількість користувачів;

- витрати – оцінити вартість технології, включно з будь-яким обладнанням, програмним забезпеченням або ліцензійними зборами, і визначити, чи відповідає це наявному бюджету;

- локалізація – визначити, які мови доступні в налаштуваннях, чи відсутній мовний бар'єр;

- безпека – оцінити функції безпеки технології, включаючи захист даних, шифрування та контроль доступу, щоб забезпечити захист конфіденційної інформації;

- підтримка – визначити рівень підтримки, доступний від постачальника технологій, включаючи технічну допомогу, навчання, форуми користувачів.

Таким чином, при створенні “Каталогу імерсивних сервісів” важливо закласти таку можливість фільтрації, щоби вчитель міг обрати найбільш доцільний сервіс, з урахуванням власного досвіду, матеріальних і технічних можливостей.

Технічні аспекти створення “Каталогу імерсивних сервісів”.

Перед створенням “Каталогу імерсивних сервісів”, було поставлено задачу отримати такі результати:

- зручна система фільтрації, що враховує потреби цільової групи;
- привабливе та зручне представлення даних на етапі використання;
- каталог мав би забезпечувати його зручне наповнення і редагування, для його редакторів.

Каталог було спроектовано з використанням no-code підходу, без необхідності оплати сервісів чи інфраструктури в процесі його використання.

З огляду на поставлену задачу, для створення каталогу був обраний Softr (<https://softr.io/>) – сервіс для створення сайтів та веб-додатків без використання коду.

В безкоштовному тарифному плані Softr дозволяє:

- створити інтерфейс до даних, що будуть зберігатись в Airtable, Google Sheets чи Notion;
- використовувати при створенні основні типи блоків, такі як список, сітка, таблиця, форма, деталізація об’єкта та інші;
- мати до 10 користувачів, які зможуть авторизуватися за допомогою паролю чи облікового запису Google (в нашому випадку - це модератори, які вносять в каталог нові сервіси, або перевіряють перед публікацією сервіси, додані незареєстрованими відвідувачами);
- обслуговувати необмежену кількість користувачів;
- підключити власний домен (в нашому випадку використаний власний домен в зоні pr.ua – єдиній зоні в українському сегменті, що надає можливість зареєструвати домен безкоштовно);
- налаштувати інтеграцію з Google Analytics та/чи Google Tag Manager.

Ми проаналізували також певні обмеження, що притаманні Softr, а також визначили шляхи вирішення потенційних супутніх проблем:

- в безкоштовному тарифному плані сервіс дозволяє створеному веб-додатку працювати максимум з 1000 записами (імерсивних сервісів). Досягнення каталогом порогового значення означало б його затребуваність і корисність для користувачів. У такому випадку постає задача розширення, що можна буде здійснити шляхом відходу від no-code підходу, переписування інтерфейсної частини каталогу з використанням, до прикладу, фреймворку Astro (<https://astro.build/>) і хостингу Cloudflare Pages (<https://pages.cloudflare.com/>). При цьому збережеться і надалі можливість безкоштовної експлуатації каталогу;

- на момент створення каталогу, Softr дозволяв обирати сортування елементів лише на етапі створення веб-додатка, а не в процесі використання.

Обмеження на вибір сортування ми обійшли створивши додаткову сторінку, на якій можна переглядати елементи каталогу в порядку зворотному до часу їх внесення в каталог.

На рис. 2.7 представлено стартову сторінку “Каталогу імерсивних сервісів”.

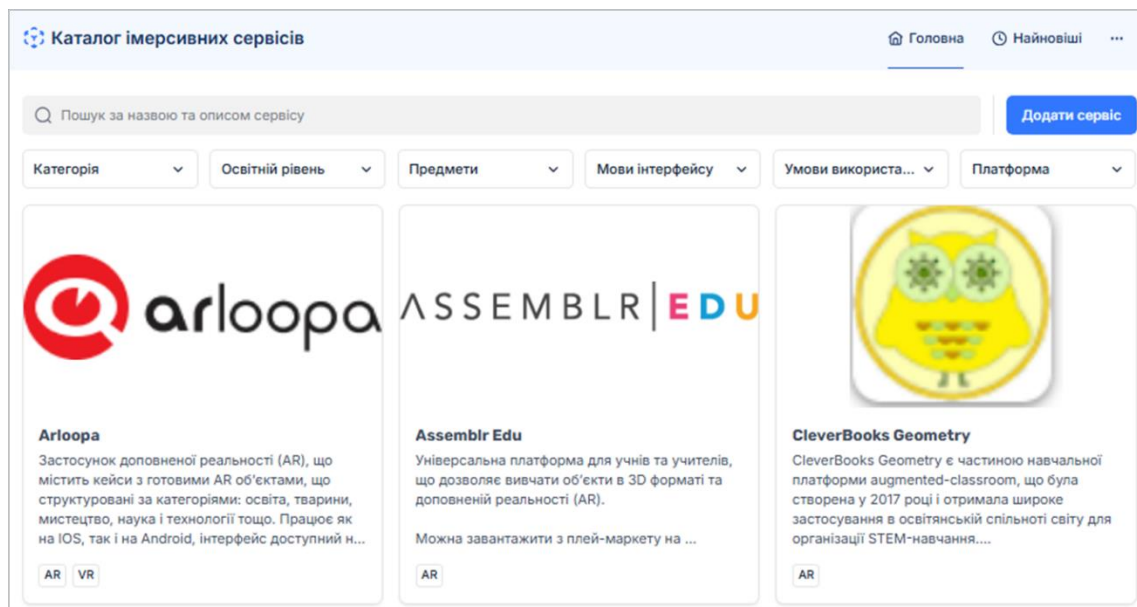


Рис. 2.7. Стартова сторінка “Каталогу імерсивних сервісів”

На рис. 2.8 відображено систему фільтрації для зручності обрання доцільного сервісу користувачами. При розробленні опцій для фільтрації було враховано результати опитування групи експертів, що представлено в попередньому розділі. Зокрема, це можливість обрання сервісів за його категорією (AR, VR, XR, 360⁰-відео, 3D-моделювання), освітнім рівнем (1-4 класи, 5-9 класи, 10-11(12) класи) та предметом (астрономія, біологія і екологія, інформатика, іноземна мова, історія тощо), для яких планується використання сервісу, мовою інтерфейсу, умовами використання (безкоштовно і за певними тарифними планами), платформою (операційною системою).

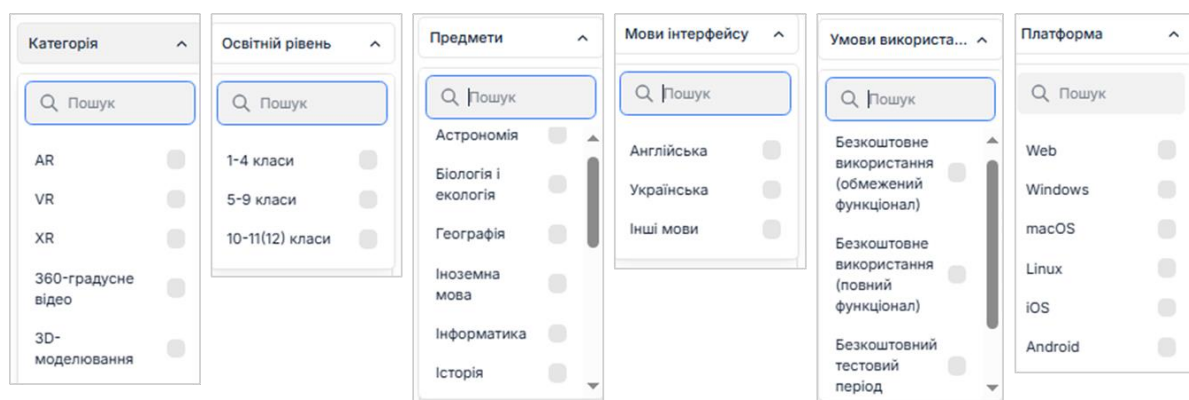


Рис. 2.8. Система фільтрації в “Каталозі імерсивних сервісів”

На рис. 2.9 представлено опис одного з сервісів, яким чином це відображається в каталозі. Крім функціоналу, можливостей використання, опис

також містить посилання на цей сервіс та скріншоти. Це додатково сприяє прийняттю рішення щодо доцільності обрання того чи іншого сервісу для використання в освітніх цілях.

ASSEMBLR | EDU

Assemblr Edu

<https://edu.assemblrworld.com/>

Універсальна платформа для учнів та учителів, що дозволяє вивчати об'єкти в 3D форматі та доповненій реальності (AR).

Можна завантажити з play-маркету на пристрої з Android та Windows. Можна синхронізувати на різних пристроях, використовуючи один акаунт. Ця платформа є умовно безкоштовною, оскільки містить контент, який можна використовувати без оплати – вже готові анімації (бібліотека 3D), а створення власного контенту можливе за умови покупки розширеного пакету. Інтерфейс на 5 мовах, українська в тому числі. Містить інтерактивні уроки. Для входу необхідно зареєструватися, при реєстрації вказати, що Ви вчитель і створювати свої класи для комунікації з учнями, завантажувати матеріали, запрошувати учнів та обмінюватися готовими проєктами. Використовуючи даний застосунок, учні самостійно можуть створювати 3D об'єкти.

В Assemblr Edu є можливість інтегрувати в єдиний простір віртуальні кімнати – відповідні матеріали, створювати сумісні проєкти, завантажувати веб-сайти, посилання, примітки, файли, зображення та проєкти 3D або доповнену реальність. Кількість таких кімнат та учасників є необмеженою. У безкоштовній версії платформи вчитель може використовувати готові 3D анімації, завантажувати та поширювати об'єкти з 3D бібліотеки (наразі – 150 готових до використання навчальних матеріалів AR). Сховище охоплює 3D контент (більше 1000 елементів) з різних дисциплін – математики, біології, географії, історії, мистецтва та ін. За допомогою Assemblr Studio є можливість створювати, переглядати та ділитися будь-яким продуктом 3D та доповненої реальності. Безкоштовний пакет містить 30 МБ зберігання користувацьких 3D-об'єктів, доступ до безкоштовних 3D-пакетів та шаблонів, 1 спеціальний маркер, QR-маркери.

Категорія: **AR**

Освітній рівень: **5-9 класи** **10-11(12) класи**

Предмети: **Математика** **Біологія і екологія** **Географія** **Історія**

Мова інтерфейсу: **Українська**

Умови використання: **Безкоштовне використання (повний функціонал)**

Платформи: **iOS** **Android**

Гаджет: **Смартфон** **Планшет**

Додаток для iOS: <https://apps.apple.com/us/app/assemblr-edu-learn-in-3d-ar/id1505499586>

Додаток для Android: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.assemblr.education&pcampaignid=web_share

Додаток для Windows: -

Below the filters, there are several small thumbnail images showing the app's interface and 3D models.

Рис. 2.9. Приклад опису окремого сервісу в “Каталозі імерсивних сервісів”

Отже, функціонал “Каталогу імерсивних сервісів” задовольняє ключові пошукові потреби вчителів, які зможуть підібрати оптимальні сервіси VR/AR та скористатися їх перевагами у викладанні різних навчальних предметів. Каталог містить зручну систему фільтрації та дозволяє обрати сервіси за їх категорією, освітнім рівнем та предметом, для яких планується використання сервісу, мовою інтерфейсу, платіжними умовами використання.

Вважаємо доцільним рекомендувати “Каталог імерсивних сервісів” вчителям до використання в освітньому процесі.

РОЗДІЛ 3

ПРОЄКТУВАННЯ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

3.1. Виклики та педагогічні стратегії використання імерсивних технологій у змішаному навчанні ЗЗСО

В умовах цифровізації актуалізується пошук освітніх моделей, здатних об'єднати переваги традиційних методів навчання з можливостями сучасних цифрових технологій. Однією з таких моделей є змішане навчання, що інтегрує очне та дистанційне навчання в єдиний педагогічний процес. Саме воно дозволяє поєднувати переваги безпосереднього спілкування вчителя з учнями із гнучкістю використання цифрових платформ, сервісів та освітніх середовищ. У цьому контексті все більшого значення набувають імерсивні технології (VR, AR, MR), які суттєво розширюють можливості навчання, створюючи інтерактивний і багатовимірний освітній простір. Детальніше про класифікацію та особливості використання зазначених технологій у навчальному процесі йдеться у роботі «Використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти» [11].

Використання імерсії у змішаному навчанні сприяє створенню інтерактивного освітнього середовища, у якому учні можуть, наприклад, проводити віртуальні лабораторні експерименти з хімії та фізики, відпрацьовувати навички просторового мислення під час вивчення геометрії, здійснювати віртуальні дослідження біологічних процесів, аналізувати географічні об'єкти чи відтворювати перебіг природних явищ. Такий підхід підвищує рівень наочності й доступності навчального матеріалу, стимулює розвиток критичного мислення, формує дослідницькі компетентності та забезпечує практико-орієнтоване засвоєння знань. Особливо цінним є те, що імерсивні технології дають можливість інтегруватися як у дистанційні заняття, так і в уроки в класі, підсилюючи взаємодію між учителем і учнями.

Окремого значення набуває визначення методів і форм використання імерсивних технологій у змішаному навчанні. Учителі можуть застосовувати їх як демонстраційний засіб (показ складних процесів у віртуальному середовищі), практичний інструмент (організація віртуальних експериментів, тренажерів, симуляцій), а також як елемент проектної та дослідницької діяльності учнів. Широкі можливості відкриває і гейміфікація, коли AR/VR використовується для створення навчальних ігор, що підвищують мотивацію та залученість. Важливо

й те, що імерсивні технології можна інтегрувати як у групову роботу (спільні віртуальні дослідження, колективні моделювання), так і в індивідуалізоване навчання, зокрема з урахуванням особливих освітніх потреб дітей. Такий підхід дозволяє педагогам більш гнучко організовувати освітній процес, підсилюючи ефективність змішаного навчання.

Виклики. Разом із тим, упровадження імерсивних технологій у змішане навчання має і низку викликів. До них належать:

- фінансові (вартість спеціального програмного забезпечення, VR-шоломів, потужних комп'ютерів);
- методичні (нестача чітких моделей інтеграції VR/AR у традиційні й дистанційні заняття);
- кадрові (необхідність підвищення цифрової компетентності вчителів);
- здоров'язбережувальні (ризики перевантаження, зорової втоми, «VR sickness»);
- правові та етичні (питання авторського права, академічної доброчесності, захисту персональних даних);
- соціальні (нерівний доступ учнів до технологій, що може посилювати освітню нерівність).

До означених викликів слід також віднести інфраструктурні обмеження (нестача швидкісного інтернету та сучасного обладнання), психолого-педагогічні ризики надмірного використання VR/ AR, а також відсутність національних стратегій і політик, що унормовували б умови впровадження імерсивних технологій в освіту.

У міжнародному полі особлива увага приділяється співпраці між школами, університетами та індустрією, що дає змогу забезпечувати сталість впровадження інновацій.

Важливим напрямом розвитку є також інклюзивний потенціал VR/AR, проте він потребує адаптованого навчального контенту й методичного супроводу для учнів з особливими освітніми потребами.

Важливо окреслити **ризики** використання імерсивних в освітньому процесі, а також **педагогічні стратегії** їх подолання. Одним із них є загроза інформаційній безпеці, адже додатки нерідко вимагають доступу до камери, мікрофона та геолокації, що створює небезпеку витоку персональних даних. Проблема посилюється тим, що вчителі та учні можуть завантажувати сумнівні за походженням програми. Це вимагає впровадження шкільних політик кібербезпеки, використання ліцензійних застосунків та навчання школярів правилам цифрової гігієни.

Інший аспект стосується збереження здоров'я. Попри те, що AR менш навантажує організм, ніж VR, тривале використання смартфонів чи планшетів призводить до зорового перенапруження, неправильної постави та психофізіологічної втоми. У змішаному навчанні, коли діти часто працюють вдома без контролю вчителя, це стає особливо відчутним. Тому необхідно регламентувати тривалість AR-активностей, чергувати їх з офлайн завданнями,

проводити вправи для очей та дотримуватися санітарних норм, рекомендованих МОН і МОЗ України.

Не менш важливим є питання авторського права та академічної доброчесності. Часто вчителі й учні завантажують готові AR-моделі з відкритих платформ, не звертаючи уваги на ліцензії. Це може призвести до порушення законодавства й формування у дітей хибних уявлень про цифрову етику. Розв'язати проблему допоможе створення національних репозиторіїв освітніх AR-матеріалів українською мовою, а також систематичне навчання педагогів і школярів принципам використання ресурсів із відкритими ліцензіями, зокрема Creative Commons.

AR має й психологічний вимір. Для молодших школярів надмірне використання технології може спричиняти дезорієнтацію, втрату концентрації чи тривожність. Водночас у соціальному плані відчутним є ризик посилення освітньої нерівності, адже не всі діти мають сучасні смартфони чи якісний інтернет. Це особливо стосується сільських шкіл і дітей із внутрішньо переміщених родин. У такій ситуації вчителі мають поєднувати AR із традиційними методами навчання та забезпечувати інклюзивність, наприклад, організовувати групову роботу, коли учні з гаджетами співпрацюють із тими, хто не має доступу до цифрових ресурсів.

Окремо варто наголосити на технічних та організаційних бар'єрах. Для багатьох українських шкіл характерними є слабка інфраструктура, нестабільний інтернет та брак кваліфікованих кадрів. У громадах, які постраждали від війни, значна частина обладнання втрачена або застаріла. У таких умовах саме AR може стати оптимальним рішенням, оскільки працює навіть на мобільних пристроях, які є більш доступними. Це дає змогу впроваджувати інновації без значних капіталовкладень, тоді як VR залишається радше точковим інструментом у спеціалізованих школах і лабораторіях.

Таким чином, у контексті змішаного навчання в Україні саме доповнена реальність має найбільший потенціал для масового використання. Вона поєднує доступність, мобільність та інтерактивність, дозволяє ефективно інтегрувати цифрові й традиційні методи, однак вимагає комплексного підходу. Це включає створення безпечного цифрового середовища, дотримання норм здоров'язбереження, забезпечення академічної доброчесності, психологічну підтримку школярів та подолання цифрової нерівності. Лише у такому випадку AR стане не лише інноваційною новацією, а й реальним інструментом розвитку якісної та інклюзивної освіти в умовах воєнних і післявоєнних трансформацій.

Отже, імерсивні технології у форматі змішаного навчання розкривають нові можливості для підвищення якості освітнього процесу, проте їх застосування неминуче супроводжується низкою ризиків і обмежень. Ми окреслили комплекс загроз – від фінансових та технічних до здоров'язбережувальних і соціальних, що підтверджує потребу у виробленні системних підходів до їх подолання.

Найбільш доцільним для української школи є використання саме технологій доповненої реальності (AR), оскільки вони поєднують доступність, мобільність

та практичну спрямованість. Це дає змогу забезпечити поступове й безпечне впровадження інновацій навіть у закладах з обмеженими ресурсами.

Сформульовані педагогічні стратегії (цифрова гігієна, розвиток цифрової компетентності педагогів, дотримання академічної доброчесності, створення інклюзивних сценаріїв та відкритих україномовних ресурсів) окреслюють можливі напрями подолання виявлених бар'єрів.

3.2. Система використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання

Для ефективного впровадження імерсивних технологій в освітній процес важливо забезпечити системність і вираженість підходів. Система використання імерсивних технологій у змішаному навчанні (рис. 3.1) має комплексну міждисциплінарну природу, поєднуючи педагогічну доцільність, технологічну доступність і методичну обґрунтованість. Її ефективність залежить від здатності вчителя гнучко інтегрувати AR/VR у навчальні моделі, зберігаючи баланс між інноваційністю та навчальними цілями. Розглянемо й охарактеризуємо головні складники цієї системи.

1. *Змістово-цільовий складник.* Визначає мету, завдання та пріоритети впровадження імерсивних технологій у контексті реалізації державних освітніх стандартів, компетентнісного підходу та концепції «Нової української школи». Цей складник відображає взаємозв'язок між загальною метою освітнього процесу та потенціалом імерсивних технологій як інструменту реалізації принципів особистісно орієнтованого навчання, забезпечення доступності, варіативності й гнучкості освітнього середовища. У межах цього складника чітко окреслюються завдання щодо інтеграції змісту навчальних дисциплін з можливостями VR/AR-технологій, що дозволяє підвищити якість освітніх результатів.

Змістово-цільовий складник включає:

- освітні цілі змішаного навчання;
- компетентності, які необхідно розвинути/покращити (зокрема, цифрова, дослідницька, креативна та ін.);
- зміст навчальних тем, що доцільний для візуалізації (анатомія, будова молекул, фізичні явища тощо – те, що складно або неможливо відтворити, унаочнити в реальному житті);
- психолого-педагогічні аспекти – врахування рівня підготовки, вікових та індивідуальних особливостей учнів.

Визначимо відповідальних за постановку цілей і завдань.

На державному (стратегічному) рівні до центральних органів управління освітою належить Міністерство освіти і науки України, а також функціонують установи, які забезпечують науково-методичний супровід освітньої політики,

зокрема Інститут модернізації змісту освіти та Національна академія педагогічних наук України.

Цілі, завдання, зміст прописуються у державних освітніх стандартах, концепціях та нормативних документах, що регламентують впровадження інноваційних технологій у зміст шкільної освіти.

На рівні закладу освіти (тактичний рівень) – адміністрація ЗЗСО (директор, заступники директора, педагогічна рада, методичні об'єднання вчителів. Вони конкретизують цілі та завдання визначають потреби конкретного контингенту учнів, обирають предметні області, теми, які доцільно підсилювати імерсивними технологіями, а також формулюються завдання щодо підготовки педагогів, технічного забезпечення, методичного супроводу тощо. Форма відображення – освітня програма школи, плани розвитку та ін.

На рівні вчителя (операційний рівень) – кожен учитель або команда педагогів формулює операційні цілі й завдання, які реалізуються безпосередньо на рівні уроків. Це можуть бути предметно-орієнтовані завдання: які теми, види діяльності та дидактичні засоби використовуються для досягнення очікуваних результатів навчання з опорою на імерсивні технології, представлені у формі робочих програм предметів, сценаріїв уроків.

2. *Організаційно-управлінський складник.* Забезпечує підготовку, координацію, підтримку та контроль процесів впровадження імерсивних сервісів у ЗЗСО.

Організаційно-управлінський складник включає:

- підвищення рівня цифрової компетентності вчителів щодо використання імерсивних сервісів;
- психологічна готовність учителів до інтеграції імерсивних технологій;
- розподіл відповідальності в закладі (вчитель інформатики, вчителі-предметники, відповідальний завуч, директор);
- нормативно-правове забезпечення (інструкції, політики безпеки, етичні аспекти тощо).

Організаційно-управлінський складник є невід'ємною складовою системи використання імерсивних технологій, оскільки забезпечує цілісність, узгодженість та ефективність усіх процесів упровадження VR/AR у шкільну практику. Його цінність полягає у визначенні механізмів управління ресурсами, координації діяльності педагогів і технічного персоналу, розробленні локальної нормативно-правової бази. Відсутність чіткого організаційно-управлінського забезпечення призводить до фрагментарності застосування імерсивних технологій, втрати педагогічної доцільності та зниження якості змішаного навчання. Тому цей складник виступає основою для сталого функціонування системи та підвищення її результативності відповідно до сучасних освітніх стандартів.

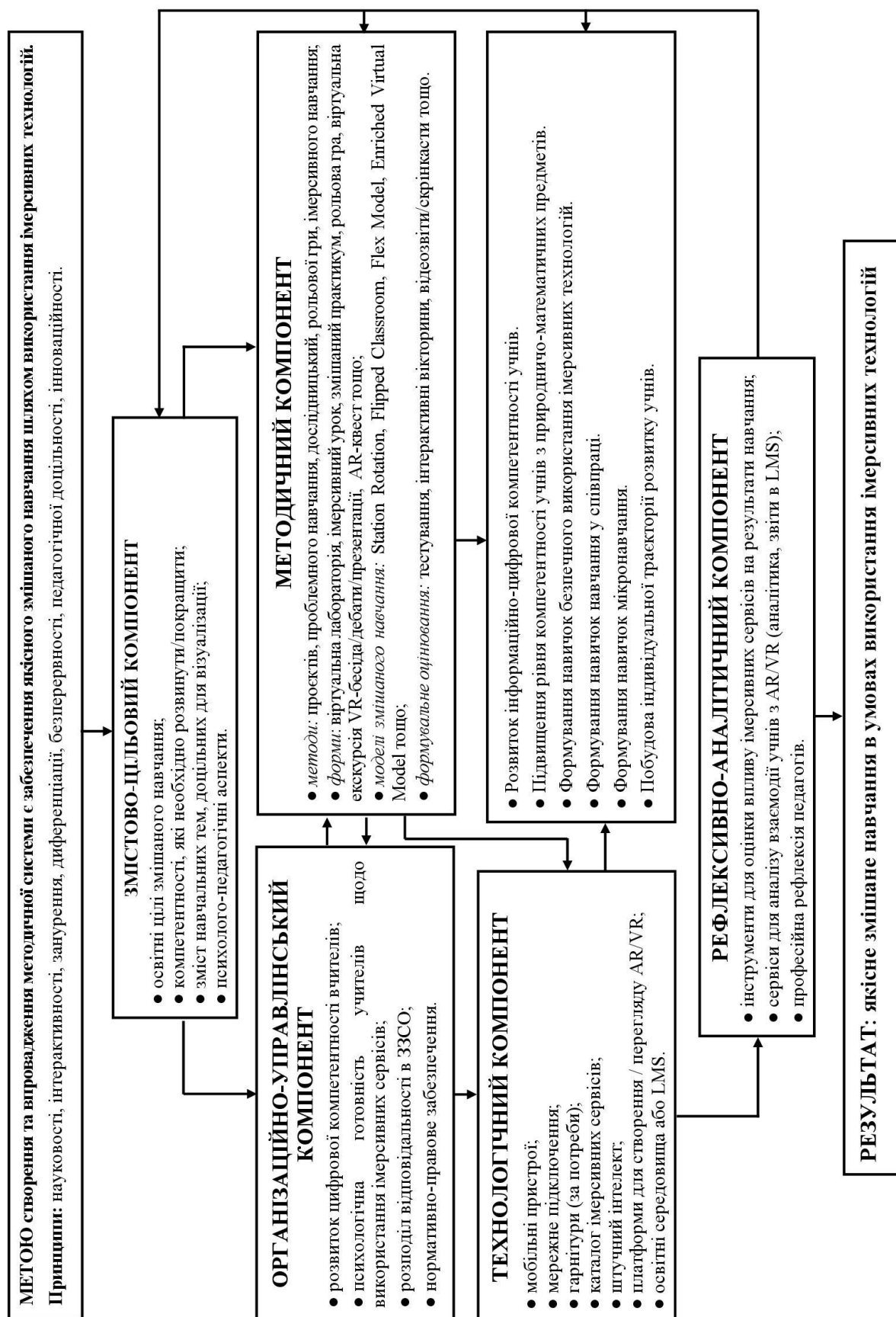


Рис. 3.1. Система використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання

3. *Методичний складник*. Описує принципи, методи, форми та моделі педагогічної діяльності з використанням імерсивних технологій.

До ключових принципів навчання в даному контексті відносимо: *принцип науковості* – використання сервісів і платформ, що відтворюють правдиві, науково обґрунтовані моделі, без спотворень; *інтерактивності* – активізація пізнавальної діяльності через «взаємодію» з імерсивними моделями, досліджуючи їх властивості; *занурення* – демонстрація реалістичних моделей, що максимально відповідають дійсності; *диференціації* – адаптація віртуального досвіду до рівня підготовки, вікових та індивідуальних особливостей учнів; *безперервності* – поєднання очного та дистанційного досвіду в єдиний навчальний цикл; *педагогічної доцільності* – важливо добирати і використовувати імерсивні технології з урахуванням дидактичних цілей уроку, попередньо співставивши вірогідну користь у порівнянні з іншими засобами.

Серед ключових методів навчання виокремлюємо такі: *метод проєктів* – самостійна та/або групова робота на основі дослідницького, творчого і практичного підходу; *проблемне навчання* (Problem-Based Learning) – створення реалістичних VR-сценаріїв або симуляцій проблемних ситуацій – учні досліджують, експериментують і самі шукають рішення; *дослідницький метод* (Inquiry-Based Learning) – досліджуючи віртуальний світ, учень формує гіпотези, перевіряє їх у симульованому середовищі; *метод рольової гри* – метод активного навчання, коли учень тимчасово виконує соціальну або професійну роль, діючи в межах змодельованої ситуації, щоб осмислити певний зміст, сформувати компетентності або відпрацювати навички поведінки; *імерсивне навчання* (Immersive Learning) – сучасний інноваційний метод навчання, підвид активних методів навчання, що забезпечує пряме занурення у навчальну ситуацію – учень повністю «занурюється» у змодельоване, часто віртуальне або симульоване середовище, де навчання відбувається через досвід, взаємодію і реалістичне переживання подій.

Для *контролю та оцінювання* пропонуємо застосовувати методи тестування, проєктні завдання, інтерактивні вікторини, відеозвіти/скрінкасти роботи в імерсивному середовищі, електронне портфоліо.

У контексті нашого дослідження розглядаємо як основну *форму організації навчання* – змішане навчання (Blended learning), що полягає у чергуванні очного викладу з самостійною роботою в цифровому середовищі.

Добираючи *модель змішаного навчання*, керуємося класифікацією Х. Стакера (H. Staker) та М. Хорна (M. Horn) [119], з огляду на доцільність з урахуванням реалій вітчизняних ЗЗСО: *станційне навчання* (Station Rotation) – «перехід» учнів між станціями; *«перевернутий» клас* (Flipped Classroom) – учень опановує матеріал вдома, а в класі – обговорює, деталізує, поглиблює навички і знання; *гнучка модель* (Flex Model) – навчання побудоване переважно на онлайн-платформі, а викладач виконує функції фасилітатора, консультанта. Учні мають гнучкий розклад, індивідуальні траєкторії, високий рівень самостійності; *збагачене віртуальне навчання* (Enriched Virtual Model) – учні більшість часу навчаються дистанційно, але періодично відвідують школу для зустрічей,

консультацій, практикумів; *модель самотійного змішування (Self-Blend Model)* – учень за власною ініціативою або за підтримки педагога самотійно додає онлайн-курси чи ресурси до основної (очної) програми навчання, щоб розвинути компетентності/здатності застосовувати знання, розвинути інтереси або підготуватися до зовнішнього оцінювання.

За умов використання імерсивних технологій у змішаному навчанні, доцільно застосовувати інноваційні та комбіновані форми навчання, які дозволяють ефективно інтегрувати віртуальне середовище у традиційні та дистанційні формати. Нижче наведено форми навчання, які можуть бути використані з AR/VR/360°/MR-технологіями:

- *віртуальна лабораторія* (використання VR/AR-середовищ для проведення практичних занять або експериментів, які неможливо або небезпечно реалізувати в реальності);

- *імерсивний урок* (лекція, доповнена віртуальними турами, 3D-моделями, голографічними об'єктами або AR-об'єктами, які проєктуються у фізичному просторі учня);

- *змішаний практикум* (очне або дистанційне навчання, під час якого учні одночасно взаємодіють з реальними інструментами і занурюються у VR/AR-сценарії для практики);

- *рольова гра* (навчальна ситуація (case study), яка моделюється у віртуальному середовищі, де учні виконують ролі та приймають рішення);

- *віртуальна екскурсія* (віртуальна подорож до історичних, географічних або наукових об'єктів, з елементами доповненої або віртуальної реальності);

- *VR-бесіда/дебати/презентації* (групове заняття у VR-просторі, де учасники мають аватари, обговорюють проблеми, співпрацюють, презентують);

- *AR-квест* (виконання завдань з використанням мобільних засобів і з елементами доповненої реальності).

Розглянутий методичний складник системи використання імерсивних технологій в умовах змішаного навчання в ЗЗСО знайшов більш ґрунтовне розкриття у вигляді авторської методики.

4. Технологічний складник.

Включає інструментарій імерсивних технологій (сервіси, пристрої, мережне підключення), а також цифрові платформи для змішаного навчання, які забезпечують інтеграцію в освітнє середовище.

Технологічний складник включає:

- мобільні пристрої (смартфони, планшети);

- мережне підключення (Wi-Fi, мобільний інтернет);

- гарнітури (за потреби);

- каталог імерсивних сервісів;

- платформи для створення та перегляду AR/VR (Arloopa, BookVAR, Planets AR, Physics Lab AR, Merge Cube та ін.);

- освітні середовища або LMS (напр., Google Classroom, Moodle, Microsoft Teams чи ін.) – для організації змішаного навчання.

Зауважимо, що актуальним залишається питання пошуку і добору доцільних імерсивних сервісів, що ускладнює роботу вчителів через велику кількість таких сервісів. Важлива каталогізація таких сервісів, створення зручної системи фільтрації для підбору потрібного сервісу за визначеними показниками. Наразі у веб-просторі існують деякі ресурси, в яких здійснено агрегацію імерсивних сервісів за певними параметрами (Vrara.com, Commonsense.org, EdTechIndex.org, MelScience.com, Sketchfab.com тощо). Однак наявні ресурси мають низку недоліків, що ускладнюють їх використання:

- існуючі агрегатори зазвичай пропонують звичайний перелік сервісів списком, що обмежується назвою та їх описом, інколи – посиланням. При цьому можливість фільтрації або взагалі відсутня, або містить лише кілька опцій;
- малий вибір саме імерсивних сервісів – переважна більшість існуючих баз і каталогів агрегують сервіси різного гатунку, виключаючи AR/VR взагалі, або включаючи лише їх незначну кількість (маленький вибір);
- мовний бар'єр – існуючі розробки не мають україномовного інтерфейсу, є переважно англomовними;
- деякі агрегатори працюють лише за платною підпискою (напр., Labster);
- деякі платформи (наприклад, Meta/Oculus) збирають дані користувачів, що може суперечити українським законам про захист персональних даних про дітей.

Усвідомлюючи ці проблеми, відділом технологій відкритого навчального середовища Інституту цифровізації освіти НАПН України було створено «Каталог імерсивних сервісів» (<https://www.immersive-tools.pp.ua/>) (див. параграф 2.2), який можна використовувати у підтримці освітнього процесу у вітчизняних ЗЗСО України. Це – електронний каталог, що агрегує різні сервіси доповненої та віртуальної реальності. Існує система фільтрації, завдяки якій можна зручно відбирати потрібні сервіси, залежно від потреби вчителя (освітній рівень (1–12 клас), предмет, мова інтерфейсу, платний/безкоштовний тощо).

Система фільтрації, що закладена в Каталогі, фактично відображає критерії, за якими вчителі можуть обирати доцільний сервіс, зокрема:

- предметна орієнтованість сервісу (напр., для симуляцій з фізики, для візуалізацій з анатомії і т.д.);
- рівень освіти – на уроках в яких класах доцільно використати сервіс;
- сумісність сервісу з наявними технічними засобами (можливість відтворити на наявній операційній системі, можливість використання на наявних гаджетах і т.д.);
- необхідність внесення оплати (платний чи безкоштовний сервіс);
- локалізація (які мови підтримує сервіс).

Станом на листопад 2025 каталог містить 50 сервісів і продовжує наповнюватися. Доступ до нього – відкритий (<https://www.immersive-tools.pp.ua/>).

Взаємопов'язана реалізація організаційно-управлінського, методичного та технологічного складників результує в розвиток низки навичок і компетентностей учнів:

- розвиток інформаційно-цифрової компетентності учнів;

- підвищення рівня компетентності учнів з природничо-математичних предметів;

- формування навичок безпечного використання імерсивних технологій;
- формування навичок навчання у співпраці;
- формування навичок мікронавчання;
- побудова індивідуальної траєкторії розвитку учнів.

5. *Рефлексивно-аналітичний складник* передбачає оцінювання ефективності впровадження системи та включає: інструменти для оцінки впливу імерсивних сервісів на результати навчання; сервіси для аналізу взаємодії учнів з AR/VR (аналітика, звіти в LMS); самооцінювання та професійна рефлексія педагогів.

Рефлексивно-аналітичний складник є важливою складовою досліджуваної системи, оскільки забезпечує систематичний моніторинг, самооцінювання та аналіз результатів освітнього процесу. Його значущість полягає у тому, що завдяки професійній рефлексії педагог може коригувати власну діяльність, удосконалювати сценарії використання імерсивних технологій та адаптувати їх до індивідуальних потреб учнів. Аналітична частина цього складника дозволяє об'єктивно оцінювати ефективність імерсивного контенту, відстежувати досягнення запланованих результатів та визначати напрями подальшого розвитку системи.

Запропонована система дозволяє гнучко інтегрувати AR/VR у змішане навчання ЗЗСО з урахуванням педагогічної доцільності.

Сформовані авторами підходи та рекомендації можуть бути використані адміністрацією ЗЗСО, педагогами та розробниками навчально-методичного забезпечення для поетапного впровадження імерсивних сервісів в освітній процес, що сприятиме розвитку цифрової компетентності учнів і вчителів, підвищить мотивацію та якість освітнього процесу.

3.3. Змістовий аспект методики використання імерсивних технологій для підтримки змішаного навчання в ЗЗСО

Імерсивна технологія, що використовується в педагогічних цілях, є і освітньою технологією, як система, послідовність дій, вкладених у реалізацію цілей, завдань освітніх концепцій і засобом навчання (рис. 3.2) [59].

Створюючи подібність реальних об'єктів за допомогою інформаційного моделювання, імерсивні технології підсилюють принцип наочності. У результаті учень отримує майже такий самий особистісний досвід у сприйнятті, у здійсненні дій, як і за реальної взаємодії у подібних ситуаціях. Змінюються також зміст освіти (що стає інформаційним), взаємодія між учителем й учнями, їх дії, спосіб подачі та засвоєння матеріалу. Змінюється роль і завдання викладача - у віртуальному середовищі вони набувають нової якості. Педагог стає координатором й співучасником навчального процесу, одне з головних завдань

вчителя - проектування віртуального оточення і розробка сценаріїв для занурення учнів у штучний простір. Для формування імерсивного середовища вчителю важливо використовувати не тільки сучасне обладнання, а й моделювати освітні процеси, застосовувати нові методичні підходи та стратегії.



Рис. 3.2. Дидактична особливість імерсивних технологій

У якості теоретичної основи нашого дослідження використано когнітивно-афективну модель імерсивного навчання (CAMIL) [94, с. 943], яка обґрунтовує механізми впливу імерсивних освітніх середовищ на пізнавальну активність, емоційне залучення та формування глибших концептуальних знань. Дослідниками визначено зв'язки між основними факторами та компонентами когнітивно-афективної моделі імерсивного навчання (рис. 3.3).

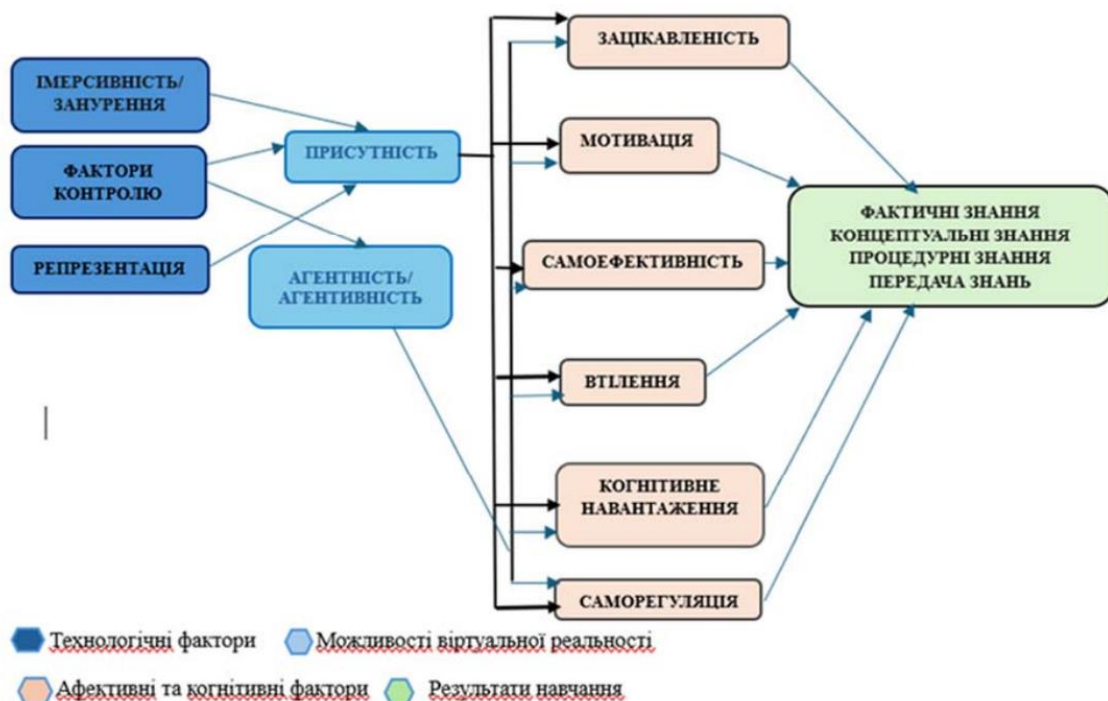


Рис. 3.3. Представлення зв'язків між компонентами когнітивно-афективної моделі імерсивного навчання (CAMIL) [94, с. 943]

*переклад автора статті

В моделі виокремлюються ключові компоненти: імерсивна присутність – відчуття «занурення» у навчальне середовище, агентність – відчуття контролю та впливу учня на перебіг подій у середовищі, що підсилює мотивацію, когнітивне навантаження – імерсивні технології можуть як знижувати, так і збільшувати навантаження, залежно від організації контенту, афективна реакція – позитивні емоції, зацікавленість, допитливість сприяють кращому засвоєнню знань. SAMIL обґрунтовує, що імерсивне навчання ефективно завдяки взаємодії когнітивних (інтелектуальних) та афективних (емоційних) чинників у віртуальному або доповненому середовищі.

SAMIL демонструє, що ефективність VR/AR у змішаному навчанні залежить не лише від новизни технологій, а від того, наскільки вони забезпечують психологічну присутність, інтерактивність та емоційно пізнавальну залученість учнів.

Плануючи навчальний процес з використанням імерсивних технологій педагогу необхідно чітко окреслити навчальну мету й завдання. Сучасні VR/AR/MR-технології є принципово новими і перебувають у постійному розвитку. Тому перед викладачем постають завдання щодо вибору засобів/інструментів цих технологій відповідно навчальним програмам конкретної дисципліни, у межах певної теми. Дуже важливим є вибір контенту з огляду на спеціалізацію й вік учнівського контингенту. Інтегруючи засоби імерсивних технологій в освітній процес, вчителів необхідно володіти інформацією щодо змістового наповнення цифрових навчальних ресурсів та їх експертизи [29]; здійснювати координацію роботи учнів у цифровому середовищі; здійснювати відбір ресурсів під конкретні навчальні цілі; підтримувати мотивацію учнів до використання засобів імерсивних технологій в освітньому процесі. Важливим аспектом є диференційований підхід та індивідуалізація освітнього процесу навчання, оскільки учнівська група/клас можуть бути різномірними (встигаючі та відстаючі), з різним темпом роботи та різними навичками роботи з цифровим обладнанням. І це має бути враховано при плануванні структури та змісту уроку/теми [58].

Імерсивні технології (VR/AR/360° відео тощо) у змішаному навчанні природничих дисциплін реалізуються через адаптацію навчального змісту відповідно до державного стандарту, типових навчальних програм та освітніх потреб здобувачів освіти.

Методика застосування імерсивних технологій у процесі змішаного навчання у закладах загальної середньої освіти передбачає системний підхід, що охоплює чітко визначені складники: теоретико-методологічний; цільовий; змістовий (предметний); технологічний; процедурний (організаційно-методичний); діагностичний (оцінювальний).

Одним із ключових структурних компонентів методики є змістовий (предметний) складник, який, перш за все, забезпечує відповідність темам навчальних програм та вікову й пізнавальну доступність змісту пропонованого інтерактивного контенту. Змістовий (предметний) складник у цьому контексті визначає, які поняття, явища та процеси доцільно подати за допомогою

імерсивних засобів. Його основна функція полягає у визначенні змістових елементів навчального матеріалу, які доцільно візуалізувати за допомогою технологій доповненої (AR), віртуальної реальності (VR) чи 360° відео з метою підвищення ефективності засвоєння учнями навчальної інформації.

Формування змістового складника методики на основі системного підходу, дидактичної доцільності та відповідності до потреб змішаного навчання сприятиме підвищенню ефективності освітнього процесу.

Застосування імерсивних технологій у структурі навчального предмету/теми знаходить місце між теоретичним блоком та експериментом, внаслідок чого учні отримують інформацію про застосування теоретичних знань на практиці і мають можливість відпрацьовувати їх. Предметний зміст імерсивного середовища має бути спрямований на формування ключових компетентностей (зокрема, математичної, природничої, технологічної); критичного мислення, умінь аналізу, моделювання, прогнозування.

Когнітивно-афективна модель імерсивного навчання є концептуальною основою для змістового аспекту методики використання імерсивних технологій як засобу підтримки змішаного навчання, оскільки дозволяє вибудовувати його структуру відповідно до психо-дидактичних закономірностей впливу імерсивного середовища на учня. Вона доводить, що ефективне навчання у імерсивному середовищі відбувається завдяки інтеграції когнітивних факторів, емоційній залученості, зацікавленості, мотивації, впливу технологій на рівень присутності й агентності учня.

CAMIL стала методологічною базою для визначення ключових складників змістового аспекту методики використання VR/AR у змішаному навчанні.

Таблиця 3.1.

Відповідність між компонентами CAMIL і змістовим складником методики використання імерсивних технологій

Компонент CAMIL	Змістовий складник
Імерсивність (присутність)	Тематичне наповнення, візуалізація природних процесів, 3D-моделі, ефект занурення
Агентність	Надання учневі можливості взаємодіяти з об'єктами, змінювати хід подій, управляти симуляціями
Когнітивне навантаження	Добір контенту відповідно до рівня складності, чітка структура, покрокове подання інформації
Емоційна реакція	Вибір тем, що викликають інтерес, допитливість, створення ситуацій здивування та дослідження
Мотивація	Зміст і формат, що пробуджують внутрішній інтерес до навчання через участь та активність

При використанні імерсивних технологій як засобу підтримки навчання, необхідно враховувати результати досліджень [90; 115] щодо повного та часткового занурення у віртуальну реальність. «Це фундаментально різні досвіди користувача: часткове занурення підтримує відчуття «спостереження» за віртуальним середовищем, тоді як повне занурення підтримує відчуття «перебування» в цьому середовищі» [90].

Таблиця 3.2.

Повна та часткова імерсивність при використанні VR /AR технологій

Ознака	VR	AR
Глибина занурення	Повне	Часткове
Пристрій	Спеціальні гарнітури	Телефон, екран ПК або планшета
Застосування	Дослідження, тренажери, віртуальні лабораторії	Демонстрації, симуляція лабораторних дослідів, відеоогляди

Отже, змістовий складник визначає елементи навчального матеріалу, які потребують імерсивної візуалізації; їх інтеграцію у структуру уроку, з урахуванням вікових особливостей учнів; компетентності, які при цьому формуються.

Змістовий (предметний) складник є основою дидактичного проектування імерсивного освітнього середовища, у якому зміст виконує не лише пізнавальну, а й формуючу функцію. Його обґрунтоване наповнення забезпечує можливість цілеспрямованого, методично коректного та педагогічно доцільного впровадження імерсивних технологій у змішане навчання природничих дисциплін.

У попередніх дослідженнях, наприклад [57], наведено й проаналізовано включення додатків віртуальної та доповненої реальності для підтримки фізичного лабораторного експерименту при вивченні теми «Електричні явища» (модельна навчальна програма «Фізика 7-9 класи», 8 клас, «Електричні явища», гриф МОН від 20.02.2023 № 184).

Віртуальні експерименти з використанням VR/AR додатків істотно розширює поле для дослідницької діяльності учнів. Застосування імерсивних засобів навчання в освітньому процесі дозволяє активізувати розумову та пізнавальну діяльність учнів.

Доповнення реального фізичного обладнання віртуальним продиктоване цифровізацією сфер людської діяльності, включно з освітою. Розробка методичного забезпечення є актуальним питанням для процесу організації віртуального лабораторного практикуму з фізики, оскільки можливості цифрових лабораторій набагато ширші за можливості традиційного практикуму.

Отже, імерсивні технології (VR/AR/360° відео тощо) у змішаному навчанні природничих дисциплін реалізуються через адаптацію навчального змісту відповідно до державного стандарту, типових навчальних програм та освітніх потреб здобувачів освіти.

Змістовий складник методики використання імерсивних технологій у змішаному навчанні є комплексним, охоплює педагогічні, психологічні та технологічні компоненти та базується на інтеграції сучасних наукових підходів до навчання. Його формування на основі системного підходу, дидактичної доцільності та відповідності до потреб змішаного навчання сприятиме підвищенню ефективності освітнього процесу та розвитку природничих компетентностей учнів.

Ключовими чинниками успішної реалізації методики є забезпечення когнітивної активності учнів, афективного залучення, оптимального когнітивного навантаження та відчуття присутності у навчальному середовищі – відповідно до моделі SAMIL. Приклади застосування додатків віртуальної та доповненої реальності в освітньому процесі свідчать про їх потенціал у розвитку дослідницьких умінь, критичного мислення та мотивації до вивчення природничих дисциплін.

Щоб отримати максимальну віддачу, важливо ретельно інтегрувати імерсивні технології в шкільні навчальні програми, визначити способи, якими ці технології можуть покращити сприйняття навчального матеріалу та забезпечити постійний професійний розвиток вчителів з питань використання VR/AR технологій.

3.4. Організаційні засади використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання

Використання цифрових технологій в освітньому процесі вимагає не лише технологічної підтримки, а й ретельно продуманої організації навчальної діяльності. Дослідження показують, що підготовка вчителя до проведення занять із використанням новітніх технологій може займати значний час, що зменшує готовність педагогів до їх впровадження [46].

Особливо це стосується імерсивних технологій (VR, AR, MR), які потребують не лише технічного оснащення, а й адаптації методик викладання, добір засобів навчання та їх перевірка, розроблення завдань для учнів, добір форм і методів навчання, оцінювання та підготовки учнів до ефективної роботи в такому середовищі [11]. Якщо ці організаційні аспекти не враховані, процес інтеграції імерсивних технологій в освітню практику стає складним і малоефективним.

Таким чином, організаційні аспекти залишаються ключовими у використанні цифрових технологій, зокрема імерсивних [11]. Далі розглянемо підходи та особливості організації освітнього процесу з використанням імерсивних технологій для різних вікових груп учнів.

До особливостей організації освітнього процесу в початковій школі з використанням імерсивних технологій у змішаному навчанні належать: дозоване

використання цифрових технологій (не більше 5–10 хвилин за сесію), поєднання імерсивних технологій із фізичною активністю, практичними вправами та живим спілкуванням, орієнтація на візуальне та практичне навчання, використання ігрових форм навчання, а також урахування когнітивних і фізіологічних особливостей учнів молодшого шкільного віку. Важливо зазначити, що організація такого навчання, як правило, є ініціативою вчителя, що потребує від нього відповідної підготовки.

Використання доповненої реальності в таких формах, як AR-казка, AR-інструкція, AR-експеримент, AR-музей, сприяє підвищенню залученості учнів до навчального процесу, розвитку критичного мислення та формуванню стійкої мотивації до пізнання.

- AR-казка – інтерактивні історії, що поєднують обговорення, читання, тестування, сприяють розвитку мовленнєвих навичок і уяви.

- AR-інструкція – покрокові візуальні пояснення, що застосовуються для малювання, ліплення, розробки, аплікації, формуючи практичні навички та моторику.

- AR-експеримент – віртуальні дослідження, що сприяють спостереженню, творчій діяльності, розвитку аналітичного мислення та наукового підходу.

- AR-музей – інтерактивне вивчення культурної спадщини через слухання, перегляд, ознайомлення, що збагачує кругозір і формує історичну свідомість.

Поєднання цих форм AR-технологій у процесі змішаного навчання допомагає не лише урізноманітнити освітній процес, а й адаптувати навчання до індивідуальних потреб учнів початкової школи.

Інтеграція AR та VR у навчальний процес учнів 5–9 класів є ефективним інструментом для розвитку навичок у різних галузях знань. Ці технології стимулюють розвиток критичного мислення учнів та покращують розуміння складних наукових концепцій.

До особливостей організації освітнього процесу для учнів 5–9 класів із використанням доповненої та віртуальної реальності необхідно віднести: добір відповідних технологій та інструментів (наприклад, AR/VR-пристроїв і програм), активну діяльність учнів через інтерактивне навчання, адаптацію технологій до рівня розвитку учнів (з урахуванням складності завдань), індивідуалізацію навчання, розвиток критичного мислення, міжпредметну інтеграцію, розвиток соціальних та комунікаційних навичок, а також забезпечення безпеки під час навчання (обмеження часу роботи з VR, контроль фізичної безпеки учнів). Тому ефективними можуть бути такі форми використання доповненої та віртуальної реальності в умовах змішаного навчання: AR-симуляції, AR-квести, AR-моделювання, VR-лабораторії, VR-курси.

- AR-симуляції (природничі предмети, життєві ситуації, історичні події). Ці технології дають змогу створювати віртуальні моделі предметів, процесів або подій, які учні можуть вивчати за допомогою смартфонів,

планшетів чи спеціальних пристроїв. Віртуальні моделі надають можливість учням досліджувати природні явища, історичні події чи вирішувати життєві ситуації в інтерактивному форматі. Це сприяє розвитку аналітичного мислення, зокрема в таких дисциплінах, як фізика, хімія, історія, де важливо розуміти процеси та їхні наслідки.

– AR-квести. Це формат, в якому учні можуть взаємодіяти з віртуальними об'єктами і вирішувати завдання чи головоломки, пов'язані з різними предметами. Використання AR-квестів може стати цікавим для відтворення історичних подій чи проведення навчальних квестів з математики, біології, літератури. Формат гри підвищує мотивацію учнів до навчання, сприяє командній роботі та розвитку навичок швидкого прийняття рішень.

– AR-моделювання (об'єкти, процеси). Це створення або використання 3D-моделей об'єктів або процесів, які учні можуть досліджувати та взаємодіяти з ними в реальному часі. Це важливо для таких предметів, як математика, фізика, географія, де абстрактні концепти, такі як молекули, планетарні системи або географічні об'єкти, можуть бути наочно представлені моделями.

– VR-лабораторії (дослідження, експериментування). Віртуальні лабораторії дозволяють учням проводити експерименти та дослідження без необхідності фізично бути в лабораторії. Ці лабораторії можуть використовуватися для вивчення хімічних реакцій, фізичних явищ чи біологічних процесів, створюючи умови, які складно або небезпечно відтворювати в реальному світі. Такий формат є особливо корисним для старших класів (7–10), де учні вже мають необхідні теоретичні знання для проведення експериментів.

– VR-курси (навчання, подолання освітніх втрат). У віртуальному середовищі учні можуть вивчати нові теми чи повторювати матеріал. Це особливо важливо в умовах освітніх втрат, де учні мають можливість відновити свої знання за допомогою інтерактивних курсів, адаптованих до їхніх потреб і темпу навчання. Віртуальні курси можуть включати додаткові заняття з таких предметів, як математика, іноземні мови, програмування.

Розглянемо особливості організації освітнього процесу учнів 10-11 класів, що включають: розроблення адаптованих навчальних програм, інфраструктуру та обладнання класу, технічну підтримку та обслуговування, міжпредметні зв'язки, індивідуальні потреби учнів, безпекові заходи та ін.

Розроблення адаптованих навчальних програм. Програми мають бути адаптовані до вікових особливостей учнів, а також до специфіки кожної дисципліни. Програми повинні враховувати рівень розвитку учнів, їхні інтереси та потреби, що дозволить зробити процес навчання більш цікавим і ефективним. Використання AR/VR у контексті старших класів дає можливість розвивати критичне мислення та вирішувати складні проблеми.

Інфраструктура та обладнання класу. Для впровадження доповненої та віртуальної реальності в навчальний процес необхідно створити відповідну інфраструктуру, що включає: пристрої для AR/VR (смартфони, планшети, окуляри VR тощо); спеціальне програмне забезпечення, яке дозволяє створювати

та використовувати віртуальні об'єкти й середовища; навчальні платформи для організації змішаного навчання, де учні можуть працювати з VR-курси та AR-симуляціями.

Технічна підтримка та обслуговування. Необхідно організувати регулярне технічне обслуговування AR/VR пристроїв, програмного забезпечення та електронних платформ. Важливо мати технічний персонал, який може забезпечити безперебійну роботу обладнання та оперативно вирішувати технічні проблеми.

Міжпредметні зв'язки. Для учнів 10-11 класів використання AR та VR дозволяє організувати міжпредметні проекти. Наприклад, вивчення історії може поєднуватися з географією через AR-музеї, а природничі науки (фізика, хімія, біологія) — через AR-експерименти або VR-лабораторії. Це сприяє розвитку комплексного розуміння навчальних тем і дає можливість бачити зв'язок між теорією та практикою.

Індивідуальні потреби учнів. Врахування індивідуальних потреб учнів є важливим аспектом організації освітнього процесу. AR/VR технології дозволяють персоналізувати навчальний досвід для кожного учня, створюючи умови для самостійного дослідження матеріалу в індивідуальному темпі. Це також може допомогти учням, які мають особливі потреби або пропустили частину навчання, повернутися до тем у зручному для них форматі.

Безпекові заходи. Враховуючи специфіку використання віртуальних та доповнених технологій, необхідно організувати заходи для забезпечення фізичної та психологічної безпеки учнів: забезпечення правильного використання обладнання (наприклад, правильний розмір VR-окулярів, щоб уникнути незручностей); організація перерв під час використання VR для запобігання втоми очей чи головного болю; обмеження часу перебування в віртуальному середовищі, особливо для учнів, які мають проблеми зі здоров'ям.

Ефективними можуть бути такі форми використання доповненої та віртуальної реальності в умовах змішаного навчання: VR-професія, VR-соціалізація, VR-лабораторія, VR-музей, VR-проект, VR-навчання.

– VR-професія. Віртуальні симуляції професійних навичок і ситуацій дозволяють учням старших класів ознайомитись із майбутніми професіями. Це може бути особливо корисно для профорієнтаційної роботи, де учні можуть віртуально “спробувати” різні професії (наприклад, лікаря, інженера, програміста тощо).

– VR-соціалізація. Створення віртуальних соціальних середовищ, де учні можуть взаємодіяти один з одним, навчатися працювати в команді, вирішувати групові завдання та розвивати соціальні навички. Це також може включати моделювання реальних ситуацій, з якими учні можуть зустрітись у житті.

– VR-лабораторія. Віртуальні лабораторії, де учні можуть проводити різноманітні експерименти без обмежень, що існують в реальному світі (наприклад, у хімії, фізиці, біології). Це дає можливість вивчати складні наукові явища без необхідності у спеціальному лабораторному обладнанні.

– VR-музей. Віртуальні екскурсії та музеї дозволяють учням познайомитись із важливими історичними подіями, науковими досягненнями чи культурними пам'ятками без фізичної присутності в музеї. Це може бути корисно для вивчення історії, мистецтва, археології тощо.

– VR-проект. Створення віртуальних проєктів, де учні працюють над проєктними завданнями в різних галузях знань (наприклад, створення архітектурних об'єктів, вивчення екологічних проблем). Це допомагає інтегрувати знання з різних предметів і розвивати навички критичного мислення та вирішення проблем.

– VR-навчання. Віртуальні курси, що дозволяють учням вивчати матеріал у вигляді інтерактивних вправ, що стимулюють активну участь та самостійну роботу. Це може включати повторення матеріалу, якісне засвоєння нових тем, підготовку до іспитів чи ЗНО в інтерактивному форматі.

Враховуючи, що змішане навчання передбачає зміну форм навчання з очної на онлайн або дистанційну та навпаки, варто зазначити особливості організації онлайн навчання. Організація онлайн навчання з використанням доповненої та віртуальної реальності в умовах змішаного навчання має багато переваг, однак вимагає ретельної підготовки та уваги до кількох важливих аспектів. По-перше, необхідно адаптувати технології до рівня розвитку учнів, забезпечуючи їм доступ до інструментів, які стимулюють активну діяльність і сприяють розвитку критичного мислення. Важливою складовою є також міжпредметна інтеграція, яка дозволяє учням досліджувати зв'язки між різними науковими галузями через використання AR/VR технологій. По-друге, ключовою організаційною особливістю є забезпечення ефективної технічної інфраструктури, що включає наявність необхідного обладнання та програмного забезпечення, а також підтримку високої швидкості інтернет-зв'язку для безперебійної роботи в онлайн середовищі. Крім того, для досягнення максимальних результатів важливо враховувати індивідуальні потреби учнів, сприяти розвитку їхніх соціальних і комунікаційних навичок через інтерактивні завдання та міжособистісні взаємодії. Важливою складовою є також забезпечення безпеки учнів під час навчання, в тому числі захист їхніх персональних даних та безпечне використання AR/VR платформ. Успішне впровадження AR/VR технологій в онлайн навчання потребує також наявності професійно підготовлених педагогів, які зможуть ефективно організовувати навчальний процес, адаптуючи його до цифрових умов та використовуючи новітні технології для стимулювання учнів до самостійного навчання і творчої діяльності.

Отже, використання доповненої та віртуальної реальності в навчанні забезпечує нові можливості для покращення освітнього процесу. Це дозволяє не тільки зробити навчання більш динамічним і захоплюючим, але й покращити засвоєння матеріалу через інтерактивність і практичне застосування знань. Однак для ефективного впровадження таких технологій необхідно враховувати організаційні, технічні, педагогічні та безпекові аспекти.

3.5. Перспективи використання імерсивних технологій в умовах змішаного інклюзивного навчання

Організація освітнього процесу в сучасних умовах України стала справжнім викликом, як для учнів, так і для освітян. Війна в Україні внесла значні корективи в освітній процес, проте не змогла його зупинити. Освіта і наука завжди були основами розвитку суспільства, і за минулі століття зазнали суттєвих змін, що дозволило вдосконалити методи навчання та дослідження. Тепер в умовах війни завдання освітнього марафону полягає не лише в збереженні безперервності навчання, але й у збереженні здоров'я та добробуту учнів. Зокрема, освітні установи працюють над створенням умов для дітей з особливими освітніми потребами, які мають ще більше труднощів у таких складних обставинах.

Освітній процес можна організовувати за трьома формами: очною, дистанційною та їхнім поєднанням (змішаним режимом). Чітких моделей змішаного режиму навчання в законодавстві поки немає, тож школи можуть у межах своєї автономії самостійно визначати формати поєднання та пропорції. Тому заклади освіти практикують різні підходи: навчання в кілька змін, чергування очної та дистанційної форми, синхронне навчання в класі очно та дистанційно тощо. Змішаний режим навчання не закріплений у законодавстві як окрема форма здобуття освіти, адже він передбачає поєднання очної й дистанційної форм. Останні ж закріплені Законами України “Про освіту” та “Про повну загальну середню освіту”.

У роботі “Освіта під час війни” [33] надано характеристику моделей змішаного навчання, що застосовуються в українських школах. Змішане навчання поєднує очне та дистанційне навчання і включає різні види занять залежно від їх характеру (наприклад, лекції – дистанційно, практичні заняття – очно). Виокремлено кілька моделей змішаного навчання: ротаційну, гнучку, особистісно зорієнтовану та модель збагаченого віртуального середовища, й кожна модель має свої особливості:

- Ротаційна модель передбачає чергування занять в класі та онлайн, забезпечуючи активне використання електронних ресурсів та технологій.
- Гнучка модель дозволяє учням чергувати онлайн та офлайн види діяльності, працюючи синхронно або асинхронно, а вчитель виконує багатофункційну роль координатора.
- Особистісно зорієнтована модель спрямована на індивідуалізацію освітньої траєкторії, що підходить для учнів, які потребують особливого підходу або поглибленого вивчення предметів.
- Модель збагаченого віртуального середовища акцентує увагу на роботі з цифровими ресурсами та може призводити до дефіциту соціальної взаємодії, тому важливо забезпечити учням очні заходи для взаємодії.

У роботі [20] встановлено, що використання змішаного навчання з використанням цифрових технологій підвищує залученість учнів і забезпечує

гнучкість освітнього процесу. Наголошується на потенціалі імерсивних технологій, зокрема віртуальної та доповненої реальності, для підвищення якості змішаного навчання. Зазначається, що такі технології сприяють створенню інтерактивного навчального середовища, що полегшує засвоєння складних тем через практичний досвід та симуляцію. Використання VR та AR у навчанні сприяє розвитку критичного мислення та підвищенню зацікавленості учнів, забезпечуючи при цьому індивідуалізований підхід і розширення можливостей вивчення матеріалу. Однак, також зазначено про важливість підготовки педагогів і технічного забезпечення для ефективної інтеграції цих технологій в освітній процес.

У статті [78] описується застосування імерсивних технологій у змішаному навчанні після пандемії COVID-19. Автори підкреслюють, що пандемія стимулювала використання віртуальних навчальних середовищ та аудіовізуальних технологій як важливих складників для підтримки освітнього процесу. Досліджено, як використання цих технологій, таких як віртуальна реальність, допомагає покращити навчання в умовах змішаного режиму. Було проведено огляд методологій та представлено кейс-стаді I-Ulysses як приклад віртуального навчального середовища. В роботі зазначається, що імерсивні технології, такі як VR, дозволяють створювати інтерактивні та глибоко залучаючі навчальні середовища. Це особливо важливо для змішаного навчання, коли частина матеріалу викладається дистанційно, а інша – у класі. Використання VR, як у випадку платформи "I-Ulysses", сприяє створенню віртуальних турів, що дозволяють учням поринути в контекст навчального матеріалу. Це підвищує рівень залученості та полегшує процес засвоєння інформації, особливо коли йдеться про культурний або історичний контекст, де фізична присутність може бути недоступною.

Дослідження [103] показує, що використання імерсивних технологій, зокрема доповненої реальності та віртуальної реальності, суттєво покращує онлайн-навчання, підвищуючи залученість учнів. AR забезпечує інтерактивні, насичені контекстом навчальні можливості, а VR створює повністю імерсивні середовища для глибокого засвоєння матеріалу через симуляцію. Основні виклики включають доступність і вартість. Рекомендації полягають у інвестуванні в технології, проведенні тренінгів для педагогів та посиленні доступності для всіх студентів.

Автори [102] підкреслюють важливість імерсивних сценаріїв, які представляють собою еволюцію інтерактивних сценаріїв та дозволяють створити відчуття присутності, що сприяє більш глибокому засвоєнню матеріалу. У цьому контексті імерсивні сценарії стають інструментом для підвищення взаємодії між учнем і навчальним середовищем, забезпечуючи можливість адаптації та персоналізації навчального процесу. Застосування таких сценаріїв не лише сприяє кращій взаємодії, але й забезпечує розвиток творчих і соціальних навичок учнів, що є важливими для навчання у XXI столітті. Робота також акцентує увагу на необхідності розробки навчальних середовищ з урахуванням концепції г'ютагогіки, де акцент робиться на самостійне навчання, дослідження і розвиток

індивідуальних траєкторій. Автори зазначають, що імерсивні технології та середовища, створені на їх основі, можуть підвищити рівень залученості учнів, дозволяючи їм вибирати свій власний шлях навчання, що є основною характеристикою сучасного освітнього процесу в умовах цифрової трансформації.

Результати проведеного дослідження [30] показали, що учні гімназій готові до використання доповненої реальності у навчанні. Важливими факторами для ефективного впровадження AR в освітній процес є вміння вчителів правильно і доречно використовувати AR як під час офлайн, так і онлайн уроків. Особливо це стосується тих матеріалів, що пропонуються в підручниках, зошитах та інших навчальних засобах. Також значну роль відіграє наукове, влучне та привабливе рішення щодо дизайну AR, який охоплює створення 3D-моделей об'єктів, а також додавання відео- та аудіо-ефектів, що відтворюють процеси, які важко вивчити у реальному світі. Не менш важливою є наявність у вчителів і учнів засобів та необхідних додатків для роботи з AR. Крім того, важливим є стан налагодження взаємозв'язків між користувачами та розробниками AR для забезпечення потреб освітнього процесу, що дозволить ефективно інтегрувати цю технологію в навчання.

Імерсивні технології стають важливим компонентом сучасного змішаного навчання, особливо в інклюзивній освіті. Вони надають можливість створювати індивідуалізовані та безпечні умови для навчання, що дозволяють учням з особливими освітніми потребами не лише здобувати нові знання, але й розвивати соціальні навички, підвищуючи впевненість у собі. Це забезпечує їм рівний доступ до освіти та можливість повноцінної інтеграції в навчальний процес, незважаючи на фізичні або психічні обмеження.

Інклюзивність в освіті набула нового значення завдяки ухваленню Національної стратегії розвитку інклюзивного навчання на період до 2029 року, яка була затверджена Кабінетом Міністрів України у червні 2024 року. Стратегія передбачає створення інклюзивних груп подовженого дня, введення посад асистентів вихователів та вихователів ЗЗСО, а також розробку нормативних актів щодо їх оплати праці. Це спрямовано на забезпечення підтримки дітей з особливими освітніми потребами та створення сприятливого освітнього середовища для їх інтеграції у суспільство.

Окрім нормативного забезпечення інклюзивної освіти, у серпні 2024 року Міністерство освіти і науки України разом із Українським інститутом розвитку освіти презентували методичні рекомендації щодо оцінювання навчальних досягнень учнів із особливими освітніми потребами (<https://mon.gov.ua/osvita-2/inklyuzivne-navchannya/dlya-fakhivtsiv/posibniki>). Ці рекомендації містять практичні інструменти, що дозволяють адаптувати освітній процес до індивідуальних потреб кожної дитини та стежити за її прогресом. Саме такі рекомендації дозволяють використовувати імерсивні технології як потужний інструмент, що сприяє глибшому залученню учнів з ООП у навчальний процес, полегшуючи їхню адаптацію та навчання.

Таким чином, використання імерсивних технологій у поєднанні зі змішаним навчанням має потенціал суттєво підвищити ефективність освітнього процесу, особливо для дітей з ООП, створюючи нові перспективи для їхнього особистого розвитку та повноцінної соціальної інтеграції.

Пропонуємо **рекомендації щодо використання імерсивних технологій в умовах змішаного навчання для інклюзивної освіти в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО):**

Інтеграція імерсивних технологій. Імерсивні технології рекомендується інтегрувати в освітні програми для підвищення залученості учнів і створення більш динамічного та інтерактивного навчального середовища. Важливо розробити навчальні матеріали, які надають учням практичний досвід і симуляції, з урахуванням адаптації для учнів з особливими освітніми потребами (ООП).

Адаптація освітніх програм. Програми мають бути адаптовані до можливостей імерсивних технологій, з урахуванням індивідуальних потреб учнів з ООП. Використання імерсивних сценаріїв сприяє розвитку соціальних і творчих навичок та підвищує ефективність навчання через індивідуалізований підхід.

Нормативно-правове регулювання. Розробка нормативно-правових актів, що регулюють впровадження імерсивних технологій, має забезпечити фінансову підтримку освітніх закладів. Важливо створити грантові програми для шкіл, які впроваджують такі технології, з метою підвищення якості освіти та доступності для всіх учнів.

Підготовка педагогічних кадрів. Для успішної інтеграції імерсивних технологій важливо забезпечити належну підготовку педагогів і їхніх асистентів. Це включає розробку методичних рекомендацій, організацію тренінгів і підтримку вчителів у використанні новітніх технологій. Врахування потреб педагогів у навчанні є необхідним, особливо з огляду на витрати на обладнання.

Підтримка асистентів. Введення посад асистентів педагогів, які підтримують учнів з ООП під час роботи з імерсивними технологіями, сприятиме створенню сприятливого навчального середовища. Асистенти повинні бути належно підготовлені для підтримки учнів у використанні технологій.

Підтримка технічної інфраструктури. Освітні заклади повинні бути забезпечені відповідним обладнанням, таким як гарнітури та планшети. Необхідно створити програми державної підтримки для закупівлі обладнання та розробити механізми фінансування, що враховують значні витрати на його придбання.

Створення інклюзивного навчального середовища. Імерсивні технології дозволяють створити індивідуалізовані умови для учнів з ООП, що сприяє зниженню тривожності, підвищенню впевненості та розвитку соціальних навичок. Також технології сприяють покращенню соціальної взаємодії та когнітивних навичок учнів.

Розвиток інфраструктури та доступності. Забезпечення доступу до імерсивних технологій для всіх учнів, незалежно від їхнього соціального або географічного положення, є важливим. Це включає розвиток технічної інфраструктури, доступ до застосунків та навчальних матеріалів, а також забезпечення доступності для учнів з обмеженими можливостями.

Індивідуалізація підходу. Використання імерсивних технологій має враховувати вікові та психофізіологічні особливості учнів. Контроль часу використання технологій та адаптація контенту сприятимуть безпеці та ефективності навчання, зокрема для учнів з ООП, допомагаючи подолати тривожність та фобії.

Отже, значення імерсивних технологій для підвищення ефективності навчання та інтеграції учнів з ООП у загальноосвітній процес є беззаперечним. У сучасній освіті існує потреба у забезпеченні рівних можливостей для всіх учнів, незалежно від їхніх фізичних, когнітивних або соціальних особливостей. Традиційні підходи до навчання не завжди здатні забезпечити необхідну адаптацію та інклюзію для учнів з ООП. Імерсивні технології, такі як віртуальна та доповнена реальність, можуть сприяти більш ефективному залученню та мотивації учнів з ООП, якщо цей процес відбуватиметься на педагогічно виважених, методично обґрунтованих засадах.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВЧИТЕЛІВ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

4.1. Кейси практичного використання імерсивних технологій

Імерсивні технології, що включають віртуальну (VR), доповнену (AR) та змішану реальність (MR), займають все більш вагоме місце в освітньому процесі. Вони пропонують нові можливості для занурення учнів у навчальний контекст, дозволяючи значно покращити засвоєння матеріалу завдяки інтерактивності, наочності та глибинному зануренню в ситуації, що моделюються. Використання імерсивних технологій у закладах загальної середньої освіти відкриває нові можливості для розвитку учнів, стимулюють їхній інтерес до навчання, покращують мотивацію та сприяють глибшому розумінню навчальних предметів.

Завдяки таким технологіям, учні отримують можливість взаємодіяти з навчальними матеріалами в новому форматі, де теоретичні знання стають живими та доступними через цифрові інтерактивні середовища. Наприклад, за допомогою VR можна здійснювати віртуальні подорожі в історичне минуле або занурюватися в молекулярний світ хімічних реакцій, що значно покращує розуміння складних концептів. AR дає змогу вивчати предмети та явища, доповнюючи реальність додатковими відомостями, що є надзвичайно корисним для вивчення природничих та гуманітарних наук.

Впровадження імерсивних технологій у загальну середню освіту вже демонструє позитивні результати, проте потребує значних зусиль для ефективного використання. Педагоги стикаються з низкою викликів, серед яких необхідність адаптації технологій до конкретних предметів і вікових груп, підготовка вчителів та забезпечення доступності технологічного обладнання. У той же самий час, практичний досвід використання імерсивних технологій дозволяє зібрати цінні кейси, що демонструють успішне впровадження таких технологій у різних навчальних контекстах.

Використання кейсів у процесі організації навчання має довготривалу історію і в наукових дослідженнях доведено ефективність їх використання у закладах освіти різного типу: від початкової школи до вищої, а також при організації корпоративного навчання.

Кейс-технологія є одним із різновидів інтерактивних технологій навчання, які являють собою ефективний методичний інструмент особистісно-орієнтованого освітнього процесу. Її суть полягає у створенні діалогу між

учасниками процесу навчання, що дає змогу кожному успішно виконувати поставлені завдання, а також сприяти в допомозі учасникам процесу навчання соціалізуватися в навчальному середовищі, усвідомити себе частиною групи чи колективу, зрозуміти свою роль та потенціал.

Застосування кейс-технології у закладах освіти має низку значних **переваг**, які сприяють всебічному розвитку здобувачів освіти. До основних з них можна віднести:

- формування критичного мислення та аналітичних навичок (кейс-технології розвивають уміння глибоко аналізувати навчальні ситуації та ефективно шукати шляхи їх розв’язання) [123];

- розвиток комунікативних навичок (учні навчаються чітко формулювати та висловлювати власну думку, активно взаємодіяти у процесі обговорення) [75; 123];

- підвищення результативності навчання під час вивчення природничих дисциплін. Результати дослідження [74] свідчать, що застосування кейс-технологій суттєво підвищує ефективність навчального процесу, зокрема в галузі природничих наук та сприяє формуванню дослідницьких компетентностей і підвищує мотивацію учнів завдяки одночасному поєднанню навчального матеріалу з описом реальних ситуацій [106];

- опанування керування часом через формування навичок ефективного управління часом, що є важливим для розв’язання комплексних завдань [1];

- системний та комплексний підхід до процесу отримання знань (завдяки кейсам учні розвивають навички аналізувати навчальні задачі системно, оцінюючи всі взаємозв’язки та аспекти, особливо якщо задачі кейсу потребують ігрових методів для їх розв’язання) [34];

- підвищення навчальної активності та зацікавленості природничими предметами через можливість поєднувати навчання з розвагами [68].

Зазначені переваги використання кейс-технології у процесі навчання відповідають вимогам Нової української школи, оскільки відповідають принципам компетентнісного підходу та забезпечують розвиток ключових компетентностей учнів. Особливої уваги заслуговують формування інноваційної та інформаційно-комунікаційної компетентностей, які в сучасних умовах організації процесу навчання неможливі без урахування імерсивних технологій.

Як зазначено в дослідженнях [7], кейси ефективно поєднуються з імерсивними технологіями, які сприяють створенню реалістичних, інформативних та візуально насичених навчальних ситуацій. Така синергія сприяє ефективному розвитку аналітичного, критичного та творчого мислення та пояснюється кількома ключовими аспектами, зокрема:

- віртуалізація середовища навчання: кожна навчальна ситуація, представлена в кейсі, реалістично змальовує середовище подій. Імерсивні технології надають можливість віртуального відтворення цього середовища, підвищуючи реалістичність сприйняття;

– доступ до віртуальних відомостей: кейс-ситуації вимагають достатніх початкових відомостей, а імерсивні технології сприяють представленню цих відомостей у віртуальному просторі;

– розширена візуалізація: для ефективного засвоєння матеріалу кейс-ситуації потребують різноманітної візуалізації, включаючи графіки, таблиці та відео. Імерсивні технології значно спрощують і розширюють можливості створення та інтеграції цих візуальних елементів.

Формуванню громадянських та соціальних компетентностей сприяє використання технологій доповненої реальності для розробки практичних кейсів соціального спрямування. Дослідники [75] довели, що використання практичних кейсів на основі імерсивних технологій учнями старшої школи мотивує їх, вчить працювати у команді, брати відповідальність за роботу команди, обґрунтовувати власну думку і доводити її доцільність в рамках соціальних проєктів.

Попри численні переваги використання кейс-технології у процесі навчання, доцільно обговорити й **недоліки**, а саме:

– кейси не завжди є особистісно орієнтованими, оскільки часто орієнтуються на типові ситуації без урахування індивідуального досвіду учнів;

– не всі кейси забезпечують достатній рівень інтерактивності, що знижує залученість і мотивацію до навчальної діяльності;

– обмежений візуальний та емоційний вплив через те, що друковані або текстові кейси не завжди спроможні передати глибину ситуації чи викликати емпатію;

– складність у створенні якісних, актуальних і змістовних кейсів, що вимагають значних ресурсів і часу;

– недостатнє залучення учнів з особливими освітніми потребами через шаблонний підхід до подання навчальних відомостей;

– труднощі з формуванням повноцінного контексту навчальної ситуації, особливо у випадках, коли вона потребує відтворення складних або небезпечних процесів.

Уникнути або мінімізувати зазначені недоліки можливо завдяки інтеграції імерсивних технологій у кейс-технологію та організації навчання в імерсивному середовищі [26; 88].

Розвиток понять «кейс» і «кейс-метод» в контексті імерсивних технологій.

Кейси в контексті імерсивних технологій можуть розглядатися як інтерактивні навчальні ситуації, що дозволяють учням зануритися у віртуальне або доповнене середовище для розв’язання реальних або штучно змодельованих проблем. Використання VR та AR створює нові можливості для розробки освітніх кейсів, з метою розвитку критичного мислення та аналітичних навичок. Ці імерсивні технології забезпечують учнів можливістю не лише вивчати теорію, а й активно застосовувати знання на практиці, наближаючи процес навчання до реальних життєвих ситуацій.

Поняття «кейс» (від англ. case – випадок, ситуація) – це навчальна ситуація, завдання або сценарій, який описує реальну або штучно створену ситуацію, де учні повинні приймати рішення або виконувати дії.

Концептуальні засади кейс-технології були закладені у 1920-1930-х роках у Гарвардській бізнес-школі. Декан Дін Воллес Донем (Dean Wallace Donham) започаткував використання кейс-методу як інструменту аналізу реальних бізнес-ситуацій у навчанні студентів. Він був одним із перших, хто використав термін «кейс» у контексті освітнього процесу.

У 1950-1960-тих роках цей метод набув популярності серед провідних університетів США, зокрема в бізнес-освіті. Вже на той час термін «кейс» почав активно використовуватися у навчанні для пошуку розв'язку проблем, зокрема навчальних та освітніх, а також пошуку шляхів розв'язання різних випадків та реальних життєвих бізнес-ситуацій.

Впродовж 1970-1980-тих років кейс-технологія починає активно застосовуватися не лише у сфері бізнесу, а й у закладах освіти, зокрема в галузях гуманітарних, медичних та юридичних наук. У цей період кейс-технологія трансформується на потужний інструмент навчання, що сприяє розвитку критичного мислення, аналітичних навичок і здатності ухвалювати рішення в умовах, наближених до реальних [86].

З розвитком комп'ютерної техніки, інформаційно-комунікаційних технологій у 1990-тих роках було адаптовано кейс-метод до нових технологічних можливостей. З появою VR та AR з'явився новий напрям у використанні кейсів, а саме можливість реалізувати кейси не тільки як текстові або відео-сценарії, а й у вигляді інтерактивних віртуальних середовищ, де учні можуть «занурюватися» в ситуації або проблеми [80].

Вже на початку XXI ст. кейс-метод та його технологічні адаптації (кейси на основі VR/AR) починають поступово використовуватися у закладах освіти. Активний розвиток спеціальних платформ для організації онлайн-навчання сприяв розповсюдженню кейс-технології на ширшу аудиторію. Згодом, приблизно у 2010 році, використання кейсів у форматі VR і AR для мобільних пристроїв надає можливість створювати інтерактивні навчальні сценарії для учнів усіх вікових груп. Використання імерсивних технологій у процесі навчання дозволяє реалізовувати складніші кейси з глибоким зануренням, що стимулює розвиток навичок прийняття рішень, аналізу ситуацій і міждисциплінарного підходу. На теперішній час VR, AR, MR активно інтегруються в освітній процес закладів загальної середньої та вищої освіти, забезпечуючи нові форми навчання через кейс-технологію.

Класифікація кейсів за метою та технологічною реалізацією в умовах імерсивного навчання.

Існують різні види кейсів, які відрізняються за дидактичною функцією, організації та контекстом їх використання. Наприклад кейси практичного використання імерсивних технологій можна класифікувати за дидактичною метою:

- ілюстративні - формування первинного уявлення, візуалізація понять і процесів (360°-відео, VR-моделі, AR-зображення);
- аналітичні - аналіз, порівняння, виявлення закономірностей (VR-сценарії, інтерактивні 3D-об'єкти);
- проблемно-орієнтовані - розв'язання проблем, прийняття рішень у складних умовах (VR-симуляції, XR-сценарії, гейміфіковані середовища);
- рефлексивні - самоаналіз, оцінювання дій (360°-відео, VR-історії з нелінійним сюжетом);
- тренувальні (практико-орієнтовані) - відпрацювання навичок, моделювання професійних ситуацій (VR-тренажери, MR-сценарії);
- прогностичні - стратегічне мислення, сценарне планування (VR/AR-сценарії з варіативними розв'язками, симулятори);
- ціннісно-орієнтовані - формування етичних установок, емпатії, емоційного інтелекту (VR-історії, AR-досвід з емоційною взаємодією) [27];
- оцінювальні - перевірка знань, навичок, прийняття рішень (AR-квести, VR-оцінювання, інтерактивні симуляції з автоматичним зворотним зв'язком).

Кожен вид кейса має свої особливості та переваги, які можуть бути адаптовані для різних вікових груп учнів та навчальних цілей. Розглянемо основні типи кейсів, реалізованих за допомогою імерсивних технологій у практиці освітнього процесу закладів загальної середньої освіти (табл. 4.1-4.2).

Таблиця 4.1

Класифікація кейсів за імерсивною технологією навчання

Типи кейсів	Опис	Приклад використання	Мобільні застосунки для реалізації	Опис застосунків
Кейси віртуальної реальності (VR)	Кейси, що використовують віртуальне середовище, у якому учні можуть досліджувати та взаємодіяти з об'єктами і ситуаціями, недоступними або неможливими для відтворення в реальному світі	Вивчення історичних подій через віртуальні реконструкції або віртуальні подорожі в інші країни.	Google Arts & Culture, Wander, Engage	Google Arts & Culture – застосунок для віртуальних екскурсій і знайомства з мистецтвом та культурою по всьому світу; Wander – віртуальний тур по планеті, з можливістю перегляду місць через VR; Engage – платформа для

Типи кейсів	Опис	Приклад використання	Мобільні застосунки для реалізації	Опис застосунків
				віртуальних зустрічей і заходів, включаючи освітні програми.
Кейси доповненої реальності (AR)	Кейси, в яких віртуальні елементи накладаються на реальний світ, що забезпечує інтерактивність і взаємодію з навколишнім середовищем.	Вивчення анатомії людини, де учні можуть переглядати 3D-моделі органів на реальному манекені.	ARLOOPA, Quiver, Anatomy 4D	ARLOOPA – застосунок доповненої реальності, що дозволяє взаємодіяти з 3D-об'єктами, такими як тварини, люди, будівлі; Quiver – застосунок для інтерактивних розмальовок, які оживають за допомогою AR; Anatomy 4D – 3D-анатомічний додаток для вивчення людського тіла.
Кейси змішаної реальності (MR)	Поєднання реальних та віртуальних об'єктів в одному просторі, що дозволяє учням взаємодіяти з навчальним контентом як в реальному, так і у віртуальному середовищі.	Вивчення механіки руху в фізиці, коли учні можуть маніпулювати реальними та віртуальними об'єктами одночасно.	Microsoft HoloLens, Merge Cube	Microsoft HoloLens – гарнітура змішаної реальності для вивчення і взаємодії з навчальними матеріалами в реальному просторі; Merge Cube – фізичний куб, який взаємодіє з AR-застосунками, дозволяючи

Типи кейсів	Опис	Приклад використання	Мобільні застосунки для реалізації	Опис застосунків
				вивчати 3D-моделі на реальних об'єктах.

Таблиця 4.2

Класифікація кейсів за дидактичною організацією та способом взаємодії в імерсивному середовищі навчання

Типи кейсів	Опис	Приклад використання	Мобільні застосунки для реалізації	Опис застосунків
Ігрові кейси	Кейси, що використовують ігрові елементи для вирішення навчальних завдань, де учні виконують місії, отримують винагороди або оцінки за результати.	Створення ігор для вивчення математики або мов, де учні розв'язують задачі або виконують завдання в інтерактивному форматі.	Minecraft Education Edition, Kahoot!, Classcraft	Minecraft Education Edition – спеціальна версія Minecraft для освіти, що дозволяє створювати навчальні світи і виконувати завдання; Kahoot! – платформа для створення вікторин і опитувань, що сприяє ігровому навчанню; Classcraft – ігрова платформа для гейміфікації класу і стимулювання учнів до навчання.
Сценарні кейси	Кейси, орієнтовані на розв'язання реальних або вигаданих проблем в умовах, що	Моделювання кризових ситуацій, де учні повинні приймати стратегічні рішення в	SimCity BuildIt, iCivics, Roleplay Games	SimCity BuildIt – мобільна версія класичної гри, де учні можуть будувати і управляти містом;

Типи кейсів	Опис	Приклад використання	Мобільні застосунки для реалізації	Опис застосунків
	змінюються, і де учні повинні приймати рішення на основі наданих відомостей.	умовах обмежених ресурсів.		iCivics – ігрова платформа для вивчення громадянської освіти, де учні займаються створенням та управлінням країною; Roleplay Games – рольові ігри для навчання через виконання реалістичних завдань.
Інтерактивні кейси	Кейси, що залучають учнів у глибоку взаємодію з навчальним контентом, дозволяючи їм активно змінювати хід подій і бачити результати своїх рішень.	Вивчення еволюції екосистем, де учні можуть змінювати умови середовища і спостерігати за реакцією організмів.	EcoMUVE, Labster, Toca Lab	EcoMUVE – симуляція для вивчення екології, яка дозволяє учням моделювати екосистеми; Labster – платформа віртуальних лабораторій для науки, що дозволяє проводити експерименти в умовах віртуальної реальності; Toca Lab – інтерактивний додаток для вивчення науки через захоплюючі експерименти.
Модельні кейси	Кейси, що дають можливість створювати віртуальні моделі об'єктів	Проектування віртуальних будівель або інженерних конструкцій,	Tinkercad, SketchUp, AutoCAD	Tinkercad – онлайн-інструмент для 3D-моделювання, що підходить для

Типи кейсів	Опис	Приклад використання	Мобільні застосунки для реалізації	Опис застосунків
	або процесів для подальшого аналізу та оцінки результатів.	аналіз їхньої стійкості при різних умовах.		створення прототипів та конструкцій; SketchUp – програма для 3D-моделювання, використовується в архітектурі та дизайні; AutoCAD – професійне програмне забезпечення для створення 2D і 3D проєктів у різних галузях.

Наведені у таблицях 1-2 типи кейсів репрезентують класифікацію за технологіями реалізації (VR, AR, MR, гейміфікація тощо), що визначають формат і спосіб взаємодії учнів з навчальними матеріалами. Проте, окрім технічної реалізації, важливим є також дидактичне спрямування кейсів, тобто їхня педагогічна функція в навчальному процесі.

З огляду на це, доцільно виокремити категорії кейсів за цільовим призначенням і освітнім потенціалом – дослідницьким, рольовим, практичним, креативним та інклюзивним. Вони охоплюють не лише зміст і мету навчальних ситуацій, а й враховують особливості залучення учнів до активної діяльності в умовах імерсивного середовища. Така функціонально-педагогічна класифікація представлена в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Класифікація кейсів за дидактичною функцією використання в умовах імерсивного навчання

Категорія кейсів	Опис	Імерсивні технології	Приклад
Дослідницькі кейси	Кейси, орієнтовані на вивчення різноманітних явищ і процесів у змодельованому віртуальному середовищі.	VR, AR, 3D-моделювання	Вивчення процесів фотосинтезу або біомів через віртуальні лабораторії та симуляції.
Рольові кейси	Вивчення соціальних або професійних ролей у	VR	Рольові ігри на тему лікаря, рятувальника,

Категорія кейсів	Опис	Імерсивні технології	Приклад
	змодельованих ситуаціях для розвитку емпатії та навичок комунікації.		вчителя для розвитку емпатії та соціальних навичок.
Практичні кейси	Завдання для розв'язання реальних практичних проблем із використанням імерсивних технологій, наприклад, проєктування або управління.	AR, VR, MR	Проєктування містобудівельних об'єктів або управління ресурсами в умовах віртуальних середовищ.
Креативні кейси	Задачі, що сприяють розвитку творчих здібностей учнів через створення віртуальних об'єктів чи художніх проєктів	VR, AR	Створення віртуальних екосистем, мистецьких об'єктів або дизайну архітектурних споруд.
Інклюзивні кейси	Кейси, що забезпечують залучення учнів з різними освітніми потребами до активної участі в навчальному процесі за допомогою адаптивних імерсивних технологій	VR, AR, MR	Віртуальні тренінги для розвитку соціальних та емоційних навичок учнів з особливими освітніми потребами.

Деталізуємо призначення кейсів, зазначених у таблиці 4.3.

Дослідницькі кейси. Ці кейси дають учням можливість вивчати різноманітні наукові явища та процеси у віртуальному середовищі. Їх можна використовувати для вивчення складних природних процесів, які важко або неможливо відтворити у реальному світі, а також для дослідження історичних подій. Імерсивні технології забезпечують створення віртуальних лабораторій і симуляцій, у яких учні мають змогу проводити експерименти, аналізувати змінні та спостерігати за результатами.

Рольові кейси. Рольові кейси сприяють розвитку соціальних і комунікативних навичок учнів через виконання соціальних або професійних ролей у симульованих ситуаціях. Вони можуть бути використані для навчання основам співпраці, емпатії та вирішення конфліктів у групах. Імерсивні технології створюють можливість взаємодії з іншими персонажами або віртуальними об'єктами, що робить процес навчання більш реалістичним.

Практичні кейси. Ці кейси орієнтовані на застосування знань для розв'язання реальних практичних завдань. Вони включають проєктування, моделювання, управління ресурсами тощо. Імерсивні технології допомагають створити реалістичні віртуальні середовища для практичного навчання, що дозволяє учням отримувати досвід у безпечних умовах, без ризику для реальних об'єктів.

Креативні кейси. Креативні кейси орієнтовані на розвиток творчого мислення учнів і стимулюють їх до створення нових продуктів мистецтва, 3D-моделей або інших проєктів. Такі завдання сприяють розвитку інноваційного мислення та творчих здібностей, а імерсивні технології відкривають безмежні можливості для створення віртуальних просторів та об'єктів, що дозволяє учням реалізувати свої творчі ідеї.

Інклюзивні кейси. Ці кейси спеціально розроблені для підтримки учнів з особливими освітніми потребами. Імерсивні технології дозволяють створювати адаптовані навчальні ситуації, де учні можуть працювати у віртуальних середовищах, розвивати свої соціальні, емоційні та когнітивні навички в комфортних умовах. Це дає можливість більш інтегрованого навчання для учнів з різними можливостями.

Узагальнення типів і видів кейсів за технологічними та педагогічними характеристиками надає можливість окреслити шляхи їх застосування в освітньому процесі. Однак ефективність використання імерсивних кейсів значною мірою залежить від вікових та психологічних особливостей учнів, рівня їхньої когнітивної активності, здатності до самостійної діяльності та сприйняття віртуального контенту.

З огляду на це, доцільним є аналіз відповідності окремих видів кейсів навчальним потребам і можливостям різних вікових категорій учнів – початкової, базової та старшої школи.

Вікові особливості та приклади використання кейсів в умовах імерсивного навчання.

У початковій школі учні 6-10 років мають обмежену здатність до тривалої концентрації уваги, виявляють високий інтерес до наочного, яскравого та емоційно забарвленого навчального матеріалу. Для цього віку важливо забезпечити високу доступність технологій, ігрові елементи та візуалізацію навчального матеріалу.

Доречними для початкової школи будуть:

- інтерактивні кейси з простими візуалізаціями, які стимулюватимуть пізнавальну активність учнів та залучатимуть їх до процесу навчання через гру;
- ігрові кейси обов'язково з елементами нагород чи додаткових балів;
- рольові кейси для формування базових соціальних та комунікативних навичок.

Використання імерсивних технологій має бути обмеженим у часі, відповідати вимогам безпеки, забезпечувати максимальну наочність та залученість.

У середній школі в учнів 11-14 років відбувається активний розвиток логічного та аналітичного мислення, здатність до рефлексії та абстрагування. Учні потребують різноманітних форматів подачі матеріалу, що дозволяють їм глибше опрацювати навчальний зміст.

Для учнів середнього шкільного віку доречними будуть такі кейси:

- дослідницькі з можливістю виконати аналіз, провести експеримент та спостереження, порівняти результати;

– практичні із застосуванням набутого теоретичного знання в реальних чи змодельованих ситуаціях. Такі кейси можуть бути як із природничих предметів, так і суспільно-гуманітарних;

– сценарні для розвитку навичок прийняття рішень у змінних умовах та критичного оцінювання;

– інтерактивні завдання з підвищеним рівнем складності.

В середній школі особливістю використання імерсивних технологій є поєднання самостійної роботи й групової взаємодії; розширений функціонал віртуальних інструментів для розв'язання проблем; розвиток аналітичних здібностей через критичний аналіз ситуацій.

У старшій школі учні 15-18 років можуть працювати з більш складними, багатокомпонентними кейсами, що вимагають розробки стратегій, розв'язання міждисциплінарних задач та задач, спрямованих на майбутню професійну діяльність. Для таких учнів доцільними є:

– практичні кейси, що поєднують моделюванням навчальної чи професійної діяльності з проєктною роботою;

– креативні кейси, орієнтовані на створення нових продуктів, ідей, концепцій;

– рольові кейси з високим рівнем реалізму для розвитку емпатії, управлінських та комунікативних навичок;

– сценарні кейси з відкритими сюжетами, що змінюються залежно від рішень учнів;

– бізнес-симуляції як форма професійного орієнтування та розвитку підприємницької компетентності.

На цьому етапі імерсивне навчальне середовище має бути персоналізованим, варіативним та адаптованим до індивідуальних освітніх траєкторій учнів.

Узагальнення представлених класифікацій, що охоплюють як технологічний аспект реалізації кейсів, так і їхнє дидактичне призначення, надає можливість створити цілісне уявлення про місце та роль кейс-технології в імерсивному середовищі навчання. На рис. 1 систематизовано взаємозв'язки між різними типами кейсів, в основу яких покладено використання імерсивних технологій, а також їх відповідність віковим особливостям учнів, що стане основою для подальшого аналізу ефективності їх застосування.

Аналізуючи структурні складники моделі (рис. 4.1), можемо дійти висновку, що ефективне впровадження кейс-технології з використанням імерсивних технологій потребує не лише розуміння їх типології та вікової доцільності, але й методичних підходів до їх розробки. Тому важливим є надання вчителям чітких рекомендацій щодо створення якісних і дидактично обґрунтованих кейсів для процесу навчання.

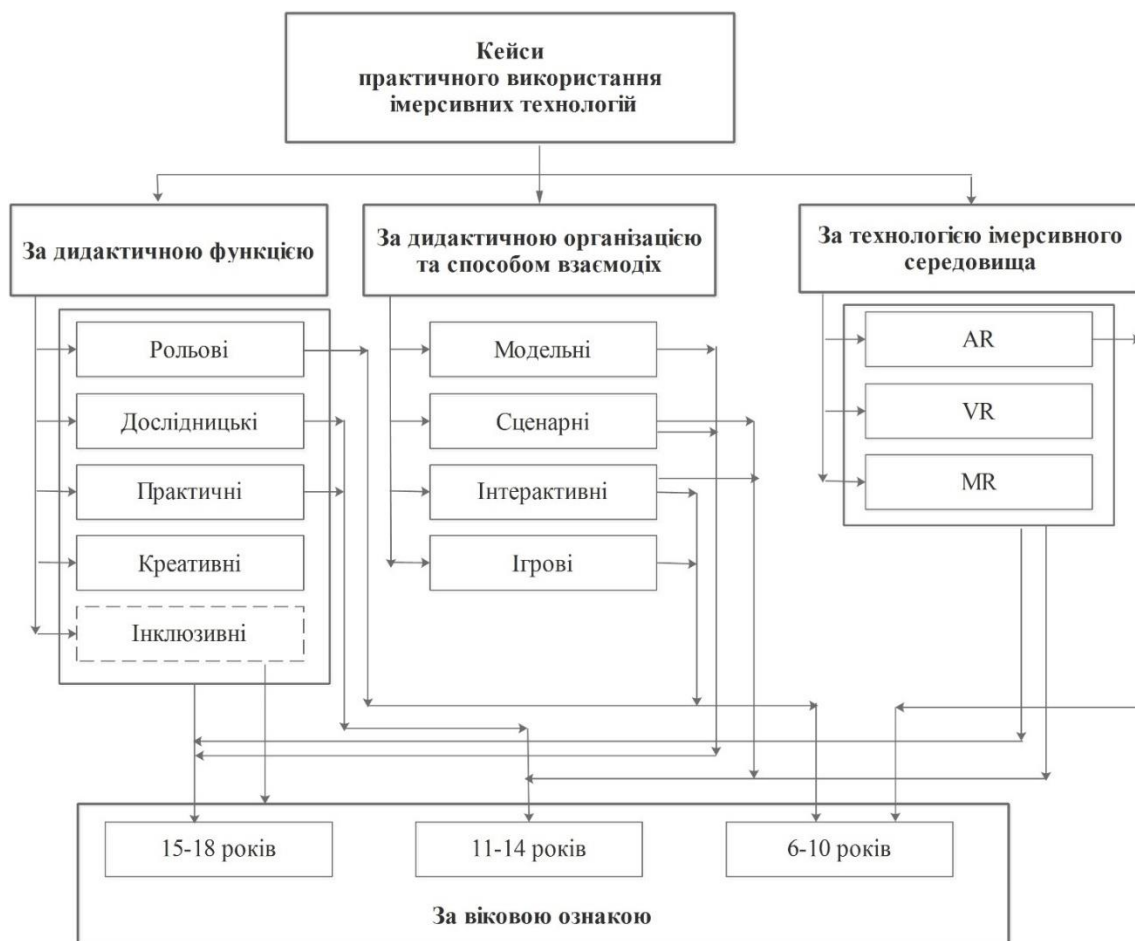


Рис. 4.1. Модель відповідності кейсів класифікаційним ознакам та віковим особливостям учнів

Кейс-технологія є ключовим компонентом педагогічної діяльності вчителя, оскільки вона віддзеркалює досвід, професіоналізм, особистісний та інтелектуальний потенціал викладача. Така технологія стимулює формування прогресивного мислення, розвиток педагогічної етики та мотивації, що сприяє новаторським підходам до викладання, розкриттю та максимальній реалізації творчого потенціалу педагога [17].

Проілюструємо один із можливих варіантів кейсу інтегрованого уроку для учнів 10 класу – «Таємниця знеструмленого міста». Його структура та зміст розроблені відповідно до принципів компетентнісного навчання, міжпредметної інтеграції та проблемно-пошукового підходу. Кейс-урок об'єднує елементи фізики, інформатики та географії з цифровими та імерсивними інструментами, симуляторами та геоаналітичними платформами. Наведений кейс є сценарним, містить дев'ять послідовних етапів і розрахований на дві академічні години.

Навчальна мета кейсу конкретизується через SMART-цілі:

- сформувані вміння застосовувати закон Ома під час аналізу реальних ситуацій;
- навчити будувати та тестувати моделі електричних мереж у середовищі Tinkercad Circuits;

– розвинути здатність використовувати сенсорні інструменти для виявлення аномалій у схемах;

– сформувати навички командної співпраці та презентації технічних рішень.

Очікувальні результати навчання: Після завершення уроку учні:

– знають структуру та принципи роботи електростанції;

– застосовують закон Ома до реальних ситуацій;

– вміють будувати електричні схеми в середовищі Tinkercad;

– використовують AR/VR-засоби для дослідження фізичних процесів;

– працюють у команді, аргументують рішення, презентують проекти;

– оцінюють географічні й екологічні аспекти функціонування енергосистем.

Компетентності, що формуються:

– предметні (фізика, інформатика, географія): володіння знаннями про електричні кола, технології моделювання, аналіз просторових чинників;

– ключові: цифрова грамотність, творчість, дослідницька компетентність, командна взаємодія, критичне мислення, екологічна обізнаність;

– прикладні: здатність застосовувати знання та технічні інструменти для аналізу і розв’язання проблем реального світу.

Сценарна ситуація побудована відповідно до принципів проблемно-орієнтованого навчання. Вона стимулює когнітивний конфлікт, викликає потребу в поясненні причин явища та мотивує до дослідницьких дій.

Постановка проблеми. Невелике українське місто раптово залишилось без електроенергії. Паралізовані транспорт, зв’язок, освітлення. Попереднє припущення – аварія на тепловій електростанції. Ви – команда дистанційних інженерів з енергетики, яка має доступ до віртуальних моделей енергосистем і повинна за 2 години встановити причину, розробити рішення і представити його штабу.

Етапи реалізації кейсу подано в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

Структура сценарного кейсу

Етапи	Зміст	Форми роботи	Застосунки
Перший. Актуалізація та мотивація	Перегляд 360° відео про вугільну електростанцію Ratcliffe, постановка проблеми	Колективне обговорення	https://pageonemedia.co.uk/360-video-tour-of-ratcliffe-power-station/
Другий. Проблемний аналіз	Визначення можливих причин знеструмлення, оцінка екологічних ризиків	Робота в командах	Створення ментальних карт у віртуальних кімнатах
Третій. Розподіл ролей	Команди обирають зону подальшого дослідження: трансформатор, генератор, лінії передач тощо	Робота в групах	Структуровані інструкції вчителя

Четвертий. VR/AR- діагностика	Дослідження несправностей через візуалізацію магнітного поля, вібрацій, освітлення	Групова дослідницька робота	Physics Toolbox Sensor Suite
П'ятий. Теоретичне моделювання	Дослідження змін у колі за допомогою PhET- симуляцій	Індивідуальна та парна робота	https://phet.colorado.edu/en/simulations/ohms-law https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc
Шостий. Цифрове проектування	Робота в середовищі: побудова оптимальної схеми мережі з елементами програмування	Групова проектна робота	Tinkercad Circuits
Сьомий. Геоаналітичний модуль	Оцінка розташування електростанцій, потенційних ризиків, впливу на довкілля	Групова робота	Google Earth, географічні карти, онлайн-мапи
Восьмий. Презентація рішень	Кожна команда презентує власну реконструкцію подій, знайдену причину та технічне рішення з візуалізацією схеми	Презентація в командах	Засоби презентації
Дев'ятий. Рефлексія та оцінювання	Усвідомлення отриманих знань, аналіз командної роботи	Усне обговорення, анкетування	Аркуші оцінювання, Google Forms

Для якісної реалізації кейсу, учням повинні бути видані чіткі інструкції з виконання завдань, послідовність їх дій та розподіл часу на виконання кожного етапу. Виділимо очікувані результати для учнів на кожному етапі:

Перший. Формулюють гіпотези щодо причин аварії; роблять первинні висновки; занотовують ключові спостереження.

Другий. Створюють ментальну карту або таблицю із гіпотезами; аналізують екологічні наслідки.

Третій. Обирають завдання згідно з інтересами, планують дослідження.

Четвертий. Визначають можливі «аномалії» в макеті; фіксують показники, аналізують дані.

П'ятий. Застосовують закон Ома; змінюють параметри; моделюють вплив напруги чи опору на струм.

Шостий. Конструюють електричну схему; у разі потреби програмують контролери; тестують працездатність.

Сьомий. Вивчають територію; визначають доцільність розташування об'єкта; враховують геофактори.

Восьмий. Демонструють модель; аргументують вибір розв'язків; відповідають на запитання інших груп.

Дев'ятий. Заповнюють форму самооцінки, беруть участь у спільній рефлексії, пропонують покращення.

Запропонований кейс демонструє ефективність інтеграції імерсивних технологій у природничо-наукову освіту та потенціал кейс-методу для формування системного мислення учнів. Використання AR/VR, цифрових симуляцій, геоаналітичних інструментів у межах цілісного сценарію не лише підвищує мотивацію учнів, а й дає змогу реалізувати міжпредметні зв'язки, забезпечити глибше розуміння складних процесів, що відбуваються в реальному світі.

Рекомендації для вчителів щодо практичного використання кейсів в умовах імерсивного навчання учнів

Рекомендації створено з метою підтримки вчителів у використанні кейсів практичного застосування імерсивних технологій у закладах загальної середньої освіти. Подані нижче рекомендації містять ключові поради, які допоможуть педагогам самостійно проєктувати кейси з урахуванням вікових особливостей учнів, цілей навчання та потенціалу імерсивних технологій.

І. Адаптація імерсивних технологій до вікових особливостей учнів.

– Вибір технологій відповідно до віку учнів. Для молодших школярів варто використовувати прості, інтуїтивно зрозумілі додатки, які включають яскраві графіки та гейміфікацію. Наприклад, AR-застосунки для вивчення природи або математики допомагають дітям візуалізувати абстрактні концепти через ігри. Для старших учнів можна впроваджувати більш складні VR або MR технології для виконання лабораторних експериментів, вивчення історичних подій або навіть участі в віртуальних подорожах.

– Забезпечення легкості в опануванні технологій. Важливо, щоб учні могли швидко опанувати технології, які використовують. Для цього мати короткі інструкції або відеоуроки, адаптовані до вікової групи. Наприклад, учні молодших класів можуть проходити навчальні етапи разом з учителем, а старшокласники мають змогу самостійно вивчати інтерфейс та функції.

– Індивідуальний підхід до різних рівнів підготовки. У молодших класах необхідно враховувати швидкість освоєння технологій. Для деяких учнів технології можуть бути новими і вчитель повинен надати додаткову допомогу тим, хто має труднощі. В старших класах можна впроваджувати додаткові функції, що відповідають більш складним вимогам до навчання, наприклад, можливість проводити дослідження або створювати проєкти.

– Мотивація через інтерактивність. Для молодших учнів важливо включати віртуальні навчальні ігри або інтерактивні вправи, які підтримують їхню увагу та заохочують до вивчення матеріалу. Для старших учнів можна використовувати симуляції або віртуальні подорожі, що дають можливість застосовувати знання на практиці.

– Контроль за емоційним станом учнів. Для молодших учнів важливо контролювати рівень стресу під час роботи з технологіями, оскільки надмірна складність або довготривала робота з VR може бути виснажливою. Для старших учнів можна запропонувати більш складні завдання з високим рівнем емоційного

залучення, які також сприятимуть розвитку критичного мислення та самостійності.

II. Інтерактивність та залучення учнів.

– Створюйте інтерактивні навчальні завдання. Використовуйте імерсивні технології для створення завдань, де учні можуть активно взаємодіяти з контентом. За допомогою AR або VR можна розробляти симуляції реальних ситуацій, у яких учні приймають рішення та взаємодіють з віртуальними об'єктами або персонажами, що значно стимулює їх до активного навчання.

– Залучайте учнів до процесу навчання через ігрові елементи. Використовуйте ігрові методи, вбудовані в імерсивні технології. Віртуальні або рольові ігри, квести стимулюватимуть учнів не тільки вивчати нові концепти, але й змагатися, співпрацювати або виконувати завдання у вигляді інтерактивних пригод, що робить процес навчання більш захопливим.

– Забезпечте можливість самостійного вибору. Під час використання імерсивних технологій надайте учням можливість самостійного вибору пошуку шляху розв'язання або вибору складності завдання. Це може бути вибір варіантів у симуляціях або рішень під час виконання практичних завдань. Такий підхід дозволяє учням відчувати відповідальність за процес навчання та стимулює їхню мотивацію.

– Використовуйте технології для групової взаємодії. Імерсивні платформи дають можливість організувати групові проєкти або завдання, де учні працюють разом у віртуальних середовищах, розв'язуючи проблеми або створюючи спільні продукти. Це сприяє підвищенню рівня співпраці та розвитку комунікативних навичок.

– Регулярно отримуйте зворотний зв'язок від учнів. Імерсивні технології дозволяють учителям легко відстежувати прогрес учнів та отримувати зворотний зв'язок щодо правильності виконання завдань. Використовуйте ці можливості з метою зрозуміти, що саме зацікавило учнів, які аспекти навчального матеріалу вони сприймають найкраще, і відповідно коригуйте свій підхід до організації навчання.

III. Індивідуалізація навчання учнів.

– Адаптуйте навчальні матеріали під індивідуальні потреби учнів. Використання імерсивних технологій сприяє персоналізації темпу навчання кожного учня. Застосування віртуальної або доповненої реальності дає змогу учням самостійно обирати рівень складності завдань або напрямок навчання, що повністю відповідає їхнім інтересам та поточному рівню підготовки.

– Враховуйте рівень знань учнів. Для учнів з нижчим рівнем початкових знань надайте додаткові інтерактивні вправи або покрокові інструкції. Для учнів з більш високим рівнем підготовки використовуйте складніші завдання, де вони можуть досліджувати нові концепції або застосовувати знання на практиці.

– Створюйте індивідуальні траєкторії навчання. Імерсивні технології дозволяють кожному учневі обирати варіанти завдань, способи виконання та рівень складності в межах навчальної теми. Педагоги можуть організувати уроки

таким чином, щоб учні мали можливість самостійно приймати рішення щодо способів вивчення матеріалу, брати участь у різних сценаріях і глибше досліджувати окремі аспекти теми.

- Використовуйте аналітичні інструменти. За допомогою імерсивних платформ можна відстежувати прогрес учнів і надавати персоналізовані рекомендації. Використовуйте ці можливості для коригування процесу навчання, забезпечуйте додаткову підтримку учнів, які мають труднощі та пропонуйте проблемні запитання тим, хто досягнув високих результатів.

- Створюйте освітнє середовище, що підтримує. Використання імерсивних технологій надає учням комфортніше середовище у процесі вивчення матеріалу. Заохочуйте учнів до активної участі, пропонуйте їм завдання, які відповідають їхнім інтересам та здібностям, що сприятиме мотивації та підвищить рівень залученості у процес навчання.

IV. Командна робота та колективне обговорення.

- Створюйте умови для співпраці в імерсивних середовищах. Використовуйте технології, які стимулюватимуть учнів до спільної роботи над завданнями. Такий підхід розвиває навички комунікації, співпраці та спільного вирішення проблем.

- Заохочуйте рольові ігри та симуляції. Імерсивні технології створюють умови для проведення рольових ігор та симуляцій, що сприяють розвитку навичок командної роботи. Учителі можуть організовувати рольові ситуації, у яких кожен учасник виконує певну функцію, наприклад, у віртуальних проєктах або в ситуаціях, що потребують колективного прийняття рішень.

- Організуйте регулярні колективні обговорення. Використовуйте можливості імерсивних технологій для проведення онлайн-дискусій та обговорень результатів спільної роботи. Це можуть бути інтерактивні обговорення результатів проєктів у віртуальних класах або платформах, де учні можуть вільно висловлювати свої думки та ділитись ідеями, що сприяє розвитку критичного мислення й аналізу.

- Розподіляйте ролі відповідно до інтересів та навичок учнів. Для ефективної командної роботи важливо розподіляти завдання так, щоб кожен учень міг працювати в межах своїх сильних сторін, але при цьому відчував підтримку з боку інших членів команди. Імерсивні технології дозволяють адаптувати завдання під рівень учнів, що дає можливість кожному вкласти свій вклад у спільний проєкт.

- Створюйте зручні платформи для зворотного зв'язку. Використовуйте платформи для збору відгуків і результатів командної роботи. Учні повинні мати можливість переглядати та обговорювати роботи своїх однокласників, обмінюватися ідеями, що сприятиме підвищенню рівня взаємоповаги та співпраці в класі.

- Використовуйте технології для спільної оцінки результатів. Імерсивні технології надають можливість здійснювати колективну оцінку виконаних завдань через інтерактивні платформи, що забезпечує відчуття

відповідальності та залученості кожного учня до загального процесу. Це також дозволяє вчителю здійснювати коригувальні дії під час роботи над проєктами.

V. Регулярне оцінювання та зворотний зв'язок.

– Забезпечуйте постійний зворотний зв'язок щодо виконаних завдань. Використовуйте інструменти, що автоматично оцінюють результат, або організовуйте обговорення результатів для оцінки результатів і покращення навичок.

– Забезпечуйте постійний моніторинг прогресу учнів. Використовуйте імерсивні технології для регулярного оцінювання знань учнів через інтерактивні завдання та тести, які автоматично збирають дані про їхній прогрес. Це дозволить вчителям своєчасно реагувати на труднощі учнів і коригувати процес навчання.

– Надавайте миттєвий зворотний зв'язок. Імерсивні технології дозволяють швидко отримати зворотний зв'язок від учнів через інтерактивні вправи або онлайн-опитування. Організуйте швидкий зворотний зв'язок для уникнення накопичення помилок та підтримки мотивації учнів, адже своєчасна реакція вчителя допомагає виправити недоліки, а також заохочує і підкріплює успіхи при досягненні високих результатів у вивченні теми.

– Індивідуалізуйте зворотний зв'язок. Використовуйте технології для надання персоналізованих рекомендацій учням, зважаючи на їхні індивідуальні результати. Завдяки імерсивним платформам можна оцінювати виконання завдань на кожному етапі і пропонувати учням конкретні кроки для покращення їхніх знань і навичок.

– Розвивайте в учнів самооцінювання та взаємооцінювання. Імерсивні технології можуть сприяти розвитку навичок самооцінювання та взаємооцінювання серед учнів. За допомогою спеціальних інструментів учні можуть оцінювати свої досягнення, а також надавати зворотний зв'язок своїм однокласникам, що допомагає їм усвідомлювати свої сильні та слабкі сторони.

– Аналізуйте та коригуйте підходи до навчання. Регулярне оцінювання через імерсивні технології дозволяє вчителям ефективно аналізувати загальні тренди і виявляти прогалини в знаннях учнів. Це дає можливість вчасно коригувати навчальні методики, підходи та контент для кращого засвоєння матеріалу.

– Заохочуйте активну участь у зворотному зв'язку. Створюйте можливості для відкритого обговорення результатів з учнями, щоб вони могли самостійно оцінити, що їм вдалося, а що потрібно покращити. Це може бути організовано через інтерактивні платформи або групові обговорення в класі.

Використовуючи ці рекомендації, педагоги зможуть створювати інноваційні освітні практики для учнів, що відповідають потребам розвитку суспільства XXI століття.

Отже, наданий огляд ролі та застосування імерсивних технологій (VR, AR, MR) в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти переконливо демонструє, що ці технології активно інтегруються в процес навчання. Ці технології забезпечують значні переваги у засвоєнні навчального матеріалу,

підвищенні мотивації та розвитку критичного мислення здобувачів освіти. Їх використання змінює характер взаємодії між учнями й навчальним матеріалом, сприяючи активному, зануреному й мотивованому навчанню.

Підхід до кейсів як інтерактивних навчальних ситуацій, що дозволяють учням зануритися у віртуальне або доповнене середовище для розв'язання проблем, є актуальним і свідчить про те, що імерсивні кейси є логічним продовженням перевіреної часом педагогічної методики, посиленої новими технологічними можливостями. Кейс-технологія збагачує навчальний досвід через змодельовані ситуації, в яких учні можуть приймати рішення, експериментувати, співпрацювати та рефлексувати.

Представлена класифікація кейсів (віртуальної, доповненої, змішаної реальності, ігрові, сценарні, інтерактивні, модельні), їхні приклади та відповідні мобільні застосунки забезпечує чітке уявлення про розмаїття інструментів та можливостей для реалізації імерсивного навчання. Деталізація призначення дослідницьких, рольових, практичних, креативних та інклюзивних кейсів додатково поглиблює розуміння їхнього потенціалу у формуванні різноманітних навичок та компетентностей здобувачів освіти. Особливого значення набуває застосування кейс-технології у поєднанні з імерсивними технологіями, що відкриває нові можливості для підтримки учнів з особливими освітніми потребами.

Аналіз вікових особливостей використання кейсів є критично важливим для ефективного практичного застосування згаданих технологій. Рівень складності, формат подачі матеріалу та тип кейсу повинні бути адаптовані до когнітивного розвитку та інтересів учнів конкретної вікової групи. Розуміння відповідності видів кейсів та рівнів їхньої складності для учнів початкової, базової та старшої школи сприяє оптимізації використання імерсивних технологій.

Надані рекомендації для вчителів слугують практичним посібником для успішної інтеграції імерсивних технологій в процес навчання. Визначені п'ять ключових напрямків – адаптація технологій до вікових особливостей учнів, забезпечення інтерактивності та залучення, індивідуалізація навчання, організація командної роботи й колективного обговорення, а також регулярне оцінювання та зворотний зв'язок – охоплюють основні аспекти ефективного застосування імерсивних кейсів. Ці рекомендації підкреслюють важливість педагогічного підходу до впровадження технологій, наголошуючи на перетворенні ролі вчителя з транслятора знань на фасилітатора, який створює інтерактивне, підтримуюче та індивідуалізоване навчальне середовище. Таким чином, вони спрямовані на забезпечення педагогічної обґрунтованості процесу впровадження технологій, що виходить за межі їхньої суто технологічної ефективності.

4.2. Моделі коротких уроків у змішаному форматі: поєднання Zoom/Meet/Teams з VR/AR-контентом

Змішане та дистанційне навчання стали невід’ємними елементами трансформації освітнього процесу в умовах цифрової епохи. Якщо змішане навчання (blended learning) передбачає інтеграцію традиційного очного навчання з цифровими форматами – синхронними та асинхронними, то дистанційне навчання реалізується переважно в цифровому середовищі й потребує ще більшої уваги до зручності, візуальної підтримки, інтерактивності й залучення учнів. Обидві моделі дозволяють гнучко адаптувати освітній процес до потреб здобувачів освіти, сприяють розвитку цифрової грамотності, автономності учнів і персоналізації навчального контенту. Їх широке впровадження стало особливо актуальним під час пандемії COVID-19, а нині в умовах війни, релокації шкіл і сталого переходу до моделі «Нова українська школа».

Інструментами, які забезпечують комунікацію в умовах обох форматів, стали платформи для відеозв’язку – Zoom, Google Meet, Microsoft Teams та інші. Вони реалізують функцію синхронної взаємодії: проведення уроків, консультацій, мінілекцій, роботи в групах та оцінювання в режимі реального часу. Однак у роботі з цими платформами виникає низка педагогічних проблем, зокрема: зниження концентрації уваги учнів, обмеженість у засобах візуалізації, монотонність взаємодії, перевантаження контентом. Це спонукає до пошуку інноваційних підходів, які б компенсували обмеження традиційних цифрових платформ і створювали умов для активного, осмисленого й емоційно залученого навчання.

Ці виклики особливо актуальні в контексті сучасного покоління здобувачів освіти, а саме дітей покоління Альфа (Generation Alpha), які сьогодні переважають у початковій і середній школі. Водночас старшокласники (учні 9–11 класів) належать переважно до покоління зумерів. Обидві вікові групи демонструють високий рівень цифрової грамотності, критичне мислення щодо інформаційного контенту та очікують від освітнього процесу гнучкості, інтерактивності й персоналізації.

Для зумерів характерне звикання до миттєвого доступу до інформації, надання переваги візуальним форматам (відео, інфографіці, динамічному контенту). Водночас вони прагнуть самостійності, сенсотворення та ідентифікації себе в навчальному процесі. Їм важливо бачити практичну цінність навчання, брати участь у проєктних та креативних формах взаємодії, а не бути лише пасивними споживачами знань.

Покоління Альфа, яке зростає в ще більш насиченому цифровому середовищі, порівняно з попереднім, відзначається високою здатністю до одночасного використання кількох пристроїв, звичкою до гейміфікованого спілкування та взаємодії через віртуальні середовища. Ці діти не просто володіють технологіями – вони сприймають їх як природне продовження своєї

пізнавальної діяльності [95]. Для них важливо, щоб навчання було схожим на взаємодію з улюбленими застосунками або середовищами: короткі цикли зворотного зв'язку, яскрава візуалізація, елемент несподіванки, можливість персоналізувати шлях до результату. Крім того, Альфа покоління вирізняється меншою стійкістю до одноманітного контенту, тому вимагає більшої варіативності в освітньому дизайні.

Врахування особливостей вищезазначених поколінь вимагає переосмислення педагогічного дизайну уроку: від одноманітного подання знань до динамічної моделі занурення, в якій учень – не спостерігач, а учасник процесу. У цьому контексті особливої актуальності набувають імерсивні технології, які дозволяють побудувати освітнє середовище, здатне задовольнити когнітивні й емоційні запити сучасних учнів.

Одним із таких підходів є використання VR (віртуальної реальності) та AR (доповненої реальності), що реалізують принцип занурення учня у змодельоване цифрове середовище. Це середовище може бути як повністю віртуальним (у VR), так і змішаним з реальністю (у AR), що дозволяє створювати реалістичні освітні ситуації, проводити віртуальні експерименти, вивчати просторові об'єкти або реконструювати історичні події. Такі формати особливо ефективні для коротких уроків, орієнтованих на стратегії мікронавчання (microlearning) – подачу навчального змісту в компактних, цілісних фрагментах, які легко засвоюються, стимулюють активне мислення й дозволяють утримати увагу здобувача освіти.

Імерсивні технології поділяються на кілька основних типів: віртуальна реальність (VR), доповнена реальність (AR), змішана реальність (MR), розширена реальність (XR), 360-градусні відео, голографічне моделювання, телеприсутність і тактильна взаємодія (haptics). Кожна з цих технологій має дидактичний потенціал для підвищення ефективності дистанційного та змішаного навчання. VR формує віртуальні світи, у яких учні можуть взаємодіяти з 3D-об'єктами або процесами; AR накладає цифрові шари на зображення реального світу, що дозволяє учням виконувати завдання у власному фізичному оточенні з цифровими підказками.

Більш детально потенціал використання імерсивних технологій у межах змішаного навчання в ЗЗСО проаналізовано у методичних рекомендаціях «Використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти» [11]. Авторами здійснено теоретичне та методичне обґрунтування VR/AR-рішень в освіті, представлено приклади платформ (AR Book, Blippar, ARTutor, 360-градусне відео) та сценаріїв використання імерсивного контенту, адаптованих до умов коротких змішаних уроків. Наголошено на доцільності впровадження імерсивних технологій у поєднанні із платформами Zoom/Meet/Teams та підкреслюють важливість підготовки вчителів до роботи з таким контентом.

Потрібно зазначити, що для українського суспільства впровадження імерсивних технологій, безперечно має перспективний потенціал – особливо в контексті оновлення форм навчання, підвищення залученості учнів і створення нових моделей змішаного чи дистанційного навчання. Однак на практиці

застосування VR залишається радше винятком, а не сталою освітньою нормою (<https://mon.gov.ua/news/ukrainski-uchni-testuyut-navchannya-za-dopomogoyu-virtualnoi-ta-dopovnenoi-realnostey>). Це зумовлено низкою об'єктивних чинників: нерівномірним забезпеченням технічними ресурсами, обмеженим доступом до обладнання в умовах війни, відсутністю системної підготовки педагогів до роботи з VR-контентом, а також неготовністю більшості шкіл до масштабного переходу на інноваційні цифрові рішення. Тому хоча VR-технології продовжують активно досліджуватись у контексті сучасної цифрової педагогіки й демонструють значний потенціал для візуалізації знань і моделювання освітнього середовища, український контекст визначає їх використання як точкову, експериментальну практику, що потребує додаткової інституційної, методичної й фінансової підтримки для широкомасштабного впровадження.

Запровадження імерсивних форматів навчання вимагає не лише технічного забезпечення, а й наявності у вчителів відповідного компетентнісного потенціалу, тобто сформованих цифрових, методичних і рефлексивних умінь для ефективного застосування технологій в освітньому процесі. Провідні освітні моделі, зокрема DigCompEdu [109]:

- здатність до добору, адаптації та створення цифрового контенту;
- організація цифрового освітнього середовища;
- активне використання цифрових технологій для взаємодії з учнями, оцінювання та надання зворотного зв'язку;
- розвиток цифрової грамотності в учнів.

Крім технічної обізнаності, педагог має інтегрувати імерсивні технології у педагогічні сценарії – відповідно до мети уроку, вікових особливостей учнів і наявних ресурсів. Йдеться не лише про користування платформами (наприклад, Delightex, ClassVR, Merge EDU), а й про переосмислення власної ролі у цифровому класі: з транслятора знань – на куратора й модератора дослідницької діяльності учнів. Водночас, як свідчать сучасні дослідження [87; 101], недостатній рівень цифрової підготовки залишається одним із головних бар'єрів для впровадження інноваційних технологій в освіті. Особливо це стосується педагогів із великим стажем, які мають обмежений досвід роботи в цифровому середовищі. Тому питання цілеспрямованої, багаторівневої підготовки вчителів до імерсивного навчання є стратегічним завданням освітньої політики.

Підготовка педагогів до ефективного використання VR/AR має відбуватися в межах цілісних моделей професійного розвитку, які поєднують навчання, практику, рефлексію та підтримку. Ефективне опанування VR/AR-технологій педагогами є неможливим без їх активного залучення до практичної діяльності, що відповідає принципам концепції «навчання через досвід» (experiential learning). У цьому контексті доцільним є впровадження таких форм професійного розвитку, як інтерактивні тренінги, хакатони, практико-орієнтовані воркшопи з розроблення VR-сценаріїв, а також гейміфіковані курси, що включають елементи доповненої реальності. Залучення педагогів до створення власних дидактичних VR/AR-продуктів сприяє глибшому розумінню

методичних можливостей технологій та формує внутрішню мотивацію до їх подальшого використання в освітньому процесі.

Важливим компонентом підтримки професійного зростання є створення умов для горизонтального навчання. Зокрема, йдеться про формування мереж освітніх хабів, онлайн-спільнот і професійних груп, у межах яких педагоги можуть обмінюватися успішними кейсами, сценаріями уроків, дидактичними матеріалами та інструктивними ресурсами щодо використання імерсивних технологій. Упровадження менторських програм, заснованих на принципі взаємопідтримки досвідчених учителів і новачків, дозволяє знижувати тривожність, що виникає у зв'язку з впровадженням технологічних інновацій, а також сприяє побудові стабільних педагогічних спільнот навколо ідеї інноваційної освіти.

Особливого значення набуває інтеграція тематичних модулів, пов'язаних із VR/AR, у програми педагогічної освіти та післядипломної підготовки. Освоєння базових цифрових і методичних компетентностей майбутніми вчителями ще на етапі їх професійного становлення є необхідною умовою для підготовки покоління педагогів, здатного ефективно працювати в умовах цифрової трансформації освіти. Варто зазначити, що в контексті неперервного професійного розвитку доцільним є також використання онлайн-платформ відкритої освіти, таких як Coursera, FutureLearn, EdEra, Prometheus, які пропонують курси, присвячені основам XR, педагогічному дизайну імерсивного контенту, а також інструментам створення VR/AR-середовищ (CoSpaces Edu, Metaverse Studio, Adobe Aero тощо). Таким чином, ефективна підготовка педагогів до використання VR/AR у змішаному та дистанційному навчанні має базуватися на поєднанні інституційних, практико орієнтованих та індивідуалізованих форм професійного розвитку, що забезпечує як технологічну, так і педагогічну готовність учителів до впровадження імерсивних підходів у навчальний процес.

У контексті трансформації сучасного уроку та впровадження імерсивних технологій важливо не лише забезпечити педагогів відповідними інструментами й компетентностями, а й переосмислити моделі самого освітнього процесу. Зміна парадигми, а саме від передачі знань до створення досвіду, вимагає нових форматів взаємодії, де навчання набуває дослідницького, емоційного та контекстуального забарвлення.

Водночас ефективне впровадження імерсивних технологій потребує врахування не лише технологічних можливостей, а й педагогічного дизайну уроку. Зокрема, він має відповідати віковим і когнітивним характеристикам сучасних учнів поколінь, орієнтуватися на короткі гнучкі формати, проблемно-орієнтовані завдання, візуально-динамічний контент та інтерактивні практики.

З урахуванням цих вимог у поданій таблиці 4.5 представлено добірку моделей коротких уроків з використанням доповненої реальності, адаптованих до умов української школи. Моделі структуровано за ключовими параметрами: ціль використання, інструменти, формат реалізації, очікуваний результат, предметна галузь та відповідний віковий рівень. Вони можуть бути інтегровані

як у повністю дистанційне, так і в частково офлайн-навчання, надаючи вчителям широкі можливості для осучаснення освітнього процесу.

Таблиця 4.5

**Добірка моделей уроків із використанням
інструментів доповненої реальності**

	Назва моделі уроку	Інструмент	Предмет	Клас	Ціль	Очікуваний результат
1	Подорож у просторі та часі	Merge EDU, Planets AR	Історія	1–12	Занурення в історичні епохи або астрономічні явища	Учні орієнтуються в часі/просторі, пояснюють явища
2	Хімія в долонях	Merge EDU (Merge Cube), ARSchool, 360ed's Elements AR	Хімія	5–9	Візуалізація процесів або об'єктів	Учні пояснюють полярність і зв'язки в молекулі H ₂ O
3	Поетичний всесвіт	Canva AR, AR Book	Українська література	6–8	Розвиток емоційного мислення та творчого самовираження	Учні створюють AR-ілюстрації, обґрунтовують символіку
4	Топографічний конструктор	3D Geography AR	Географія	7–9	Формування просторового мислення та навичок аналізу	Учні здійснюють аналіз і проектування
5	Космічний гід. Сонячна система у смартфоні	SkyView AR / Star Walk	Астрономія / Природознавство	5–7	Ознайомлення з об'єктами Сонячної системи	Учні ідентифікують планети та їхні характеристики
6	AR-анатомія тварин	AR Book	Біологія	5–9	Формування уявлень про внутрішню будову живих організмів	Учні створюють інтерактивні зображення та пояснюють функції органів
7	Еко-дослідження. Розпізнавання рослин через AR	PlantSnap AR	Біологія / Екологія	6–8	Розвиток навичок екологічного мислення	Учні документують та презентують знайдені види рослин
8	Анатомія в 3D	BioDigital Human	Біологія	8–11	Поглиблене вивчення будови органів	Учні демонструють знання анатомічних структур
9	Математичні об'єми: Геометрія в просторі	GeoGebra 3D, AR Makr, Geometria RA	Математика	7–10	Візуалізація тривимірних фігур і обчислень	Учні будують та аналізують 3D-фігури
10	AR-моделювання	Tinkercad	Інформатика, Технології	1–11	Засвоєння наукових понять через моделювання	Учні моделюють і прогнозують результати

Імерсивні компоненти у представлених моделях виступають не як самодостатній візуальний матеріал, а як засіб занурення в навчальну ситуацію, що вимагає рефлексії, аналізу, дослідницьких дій і взаємодії. Це дозволяє переосмислити структуру шкільного уроку як модульного конструкта, в якому інструменти забезпечують як етапи мотивації й актуалізації, так і занурення у проблемне середовище або рефлексивне осмислення на фінальних етапах.

Таким чином, запропоновані моделі не лише демонструють можливості інтеграції імерсивних технологій у навчальний процес, а й формують основу для розробки інноваційного педагогічного дизайну коротких змішаних уроків, орієнтованих на активну взаємодію, цифрову грамотність та розвиток вищих когнітивних навичок.

Одним із актуальних викликів при впровадженні AR/VR/360°-технологій у навчанні є обмеження безкоштовного функціоналу освітніх платформ. Більшість ресурсів на кшталт пропонують базовий доступ безкоштовно, але розширені можливості (створення власного контенту, використання всіх шаблонів, аналітика, кількість учнівських проєктів тощо) доступні лише у платних тарифах. Це ускладнює масштабне використання сервісів у масовій шкільній практиці. Ще одним викликом є відсутність україномовного інтерфейсу в багатьох популярних платформ. Деякі орієнтовані переважно на англomовну аудиторію, що створює додаткові труднощі для учнів молодшого шкільного віку та педагогів, які не володіють англійською на достатньому рівні. У цьому контексті одним із практичних рішень є використання вбудованих або сторонніх перекладачів, таких як:

- Google Translate у режимі миттєвого перекладу сторінок;
- розширення браузерів із функцією автоперекладу;
- копіювання інтерфейсних елементів у словник чи перекладач.

Це дозволяє адаптувати інтерфейс під українськомовну аудиторію та розширити коло педагогів, які можуть інтегрувати ці інструменти в освітній процес.

Також виникає необхідність забезпечення педагогів зручними та достовірними інструментами для добору цифрових ресурсів. Відповіддю на цей запит став електронний Каталог імерсивних сервісів (<https://www.immersive-tools.pp.ua/>). Каталог є спеціалізованим інструментом, призначеним для систематизації та оперативного доступу до актуальних VR/AR-платформ, що можуть бути інтегровані в освітній процес на різних рівнях шкільної освіти.

У структурі Каталогу передбачено зручну систему фільтрації, яка дозволяє здійснювати вибір інструментів за низкою релевантних критеріїв, зокрема:

- освітнім рівнем (від 1 до 12 класу);
- предметною галуззю (природничі науки, мистецтво, математика, географія, історія тощо);
- мовою інтерфейсу (українська, англійська, багатомовна підтримка);
- типом доступу (безкоштовний, умовно безкоштовний, платний);
- іншими важливими параметрами, такими як технічні вимоги, можливість мобільного доступу, наявність інтеграції з платформами управління навчанням (LMS).

Цей Каталог орієнтований на широкий спектр користувачів: від учителів закладів загальної середньої освіти до викладачів закладів вищої педагогічної освіти, методистів і розробників змісту цифрового навчання. Завдяки постійному оновленню, інструмент відповідає сучасним тенденціям розвитку освітніх технологій та дозволяє педагогам здійснювати обґрунтований вибір AR/VR-сервісів відповідно до освітніх цілей, вікових особливостей учнів і педагогічного дизайну уроку.

Використання Каталогу особливо доцільне у процесі підготовки до інтерактивного уроку, організації елементів змішаного або дистанційного

навчання, а також під час розробки авторських сценаріїв, спрямованих на створення імерсивного навчального середовища.

Отже, беззаперечною є доцільність інтеграції платформ синхронної взаємодії з імерсивними технологіями, насамперед доповненою реальністю, у структуру уроків у змішаному та дистанційному форматах. Таке поєднання дозволяє створити більш динамічне, візуально та емоційно насичене освітнє середовище, що відповідає когнітивним потребам поколінь Зумерів та Альфа. Застосування AR-технологій позитивно впливає на залученість учнів, розвиток їх критичного мислення, дослідницьких умінь і цифрової грамотності.

Запропоновані моделі уроків із використанням AR, адаптовані до умов української освіти, що враховує обмеження часу, технічні можливості та вікові особливості учнів. Вони можуть бути використані як в дистанційному, так і в офлайн-режимі, забезпечуючи гнучкість і персоналізацію навчального процесу.

4.3. Використання імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту учнів

Сучасний світ характеризується стрімким розвитком цифрових технологій, які змінюють підходи до навчання, взаємодії та професійного розвитку. Однією з перспективних технологій у сфері освіти є імерсивні технології, зокрема доповнена (AR) та віртуальна реальність (VR). Ці технології дозволяють створювати інтерактивні навчальні середовища, що сприяють ефективному засвоєнню навчального матеріалу, розвитку критичного мислення та емоційного інтелекту (EI).

У 2023 році Європейська Рада прийняла рекомендації, спрямовані на забезпечення успішної цифрової освіти та навчання. Ці рекомендації підкреслюють необхідність інтеграції цифрових технологій у навчальний процес, починаючи з дошкільної освіти, а також підтримку розвитку цифрових освітніх інструментів, включаючи дослідження впливу штучного інтелекту. Особлива увага приділяється підготовці педагогів до використання цих технологій та інвестуванню в цифрову інфраструктуру¹.

Крім того, у 2024 році Міністерство освіти і науки України підписало меморандум про співпрацю з компанією «SimLab Soft» для впровадження VR-технологій в університетах. Це партнерство спрямоване на інтеграцію імерсивних технологій у освітній процес, що підкреслює важливість використання таких інновацій у навчанні².

¹ Європейська Рада прийняла рекомендації щодо забезпечення успішної цифрової освіти та навчання. URL:<https://eufordigital.eu/uk/european-council-adopts-recommendations-for-enabling-successful-digital-education-and-training>

² Упровадження VR-технологій в університетах: МОН і SimLab Soft підписали меморандум про співпрацю. URL: <https://mon.gov.ua/news/uprovadzhennia-vr-tekhnologii-v-universytetakh-mon-i-simlab-soft-pidpysaly-memorandum-pro-spivpratsiu>

Також у 2023 році Український інститут розвитку освіти спільно з ГО «ЕдКемп Україна» розробили практичний poradник для педагогів щодо впровадження компонентів розвитку емоційного інтелекту в учнівства. У цьому посібнику висвітлено особливості розвитку емоційного інтелекту та надано методичні рекомендації для його інтеграції в освітній процес³.

Отже, емоційний інтелект відіграє ключову роль у професійній та особистісній самореалізації людини. Він включає здатність усвідомлювати власні емоції, керувати ними, розпізнавати емоції інших людей та ефективно будувати міжособистісні стосунки. Дослідження підтверджують, що високий рівень ЕІ сприяє успішній комунікації, вирішенню конфліктів, адаптації до змін і навіть підвищенню академічної успішності. У зв'язку з цим постає питання про інноваційні методи розвитку ЕІ, серед яких значне місце займають імерсивні технології.

Застосування імерсивних технологій у навчанні передбачає вікову диференціацію методів: у початковій школі це можуть бути AR-книги та інтерактивні завдання для розвитку базових емоційних навичок, у середній школі – соціальні сценарії та ситуаційні симуляції, а у старшій школі – VR-кейси для формування емоційної стійкості, лідерства та саморегуляції.

Попередні дослідження демонструють, що використання AR/VR-технологій у навчанні сприяє кращому розумінню складних понять, підвищує рівень мотивації студентів і допомагає знижувати рівень стресу під час освітнього процесу. Проте питання безпосереднього впливу таких технологій, на розвиток емоційного інтелекту залишається недостатньо вивченим. Важливим є аналіз того, як інтерактивне середовище може сприяти формуванню емпатії, саморефлексії та інших складових ЕІ.

Розвиток емоційного інтелекту є важливою складовою сучасної освіти, оскільки він впливає на здатність учнів ефективно спілкуватися, працювати в команді, приймати рішення та адаптуватися до змін. Однак традиційні методи навчання недостатньо враховують роль емоцій у навчальному процесі, а також не завжди забезпечують можливості для формування соціально-емоційних навичок.

Застосування імерсивних технологій (VR/AR) відкриває нові перспективи для розвитку емоційного інтелекту завдяки створенню інтерактивних навчальних середовищ, що дозволяють учням переживати різні емоційні стани, аналізувати свої реакції та вдосконалювати навички взаємодії. Проте питання ефективності VR/AR у цьому контексті залишається недостатньо вивченим. У зв'язку з цим невирішеними залишаються питання впливу імерсивних технологій на формування емоційного інтелекту учнів, а також розроблення технології їх використання в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти

Розвиток емоційного інтелекту є важливою складовою сучасної освіти, оскільки він впливає на здатність учнів ефективно спілкуватися, працювати в

³ Упровадження компонентів розвитку емоційного інтелекту в учнівства: практичний poradник педагогам закладів загальної середньої освіти. URL: <https://uied.org.ua/2023/06/10543>

команді, приймати рішення та адаптуватися до змін. Водночас сучасні освітні підходи зосереджені переважно на когнітивному розвитку, що призводить до недостатньої уваги до соціально-емоційної сфери учнів. Традиційні методи навчання обмежені у створенні умов для активного розвитку емоційного інтелекту, зокрема формування навичок саморегуляції, емпатії та ефективної взаємодії в соціумі.

Застосування імерсивних технологій (VR/AR) відкриває нові перспективи для розвитку емоційного інтелекту завдяки створенню інтерактивних навчальних середовищ, що дозволяють учням переживати різні емоційні стани, аналізувати свої реакції та вдосконалювати навички взаємодії. Проте питання ефективності VR/AR у цьому контексті залишається недостатньо вивченим. У зв'язку з цим невирішеними залишаються питання впливу імерсивних технологій на формування емоційного інтелекту учнів, а також розроблення технології їх використання в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Вплив емоційного інтелекту на навчальні досягнення учнів розкрито в дослідженнях А. Алам та М. Ахмад. Вченими встановлено, що взаємозв'язок між емоційним інтелектом і досягненнями учнів опосередковується шкільною культурою [72]. Це свідчить про те, що шкільна культура відіграє важливу роль у впливі емоційного інтелекту на академічні результати учнів. Шкільна культура включає норми, цінності, переконання та практики, які панують у навчальному закладі. Результати дослідження підтверджують, що розвиток ЕІ сприяє кращій адаптації учнів до шкільного середовища та позитивно впливає на їхню мотивацію до навчання.

Емоційний інтелект є ключовою складовою освітнього процесу, що впливає на життя як учнів, так і вчителів. Дослідження вчених із Бангкоку (Таїланд) щодо потенційного впливу емоційного інтелекту вчителя на емоційний інтелект учнів, їхню самоефективність та академічні досягнення виявило значну негативну кореляцію між емоційним інтелектом учителя та середнім балом учнів. Це свідчить про можливий вплив емоційного інтелекту педагога на навчальні результати. Якісні дані дослідження показують, що емоційний інтелект учителя може мати як позитивний, так і негативний вплив на учнів, а також сприяти їхній мотивації та розвитку самоефективності. Таким чином, очевидно, що розвиток емоційного інтелекту педагогів має стати пріоритетом у вдосконаленні освітніх систем і підвищенні їхньої ефективності [84].

Вчені також зазначають, що задоволеність роботою вчителів має важливий вплив на розвиток емоційного інтелекту та підвищення академічних досягнень учнів [116].

Дослідження М. Мозера з Огайо (США) показало високий зв'язок між основним емоційним інтелектом та показниками індексу успішності (досягнення студентів), а також середній зв'язок між лідерством та показниками індексу продуктивності учнів [98].

У дослідженні Е. Румахлеванг та І. Мо Латар аналізується взаємозв'язок між емоційним інтелектом і результатами навчання учнів молодшої школи.

Дослідження показало, що емоційний інтелект має значний вплив на успіхи учнів з фізичного виховання. Результати вказують на важливість навчальних звичок як одного з головних чинників, що впливають на академічні досягнення учнів. Вчені підкреслюють важливість розвитку емоційного інтелекту у вчителів початкової школи, оскільки вони, виховуючи учнів, впливають на їх емоційний стан і навчальні результати [112].

У процесі реформи загальної середньої освіти в Україні створюються заклади трьох базових типів: початкові школи, гімназії та ліцеї, які забезпечують профільну середню освіту. Ліцеї, у свою чергу, поділяються на професійні та академічні, зокрема останні орієнтовані на поглиблене вивчення предметів, що допоможуть учням підготуватися до навчання у вищих закладах освіти. Враховуючи актуальність академічного навчання на міжнародному рівні, команда вчених з Бангладешу (Південна Азія) провела дослідження, яке аналізує вплив емоційного інтелекту викладачів на мотивацію учнів до академічного навчання в таких закладах. Вчені зазначили, що викладання є складним і стресовим процесом, який не лише впливає на емоційний стан учителів, але й значно позначається на учнях. Результати дослідження підтверджують, що на мотивацію учнів до академічного навчання істотно впливають різні складники емоційного інтелекту викладачів: емоційна самосвідомість, саморегуляція, самомотивація, емпатія і соціальні навички. Ці фактори сприяють створенню сприятливої емоційної атмосфери, що підвищує інтерес учнів до навчання та стимулює їх до подальшого академічного розвитку [108].

Аналізуючи результати дослідження вчених, можна зробити висновок, що емоційний інтелект відіграє ключову роль у формуванні конкурентоспроможного випускника, тому важливо формувати емоційний інтелект учнів на всіх етапах навчання — від початкової школи до гімназії та ліцею. З огляду на розвиток цифрових технологій, формування емоційного інтелекту можна ефективно реалізовувати за допомогою імерсивних технологій, які сприяють створенню інтерактивних та емоційно насичених навчальних середовищ. Попри те, що цей аспект наукових досліджень є відносно новим, в академічних колах вже активно обговорюються перші результати у цій галузі. Згідно з дослідженнями В. Лінареса-Варгаса та С. Кієзи-Мостакеро, VR/AR-технології дозволяють створювати реалістичні емоційно насичені середовища, що впливають на емоційну залученість учнів. Проте більшість досліджень зосереджені на когнітивних аспектах навчання, а не на соціально-емоційному розвитку, що потребує подальшого вивчення [92].

Д. Щокіна у дослідженні розглядає питання розвитку емоційного інтелекту на інтегрованих уроках за допомогою мультимедійних технологій. Автор аналізує, що використання мультимедійних технологій, таких як відео, аудіо, інтерактивні симуляції тощо, може зробити навчання більш ефективним і захоплюючим для учнів. Мультимедійні технології створюють умови для кращого засвоєння матеріалу та стимулюють позитивне емоційне ставлення до навчання [70].

Дослідження Р. Сомаратни, Т. Беднарца і Г. Мохаммаді показали, що віртуальна реальність (VR) має великий потенціал для ефективного та природного викликання емоцій, створюючи механізми мотивації та емпатії. Для освіти це означає, що VR може стати потужним інструментом для розвитку емоційного інтелекту учнів, створюючи реалістичні, контрольовані середовища, що сприяють глибшому емоційному зануренню. Використання VR у навчальному процесі дозволяє підвищити емоційну залученість студентів, що може позитивно вплинути на їх мотивацію та навчальні результати [118].

Віртуальна реальність (VR) є потужним інструментом, який створює контрольоване і захоплююче середовище, здатне відтворювати емоційний досвід реального світу та ефективно відслідковувати емоційні сигнали, що відкриває нові можливості для навчання, розвитку емоційного інтелекту та вдосконалення взаємодії між людьми та технологіями [99].

Підтвердження ефективності використання віртуальної реальності (VR) для розвитку емоційного інтелекту наведено в дослідженні Д. Баркера та Х. Левковіца. Вчені запропонували метод розпізнавання емоцій у VR за допомогою пупілометрії, аналізуючи реакції діаметра зіниці на візуальні та аудіальні стимули. Вони досягли високої точності в розпізнаванні емоцій за допомогою машинного навчання. Це дослідження відкриває нові можливості для створення більш захоплюючих та інтерактивних середовищ віртуальної реальності, що можуть бути застосовані у освітньому процесі для розвитку емоційного інтелекту учнів, покращення їх мотивації та залученості, а також для створення персоналізованих навчальних середовищ, що враховують емоційний стан учнів [73].

Д. Губарева у своїй роботі зазначає, що імерсивні технології сприяють розвитку навичок саморегуляції та особистісних соціальних якостей. Авторка підкреслює, що взаємодія у VR- і AR-середовищах дозволяє відпрацьовувати різні поведінкові сценарії в безпечному просторі, що є важливим чинником розвитку емоційного інтелекту [16].

Аналізуючи вплив VR та AR на якість освіти, О. Омельчук, Р. Гарматюк та С. Шабага зазначають, що ці технології сприяють глибокій взаємодії з навчальними матеріалами, підвищують зацікавленість учнів та дозволяють адаптувати освітній процес до їхніх індивідуальних потреб. Автори наголошують, що VR і AR можуть моделювати реальні соціальні ситуації, що сприяє розвитку емпатії та соціальних навичок учнів, які є складовими емоційного інтелекту [42].

Наукові дослідження підтверджують потенціал VR та AR у розвитку емоційного інтелекту завдяки можливості створення адаптивних, інтерактивних та емоційно насичених освітніх середовищ. Втім, питання їхнього застосування для формування емоційного інтелекту учнів ЗЗСО на різних рівнях освіти потребує подальшого вивчення. Додаткові наукові пошуки потрібні для розроблення відповідної технології формування емоційного інтелекту учнів у процесі навчання в закладах загальної середньої освіти, яка базується на використанні AR, VR, чат-ботів.

Термін «емоційний інтелект» був введений психологами Пітером Саловей та Джоном Маєром у 1990 році. Вони опублікували статтю під назвою «Emotional Intelligence» у журналі *Imagination, Cognition and Personality*, де вперше запропонували це поняття та його концептуалізацію. У цій роботі автори визначили емоційний інтелект як підмножину соціального інтелекту, що включає здатність відстежувати власні та чужі почуття й емоції, розрізняти їх і використовувати цю інформацію для керування своїм мисленням та діями [113].

Пізніше, у 1995 році, психолог і науковий журналіст Деніел Гоулман популяризував цей термін у своїй книзі «Емоційний інтелект: Чому він може значити більше, ніж IQ» розширив концепцію, включивши такі компоненти, як *самосвідомість, саморегуляція, мотивація, емпатія та соціальні навички* [83].

На думку цих вчених, емоційний інтелект – *це здатність людини розпізнавати, розуміти та керувати як власними емоціями, так і емоціями інших людей, що включає усвідомлення своїх емоцій, контроль над ними, емпатію та ефективну взаємодію з оточуючими*. Таким чином, емоційний інтелект є ключовим фактором у досягненні успіху, зокрема в навчанні.

Емоційний інтелект (EI) є важливою складовою особистісного розвитку та соціальної адаптації, що включає здатність людини усвідомлювати, розуміти та регулювати власні емоції, а також виявляти емпатію і взаємодіяти з емоціями інших. Розвиток емоційного інтелекту стає ключовим аспектом освіти, оскільки він безпосередньо впливає на навчальні досягнення учнів, формування соціальних навичок і ефективність комунікації. В умовах сучасного освітнього процесу все більше уваги приділяється використанню інноваційних технологій для стимулювання розвитку емоційного інтелекту. Однією з таких технологій є імерсивні технології, дозволяють тренувати емоційну самосвідомість, саморегуляцію та емпатію. Вивчення взаємозв'язку емоційного інтелекту та імерсивних технологій у контексті освіти дозволяє зрозуміти, як ці інновації можуть сприяти розвитку ключових компетентностей учнів, що необхідні для їхнього успіху в навчанні та житті.

Формування емоційного інтелекту учнів має включати його основні складники:

- *Самоусвідомлення* – здатність розпізнавати власні емоції та їхній вплив на поведінку.
- *Саморегуляція* – управління емоціями для досягнення цілей.
- *Мотивація* – внутрішній драйв до досягнень.
- *Емпатія* – розуміння та врахування емоцій інших.
- *Соціальні навички* – ефективна взаємодія в колективі [113; 83].

Аналізуючи функціональні можливості ІмТ вчені обґрунтували їх переваги використання в ЗЗСО, а саме:

- візуалізація освітнього контенту, що доповнює зміст навчальних матеріалів і дозволяє деталізувати будь-які природні процеси, явища або об'єкти;
- формування безпечного середовища для проведення практичних і лабораторних робіт, які в реальному житті здійснити неможливо;

- організація необмеженого доступу до AR-об'єктів, що дозволяє повторювати експерименти безліч разів і сприяти напрацюванню навичок;
- побудова індивідуальної траєкторії розвитку, що дозволяє врахувати вроджені здібності учнів та учнів з особливими потребами;
- використання технології BYOD (англ. Bring Your Own Device), що забезпечує як індивідуальний підхід у навчанні, так і засобами навчання;
- реалізація діяльнісного підходу, як основи розвитку ключових компетентностей і наскрізних умінь здобувачів освіти, застосування теоретичних знань на практиці;
- забезпечення WoW-ефекту (здивування, захоплення) з метою активізації навчальної діяльності здобувачів освіти;
- занурення учня у віртуальний досвід або місце розташування, а захоплюючий урок зберігається набагато швидше в часі з більш впливовою тривалою пам'яттю [31].

Отже, можна дібрати і за допомогою імерсивних технологій, таких як AR і VR, створювати навчальні середовища, що сприятимуть розвитку ЕІ. Ці технології забезпечать:

- *Реалістичне занурення*, що підсилює емоційну залученість.
- *Моделювання соціальних ситуацій*, які допомагають розвивати емпатію та комунікаційні навички.
- *Інтерактивний зворотний зв'язок*, що сприяє кращому самопізнанню та саморегуляції.

Таким чином, поєднання емоційного інтелекту (ЕІ) та імерсивних технологій створює потужну основу для розвитку ключових соціально-емоційних навичок учнів. Інтеграція інноваційних технологій у навчальний процес дає змогу не тільки поглибити розуміння емоцій, а й активно впливати на їх регулювання та розвиток таких важливих компетенцій, як емпатія і самосвідомість.

У наступні десять років імерсивні технології, такі як AR та VR, стануть невід'ємною частиною освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Завдяки цим технологіям учні зможуть зануритися в навчальний матеріал на новому рівні, що сприятиме не лише розвитку їхнього емоційного інтелекту, але й підвищенню загального рівня знань та креативності. Використання чат-ботів та імерсивних платформ забезпечить індивідуальний підхід до навчання кожного учня, допомагаючи долати бар'єри у спілкуванні та сприяючи кращій взаємодії між учнями та вчителями. Крім того, такі технології відкриють нові можливості для дистанційного навчання та забезпечать безперервний навчальний процес навіть у складних умовах.

У процесі розвитку емпатії віртуальна реальність сприяє користувачам переживати досвід з точки зору іншої людини. Наприклад, VR-симуляції соціальних ситуацій можуть допомогти відчувати емоції людей у складних життєвих ситуаціях. AR-сценарії можуть навчати розпізнаванню невербальних сигналів у спілкуванні, що розвиває емоційну чутливість

Для покращення саморегуляції та усвідомленості AR/VR-середовища можуть імітувати стресові ситуації (наприклад, публічні виступи або переговори), навчаючи користувачів контролювати своє емоційне реагування та поведінку в напружених умовах, а Біологічний зворотний зв'язок у VR-іграх або симуляціях допоможе навчитися регулювати рівень стресу через дихальні техніки, усвідомлену релаксацію або адаптивні стратегії подолання напруження.

Для формування соціальних навичок Взаємодія у віртуальному середовищі допомагає розвивати комунікативні здібності, співпрацю та навички вирішення конфліктів. AR/VR-симуляції можуть моделювати реальні соціальні ситуації, у яких користувачі вчаться ефективно взаємодіяти та адаптувати свою поведінку.

Емоційно забарвлене навчання VR і AR сприяють створенню захопливого навчального досвіду, який активізує емоційну залученість. Дослідження підтверджують, що емоційна залученість сприяє глибшому запам'ятовуванню інформації та створює мотивацію до подальшого навчання, роблячи освітній процес більш ефективним.

Розглянемо основні етапи підготовки до формування емоційного інтелекту учнів з використанням імерсивних технологій (табл. 4.6).

Таблиця 4.6.

Етапи підготовки до формування емоційного інтелекту з використанням імерсивних технологій

Етап	Основні завдання	Деталізація
1. Аналіз потреб і дослідження	Визначення цільової аудиторії	Врахування віку, індивідуальних особливостей учнів
	Оцінка рівня емоційного інтелекту	Використання опитувань, тестів, спостережень
	Виявлення ключових аспектів для розвитку	Виділення сфер ЕІ, які потребують покращення
2. Розробка контенту	Створення навчальних модулів	- Самосвідомість - Саморегуляція - Мотивація - Емпатія - Соціальні навички
	Розробка сценаріїв для імерсивних технологій	- Імітація реальних шкільних ситуацій - Практика навичок у VR/AR
3. Технічна реалізація	Вибір платформи	Визначення інструментів: VR, AR, мобільні застосунки
	Створення прототипу	Перша версія навчального середовища
	Тестування з учнями	Оцінка зручності, корекція помилок
4. Впровадження та поширення	Навчання користувачів	Проведення тренінгів для вчителів і учнів

Етап	Основні завдання	Деталізація
	Офіційний запуск системи	Запуск та початок використання в школі
	Підтримка та оновлення	Регулярне вдосконалення на основі зворотного зв'язку
5. Додаткові елементи	Ігрові елементи (гейміфікація)	Бали, рівні, нагороди
	Партнерство з батьками	Інформування, залучення до процесу
	Оцінка ефективності	Моніторинг прогресу учнів, коригування методики

1. Технологія використанням імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту учнів ЗЗСО

З розвитком цифрових технологій, імерсивні технології стають важливим інструментом у сучасному освітньому процесі, оскільки вони пропонують нові можливості для розвитку компетентностей учнів. Одна з найбільш перспективних сфер їх використання – це формування емоційного інтелекту (EI), який є основою соціальної адаптації, успішного навчання та комунікації. Імерсивні технології, зокрема віртуальна реальність (VR), дозволяють створювати інтерактивні середовища, в яких учні можуть переживати емоційні стани, тренувати свою емоційну самосвідомість, саморегуляцію та емпатію. Ці технології створюють умови для занурення в ситуації, які імітують реальні життєві ситуації, що дозволяє учням не лише аналізувати свої емоційні реакції, але й розвивати навички взаємодії з іншими людьми. Застосування таких технологій у навчанні сприяє формуванню більш ефективних стратегій соціальної поведінки та підвищує рівень емоційної зрілості учнів у контексті освітнього процесу.

Сучасна освіта орієнтована не лише на засвоєння знань, а й на розвиток м'яких навичок (Soft Skills), зокрема емоційного інтелекту (EI). Емоційний інтелект сприяє ефективній комунікації, саморегуляції, розвитку емпатії та стресостійкості, що є ключовими для навчання та майбутньої професійної діяльності.

Застосування імерсивних технологій (AR, VR) створює можливості для занурення учнів у різні навчальні ситуації, що дозволяє формувати емоційний інтелект у контексті реального досвіду. Наукові дослідження підтверджують, що використання VR та AR у навчальному процесі покращує запам'ятовування, сприяє розвитку когнітивних навичок та підсилює емоційне залучення учнів.

Зазначимо, що важливо використовувати імерсивні технології на всіх рівнях освіти з метою формування емоційного інтелекту учнів різних вікових категорій. Тому структура педагогічної технології формування емоційного інтелекту має враховувати: вікові особливості, форми та засоби навчання, підходи до оцінювання, рівні сформованості емоційного інтелекту (рис. 4.1).

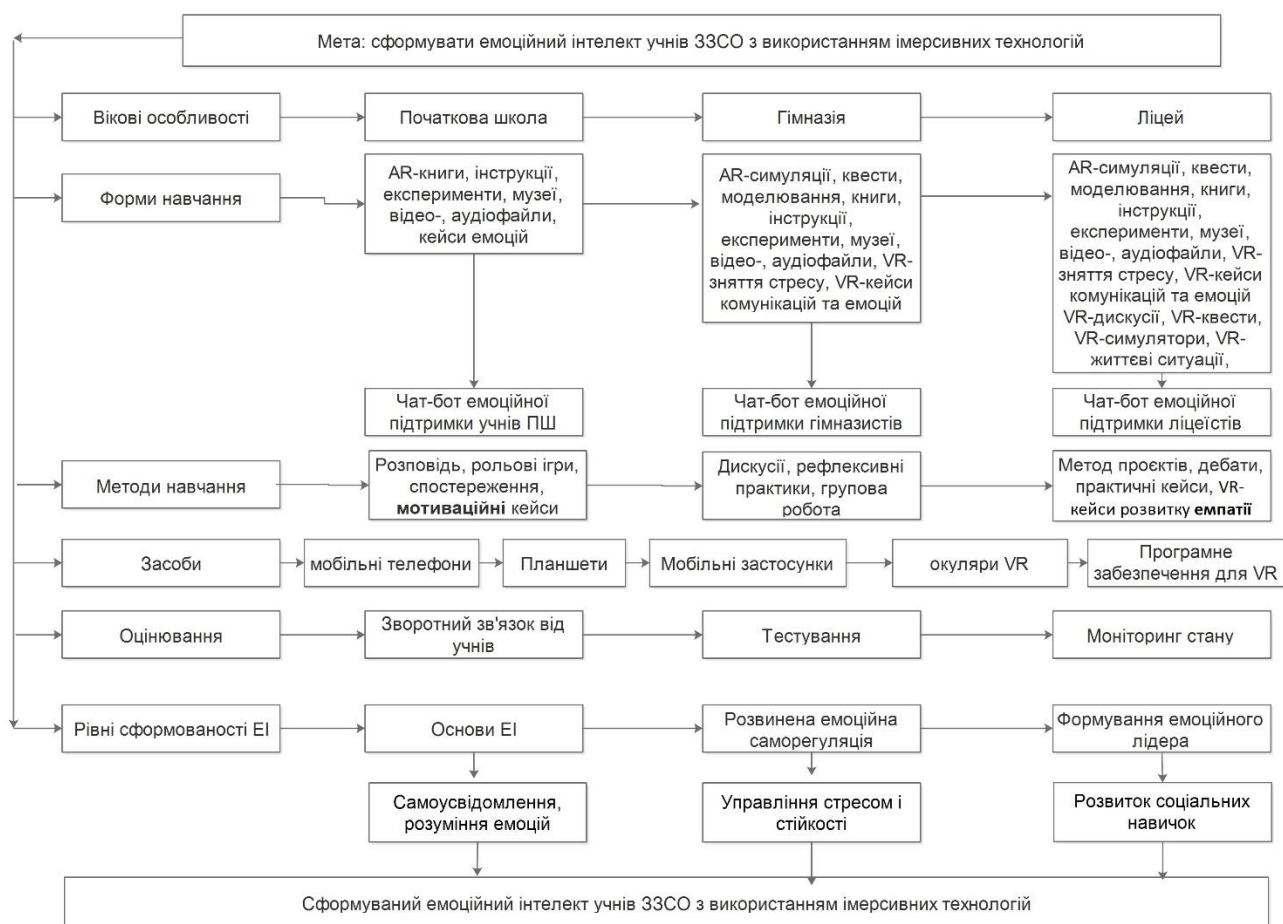


Рис. 4.1. Технологія використання імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту учнів ЗЗСО

Вікові особливості. Для кожного рівня навчання (початкова школа, гімназія, ліцей) розроблено специфічні методи та засоби навчання, які відповідають рівню психологічного розвитку учнів.

Форми навчання. Початкова школа - використання AR-книг, інструкцій, відео- та аудіофайлів сприяє емоційному зануренню, підвищенню мотивації та формуванню базових навичок ЕІ. Гімназія - додаються AR-симуляції, квести, моделювання, що допомагають учням навчитися керувати емоціями у складніших соціальних ситуаціях. Ліцей - використання VR-кейсів комунікації, VR-дискусій та симуляторів життєвих ситуацій дозволяє розвинути емпатію, стресостійкість і лідерські навички.

Методи навчання. Використання імерсивних технологій у поєднанні з класичними педагогічними методами (рольові ігри, дискусії, проєктна діяльність, рефлексивні практики) сприяє глибшому усвідомленню власних емоцій та розвитку навичок комунікації.

Засоби навчання. Використання мобільних телефонів, планшетів, VR-окулярів і спеціального програмного забезпечення дозволяє забезпечити інтерактивне навчання.

Оцінювання. Оцінювання включає зворотний зв'язок від учнів, тестування та моніторинг емоційного стану, що дозволяє адаптувати навчальний процес до потреб учнів.

Рівні сформованості емоційного інтелекту. Від початкового рівня усвідомлення емоцій до розвитку навичок саморегуляції, управління стресом, формування емоційного лідерства та соціальної взаємодії.

Технологія формування емоційного інтелекту на основі імерсивних технологій дозволяє зробити освітній процес більш ефективним, особистісно орієнтованим та інтерактивним. Вона сприяє розвитку не лише когнітивних знань, а й емоційної компетентності, що є критично важливим у сучасному світі.

У впровадженні імерсивних технологій у навчальний процес доцільно використовувати такі *підходи*:

Кейс-технології – розробка VR/AR-кейсів, які імітують реальні соціальні ситуації (наприклад, вирішення конфліктів, співпраця в команді, управління стресом).

Зворотний зв'язок – використання технологій, які аналізують емоційний стан учнів (наприклад, зміну частоти серцевих скорочень, рівень стресу) для кращої саморефлексії.

Індивідуалізація навчального досвіду – налаштування VR/AR-контенту відповідно до рівня емоційного інтелекту учнів.

Для оцінювання ефективності цієї методики доцільно використовувати поєднання кількісних (анкетування, тести) та якісних (спостереження, інтерв'ю) методів збору даних

Розвиток емоційного інтелекту у дітей різного віку потребує диференційованого підходу (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

Вікові особливості використання VR/AR для розвитку ЕІ

Вікова група	Імерсивні технології	Очікувані результати
6-10 років (початкова школа)	AR, чат-боти	Формування базових навичок розпізнавання емоцій
11-14 років (гімназія)	AR/VR, чат-боти	Розвиток саморегуляції та конструктивного вирішення конфліктів
15-17 років (ліцей)	AR/VR, чат-боти	Вдосконалення комунікаційних навичок, підготовка до дорослого життя

Деталізуємо очікувані результати впровадження імерсивних технологій у навчальний процес з метою формування емоційного інтелекту учнів (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Форми і методи використання імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту школярів

Вікова група	Форма використання імерсивних технологій	Методи	Очікуваний результат
Початкова школа (6-10 років)	Інтерактивні казки з AR-персонажами	Розігрування емоційних сцен, обговорення почуттів героїв	Розвиток емпатії, розуміння базових емоцій
	AR-картки з видами емоцій	Гра "Вгадай емоцію", асоціативні вправи	Покращення розпізнавання та вираження емоцій
Гімназія (11-14 років)	AR-сценарії конфліктних ситуацій	Рольові ігри з варіантами розв'язання конфліктів	Формування навичок емоційного самоконтролю та конструктивної комунікації
	AR,VR-об'єкти для творчих завдань	Створення віртуальних персонажів з різними емоціями	Розвиток емоційної саморефлексії, творчого мислення
Ліцей (15-17 років)	VR-моделювання реальних життєвих ситуацій	Аналіз кейсів, дискусії, пошук рішень	Формування емоційної стійкості, навичок розв'язання проблем
	Взаємодія з VR-аватарами	Симуляція переговорів, робота в командах	Вдосконалення емоційного інтелекту в соціальних ситуаціях

Узагальнимо можливості ІмТ для освіти в умовах формування емоційного інтелекту. Вона є однією з найбільш перспективних платформ, що використовує доповнену реальність для освітніх цілей. Її функціонал та можливості дозволяють:

- Створювати інтерактивні навчальні середовища – за допомогою ІмТ викладачі можуть моделювати ситуації, що сприяють розвитку емпатії та соціальних навичок.
- Розвивати емоційну чутливість – взаємодія з AR-об'єктами, що демонструють різні емоційні стани, допомагає студентам навчитися розпізнавати емоції інших.
- Формувати навички саморефлексії – ІмТ дозволяє аналізувати поведінку користувачів у змодельованих ситуаціях, сприяючи усвідомленню власних емоцій та їх впливу.

- Забезпечувати практичний досвід у безпечному середовищі – студенти можуть відпрацьовувати комунікативні навички у симульованих соціальних взаємодіях.
- Залучати до емоційно насиченого навчання – AR-елементи роблять навчальний процес більш емоційно привабливим, підвищуючи мотивацію до навчання.
- Покращувати соціальну взаємодію – завдяки інтерактивним AR-об’єктам студенти можуть працювати у групах, спільно вирішуючи завдання, що формує командну роботу.
- Розширювати можливості адаптивного навчання – ІмТ дає можливість індивідуалізованого підходу до студентів, адаптуючи освітній контент відповідно до їхніх потреб та рівня розвитку емоційного інтелекту.

Таким чином, використання ІмТ у навчальному процесі сприяє не лише розвитку когнітивних здібностей, а й формуванню емоційного інтелекту, що є важливим фактором у сучасній освіті.

Вплив імерсивних технологій на розвиток емоційний інтелекту учнів.

Імерсивні технології за допомогою яких можна створювати середовища або ситуації, максимально наближені до реальних, що дає учням можливість безпосередньо переживати емоційні стани, аналізувати свої реакції та розвивати навички взаємодії з іншими людьми в умовах, що імітують реальні життєві ситуації. Тому варто детально розглянути, як саме імерсивні технології можуть впливати на розвиток емоційного інтелекту учнів, зокрема в аспектах розвитку емпатії, емоційної саморефлексії, розпізнавання емоцій, емоційної регуляції, соціальної взаємодії, мотивації та залученості, зменшення тривожності (табл. 4.9).

Таблиця 4.9.

Основні аспекти впливу імерсивних технологій на емоційний інтелект учнів

Аспект	Механізм впливу	Очікуваний результат
Розвиток емпатії	Учні взаємодіють з віртуальними персонажами, переживають їхні емоції та ситуації	Покращення здатності розуміти почуття інших, зниження рівня агресії
Емоційна саморефлексія	Аналіз власних реакцій у VR/AR-середовищах, моделювання поведінки в різних ситуаціях	Підвищення усвідомленості своїх емоцій та реакцій
Розпізнавання емоцій	Інтерактивні ігри та тренажери для ідентифікації емоційних станів людей (аватарів, персонажів)	Формування навички читання невербальних сигналів та експресій
Емоційна регуляція	Симуляції стресових ситуацій у безпечному середовищі, практика технік заспокоєння	Вироблення навичок самоконтролю та управління емоціями

Аспект	Механізм впливу	Очікуваний результат
Соціальна взаємодія	Колективні дослідження, завдання, переговори AR/VR-командні симуляції	Покращення комунікативних навичок, навчання конструктивному вирішенню конфліктів
Мотивація та залученість	Гейміфікація навчального процесу через AR/VR, персоналізовані сценарії навчання	Підвищення інтересу до самопізнання та емоційного розвитку
Зменшення тривожності	Медитативні AR/VR-середовища, віртуальні техніки релаксації	Зниження рівня стресу, розвиток психологічної стійкості

Імерсивні технології створюють реалістичні навчальні середовища, що допомагають учням краще розуміти та переживати емоції. Використання VR/AR у навчанні дозволяє не лише опрацьовувати навчальний матеріал, а й розвивати емоційні та соціальні компетентності. VR-симуляції створюють умови для тренування навичок саморегуляції у складних ситуаціях, а AR-інструменти допомагають учням усвідомлювати та аналізувати власні емоційні реакції. Завдяки поєднанню технологій із рефлексивними практиками учні формують навички соціальної взаємодії та підвищують рівень емоційного інтелекту.

Отже спостерігаємо додаткові аспекти розвитку емоційного інтелекту в умовах використання імерсивних технологій (табл. 4.10).

Таблиця 4.10.

Вплив імерсивних технологій на емоційний розвиток учнів у розрізі категорій

Категорія	Опис впливу імерсивних технологій	Приклад технологій	Додаткові аспекти розвитку
Емоційна саморегуляція	Імерсивні технології допомагають учням потрапляти у контрольовані ситуації, що викликають різні емоції (радість, хвилювання, страх). Вони навчаються розпізнавати свої почуття, знаходити способи заспокоєння та адекватно реагувати у складних обставинах. Це сприяє розвитку самоконтролю та витривалості.	VR-симуляції для тренування емоційного контролю (наприклад, тестові ситуації для подолання страху перед виступами), AR-додатки для розслаблення та концентрації	Навички подолання стресу, підготовка до публічних виступів, психологічна стійкість

Категорія	Опис впливу імерсивних технологій	Приклад технологій	Додаткові аспекти розвитку
Емпатія	Використовуючи VR та AR, учні можуть «опинитися в шкірі» іншої людини (наприклад, дитини з обмеженими можливостями або людини з іншої культури). Це допомагає краще розуміти почуття інших, навчатися доброзичливості та взаємодопомозі.	VR-історії про життя дітей у різних країнах, AR-додатки з інтерактивними сюжетами про співпереживання	Розвиток дружніх відносин, запобігання булінгу, соціальна відповідальність
Емоційна усвідомленість	Завдяки імерсивним технологіям учні можуть вчитися розпізнавати свої емоції та пояснювати, що вони відчують у певних ситуаціях. Це допомагає формувати емоційну грамотність, що є основою для ефективної комунікації та психологічного благополуччя.	VR-ігри та симуляції, які дозволяють візуалізувати емоції, AR-застосунки для аналізу настрою та рефлексії	Емоційний інтелект, навички самовираження, покращення комунікації

Імерсивні технології, зокрема віртуальна (VR) та доповнена реальність (AR), є потужним засобом для формування емоційного інтелекту школярів. Вони створюють контрольовані середовища, де учні можуть переживати різні емоційні ситуації, навчатися їх розпізнавати, регулювати власні емоції та розвивати емпатію.

Інтеграція VR/AR у навчальний процес дозволяє учням не лише здобувати знання, а й розвивати емоційну гнучкість, здатність до самоконтролю та ефективної взаємодії з оточенням. Це дозволяє школярам та студентам покращити свою стресостійкість, здатність до співпереживання та ефективну комунікацію.

Дослідження показують, що такі інструменти, як ІмТ, можуть бути ефективними методиками для розвитку емоційного інтелекту в освітньому процесі. Використання AR та VR у симуляціях соціальних взаємодій дозволяє учням відпрацьовувати поведінкові моделі у безпечному віртуальному просторі.

Авторська технологія використання імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту учнів закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) полягає у створенні навчальних середовищ, які сприяють розвитку емоційної свідомості, самоконтролю та емпатії через інтерактивні та захоплюючі візуальні, звукові та фізичні елементи. Використання віртуальної та доповненої реальності дозволяє учням переживати емоційно насичені ситуації, що покращує їх здатність до розпізнавання та вираження емоцій, а також підвищує рівень соціальної взаємодії. Такий підхід сприяє розвитку емоційної зрілості у дітей, даючи їм змогу не лише вчитися на прикладах, але й безпосередньо відчувати наслідки своїх емоційних реакцій у безпечному середовищі. Завдяки інтеграції технологій у навчальний процес, вдається ефективно поєднати теоретичні знання з практичними навичками, що забезпечує всебічний розвиток емоційного інтелекту учнів.

Таким чином, авторська технологія є важливим інструментом у формуванні емоційного інтелекту, сприяючи підготовці учнів до складних соціальних взаємодій у реальному житті, підвищуючи їх здатність до саморегуляції та розвиваючи важливі життєві навички.

Подальший розвиток і впровадження імерсивних технологій у навчальний процес відкриває нові можливості для персоналізованого навчання, підвищення мотивації та залученості учнів. Вони можуть стати важливим інструментом не лише для академічного розвитку, а й для формування емоційної компетентності, що є ключовою навичкою у сучасному суспільстві.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на дослідження довгострокового впливу VR/AR на EI – наскільки ефективними є ці технології у формуванні емоційної компетентності упродовж навчального періоду; розроблення адаптивних VR/AR-середовищ – створення технологій, що автоматично підлаштовуються під рівень емоційної компетентності учня; інтеграцію VR/AR з іншими технологіями – наприклад, штучним інтелектом для персоналізованого аналізу емоційного стану учнів.

4.4. Використання застосунку доповненої реальності ARLOOPA в умовах змішаного навчання

У сучасній загальній середній освіті відмічаються значні трансформаційні процеси, обумовлені впровадженням цифрових технологій, зокрема доповненої реальності (AR). Цей напрям узгоджується з вітчизняними концептуальними засадами, зокрема Стратегією розвитку інформаційного суспільства в Україні (2013 р.), Концепцією «Нова українська школа» (2016 р.), Концепцією розвитку цифрових компетентностей (2021 р.), Концепцією розвитку штучного інтелекту в Україні (2020 р.), реформи профільної середньої освіти, Стратегії розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року (2021 р.), Державним

стандартом базової середньої освіти та активно розвивається в межах таких глобальних ініціатив, як рекомендації ЮНЕСКО щодо використання цифрових технологій у навчанні та Програми цифрової освіти ЄС (Digital Education Action Plan) та ін.

Доповнена реальність є інструментом, що сприяє підвищенню якості навчання завдяки інтерактивності, наочності та персоналізації навчального процесу. Останні дослідження [82] підтверджують, що використання AR у навчанні сприяє покращенню когнітивних навичок, мотивації та залученості учнів. У проєкті Creative Teacher [79], що фінансувався в межах програми Erasmus+ було встановлено, що технології роблять навчання більш захопливим та інтерактивним, відкриваючи можливості для досвіду, які у реальному житті були б надто дорогими, ризикованими або неможливими. Крім того, технології підтримують практичний підхід до навчання, заохочують та розвивають інтерес до наукових і технічних професій та сприяють кращому засвоєнню матеріалу всіма учнями, зокрема тими, хто має особливі освітні потреби. Ми бачимо, що доповнена реальність і віртуальна реальність більше не є лише останніми технологічними трендами. Вони стають потужними інструментами, які можуть змінити освіту та значно підвищити ефективність змішаного навчання завдяки можливості адаптації контенту до потреб учнів.

Одним із популярних сервісів, що забезпечує доступність AR-технологій в освіті є мобільний застосунок ARLOOPA (рис. 4.2).

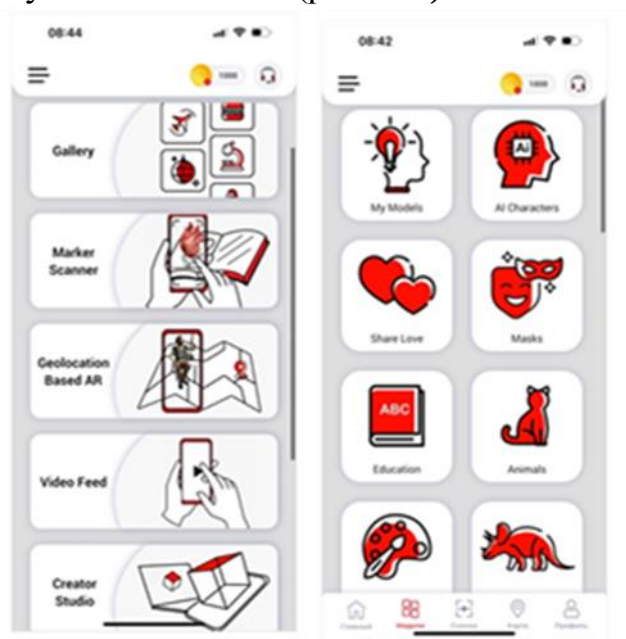


Рис. 4.2. Скрін зображення мобільного застосунку ARLOOPA

Цей інструмент дозволяє створювати інтерактивні навчальні середовища, візуалізувати навчальний контент та розширювати можливості традиційного й дистанційного навчання. Використання ARLOOPA в освітньому процесі сприяє розвитку просторової уяви учнів, критичного мислення, а також підвищенню рівня засвоєння навчального матеріалу. ARLOOPA підтримує концепцію змішаного навчання, що відповідає сучасним освітнім трендам і потребам Нової

української школи. Однак, попри потенційні переваги, інтеграція AR у навчальний процес потребує чіткої моделі впровадження, яка враховує як методичні аспекти, так і технічні можливості навчальних закладів.

Таким чином, дослідження підходів до ефективного застосування ARLOOPA у змішаному навчанні є важливим кроком до створення інноваційних підходів до удосконалення освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти.

Сучасні цифрові технології значно розширюють можливості освітнього процесу, виходячи за межі традиційних класно-урочних взаємодій. Використання імерсивних технологій, зокрема віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності, відкриває нові перспективи для навчання, змінюючи роль педагога. Він більше не лише передає знання, а й стає проєктувальником навчального середовища, створюючи інтерактивні сценарії взаємодії. Це сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, розвитку креативності учнів та підвищенню їхньої мотивації [56].

Доповнена реальність є доступною технологією, яка сприяє розкриттю індивідуальних здібностей здобувачів освіти, заохочує їх до співпраці та створює багатовимірний простір для навчання. Широке впровадження AR особливо доцільне під час опанування складних тем, оскільки воно відкриває додаткові можливості для глибшого розуміння матеріалу. Водночас ефективне використання цієї технології вимагає належного технічного забезпечення, підготовки педагогів і розроблення нових навчальних матеріалів, зокрема підручників, посібників та методичних рекомендацій [66].

Окрім загальноосвітніх дисциплін, AR/VR-технології мають значний потенціал у фізичному вихованні. Незважаючи на численні переваги, такі як розвиток рухових здібностей, підвищення залучення та відсутність вікових обмежень, кількість наукових досліджень щодо їхнього практичного застосування залишається обмеженою. Експерти підкреслюють важливість використання гейміфікації для ефективного впровадження цих технологій у процес фізичного виховання [13].

Розширення використання доповненої реальності підтверджується численними дослідженнями. Одне з них присвячене інтеграції застосунку ARLOOPA в освітнє середовище. Дослідження, проведене в державному університеті Туреччини за участю 27 студентів, показало, що використання ARLOOPA сприяє підвищенню зацікавленості у навчанні, покращенню запам'ятовування матеріалу та розвитку креативності [124].

Подібні результати продемонстровані й у якісному описовому дослідженні, проведеному в ісламській середній школі міста Маланг, Індонезія. ARLOOPA використовувався як цифрове навчальне середовище для викладання описових текстів англійською мовою. Дослідження підтвердило, що ця технологія сприяє покращенню навчального процесу, однак її ефективне застосування потребує від викладачів додаткових технологічних навичок та забезпечення учнів мобільними пристроями. Спостереження за двома класами показало, що у разі відсутності смартфонів у студентів вчителям доводиться підключати екран телефона до

проектора, щоб всі могли бачити AR-об'єкти. Це свідчить про важливість технічного оснащення для повноцінного використання імерсивних технологій [110].

Вітчизняні вчені зазначають, що технології доповненої реальності є перспективним інструментом для викладачів, які прагнуть зацікавити учнів та зробити навчальний процес більш інтерактивним. Зростаюча кількість освітніх застосунків свідчить про потенціал цієї технології стати важливим методом навчання у школах і університетах. Дослідження показують, що доповнена реальність сприяє розширенню знань учнів початкової школи та може використовуватися вчителями для мотивації та розширення освітніх можливостей [111].

На думку вчених, використання імерсивних технологій в освіті суттєво розширює професійний інструментарій сучасного педагога. Вчитель виконує роль модератора у віртуальному середовищі, допомагаючи учням орієнтуватися в цифрових інструментах та забезпечуючи ефективне використання імерсивних технологій. Він також аналізує навчальні результати, розробляючи методики оцінювання впливу таких технологій на формування знань і навичок учнів. Важливим аспектом є організація співпраці між учнями, адже імерсивні технології відкривають можливості для створення спільних проєктів та інтерактивних симуляцій. Водночас сам педагог повинен постійно вдосконалювати свої цифрові компетентності, освоюючи нові методики та інструменти, щоб забезпечити якісний та ефективний освітній процес у змішаному навчанні [69].

Однак для впровадження технології AR в освіті необхідно створити відповідне освітнє середовище: забезпечити технічні засоби, сумісні операційні системи та програмне забезпечення. Крім того, для ефективного використання AR здобувачами освіти мають бути розроблені новітні навчальні матеріали: підручники, посібники, картки, робочі зошити, інструкції тощо [28].

Доповнена та віртуальна реальність поступово стають невід'ємною частиною освітнього процесу, розширюючи навчально-організаційні й освітні можливості викладачів та учнів. Вони сприяють підвищенню мотивації, розвитку креативності та покращенню засвоєння матеріалу. Однак їхнє широке впровадження вимагає відповідного технічного забезпечення, підготовки педагогів та адаптації навчальних програм.

Враховуючи потенціал доповненої реальності для урізноманітнення освітнього процесу, розглянемо змішане навчання як складну систему двох форми навчання – очної та дистанційної з використанням мобільного застосунку ARLOOPA.

І. Використання сервісу ARLOOPA в умовах очного навчання. В умовах традиційного навчального середовища використання ARLOOPA дозволяє інтегрувати цифрові технології безпосередньо у взаємодію між учнем і викладачем. Основними перевагами такого підходу є візуалізація складних понять, активне навчання через взаємодію, колективна робота, індивідуалізація навчання.

Візуалізація складних понять. За допомогою ARLOOPA учні можуть переглядати 3D-моделі історичних об'єктів, біологічних структур, фізичних процесів тощо, що сприяє кращому розумінню матеріалу.

Активне навчання через взаємодію. Учні можуть працювати з AR-об'єктами, виконувати експериментальні завдання, що підсилює активне сприйняття інформації.

Колективна робота. Учні можуть працювати в групах, досліджуючи AR-контент, що сприяє розвитку комунікативних навичок та співпраці.

Індивідуалізація навчання. Викладач може адаптувати матеріал відповідно до потреб учнів, створюючи персоналізовані AR-ресурси.

Практичні приклади використання ARLOOPA включають проведення інтегрованих уроків, де учні можуть досліджувати анатомію людського тіла через 3D-моделі, вивчати геометричні фігури у просторі або навіть «відвідувати» історичні місця в інтерактивному форматі.

II. Використання сервісу ARLOOPA в умовах дистанційного навчання. Дистанційне навчання вимагає особливих підходів до забезпечення ефективної взаємодії між учнями та навчальним матеріалом. ARLOOPA у цьому контексті дозволяє зробити процес більш захоплюючим та інтерактивним. Основні переваги включають: доповнення навчального матеріалу, віртуалізація лабораторій, гейміфікація навчального процесу, інклюзивний підхід.

Доповнення навчального матеріалу. Учні можуть використовувати AR-об'єкти вдома для самостійного вивчення предметів, що допомагає заповнити прогалини у розумінні складних тем (рис. 4.3).

Віртуальні експедиції та лабораторії. ARLOOPA дає змогу організовувати віртуальні екскурсії, наприклад, у музеї, наукові лабораторії або природні заповідники, що збагачує навчальний досвід.

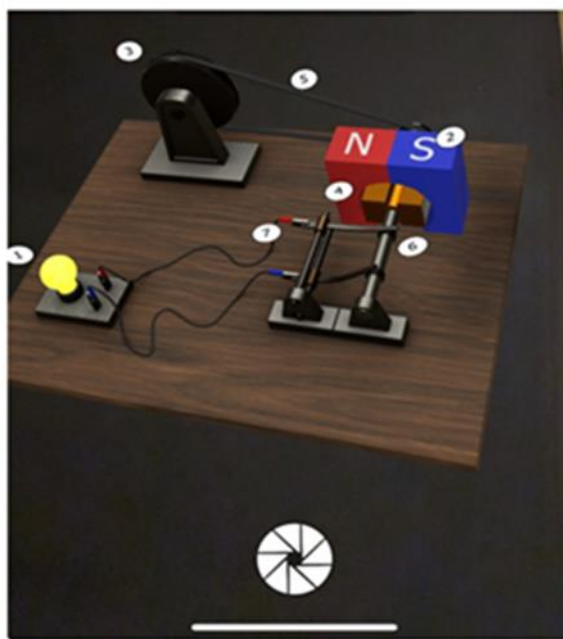


Рис. 4.3. Використання мобільного застосунку під час виконання домашньої роботи

Гейміфікація навчального процесу. використання ARLOOPA допомагає створювати навчальні квести, де учні виконують завдання, взаємодіючи з доповненою реальністю.

Інклюзивний підхід. AR-технології можуть стати корисними для учнів з особливими освітніми потребами, зокрема розроблення та використання адаптованих візуальних та аудіо-матеріалів.

Практичне застосування ARLOOPA в дистанційному навчанні включає розробку інтерактивних завдань, створення AR-підручників, а також інтеграцію з онлайн-платформами для спільного навчання.

Виокремимо особливості використання мобільного застосунку в різних формах навчання, що мають бути враховані вчителями в освітньому процесі (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

**Ключові відмінності використання сервісу ARLOOPA
під час очного та дистанційного навчання**

Критерій	Очне навчання	Дистанційне навчання
Взаємодія	Безпосередня взаємодія з викладачем та однокласниками, групова робота	Переважно самостійна робота, взаємодія через онлайн-платформи
Фізичне середовище	Класна кімната, спеціальні навчальні зони	Домашнє середовище, обмежений простір
Технічні вимоги	Пристрої надаються школою, викладач контролює використання	Учні використовують власні пристрої, можливі технічні труднощі
Форма подачі матеріалу	Групові експерименти, спільні дослідження	Індивідуальне вивчення матеріалів, асинхронне навчання
Мотивація та емоційний ефект	Колективне залучення, обговорення AR-об'єктів	Можливе зниження ефекту залучення через відсутність спільної взаємодії
Гнучкість навчання	Програма структурована за розкладом, обмежена шкільним середовищем	Гнучкий доступ до AR-об'єктів у будь-який час і місці
Практичні можливості	Використання AR для пояснення теми в реальному часі	Самостійне дослідження AR-контенту, використання у проектах

Використання ARLOOPA учнями в школі може стати потужним інструментом для інтеграції доповненої реальності (AR) у навчальний процес. Ця технологія сприяє залученню школярів до активного пізнання, робить навчальні матеріали більш наочними та інтерактивними.

Уточнимо, що ARLOOPA – це платформа для створення та використання доповненої реальності, що дозволяє учням взаємодіяти з навчальними об'єктами через мобільні пристрої. Вона має широкий функціонал, розроблений для різних категорій користувачів, зокрема для освітніх цілей і розваг.

Доповнена реальність (AR) у реальному часі (розміщення та масштабування 3D-об'єктів у реальному середовищі; використання технології SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) для точного позиціонування).

Розпізнавання маркерів та об'єктів (відображення AR-контенту на основі розпізнаних зображень чи QR-кодів; інтерактивна взаємодія з друкованими матеріалами (книги, плакати, навчальні посібники)).

Створення власних AR-сцен (додавання користувацьких зображень або 3D-моделей до AR-простору; налаштування анімації та взаємодії з AR-об'єктами).

Запис та збереження контенту (запис відео з AR-ефектами; збереження AR-сцен у мобільному пристрої або на хмарному сервісі).

Інтеграція з соціальними мережами (публікація створених AR-відео та зображень у Facebook, Instagram, TikTok тощо; використання ARLOOPA для створення віртуального контенту для блогів та маркетингових кампаній).

Підтримка VR (режим перегляду AR-контенту через VR-окуляри для повного занурення).

Зазначимо, що значний освітній потенціал застосунку ARLOOPA полягає, зокрема в:

- **візуалізації складних понять** у фізиці, біології, історії, геометрії;
- **гейміфікації навчання** (створення інтерактивних завдань та квестів);
- **віртуалізації експедицій** (відвідування історичних місць, музеїв, природних заповідників);
- **допомозі учням із особливими освітніми потребами** завдяки адаптивним 3D-моделям та інтерактивним аудіо-настановам.

Оцінюючи ефективність використання доповненої реальності в освіті, важливо враховувати її вплив на учнів різного віку. Різні вікові категорії мають свої особливості сприйняття цифрового контенту, що вимагає адаптації методик використання AR у навчальному процесі. У цьому контексті розглянемо можливості застосування ARLOOPA для різних вікових груп учнів. Використання ARLOOPA під час очного навчання дітей різних вікових категорій має безліч переваг.

Початкові класи (6-10 років). Для молодших школярів ARLOOPA може стати чудовим інструментом для вивчення основних понять. Наприклад, вчителі можуть використовувати AR-об'єкти для вивчення алфавіту, чисел або простих наукових концепцій. Віртуальні тварини, рослини або геометричні фігури допоможуть дітям краще зрозуміти та запам'ятати нову інформацію (рис. 4.4).

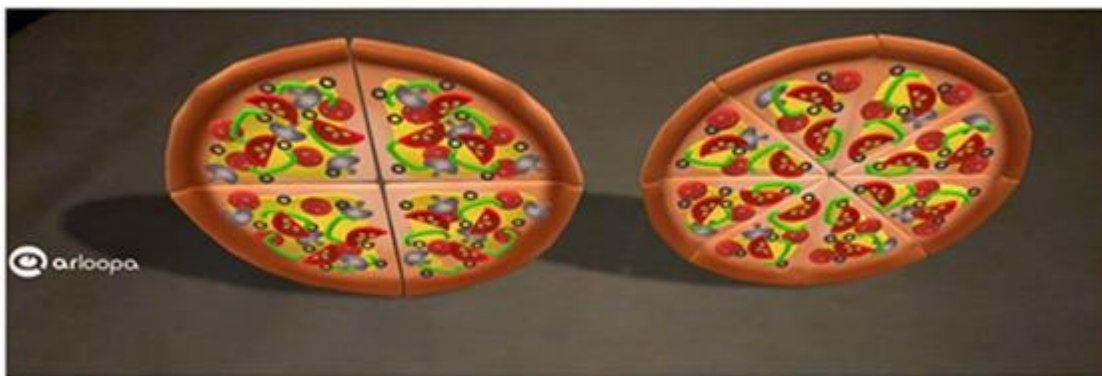


Рис. 4.4. Візуалізація для учнів початкової школи

Класи базової школи (11-15 років). Учні середніх класів можуть використовувати ARLOOPA для вивчення більш складних тем, таких як історія, географія або біологія. Наприклад, під час уроку історії учні можуть побачити тривимірні моделі стародавніх артефактів або архітектурних споруд. Це допоможе їм краще зрозуміти контекст та значення історичних подій

Профільні класи (16-18 років). Для старших школярів ARLOOPA може стати корисним інструментом для вивчення складних наукових концепцій та підготовки до іспитів. Наприклад, учні можуть використовувати AR для вивчення анатомії людини, хімічних реакцій або фізичних явищ. Це допоможе їм краще підготуватися до іспитів та зрозуміти складні теми.

Під час використання застосунку ARLOOPA бажано звернути увагу на такі ключові аспекти організації навчання, як мобільні пристрої, платформи, контент для навчання, оцінювання учнів та організацію конкурсів, змагань, квестів, обговорення учнівських проєктів та ін. (табл. 4.12).

Таблиця 4.12

Ключові аспекти організації навчання з застосунком ARLOOPA

Аспекти	Опис
Пристрої	Мобільні пристрої з камерою, що підтримують AR.
Платформи	Google Classroom, Moodle або спеціалізовані AR-системи.
Адаптивний контент	Індивідуальні навчальні траєкторії, адаптація до рівня знань учнів.
Прогрес учнів	Моніторинг взаємодії з AR-об'єктами, виконання завдань.
Конкурси та змагання	Квести, пошук AR-об'єктів, інтерактивні ігри.
Автоматизоване оцінювання	Інтерактивні тести, миттєвий зворотний зв'язок.
Обговорення проєктів	Підсумковий аналіз виконання завдань, зворотний зв'язок від учителя.

Врахування цих чинників допоможе максимально ефективно впровадити доповнену реальність у навчальний процес.

З метою систематизації впровадження ARLOOPA розробимо алгоритм дій для його інтеграції в освітній процес.

1 етап. Аналіз можливостей та планування.

- Оцінка технічних можливостей закладу освіти (наявність мобільних пристроїв, доступ до Інтернету).
- Визначення навчальних предметів та тем, до яких можна інтегрувати ARLOOPA.
- Розробка плану використання AR-контенту відповідно до навчальної програми.

2 етап. Підготовка педагогів та учнів.

- Навчання вчителів роботі з ARLOOPA (практичні тренінги, відео інструкції).
- Ознайомлення учнів із принципами використання доповненої реальності.
- Забезпечення методичних рекомендацій для ефективної роботи з AR-контентом.

3 етап. Технічна підготовка.

- Встановлення застосунку ARLOOPA на мобільні пристрої учнів або шкільні планшети.
- Інтеграція з навчальними платформами (Google Classroom, Moodle)
- Перевірка стабільності підключення до Інтернету та можливості офлайн-доступу.

4 етап. Розробка або вибір AR-контенту.

- Використання готових 3D-моделей у бібліотеці ARLOOPA.
- Створення власних AR-об'єктів та адаптація під конкретні навчальні теми.
- Тестування AR-контенту перед впровадженням у навчальний процес.

5 етап. Інтеграція в освітній процес.

- Використання ARLOOPA для візуалізації навчального матеріалу на уроках.
- Організація виконання інтерактивних завдань, експериментів, досліджень.
- Включення AR-контенту у проєктну діяльність учнів.

6 етап. Оцінювання ефективності та коригування.

- Аналіз взаємодії учнів з AR-контентом (опитування, анкетування).
- Вимірювання впливу ARLOOPA на успішність учнів та їхню мотивацію.
- Коригування методичних підходів та подальший розвиток AR-інтеграції.

Використання ARLOOPA в освітньому процесі може супроводжуватись різними ризиками, про які необхідно зазначити з урахуванням вікових особливостей учнів. Ось деякі з них.

Початкові класи – учні молодшого шкільного віку можуть мати труднощі з утриманням уваги протягом тривалих сесій, особливо якщо технологія занадто захоплює їх; використання технологій може вимагати розвитку координації між руками та очима, що не завжди відповідає рівню розвитку дітей цього віку; для

ефективного та безпечного використання AR-технологій потрібен постійний нагляд з боку вчителя чи батьків.

Класи базової школи – занадто часте використання технологій може призвести до ізоляції учнів, зменшуючи їхню здатність до комунікації в реальному житті; складність в налаштуванні або використанні технологій може призвести до розчарувань у школярів, особливо якщо вони не отримують достатньої підтримки; важливо забезпечити правильний баланс між використанням AR та іншими формами навчання, щоб уникнути надмірного захоплення технологіями.

Профільні класи – технології можуть ускладнити процес сприйняття інформації, якщо її подано надмірно чи в складному форматі; молодь часто не усвідомлює ризики використання технологій, що можуть загрожувати їхній персональній інформації; учні старшого віку можуть мати більше самостійності у використанні AR, що потребує розвитку навичок самоконтролю та відповідальності за власне навчання.

Важливо не лише ідентифікувати можливі загрози, а й розробити стратегії їх мінімізації, щоб забезпечити комфортне та безпечне навчальне середовище. Ключове значення має впровадження ефективних інструментів моніторингу та підтримки для забезпечення безпечного і ефективного використання ARLOOPA на всіх етапах навчання освітнього процесу.

Узагальнюючи результати дослідження зазначимо, що використання мобільного застосунку ARLOOPA сприяє підвищенню якості навчального процесу завдяки інтерактивності, візуалізації складних понять та персоналізації навчання. Вплив на навчальні результати. Дослідження підтверджують, що технології доповненої реальності підвищують мотивацію учнів до навчання, сприяють розвитку когнітивних навичок, покращують запам'ятовування та розуміння навчального матеріалу.

Визначено ключові особливості використання ARLOOPA під час очного та дистанційного навчання. У традиційному класі ARLOOPA забезпечує інтерактивну взаємодію, групову роботу та активне навчання. У дистанційних умовах він дозволяє доповнювати навчальний матеріал, створювати віртуальні лабораторії, організовувати інтерактивні квести. Технічні та методичні аспекти впровадження. Для успішного використання ARLOOPA необхідно забезпечити доступ учнів до мобільних пристроїв, інтегрувати технологію в популярні серед вчителів навчальні платформи такі, як Google Classroom, Microsoft Teams, Moodle, розробити низку науково-методичних матеріалів для ефективної взаємодії учнів з AR-контентом.

Основними бар'єрами є необхідність додаткової технічної підготовки вчителів, потреба в оновленні навчальних матеріалів, а також обмежений доступ до мобільних пристроїв у деяких школах.

4.5. Засіб доповненої реальності Physics Lab AR на уроках фізики за умов змішаного навчання

У сучасних умовах поширення змішаного навчання, яке поєднує очні заняття з дистанційними технологіями, особливої уваги заслуговують цифрові інструменти, що дозволяють організувати віртуальні експерименти. Одним із таких рішень є мобільний застосунок Physics Lab AR, що використовує технологію доповненої реальності (AR) для моделювання фізичних явищ.

Змішане навчання є сучасною педагогічною моделлю, яка поєднує традиційні очні заняття з цифровими технологіями, що дозволяє учням самостійно опрацьовувати матеріал у зручний для них час. Воно має такі характеристики, як гнучкість навчального процесу (учні можуть вивчати матеріал у власному темпі), можливість використання інтерактивних інструментів, таких як AR і VR, підвищення рівня самостійності учнів.

У контексті фізики одним із ключових аспектів навчання є проведення експериментів. В умовах змішаного навчання постає питання доступності таких досліджень для всіх учнів. Саме тому технології доповненої реальності можуть стати ефективним рішенням.

Physics Lab AR  – це мобільний застосунок, що дозволяє проводити фізичні експерименти у доповненій реальності. А саме: віртуальні лабораторні роботи з механіки, електрики, оптики, термодинаміки тощо; інтерактивне моделювання фізичних процесів із можливістю зміни параметрів (маса, швидкість, напруга тощо); збирати та аналізувати дані у цифровому форматі; створювати власні експерименти та тестувати їх. Додаток дозволяє створювати віртуальні експерименти без потреби у фізичному обладнанні, що робить його особливо корисним у дистанційному та змішаному навчанні.



Рис. 4.5. Лабораторія електрики в Physics Lab AR

Перед початком роботи з додатком, учні мають можливість за допомогою посібника ознайомитися з набором інструментів для побудови кола (рис. 4.5), потім додаток може самостійно побудувати схему до створеного електричного кола, тобто перемикаючись між вкладками можна змінювати вид подачі.

Наведемо декілька прикладів індивідуальних завдань, які учні виконують з використанням додатку.

1. *Практичне завдання.* У середовищі Physics Lab AR зберіть просте електричне коло з батареєю, лампочкою та перемикачем:

а) Увімкніть та вимкніть перемикач. Зроби висновок: яка роль перемикача в електричному колі?

б) Додайте другу лампочку послідовно. Як змінилася яскравість лампочок?

в) Поміркуйте чи можливо додати в коло ще одну лампочку? Якщо так, то якої потужності? Перевірте свої припущення на практиці.

2. *Творче завдання.* Використай Physics Lab AR, щоб змодельовати будь-який дослід із курсу 7 класу на власний розсуд (наприклад: закон Паскаля, закон відбиття світла, сила тертя).

а) Опиши хід досліду.

б) Зроби скріншот/замальовку результату.

в) Поясни, яке фізичне явище ти дослідив.

3. *Дослідницьке завдання.*

а) Відкрийте Physics Lab AR, виберіть симуляцію «Point Charges» або «Electrostatics». Встановіть один позитивний заряд $+Q$ на позицію А (наприклад, координати $x=0$). Розмістіть другий заряд В на 3 різних відстанях від А (наприклад: 2 см, 5 см, 8 см) і для кожної відстані виконайте дослід два рази (випадок 1: В = $+q$ однойменні заряди; випадок 2: В = $-q$ різнойменні заряди) Використовуйте однакову величину $|q|$ (наприклад, 1 умовна одиниця заряду) для всіх експериментів.

б) Для кожної конфігурації увімкніть індикатор сили або подивіться величину сили взаємодії (можна використовувати відображення векторів та числові значення). Запишіть напрями (притягання чи відштовхування) і величину сили в таблицю.

в) Увімкни показ силових ліній для пари зарядів у кожній конфігурації. Малюй (або зроби скріншоти) схеми силових ліній для випадку одноіменних і різнойменних зарядів.

г) Змініть величину одного заряду (наприклад, збільшіть, а потім зменшіть у 2 рази) та повторіть вимірювання для фіксованої відстані. Запишіть, як змінилася сила.

Переміщуючи інструменти, на робоче поле, учні мають можливість експериментувати, створювати, аналізувати, проводити віртуальні експерименти, змінюючи параметри (наприклад, масу об'єкта, швидкість або величину сили) та спостерігаючи результати в реальному часі. Це дозволяє їм отримати практичний досвід без ризику для безпеки.

На рис. 4.6 можемо спостерігати взаємодію зарядів, кожен учень може самостійно додавати чи видаляти потрібний заряд та спостерігати як змінюється поле між ними.

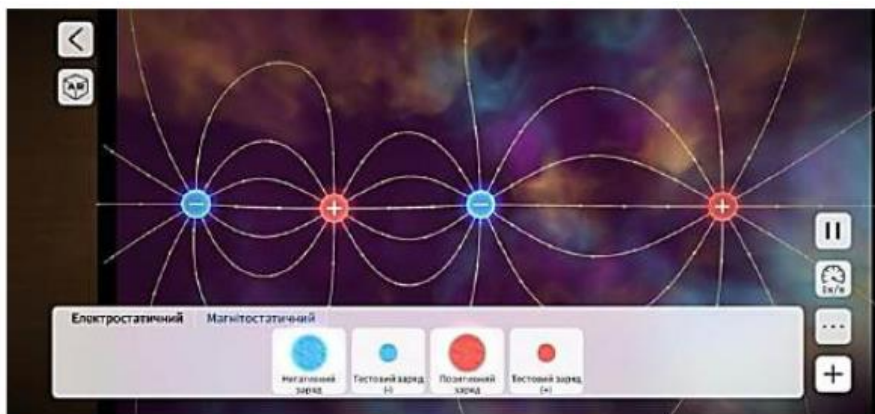


Рис. 4.6. Дослідження взаємодії зарядів у Physics Lab AR

На рис. 4.7 показано можливості дослідження сонячної системи з додаванням інших планет, при чому у верхньому правому куті одразу відображаються основні характеристики швидкість, маса, радіус, тощо. Кожен користувач має можливість поділитися своїм проектом, зберегти на диск, опублікувати для загального огляду.

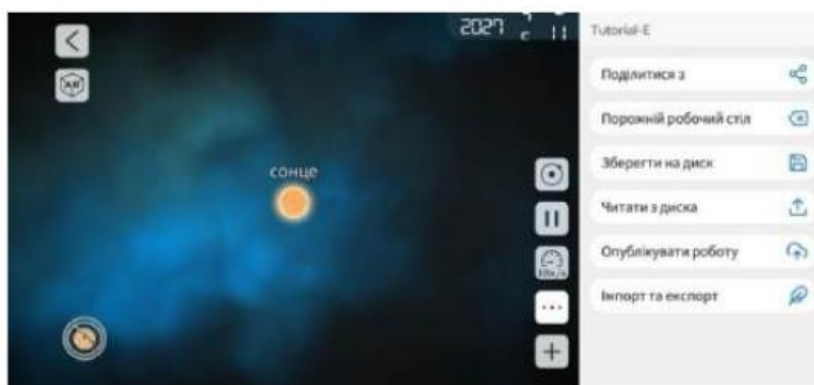


Рис. 4.7. Дослідження сонячної системи у Physics Lab AR

У дослідженні взяло участь 132 учні 7-8 класів школи № 1 міста Києва, 23 з них перебувають на сімейній формі навчання. На початку дослідження нами було проаналізовано рівень навчальних досягнень здобувачів до застосування технологій доповненої реальності та після. Після використання доповненої реальності на уроках, нами було проведено опитування учнів, результати наведено на діаграмах (рис. 4.8, а-г). Бачимо, що рівень зацікавлення зростає, підвищується мотивація до навчання, складні речі стають зрозумілішими і простішими у сприйнятті.

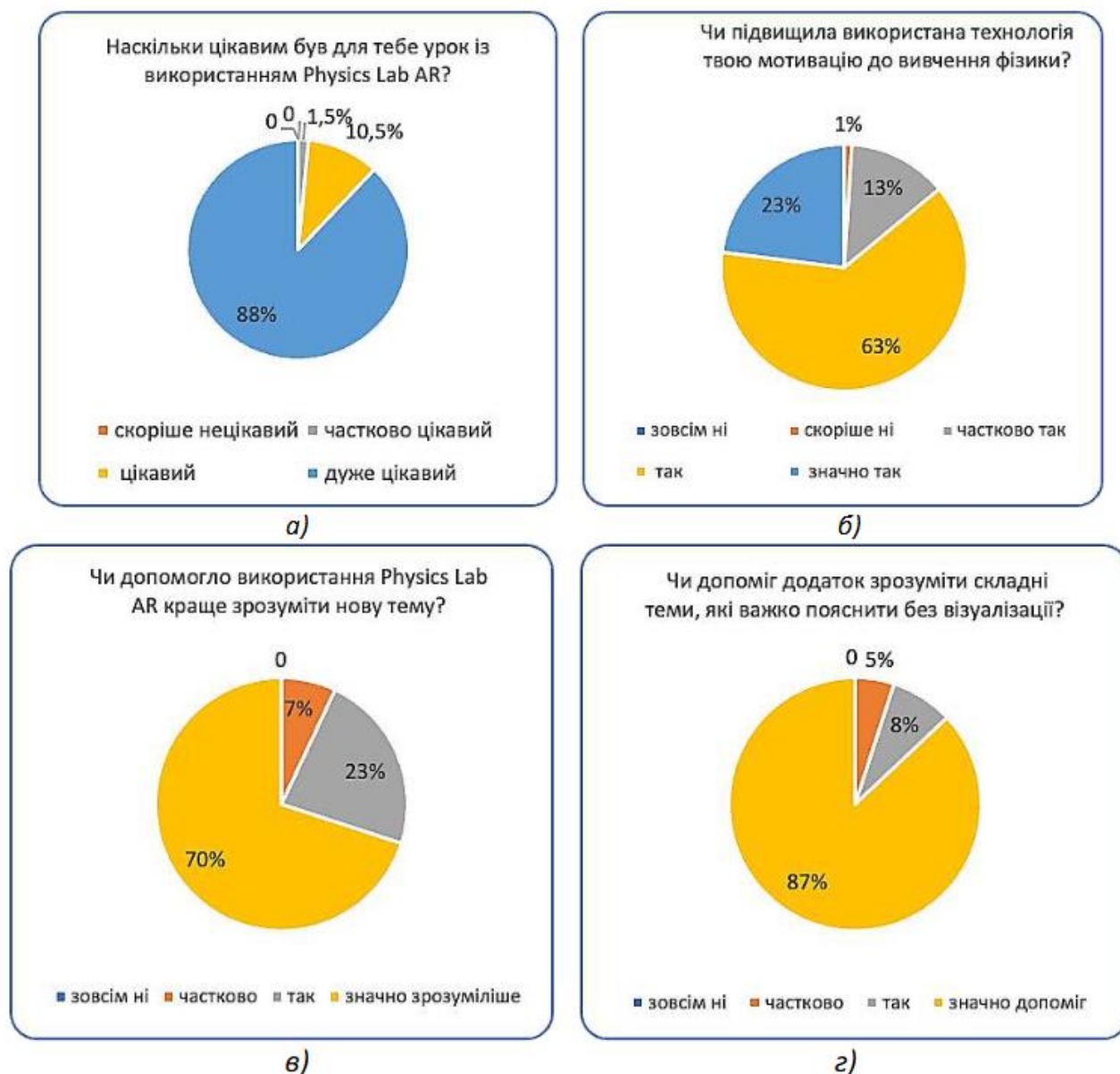


Рис. 4.8. Результати опитування учнів щодо доцільності використання AR додатку на уроках фізики

На діаграмі (рис. 4.9) відображено динаміку навчальної діяльності з використанням імерсивних технологій. Проаналізувавши більш детально результати опитування та контингент учнів, що покращили рівень навчальних досягнень, виявили, що це переважно учні, які навчаються на сімейній формі навчання і не мають змоги повноцінно відвідувати очні заняття. Тому, застосування засобів доповненої реальності, зокрема Physics Lab AR за умов змішаного навчання, має ряд переваг для реалізації компонентів навчання.

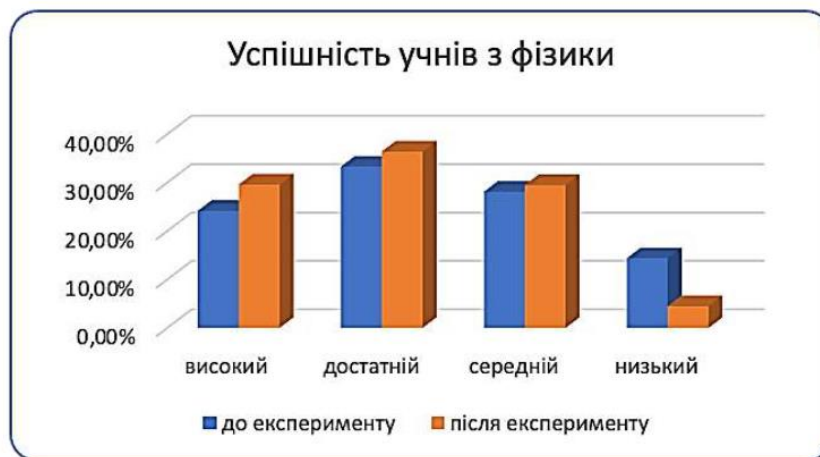


Рис. 4.9. Динаміка успішності учнів з фізики після використання AR в освітньому процесі (Physics Lab AR)

1. **Практичний компонент.** Доступність експериментів (навіть якщо лабораторне обладнання відсутнє у школі або вдома); *безпека* (можна виконувати експерименти без ризику отримання травм); *можливість самостійного вивчення фізики* (з'являється можливість виконувати експерименти у зручний час, а також надавати додаткові ресурси та пояснення, наприклад, при наведенні на об'єкт може з'явитися додаткова інформація або відео з поясненням явища); *розширення можливостей дослідження* (можна моделювати складні явища, які важко або неможливо відтворити у звичайних умовах (наприклад, рух планет, магнітне поле Землі тощо,) збір та аналіз даних експериментів може бути полегшено за допомогою AR. Учні зможуть легко взаємодіяти з даними, проводити графічний аналіз і бачити результати в режимі реального часу, що є важливим для майбутнього моделювання явища чи процесу.

2. **Мотиваційний компонент.** Інтерактивність, елементи гейміфікації заохочують учнів до активної діяльності, сприяють підвищенню інтересу до предмета, формуванню внутрішньої мотивації та розвитку пізнавальної активності. Учні демонструють більш високий рівень залученості у процес вивчення складного матеріалу. Особливої уваги заслуговує використання технологій доповненої реальності (AR) у *проектній діяльності*, а саме у віртуальних фізичних лабораторіях, що може значно «збагатити» навчальний процес та підвищити зацікавленість учнів, сприяти груповим проектам, де учні можуть спільно працювати над експериментами чи ескізами, обговорюючи та вивчаючи фізичні принципи.

3. **Соціально-комунікативний компонент.** AR-платформи підтримують колаборативні форми роботи (групові дослідження, спільні проекти), що розвиває комунікативні навички та вміння працювати в команді. Вчитель *на уроці може використати* мобільний застосунок для демонстрації експериментів або ж запропонувати групову роботу учнів із віртуальними експериментами чи виконати самостійні дослідження з подальшим обговоренням результатів.

4. Результативний компонент. За даними емпіричних досліджень [75], використання AR підвищує середні бали учнів на 15–25% у порівнянні з традиційними методами навчання, особливо у галузях STEM. Завдяки AR учні можуть отримати доступ до великої кількості віртуальних ресурсів і матеріалів, які можуть бути недоступні в звичайному класному середовищі.

Проведений аналіз засвідчив, що використання засобу доповненої реальності Physics Lab AR у процесі навчання фізики за умов змішаного навчання має суттєвий педагогічний потенціал. Технологія забезпечує наочність і доступність складних абстрактних понять, сприяє формуванню цілісного уявлення про фізичні процеси та підвищенню рівня навчальних досягнень учнів. Вона позитивно впливає на мотиваційну сферу, активізує пізнавальну діяльність, створює умови для розвитку дослідницьких умінь і критичного мислення.

Ефективність упровадження Physics Lab AR залежить від продуманих педагогічних стратегій: поєднання традиційних і цифрових методів навчання, інтеграції елементів гейміфікації, персоналізації завдань, а також організації групової взаємодії в AR-середовищі. Доцільним є поступове розширення практики використання цієї технології у школі, що дозволить не лише підвищити якість засвоєння навчального матеріалу, а й сформувати в учнів уміння застосовувати знання в реальних і змодельованих умовах.

Отже, Physics Lab AR може стати ефективним інструментом підтримки змішаного навчання фізики, здатним інтегрувати інноваційні технології з традиційною методикою, забезпечуючи новий рівень взаємодії учня з навчальним контентом.

4.6. Імерсивні технології для проведення шкільного навчального експерименту в умовах змішаного навчання

Ознакою змішаного навчання є використання цифрових освітніх ресурсів, зокрема і для проведення шкільного навчального експерименту. Для організації/супроводу/підтримки навчального експерименту вчителі-практики наразі активно застосовують засоби й інструменти з дидактичним потенціалом, для яких має бути сформований відповідний цифровий контент [60]: відеозаписи натурних експериментів (наукових, навчальних), природних явищ та результатів спостережень за природними процесами; дослідів (експериментів, спостережень), які неможливо виконати в умовах шкільної практики; інтерактивне відео натурального навчального експерименту з широким спектром прийомів організації його перегляду та контролю засвоєння змісту відеоматеріалу; віддалені лабораторії натурального експерименту із застосуванням

сервісів Інтернету; віртуальні моделі фундаментальних наукових експериментів, які є недоступними для показу в умовах шкільного середовища; моделювання та візуалізація у віртуальному середовищі мікрооб'єктів та мікропроцесів, що досліджуються в експерименті; інтерактивні моделі навчального демонстраційного експерименту, реалізовані засобами сучасної комп'ютерної графіки.

В умовах здійснення освітнього процесу за різними формами здобуття освіти, для забезпечення виконання практичної частини навчальної програми з природничих дисциплін, фізики зокрема, варто використовувати й різні види навчального експерименту – натурний, віртуальний, імітаційний, добираючи при цьому відповідні засоби.

Розглянемо можливі варіанти проведення практичних робіт *на прикладі лабораторної роботи з фізики у 8-му класі ЗЗСО.*

В умовах здійснення освітнього процесу за очною та змішаною формами здобуття освіти, за умов наявності обладнання, можливе виконання лабораторної роботи «Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників» у її «традиційному» вигляді: згідно інструкції діючого підручника (рис. 4.10), учні складають електричне коло, використовуючи обладнання, що входить до набору «Електрика» (рис. 4.11, а–б).

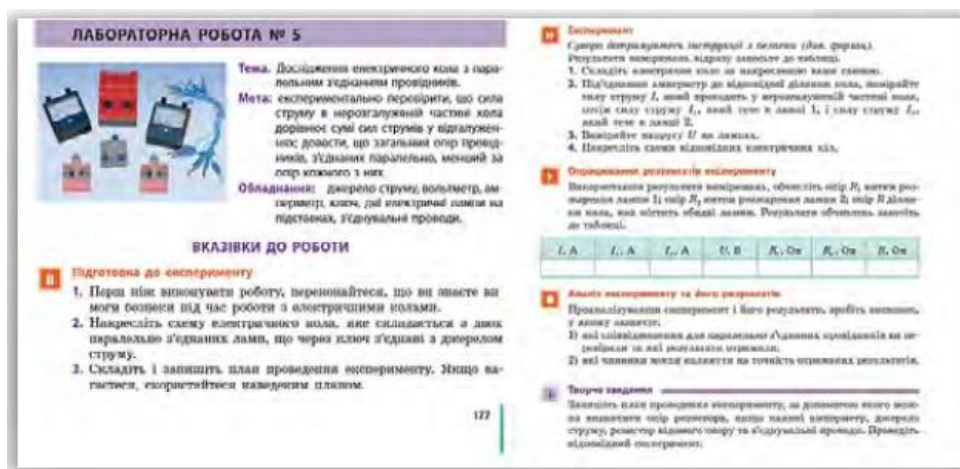


Рис. 4.10. Сторінки підручника «Фізика для 8 кл. закл. загал. сер. освіти /за ред. Бар'яхтара В. Г., Довгого С. О. 2-ге вид перероб. Х. : Вид-во «Ранок», 2021

Виконання цієї ж роботи можливе з електронним додатком для вивчення природничих наук із використанням доповненої та віртуальної реальності BookVAR, розроблений в рамках проєкту на замовлення МОН України КНП «Освітня Агенція м. Києва» спільно з FlexReality. Додаток являє собою унікальну можливість візуалізувати досліди з фізики під час навчання за програмою 8–11 класів.

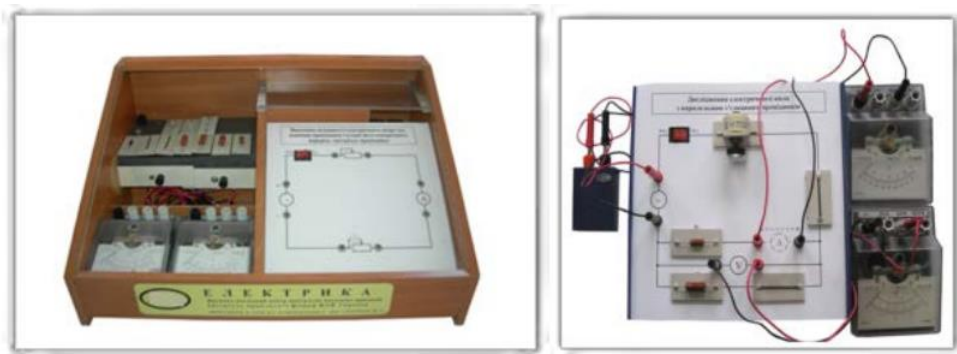


Рис. 4.11. а) набір «Електрика», б) проведення вимірювань

Розглянемо додаток із використанням віртуальної реальності. На сьогодні основним пристроєм для роботи з додатком є шолом Oculus Quest та Oculus Quest 2. Працюючи з додатком, учні перебувають у віртуальній лабораторії, оскільки відеоряд відтворює весь простір приміщення і устаткування; керування процесами відбувається за допомогою маніпуляторів, предмети з віртуальної реальності можна «брати в руки»; повторювати будь-який експеримент можна скільки завгодно разів; кожен експеримент має голосову українську озвучку й текстовий опис; під час експерименту учні отримують пояснення, що саме відбувається, для чого це потрібно, що це за явище тощо.

В умовах здійснення освітнього процесу заочною, змішаною й дистанційною формами здобуття освіти можна скористатися додатком для вивчення природничих наук із використанням доповненої BookVAR (рис. 4.12, а) розробленим для учнів середньої школи, який дозволяє відтворити тривимірні процеси, явища і експерименти з прив'язкою до сторінок підручника фізики.

Для перегляду експерименту потрібно: обрати в додатку предмет, клас та назву експерименту (або сторінку, яка його описує) (рис. 4.12, б); навести камеру на сторінку підручника й на екрані гаджета з'явиться повноцінне 3D-відтворення експерименту (рис. 4.12, в); виконання експерименту (можна обрати зі звуковим поясненням) (рис. 4.12, г); після виконання експерименту можна пройти з'явиться тест з перевірки засвоєння знань (рис. 4.12, д).

Віртуальні лабораторні роботи (ВЛР) з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань пропонуються до використання як під час дистанційної і змішаної форм навчання так і під час очної форми навчання учнів ЗЗСО [18]. За потреби, відповідно до освітніх цілей, учителі можуть використовувати їх повністю або частково. ВЛР не замінюють реальний фізичний експеримент, а є підтримкою/супроводом такого експерименту у випадках, коли реальні прилади і матеріали недоступні або шкідливі. Для учнів, що виявляють допитливість, зацікавленість фізикою, в більшості робіт передбачені додаткові завдання. Для підвищення мотивації та зацікавлення учнів в онлайн-інтерактивних симуляціях передбачені елементи навчальної гри (рис. 4.13).

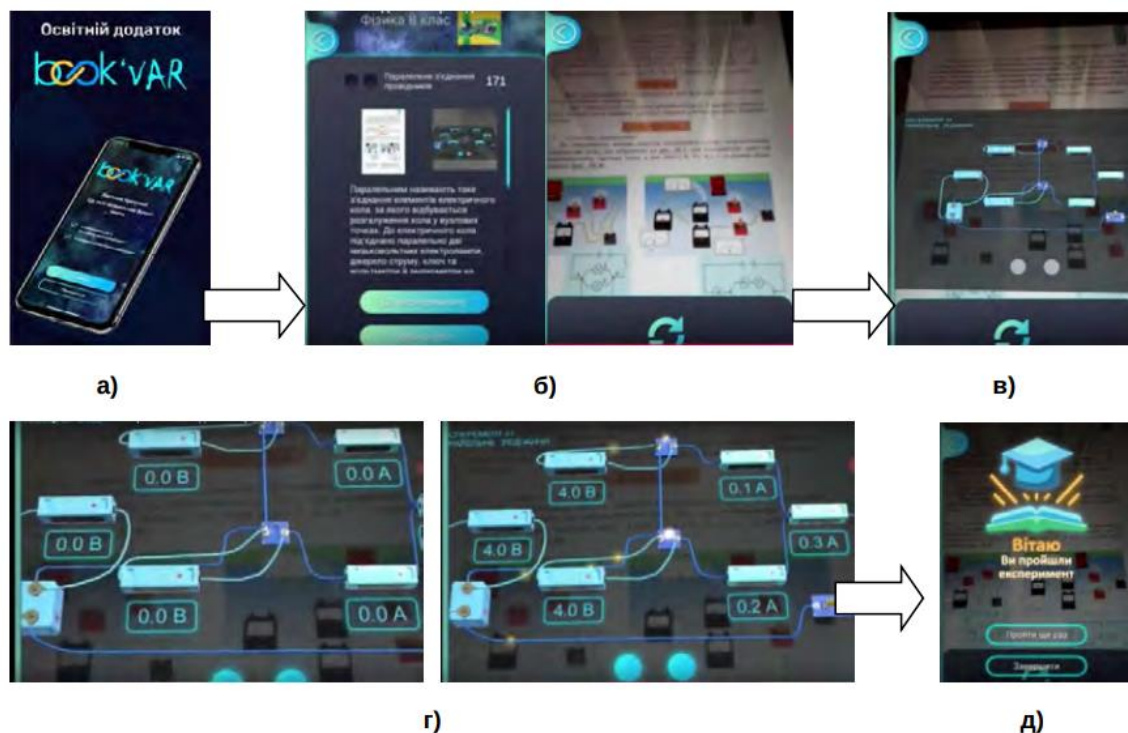


Рис. 4.12. Етапи роботи із застосунком BookVAR

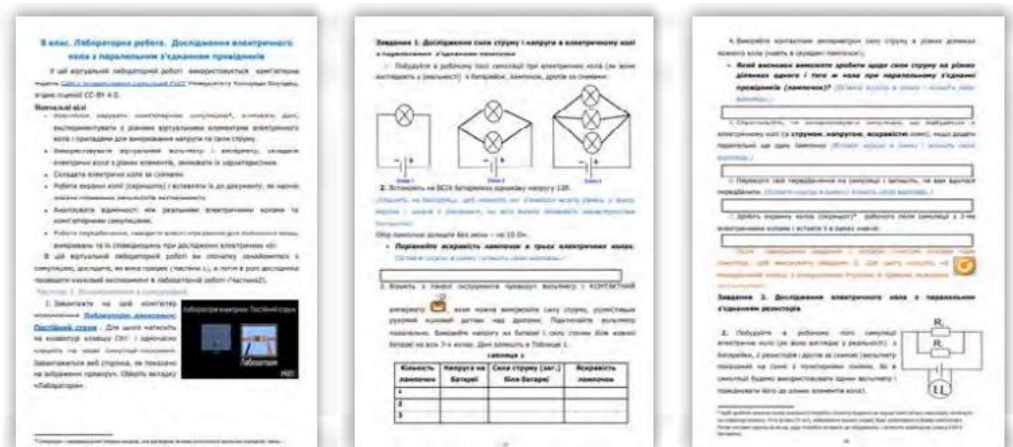


Рис. 4.13. Робочий лист лабораторної роботи «Дослідження електричного кола з паралельним з'єднанням провідників» [18]

У кожній роботі зазначені «Навчальні цілі», містяться частини «Ознайомлення з симуляцією», «Підказки щодо управління симуляцією», частини «Виконання лабораторної роботи» з відповідними завданнями і «Додаткові завдання».

Після завершення своїх експериментів з опанування симуляцією потрібно очистити основне поле симуляції, щоб виконати лабораторну роботу (рис. 4.14-4.15).



Рис. 4.14. Ознайомлення з симуляцією. Підказки щодо управління симуляцією



Рис. 4.15. Виконання лабораторної роботи

Отже, цифрові технології швидко поширюються та оновлюються, відкриваючи необмежені можливості для доступу до цифрових інструментів, матеріалів та сервісів. Учні та педагоги можуть здійснювати освітню діяльність в інформаційному просторі з можливістю його спільного використання, само- і взаємоконтролем.

Технології віртуальної та доповненої реальності доповнюються технологіями штучного інтелекту, проте методичних розробок для їх використання в освіті все ще недостатньо.

Має бути вироблено новий клас методичних рішень, які будуть використовувати нові педагогічні можливості. Ці рішення спиратимуться на самостійну роботу учнів та спільну роботу у малих групах. І те й інше вимагає і зміни ролі вчителя, і формування відповідних компетентностей учнів, і оновленої організації навчальної діяльності. Перехід до орієнтованої на результат персоналізованої організації освітнього процесу – одна з умов успішного використання педагогічного потенціалу імерсивних технологій та заснованих на їх використанні методичних рішень.

4.7. Фізика для базової школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання

Нині, коли змішане навчання стало поширеною освітньою практикою внаслідок глобальних кризових викликів останніх років (зокрема, пандемії Covid-19 та воєнних дій), технологія доповненої реальності постає як ефективний засіб підвищення результативності навчання. Дидактичний потенціал AR полягає у вбудовуванні віртуальних об'єктів у реальне середовище, що забезпечує інтерактивність, наочність і глибше занурення у зміст навчання. Застосування AR сприяє гармонійному поєднанню традиційних методів викладання з інноваційними цифровими ресурсами, що позитивно впливає на формування стійкої пізнавальної мотивації, розвиток просторового та критичного мислення, а також підтримку індивідуалізації освітніх траєкторій. Оскільки імерсивні технології, зокрема AR, надають можливість створювати реалістичні симуляції та забезпечують глибше предметне розуміння, особливо в навчанні природничо-математичних дисциплін, доцільним є цілеспрямоване використання цих переваг у викладанні фізики.

Пропонуємо авторські моделі уроків фізики для 5-9 класів із використанням технології AR в умовах змішаного навчання.

Модель уроку фізики для 7 класу на тему «Сонячна система. Рух планет навколо Сонця». Модель змішаного навчання – «Перевернутий клас» з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 7. Предмет: фізика (астрономічний розділ).

Тема: «Сонячна система. Рух планет навколо Сонця».

Модель навчання: «Перевернутий клас», з використанням AR.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунок (ArSolarSystem), Google Forms (або робочі зошити).

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* сформувати уявлення про будову Сонячної системи та рух планет навколо Сонця; ознайомити учнів із відмінностями між планетами-гігантами та планетами земної групи; пояснити зв'язок між відстанню від Сонця та тривалістю року на планеті;

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчитися використовувати AR-застосунки для вивчення орбіт планет; сформувати уявлення про характерні особливості планет Сонячної системи (розміри, періоди обертання); навчитись застосовувати знання для пояснення явищ у природі (зміна пір року, тривалість доби);

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* розвивати просторову уяву через взаємодію з 3D-моделями планет; формувати навички роботи в групах і

обговорення результатів; розвивати навички групової взаємодії під час виконання проєктних завдань у класі (робота з AR-моделями у групах); удосконалювати критичне мислення (порівняння характеристик планет, робота з даними);

- *технологічні цілі (AR та змішане навчання)*: формувати вміння працювати з AR-застосунками для візуалізації космічних об'єктів; розвивати інформаційно-цифрову компетентність; розвивати вміння поєднувати традиційні джерела знань (підручник) з цифровими (AR-застосунки).

Етапи уроку (за моделлю «перевернутий клас»):

1) До уроку (домашня підготовка – самостійне засвоєння базового матеріалу) – 30-40 хв.

Діяльність	Засіб
Перегляд навчального відео (10 хв)	YouTube: «Будова Сонячної системи»
Завантаження AR-застосунків	Смартфон / планшет та AR-застосунок ArSolarSystem
Ознайомлення з 3D-моделлю Сонячної системи: перегляд орбіт, розмірів планет, зміна масштабу	Смартфон / планшет та AR-застосунок ArSolarSystem
Записи у зошит: короткі характеристики планет (назва, розмір, відстань від Сонця, період обертання).	Паперовий/електронний зошит

2) На уроці (45 хв).

Етап	Тривалість	Форми роботи	Опис
Актуалізація знань	5 хв	Фронтальна	Опитування: «Що вдалося дізнатися вдома?», обговорення вражень від AR
Групова AR-практика	20 хв	Робота в групах (3–4 учні)	Учні досліджують моделі у ArSolarSystem: визначають відстань планет від Сонця, порівнюють їхні розміри, тривалість року; готують коротку міні-презентацію
Презентація результатів	10 хв	Презентації груп	Кожна група демонструє у AR обрану планету та представляє її характеристику
Експрес-контроль	5 хв	Індивідуально	Тест у Google Forms (або в зошитах): «Яка планета має найбільший рік?», «Яка найближча планета до Сонця?» тощо.
Рефлексія	5 хв	Письмова / усна	Коротка відповідь: «Що було найцікавішим / найскладнішим?»; «AR мені допоміг зрозуміти, що...»; «Мені було найцікавіше, коли...» тощо.

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичні, творчі):

- створити коротку інфографіку «Порівняння Землі та іншої планети»;
- зробити скріншот з ArSolarSystem обраної планети й підписати її основні характеристики;
- написати міні-есе: «Чому життя можливе лише на Землі?»

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Самостійне навчання	Наявність записів у зошиті
Робота в групі (на уроці)	Співпраця, точність інформації
Участь у презентації	Чіткість пояснень, візуалізація
Виконання експрес-контролю	Точність відповідей
Домашнє завдання	Якість та повнота виконання

Методичні поради:

- модель «Перевернутий клас» ефективно працює лише за умови, що домашня підготовка учнів обов'язкова. Доцільно передбачити оцінку, певний бонус за виконання попереднього етапу;
- обов'язково перевірити наявність застосунків у смартфонах/планшетах учнів;
- попередньо підготувати QR-коди для завантаження ArSolarSystem;
- приділити увагу роботі в групах – це сприятиме обміну знаннями;
- заохочувати учнів робити власні AR-скріншоти чи відео для презентацій.

Модель уроку фізики для 9 класу на тему «Будова атома. Електрони і ядро».
Модель змішаного навчання – ротаційна, з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 9 . Предмет: фізика.

Тема: «Будова атома. Електрони і ядро».

Модель навчання: ротаційна, з використанням AR.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунок (Arloora – моделі атомів і субатомних частинок), Kahoot.

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* сформувати уявлення про будову атома (ядро, електрони, протони, нейтрони); пояснити основні моделі атома (планетарна модель, сучасна модель електронних оболонок); сформувати уявлення про роль електронів у хімічних і фізичних процесах;
- *практичні цілі (уміння та навички):* навчити працювати з AR-моделями для візуалізації мікросвіту; навчити визначати відмінності між різними моделями атома;

- *метапредметні цілі (Soft Skills)*: розвивати просторову уяву та критичне мислення; формувати навички командної роботи й аргументації власної думки; удосконалювати навички презентації результатів дослідження;

- *технологічні цілі (AR та ротаційна модель)*: навчити використовувати AR для моделювання мікрооб'єктів, недоступних безпосередньому спостереженню; підвищувати інформаційно-цифрову компетентність; інтегрувати цифрові технології з класичними навчальними методами.

Ротаційна модель на уроці (чотири зони).

Ротація: кожна група з 5–6 учнів проходить усі зони по черзі протягом уроку (4 × 10 хв. + 5 хв. на підсумок).

Зони	Назва зони	Види роботи	Тривалість
1. Теоретична (з учителем)	Обговорення основ	Учитель пояснює історичні моделі атома (Дальтона, Томсона, Резерфорда, Бора) та сучасне уявлення: електронні оболонки.	10 хв
2. AR-зона (цифрова)	Взаємодія з 3D-моделями атомів	Учні працюють з <i>Arloopa</i> . Переглядають 3D-модель атома, ідентифікують ядро та електрони, порівнюють атоми водню, кисню, урану. Роблять скріншоти й нотатки.	10 хв
3. Робоча зона (практика)	Розв'язання задач у зошиті	Учні індивідуально/у парах виконують вправи: «Скільки електронів має атом вуглецю?», «Обчисліть заряд ядра атома алюмінію».	10 хв
4. Інтерактивна зона (гра)	Гра, вікторина Kahoot	Kahoot або картки із запитаннями: «Хто відкрив ядро атома?», «Що входить до складу ядра?», «Яка модель атома називається планетарною?». тощо.	10 хв

Підсумок та рефлексія (до 5 хв.). Вчитель підсумовує ключові ідеї з кожної зони. Обговорення: «Яка зона була найцікавішою?», «Як AR допоміг зрозуміти будову атома?».

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичне, творче):

- створити схему або постер «Будова атома»;
- зробити скріншот із *Arloopa* обраного атома та підписати його складники;
- написати міні-есе «Чому знання про будову атома змінило науку й техніку?».

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Участь у кожній зоні	Активність, точність відповідей, правильність виконання завдань
Використання AR-застосунку	Чіткість пояснень, візуалізація результатів
Виконання вікторини	Точність відповідей
Домашнє завдання	Повнота, якість виконання, креативність

Методичні поради:

- перевірити наявність Arloora у смартфонах/планшетах учнів;
- якщо пристроїв бракує – організувати роботу у парах або створити 1–2 AR-станції;
- для зручності варто розмістити паперові маркування «AR-зона», «Робоча зона» тощо;
- під час вікторини Kahoot можна використати ілюстрації AR-моделей як візуальні запитання;
- заохочувати творчі підходи до домашніх завдань (моделі, плакати, міні-відео, AR-скріншоти тощо).

4.8. Фізика для профільної школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання

Сьогодні, на тлі поширення змішаного навчання, спричиненого кризовими явищами останніх років (від пандемії до воєнних дій), технології доповненої реальності (AR) набувають особливої актуальності як засіб оптимізації результатів навчання. Ключова перевага AR-технологій полягає у візуалізації абстрактних понять шляхом вбудовування віртуальних об'єктів у реальний простір, що робить навчання більш наочним, інтерактивним та захоплюючим. Інтеграція AR в освітній процес допомагає поєднати традиційні підходи з передовими цифровими ресурсами, стимулюючи пізнавальну активність, просторове сприйняття та критичне мислення учнів. Оскільки імерсивні інструменти пропонують можливість моделювання складних процесів і явищ, вони є надзвичайно цінними для поглибленого вивчення природничо-математичних дисциплін, зокрема фізики, і мають бути цілеспрямовано впроваджені в цю сферу.

Пропонуємо авторські моделі уроків фізики для профільної школи (10-11 (12) класів) із використанням технології AR в умовах змішаного навчання.

Модель уроку фізики для старшої (профільної) школи на тему «Електричні кола та закони електрики». Модель змішаного навчання – «Перевернутий клас» з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 10-11 (12). **Предмет:** Фізика.

Тема: «Об'єм та площа поверхні просторових фігур».

Модель навчання: «Перевернутий клас», з використанням AR.

Тривалість уроку: 45 хв.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунки (Physics Lab AR), YouTube, Kahoot / Google Forms.

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* повторити та закріпити знання про закони Ома, послідовне та паралельне з'єднання провідників; усвідомити принцип роботи електричних кіл та енергетичні перетворення в них; розпізнавати фізичні явища в AR-середовищі та пов'язувати їх із реальними процесами;

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчитися будувати прості електричні кола в AR-застосунках; перевіряти залежність сили струму, напруги й опору в експериментах; розвивати навички експериментування й аналізу результатів;

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* розвивати навички групової взаємодії під час виконання проєктних завдань у класі (робота з AR-моделями у групах); розвивати критичне мислення через аналіз експериментів; формувати навички самоорганізації та рефлексії (через самоперевірку після онлайн-етапу);

- *технологічні цілі (AR та змішане навчання):* навчитися використовувати AR-застосунки для візуалізації абстрактних фізичних процесів (рух електронів, електричні поля, зоряні системи); застосовувати AR для розширення контексту фізики (зв'язок із космічними дослідженнями та енергетикою).

Етапи уроку (за моделлю «перевернутий клас»):

1) До уроку (домашня підготовка – самостійне засвоєння базового матеріалу).

Діяльність	Засіб
Перегляд навчального відео (15 хв)	YouTube: «Закони Ома і будова електричного кола»
Завантаження AR-застосунків	Смартфон / планшет та AR-застосунки (Physics Lab AR)
Ознайомлення з базовими експериментами у застосунках	Смартфон / планшет та AR-застосунки (Physics Lab AR)
Записи у зошит (формули, схеми)	Паперовий/електронний зошит

2) На уроці (45 хв).

Етап	Тривалість	Форми роботи	Опис
Актуалізація знань	5 хв	Фронтальна	Опитування: «Що вдалося дізнатися вдома?», обговорення вражень від AR
Групова AR-практика	20 хв	Робота в групах (3–4 учні)	Учні будують схеми в Physics Lab AR, досліджують залежність сили струму від напруги, готують коротку презентацію
Презентація результатів	10 хв	Презентації груп	Кожна група демонструє AR-моделі, пояснення дослідів і формул
Закріплення знань	5 хв	Індивідуально	Вікторина (Kahoot/Google Forms, 8–10 запитань)
Рефлексія	5 хв	Письмова / усна	Відповідь: «Що було найцікавішим / найскладнішим?»

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичне, творче, рефлексивне):

- скласти у Physics Lab AR два електричних кола та оформити скріншоти з результатами та поясненням;
- написати коротке есе на тему: «Чому AR допомагає зрозуміти фізику краще?».

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Робота в групі (на уроці)	Співпраця, правильність схем
Участь у презентації	Чіткість пояснень, демонстрація AR
Виконання вікторини	Точність відповідей
Домашнє завдання	Якість, креативність та повнота виконання

Методичні поради:

- модель «Перевернутий клас» ефективно працює лише за умови, що домашня підготовка учнів обов'язкова. Доцільно передбачити оцінку, певний бонус за виконання попереднього етапу;
- перед уроком перевірити наявність AR-застосунку у смартфонах/планшетах учнів;
- обов'язково модерувати активність груп (час, обсяг виступу);
- оцінювати як технічну правильність, так і креативність;
- заохочувати творчі підходи в домашньому завданні (відео, скринкасти, AR-скріни).

Модель уроку фізики для старшої (профільної) школи на тему «Закон Ома. Електричний струм. Напруга, сила струму, опір». Модель змішаного навчання – ротаційна, з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 10-11 (12). **Предмет:** фізика.

Тема: «Закон Ома. Електричний струм. Напруга, сила струму, опір».

Модель навчання: ротаційна, з використанням AR.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунки (Physics Lab AR або Electricity AR), Kahoot.

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* уміти пояснити фізичний зміст понять «електричний струм», «напруга», «опір»; уміти сформулювати та пояснити закон Ома для ділянки кола; знати одиниці вимірювання сили струму, напруги, опору та їх співвідношення;

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчитися складати віртуальні електричні кола, використовуючи AR; навчитися експериментально перевіряти закон Ома, змінюючи параметри кола; розвивати навички аналізу результатів і формулювання висновків;

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* розвивати комунікаційні навички під час ротаційних станцій (групові обговорення, взаємонавчання); формувати критичне мислення під час аналізу результатів експериментів; вдосконалювати навички самоорганізації та тайм-менеджменту (робота в ротаційній моделі з обмеженим часом);

- *технологічні цілі (AR та змішане навчання):* сформувати уміння використовувати AR-застосунки для дослідження електричних кіл; навчитися застосовувати цифрові інструменти (AR) для візуалізації та вимірювання фізичних величин; вдосконалювати інформаційно-цифрову компетентність.

Ротаційна модель на уроці (чотири зони).

Ротація: кожна група з 5–6 учнів проходить усі зони по черзі протягом уроку (4 × 10 хв. + 5 хв. на підсумок).

Зони	Назва зони	Види роботи	Тривалість
1. Теоретична (з учителем)	Обговорення основ	Учитель пояснює суть електричного струму, напруги, опору. Разом із групою формулює закон Ома. Розв'язання 1–2 простих задач.	10 хв
2. AR-зона (цифрова)	Моделювання кола	Учні працюють з додатком Physics Lab AR або Electricity AR. Будують просте коло з джерелом, провідником та резистором. Вимірюють силу струму та напругу, роблять скріншоти й записують результати.	10 хв

3. Робоча зона (практика)	Розв'язання задач у зошиті	Учні індивідуально/у парах розв'язують 2 задачі: обчислення сили струму за законом Ома; визначення опору при даній напрузі й струмі.	10 хв
4. Інтерактивна зона (гра)	Гра, вікторина Kahoot	Kahoot або картки із запитаннями: «Який прилад вимірює силу струму?», «Що відбудеться зі струмом, якщо опір збільшити удвічі?», «Яка формула визначає закон Ома?» тощо.	10 хв

Підсумок та рефлексія (до 5 хв.). Вчитель підсумовує ключові ідеї з кожної зони. Обговорення: «У якій зоні було найцікавіше працювати?», «Як AR допоміг зрозуміти закон Ома?».

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичне, творче):

- розв'язати 3 задачі з підручника на закон Ома (послідовне й паралельне з'єднання);
- створити коротке відео (до 1 хв) із демонстрацією AR-моделі з Physics Lab AR чи Electricity AR та пояснити її;
- написати міні-есе «Чому закон Ома важливий для сучасної техніки та побуту?».

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Участь у кожній зоні	Активність, правильність виконання завдань
Використання AR-застосунку	Чіткість пояснень, візуалізація результатів
Виконання вікторини	Точність відповідей
Домашнє завдання	Повнота, якість виконання, креативність

Методичні поради:

- перевірити наявність Physics Lab AR або Electricity AR у смартфонах учнів перед уроком;
- якщо пристроїв мало – організувати роботу у парах або створити 1–2 AR-станції;
- для зручності варто розмістити паперові маркування «AR-зона», «Робоча зона» тощо;
- у Kahoot можна додати скріншоти з AR як візуальні запитання;
- заохочувати учнів пов'язувати фізичні знання з реальними прикладами (побутова техніка, електроніка, енергозбереження).

4.9. Математика для базової школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання

В умовах змішаного навчання, що набуло поширення в умовах кризових явищ останніх років (пандемії Covid-19 та військової інтервенції), доповнена реальність розглядається як потужний інструмент підвищення ефективності освітнього процесу, оскільки вона забезпечує інтеграцію віртуальних об'єктів у реальне середовище, створюючи умови для наочного та інтерактивного засвоєння знань. Використання AR-технологій дозволяє поєднувати традиційні форми навчання з цифровими інноваціями, що сприяє формуванню стійкої навчальної мотивації, розвитку просторового та критичного мислення, а також індивідуалізації освітніх траєкторій. Оскільки імерсивні технології, в т.ч. AR, дозволяють занурити учнів у реалістичні симуляції, поглибити предметне розуміння, що особливо актуально для природничо-математичного циклу, вважаємо доцільним використати ці переваги при вивченні математики.

Пропонуємо авторські моделі уроків математики для 5-9 класів із використанням технології AR в умовах змішаного навчання.

Модель уроку математики для 6-7 класів на тему «Об'єм прямокутного паралелепіпеда і куба». Модель змішаного навчання – ротаційна, з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 6-7. **Предмет:** математика.

Тема: «Об'єм прямокутного паралелепіпеда і куба».

Модель навчання: ротаційна, з використанням AR.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунки (Geometria RA, mozaBook, AR Book), Kahoot.

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* ознайомити учнів із поняттям об'єму та його одиницями вимірювання; сформулювати уявлення про геометричні тіла: прямокутний паралелепіпед і куб, їхні властивості; засвоїти формули для обчислення об'єму куба та прямокутного паралелепіпеда; пояснити, як зміна розмірів сторін впливає на зміну об'єму;

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчити учнів обчислювати об'єм заданих тіл за формулою, розв'язувати прикладні задачі (практико орієнтовані), використовувати AR-застосунки для візуалізації просторових тіл і дій із ними (зміна розмірів, обертання, порівняння), розвивати вміння аналізувати об'єкти в тривимірному просторі (за допомогою AR-моделей);

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* формувати навички співпраці у парах або малих групах під час роботи на AR-станції; розвивати вміння працювати з інформацією, інструкціями до AR-застосунків, цифровими ресурсами; сприяти

розвитку самостійності та відповідальності за результат навчання під час індивідуального ротаційного етапу;

- *технологічні цілі (використання AR та ротаційна модель)*: інтегрувати доповнену реальність для полегшення уявлення просторових фігур і практичного дослідження їхніх об'ємів.

Ротаційна модель на уроці (чотири зони).

Ротація: кожна група з 5–6 учнів проходить усі зони по черзі протягом уроку (4 × 10 хв. + 5 хв. на підсумок).

Зони	Назва зони	Види роботи	Тривалість
1. Вчительська зона	Пояснення + приклади	Міні-група з учителем, пояснення та 1–2 задачі на об'єм	10 хв
2. AR-зона (цифрова)	Взаємодія з 3D фігурами	Учні працюють з додатком Geometria RA, mozaBook або AR Book. Обирають «Куб» або «Паралелепіпед», знаходять довжину, ширину, висоту, підставляють у формулу, обчислюють об'єм.	10 хв
3. Робоча зона (практика)	Розв'язання задач у зошиті	Класична вправа на обчислення об'єму 2–3 тіл (з підручника)	10 хв
4. Інтерактивна зона (гра)	Гра, вікторина Kahoot	Гра на закріплення формул, вікторина, картки з формулами і фігурами («Яка формула до якої фігури?»)	10 хв

Підсумок та рефлексія (до 5 хв.). Обговорення: «У якій зоні було найцікавіше?». Вчитель підсумовує помилки та ключові моменти.

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичне, творче):

- розв'язати три задачі з підручника на об'єм;
- зняти коротке відео з демонстрацією AR-фігури та розв'язком задачі (Geometria RA / AR Book).

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Участь у кожній зоні	Співпраця, точність розрахунків
Використання AR-застосунку(-ів)	Чіткість пояснень, візуалізація
Виконання вікторини	Точність відповідей
Домашнє завдання	Якість та повнота виконання

Методичні поради:

- перед уроком впевнитися у наявності застосунків у смартфонах / планшетах учнів;
- якщо в класі не вистачає пристроїв – розмістити 2 AR-станції;

- для зон краще використовувати паперові маркування: «ЗОНА AR», «ЗОНА ВЧИТЕЛЯ» тощо;
- AR-фігури можна «виводити» просто на парту або зошит.

Модель уроку математики для 7 класу на тему «Геометричні тіла: куб і прямокутний паралелепіпед. Обчислення об'єму». Модель змішаного навчання – «Перевернутий клас» з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 7. **Предмет:** математика.

Тема: «Геометричні тіла: куб і прямокутний паралелепіпед».

Модель навчання: «Перевернутий клас», з використанням AR.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунки (AR Book, Geometria RA), Google Forms (або робочі зошити).

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* сформувати чітке уявлення про куб та прямокутний паралелепіпед як просторові фігури, їхні елементи (грані, ребра, вершини, діагоналі). Ознайомити учнів із поняттям об'єму та його фізичним змістом. Засвоїти формули обчислення об'єму. Сформувати уявлення про те, як зміна розмірів ребер впливає на зміну об'єму;

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчитися обчислювати об'єм куба та прямокутного паралелепіпеда за відомими вимірами; використовувати AR-застосунки для візуалізації та дослідження геометричних тіл (обертання, масштабування, вимірювання);

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* формувати навички самостійного опрацювання навчального матеріалу (перегляд відео, робота з інтерактивною презентацією до уроку), розвивати просторову уяву та логічне мислення під час роботи з 3D-моделлями; розвивати уміння працювати в групах, обговорюючи результати вимірювань і розрахунків;

- *технологічні цілі (AR та змішане навчання):* сформувати уміння застосувати доповнену реальність для візуалізації просторових об'єктів і спостереження за змінами площі/об'єму при трансформації фігур.

Етапи уроку (за моделлю «перевернутий клас»):

1) До уроку (домашня підготовка – самостійне засвоєння базового матеріалу) – 30-40 хв.

Діяльність	Засіб
Перегляд навчального відео (10 хв)	YouTube: «Куб і паралелепіпед. Об'єм. Формули та приклади»
Завантаження AR-застосунків	Смартфон / планшет та AR-застосунки AR Book, Geometria RA
Ознайомлення з фігурами у застосунках	Смартфон / планшет та AR-застосунки AR Book, Geometria RA

(В AR Book у розділі «Geometry» знайти 3D модель куба / паралелепіпеда, переглянути фігуру з усіх сторін. У Geometria RA активувати фігуру, змінювати її розташування, зафіксувати ребра, виміряти довжину/ширину/висоту)	
Записи у зошит: формули, короткий опис фігур. Знайти довжину, ширину, висоту AR-фігури (вимірювання візуально). Обчислити об'єм і записати формулу в зошит. Порівняти: що спільного та відмінного між кубом і паралелепіпедом?	Паперовий/електронний зошит

2) На уроці (45 хв).

Етап	Тривалість	Форми роботи	Опис
Актуалізація знань	5 хв	Фронтальна	Опитування: «Що вдалося дізнатися вдома?», обговорення вражень від AR
Групова AR-практика	20 хв	Робота в групах (3–4 учні)	Учні досліджують обрану фігуру в AR-додатку, готують коротку презентацію*
Презентація результатів	10 хв	Презентації груп	Кожна група коротко представляє: яку фігуру обрали? Як її показали в AR? Який об'єм фігури? Чому важливо бачити фігуру в просторі?
Експрес-контроль	5 хв	Індивідуально	Розв'язання задачі в Google Forms (або в робочому зошиті)**.
Рефлексія	5 хв	Письмова / усна	Коротка відповідь: «Що було найцікавішим / найскладнішим?»; «AR мені допоміг зрозуміти, що...»; «Мені було найцікавіше, коли...» тощо.

*Варіанти завдань для різних груп учнів:

Група 1 – відтворити куб, обрати розміри, обчислити об'єм (AR Book).

Група 2 – паралелепіпед: виміряти сторони, знайти об'єм (Geometria RA).

Група 3 – обчислити, на скільки куб із ребром 4 см менший/більший за паралелепіпед $4 \times 3 \times 2$ (AR Book).

Група 4 – створити фото або коротке відео (до 1 хв) з поясненням фігури та формули (AR Book або Geometria RA).

** Приклад задачі для експрес-контролю:

Знайти об'єм куба зі стороною 5 см.

Паралелепіпед має розміри 3 см $\times$ 4 см $\times$ 2 см. Знайти його об'єм.

У якому випадку об'єм двох фігур буде однаковий?

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичні, творчі):

- розв'язати задачі з підручника на об'єм тіл;
- обчислити об'єм своєї шкільної шафки / коробки для взуття, чи ін. та подати обчислення у вигляді відео або скріншотів;
- створити міні-комікс / інфографіку з поясненням об'єму фігур (можна зі скріншотами з AR).

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Самостійне навчання	Наявність записів у зошиті
Робота в групі (на уроці)	Співпраця, точність розрахунків
Участь у презентації	Чіткість пояснень, візуалізація
Виконання експрес-контролю	Точність відповідей
Домашнє завдання	Якість та повнота виконання

Методичні поради:

- модель «Перевернутий клас» ефективно працює лише за умови, що домашня підготовка учнів обов'язкова. Доцільно передбачити оцінку, певний бонус за виконання попереднього етапу;
- у класі доцільно робити акцент на практичному застосуванні формул, а не на повторному поясненні теорії;
- варто застосовувати парну та групову роботу – це підсилює ефективність обговорення та взаємонавчання;
- мотивацію учнів можна підвищити за рахунок практико орієнтованих завдань (наприклад, обчислити об'єм шафи чи коробки з доставки).

4.10. Математика для профільної школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання

Доповнена реальність (AR) є потужним інструментом оптимізації освітнього процесу. Її ключова цінність полягає в можливості вбудовувати віртуальні елементи у фізичний світ, що робить засвоєння інформації більш наочним та інтерактивним. Використання AR-технологій допомагає збалансувати класичні методи викладання з інноваційними цифровими рішеннями, що стимулює пізнавальну активність, розвиває просторове та критичне мислення, а також підтримує персоналізовані освітні шляхи. Оскільки AR дозволяє занурити учнів у реалістичні симуляції, поглибити предметне розуміння, що особливо актуально для природничо-математичного циклу, вважаємо доцільним використати ці переваги при вивченні математики.

Пропонуємо авторські моделі уроків математики для профільної школи (10-11 (12) класів) із використанням технології AR в умовах змішаного навчання.

Модель уроку математики (геометрії) для старшої (профільної) школи на тему «Об'єм та площа поверхні просторових фігур». Модель змішаного навчання – «Перевернутий клас» з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 10-11 (12). **Предмет:** математика (геометрія).

Тема: «Об'єм та площа поверхні просторових фігур».

Модель навчання: «Перевернутий клас», з використанням AR.

Тривалість уроку: 45 хв.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунки (Geometria RA, Sólidos RA), YouTube, Kahoot / Google Forms.

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* повторити та поглибити знання про формули обчислення об'єму та площі поверхні основних просторових фігур (призми, піраміди, циліндра, конуса, кулі); усвідомити зв'язок між площами граней і об'ємом фігур у просторі; розпізнавати просторові фігури в різних контекстах (у навчальному AR-середовищі та реальному житті);

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчитися застосовувати формули об'єму та площі поверхні для розв'язування практичних задач; формувати навички просторового мислення шляхом взаємодії з 3D-моделями в AR; вдосконалити вміння самостійно вивчати матеріал (у відеоуроці до уроку) та працювати з цифровими ресурсами;

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* розвивати навички групової взаємодії під час виконання проєктних завдань у класі (робота з AR-моделями у групах); формувати навички самоорганізації та рефлексії (через самоперевірку після онлайн-етапу);

- *технологічні цілі (AR та змішане навчання):* навчитися використовувати AR-застосунки для вивчення геометричних фігур; застосувати доповнену реальність для візуалізації просторових об'єктів і спостереження за змінами площі/об'єму при трансформації фігур.

Етапи уроку (за моделлю «перевернутий клас»):

1) До уроку (домашня підготовка – самостійне засвоєння базового матеріалу).

Діяльність	Засіб
Перегляд навчального відео (15 хв)	YouTube: «Об'єм та площа поверхні тіл»
Завантаження AR-застосунків	Смартфон / планшет та AR-застосунки Sólidos RA, Geometria RA
Ознайомлення з фігурами у застосунках	Смартфон / планшет та AR-застосунки Sólidos RA, Geometria RA
Записи у зошит: формули, короткий опис фігур	Паперовий/електронний зошит

2) На уроці (45 хв).

Етап	Тривалість	Форми роботи	Опис
Актуалізація знань	5 хв	Фронтальна	Опитування: «Що вдалося дізнатися вдома?», обговорення вражень від AR
Групова AR-практика	20 хв	Робота в групах (3–4 учні)	Учні досліджують обрану фігуру в AR-додатку, розраховують об'єм/площу, готують коротку презентацію
Презентація результатів	10 хв	Презентації груп	Кожна група демонструє фігуру в AR, пояснює формули та вплив елементів
Закріплення знань	5 хв	Індивідуально	Миттєва вікторина в Kahoot або Google Forms (8–10 запитань)
Рефлексія	5 хв	Письмова / усна	Коротка відповідь: «Що було найцікавішим / найскладнішим?»

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичне, творче, рефлексивне):

- розв'язати задачі на обчислення об'ємів і площі поверхні 3-х фігур;
- створити коротку презентацію або відео з AR-моделлю з поясненням формули;
- написати міні-есе: «Як AR змінив моє розуміння геометрії?».

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Робота в групі (на уроці)	Співпраця, точність розрахунків
Участь у презентації	Чіткість пояснень, візуалізація
Виконання вікторини	Точність відповідей
Домашнє завдання	Якість та повнота виконання

Методичні поради:

- модель «Перевернутий клас» ефективно працює лише за умови, що домашня підготовка учнів обов'язкова. Доцільно передбачити оцінку, певний бонус за виконання попереднього етапу;
- перед уроком перевірити наявність застосунків у смартфонах/планшетах учнів;
- підготувати друковані QR-коди до кожного AR-застосунку;
- обов'язково модерувати активність груп (час, обсяг виступу);
- вікторину можна проводити анонімно;
- заохочувати творчі підходи в домашньому завданні (відео, скринкасти, AR-скріни).

Модель уроку математики (геометрії) для старшої (профільної) школи на тему «Площі та об'єми геометричних тіл: призма, піраміда, циліндр, конус, куля». Модель змішаного навчання – ротаційна, з використанням AR.

Загальна інформація.

Клас: 10-11 (12). Предмет: математика (геометрія).

Тема: «Площі та об'єми геометричних тіл: призма, піраміда, циліндр, конус, куля».

Модель навчання: ротаційна, з використанням AR.

Засоби: Смартфони/планшети з доступом до мережі Інтернет, AR-застосунки (Geometria RA або Sólidos RA), Kahoot.

Цілі уроку:

- *когнітивні цілі (знання та розуміння):* уміти пояснити означення та властивості призми, піраміди, циліндра, конуса, кулі; засвоїти формули для обчислення площ поверхонь та об'ємів цих геометричних тіл; зрозуміти зв'язки між плоскими і просторовими фігурами (наприклад, перехід від багатокутника до призми); уміти інтерпретувати геометричні тіла як моделі реальних об'єктів у навколишньому світі;

- *практичні цілі (уміння та навички):* навчитися виконувати обчислення площ та об'ємів геометричних тіл за готовими параметрами; навчитись будувати й аналізувати просторові моделі тіл за допомогою доповненої реальності (AR-застосунків); сформувати вміння розв'язувати задачі різного рівня складності (від базових обчислень до задач із комбінованими тілами);

- *метапредметні цілі (Soft Skills):* розвивати критичне мислення (аналізувати, яка формула підходить у конкретній ситуації); розвивати навички групової взаємодії під час ротаційних станцій (групові обговорення, взаємонавчання); розвивати комунікативні навички (аргументувати вибір розв'язання, презентувати результати); розвивати креативність (створення власних AR-моделей чи інтерпретацій геометричних тіл); вдосконалювати навички самоорганізації та тайм-менеджменту (робота в ротаційній моделі з обмеженим часом);

- *технологічні цілі (AR та змішане навчання):* сформувати вміння використовувати AR-застосунки для візуалізації геометричних тіл у 3D, обертання, вимірювання параметрів; вдосконалювати інформаційно-цифрову компетентність; вдосконалювати навички поєднання традиційних та цифрових ресурсів для досягнення навчальної мети.

Ротаційна модель на уроці (чотири зони).

Ротація: кожна група з 5–6 учнів проходить усі зони по черзі протягом уроку (4 × 10 хв. + 5 хв. на підсумок).

Зони	Назва зони	Види роботи	Тривалість
1. Теоретична (з учителем)	Узагальнення формул + приклади	Міні-група з учителем. Розбір 2 формул (на вибір групи). Пояснення та 1–2 задачі	10 хв

2. AR-зона (цифрова)	Візуалізація геометричних тіл	Учні працюють з додатком Geometria RA або Sólidos RA. Учні обирають одну з фігур (конус / піраміда / циліндр), вивчають її 3D-модель. Знаходять висоту, радіус, ребра. Виконують обчислення площі або об'єму (запис у зошиті). Роблять скріншот фігури та підписують параметри.	10 хв
3. Робоча зона (практика)	Розв'язання задач у зошиті	Учні розв'язують 2 задачі середнього рівня складності. Наприклад, обчислити, на скільки куля радіусом 3 см менша за конус радіусом 3 см і висотою 9 см (порівняти об'єми двох тіл при однаковій висоті, побудувати просторову логіку задачі – малюнок у зошиті).	10 хв
4. Інтерактивна зона (гра)	Гра, вікторина Kahoot	Вікторина на закріплення формул, вікторина, картки з формулами і фігурами («Яка формула до якої фігури?», «Як змінюється об'єм при подвоєнні висоти?» «Яке тіло має найбільшу площу при однаковому об'ємі?» тощо).	10 хв

Підсумок та рефлексія (до 5 хв.). Вчитель підсумовує ключові ідеї з кожної зони. Обговорення: «Яка зона була найінформативніша?», «Де AR допоміг краще зрозуміти простір?».

Домашнє завдання.

Варіанти завдань (практичне, творче):

- розв'язати три задачі на обчислення площі або об'єму (параграф з підручника);

- зняти коротке відео (до 1 хв.) з демонстрацією AR-фігури (Geometria RA або Sólidos RA), дати їй характеристику, розв'язати задачу.

Оцінювання результатів

Види роботи	Критерії оцінювання
Участь у кожній зоні	Співпраця, точність розрахунків
Використання AR-застосунку(-ів)	Чіткість пояснень, візуалізація
Виконання вікторини	Точність відповідей
Домашнє завдання	Якість та повнота виконання

Методичні поради:

- перед уроком впевнитися у наявності застосунків у смартфонах / планшетах учнів;
- якщо в класі не вистачає пристроїв – розмістити 2 AR-станції;
- для зон краще використовувати паперові маркування: «AR-зона», «Робоча зона» тощо;
- AR-фігури можна «виводити» просто на парту або зошит.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балик Н. Р., Шпортак У. В. Використання кейс-уроків у процесі впровадження STEM-освіти в середніх загальноосвітніх школах України. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи* : Збірник тез наук.-практ. інтернет-конф. з міжнар. участю. Тернопіль : Осадца Ю.В. 2017. №.1. С. 19-23.
2. Баценко С. В., Носенко Ю. Г. Фізика для базової та профільної школи: моделі уроків з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання. *Імідж сучасного педагога*. 2025. № 6 (225). С. 115–121. [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-6\(225\)-115-121](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2025-6(225)-115-121).
3. Биков В. Ю. Дистанційна освіта (дистанційне навчання). *Українська електронна енциклопедія освіти*. 2025. URL: [https://eduglos.iitta.gov.ua/index.php/Дистанційна освіта \(дистанційне навчання\)](https://eduglos.iitta.gov.ua/index.php/Дистанційна_освіта_(дистанційне_навчання)).
4. Богачков Ю. М., Ухань П. С. Порівняння способів добору засобів і сервісів імерсивних технологій для підтримки змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Збірник наукових праць “Information Technologies in Education” (ITE)*. 2025, (58), С. 159–178. <https://doi.org/10.14308/ite000807>.
5. Богачков Ю., Ухань П. Моделі змішаного навчання через призму моделі змішаних процесів. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2025. № 3 (107). С. 239-260. <https://doi.org/10.33407/itlt.v107i3.5920>.
6. Богачков Ю.М., Ухань П.С. Імерсивний синтетичний навчальний простір з використанням елементів VR. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. 2 (94). С. 178-200. <https://doi.org/10.33407/itlt.v94i2.5154>.
7. Боса В. П. Використання імерсивних методів навчання та кейс-методу в професійній підготовці філологів. *Інновац. Педагогіка*. 2020. № 1 (29). С. 43-47. <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2020/29-1.8>.
8. Бугайчук К. Змішане навчання: теоретичний аналіз та стратегія впровадження в освітній процес. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2016. № 54 (4). С. 1-18. <https://doi.org/10.33407/itlt.v54i4.1434>.
9. Буров О. Ю., Литвинова С. Г., Носенко Ю. Г., Сухіх А. С. Аналітичні матеріали з питань використання імерсивних технологій у закладах загальної середньої освіти. Інститут цифровізації освіти НАПН України. 2024. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/744329/>.
10. Використання засобів доповненої та віртуальної реальностей в навчальному середовищі закладів загальної середньої освіти: методичні рекомендації / С. Г. Литвинова, Н. В. Сороко, Ю. М. Богачков, О. О. Гриб'юк, Н. П. Дементієвська, О. М. Соколюк, О. В. Слободяник, П. С. Ухань / за наук. ред. С. Г. Литвинової. К. : ІЦО НАПН України, 2022. 74 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/734430>.
11. Використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти : метод. рек. / С. Г. Литвинова, Ю.Г. Носенко, Н.В. Рашевська, О.В. Слободяник, О.М. Соколюк, Н.В. Сороко, А.С. Сухіх ; за заг. ред. Носенко Ю.Г. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 121 с. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/743977/>.
12. Воротникова І. *Дистанційне та змішане навчання в школі*. Путівник. Київ : ун-т ім. Б.Грінченка, 2020. <https://surl.li/rwfkqw>.

13. Гвоздецька С. В., Савченко В. В., Турчанінов Р. Д. Ефективність використання віртуальної реальності в навчальних програмах із фізичної культури. *Академічні візії*, 2024. Вип. 38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14287959>.
14. Гончаренко С. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 376 с.
15. Горбаченко В. І., Коркішко І. А. Історичні етапи розвитку імерсивних технологій в освіті. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 2024, (216), 152-157. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-216-152-157>.
16. Губарева Д. В. Використання VR- та AR-технологій як засобу розвитку соціальної компетентності майбутніх спеціалістів педагогічного спрямування. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2023. № (1). С. 98-104. <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-1-14>.
17. Гунько І. В., Волошина О. В. Застосування кейс-методу в процесі викладання іноземної мови в умовах навчально-науково-виробничого комплексу «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». *Інновац. Педагогіка*. 2021. № 2 (32). С. 75-79. <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/32-2.15>.
18. Дементієвська Н.П., Соколюк О.М. Віртуальні лабораторні роботи фізики з використанням інтерактивних комп'ютерних моделювань : збірник навчальних матеріалів. Київ : ІЦО НАПН України, 2022. С. 41–46. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733495/>.
19. Імерсивні технології в освітньому процесі: бібліографічний показник праць науковців Інституту цифровізації освіти НАПН України / С.Г. Литвинова, Ю.Г. Носенко, Н.В. Рашевська, О.М. Соколюк, О.В. Слободяник, А.С. Сухіх / за наук. ред. Ю.Г. Носенко. Київ : ІЦО НАПН України, 2024. 60 с.
20. Коваленко В. В., Мар'єнко М. В., Сухіх А. С. Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти: методичні рекомендації / за ред. М. В. Мар'єнко, А. С. Сухіх. Київ : ІТЗН НАПН України, 2021. 87 с. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/728506/>.
21. Кухаренко В.М. *Теорія та практика змішаного навчання* : монографія, Харків, 2016. <https://qrqgo.page.link/vWJsb>.
22. Литвинова С. Г. 3D-контент в освітній практиці вчителя закладу загальної середньої освіти. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2024. № 1 (54). С. 97–105. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2024.54.97-105>.
23. Литвинова С. Технологія використання імерсивних технологій для розвитку емоційного інтелекту учнів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2025. № 3(107). С. 135–152. <https://doi.org/10.33407/itlt.v107i3.6021>.
24. Литвинова С. Г. Використання мобільного застосунку Arloora в умовах змішаного навчання учнів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2025. № 1 (56). С. 115-121. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2025.56.115-120>.
25. Литвинова С. Г. Методичні аспекти використання 360-градусного відео в умовах змішаного навчання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. № (213). С. 279-286. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-213-279-286>.
26. Литвинова С. Г. Організаційні засади використання імерсивних технологій вчителями у процесі змішаного навчання. 2025. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15256577>.

27. Литвинова С. Г. Технологія використання імерсивних технологій для формування емоційного інтелекту учнів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2025. Том 107, № 3. С. 135–152. <https://doi.org/10.33407/itlt.v107i3.6021>.
28. Литвинова С. Г., Буров О. Ю., Семеріков С. О. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2021. № 55. С. 46-62. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>.
29. Литвинова С. Г., Соколюк О. М. Критерії та показники оцінювання якості освітніх об'єктів доповненої реальності в підручниках фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. № 88 (2), 23–37. <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4870>.
30. Литвинова С. Г., Сороко Н. В. Готовність учнів гімназій до використання доповненої реальності в освітньому процесі. *Науковий вісник Ужгородського національного університету: серія: Педагогіка. Соціальна робота* / гол. ред. О. Бартош. Ужгород: Говерла, 2022. Вип. 1 (50). С. 158–164. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/43006>.
31. Литвинова С., Буров О., Семеріков С. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2021. Вип. 55. С. 46-62. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>.
32. Литвинова С.Г. 3D-контент в освітній практиці вчителя закладу загальної середньої освіти. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2023. № 1 (54). С. 97-105. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2024.54.97-105>.
33. Ліннік О., Божинський В., Гриневич Л., Крижановська В., Ніколаєв Є., Рій Г. *Освіта під час війни: досвід українських шкіл: аналітичний звіт*. Київ: ГО «Куншт», Аналітичний центр «ОсвітАналітика» Університету Грінченка, 2024. 128 с.
34. Михайлова Л. М., Семенишина І. В., Краснощок І. П., Ступеньков С. О. Гейміфікація як інноваційний кейс професійної підготовки педагогічних працівників ЗВО в умовах дистанційного навчання. *Академічні візії*. 2023. № 18. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795391>.
35. Міністерство цифрової трансформації України. Стратегія цифрового розвитку інноваційної діяльності України (WINWIN) до 2030 року. 2024. <https://thedigital.gov.ua>.
36. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. *Міністерство освіти і науки України*, 2016. 36 с. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>.
37. Носенко Ю. Г. Використання засобів доповненої реальності (AR) для організації викладання іноземних мов. *Вісник кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта XXI століття»*. 2024. № 2 (10). С. 137-151. [https://doi.org/10.35387/ucj.2\(10\).2024.0011](https://doi.org/10.35387/ucj.2(10).2024.0011).
38. Носенко Ю. Г. Імерсивні технології в традиційному та у змішаному навчанні в закладах загальної середньої освіти: порівняльний аспект. *Фізико-математична освіта*. 2024. № 39 (5). С. 34-40. <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i5-05>.

39. Носенко Ю. Г. Імерсивні технології для підтримки змішаного навчання у вітчизняних закладах загальної середньої освіти. *Нова педагогічна думка*. 2024. № 4 (120). С. 32-38. <https://doi.org/10.37026/2520-6427-2024-120-4-32-38>.
40. Носенко Ю. Г. Класифікація імерсивних технологій і сервісів для освітнього процесу. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. (216). С. 237-242. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-216-237-242>.
41. Носенко Ю., Полященко І. Моделі уроків математики для базової та профільної школи з використанням технології доповненої реальності в умовах змішаного навчання. *Нова педагогічна думка*. 2025. № 3 (123). С. 37-46. <https://doi.org/10.37026/2520-6427-2025-123-3-37-46>.
42. Омельчук О. В., Гарматюк Р. Т., Шабага С. Б. Імерсивні технології в умовах профільної середньої освіти технологічної освітньої галузі. *Педагогічна Академія: наукові записки*. 2024. № (11). <https://doi.org/10.5281/zenodo.13932653>.
43. Переяславська С. О., Смагіна О. О. Гейміфікація як сучасний напрям вітчизняної освіти. *New Pedagogical Approaches in STEAM Education : Electronic Scientific Professional Journal – Open Educational E-Environment of Modern University II, special edition*. 2019. Рр. 250–260. <https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/6423>.
44. Петренко О. Б. Дефініція і сутнісне наповнення поняття «освітнє середовище» в контексті сучасної освітньої парадигми. *Інноватика у вихованні*, 2018. Т. 2. № 7. С 6-16. <https://ojs.itup.com.ua/index.php/iiu/article/view/68>.
45. Пометун О. Активне навчання учнів історії та громадянської освіти у контексті запровадження державного стандарту базової середньої освіти. *Український педагогічний журнал*. 2021. № 4. С. 106–115. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-4-106-115>.
46. Проектування освітнього середовища з використанням засобів доповненої та віртуальної реальностей в закладах загальної середньої освіти: колективна монографія / Литвинова С.Г., Сороко Н.В., Баценко С.В., Богочков Ю.М., Гриб'юк О.О., Дементієвська Н.П., Коркішко І.А., Слободяник О.В., Соколюк О.М., Ухань П.С. / за наук. ред. Литвинової С.Г. Київ: ІЦО НАПН України, 2023. 219 с. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738596>.
47. Рашевська Н. В. Аналіз деяких систем та застосунків в моделі змішаного навчання в закладах середньої освіти. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2024. № 1 (54). С. 167-172.
48. Рашевська Н. В. Імерсивне навчання як педагогічна проблема. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. Вип. 217. С. 168-174. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-217-168-174>.
49. Рашевська Н. В. Імерсивні технології навчання природничих дисциплін учнів старших класів закладів середньої освіти. *Наукові записки. Серія Педагогічні науки, Кропивницький*. 2024. № 213. С. 223-228.
50. Рашевська Н. В. Інноваційно-трансформативний підхід імерсивного навчання. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2025. Вип. 1 (56). С. 192-196. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2025.56.192-196>.

51. Рашевська Н., Литвинова С. Процедурна модель здобуття знань учнями старшої школи в імерсивному середовищі навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2025. Т. 109. № 5. С. 49–68. <https://doi.org/10.33407/itlt.v109i5.6157>.
52. Рашевська Н.В. Психолого-педагогічні умови імерсивного середовища навчання. *Наукові записки*. 2025. Вип. 161. С. 134-141. <https://doi.org/10.31392/NZ-udu-161.2025.15>.
53. Рашевська Н.В. Теоретичні аспекти інтеграції імерсивних технологій у навчання природничо-математичних дисциплін в академічних ліцеях. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2025. Вип. 219. С. 400-405. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2025-1-219-400-405>.
54. Рогульська О. Інтерактивні технології у навчанні іноземних мов у вищих навчальних закладах України. *Порівняльна професійна педагогіка*. 2012. С. 154-160.
55. Слободяник О. В. Використання сервісів імерсивних технологій на уроках математики за умов змішаного навчання. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2024. № 30. С. 96-100. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2024-30.96-100>.
56. Соколюк О. Вплив VR/AR на технології навчання й освітянські практики. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2022. Вип. 60. С. 108-116. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-60-108-116>.
57. Соколюк О. М. Імерсивні технології і засоби навчання для проведення шкільного навчального експерименту в умовах змішаного навчання. *Інноваційна педагогіка*. 2024. № 77. С. 282-288. <http://innovpedagogy.od.ua/archives/2024/77/58.pdf>.
58. Соколюк О. М. Огляд практичних застосувань імерсивних технологій у навчанні фізики. *Імерсивні технології в освіті* : збірник матеріалів V Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 29 квітня 2025 р. ІЦО НАПН України, 2025. С. 160-164. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745731/>.
59. Соколюк О. М. Планування навчальної діяльності в умовах використання засобів AR/VR. «Цифрова трансформація науково-освітніх середовищ в умовах воєнного стану» : збірник матеріалів, 27 лютого 2025 р., м. Київ. Київ : ІЦО НАПН України, 2025. С. 152-154. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/745730/>.
60. Соколюк О. М. Включення до системи шкільного фізичного експерименту елементів віртуальної та доповненої реальності. *Цифрова трансформація освіти України в умовах воєнного стану* : збірник матеріалів, 24 лютого 2023 р., м. Київ. 2023. ІЦО НАПН України, м. Київ, Україна, С. 144–148. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/736472/>.
61. Спірін О. М. Відкритий освітній простір. *Українська електронна енциклопедія освіти*. 2025. <https://eduglos.iitta.gov.ua/index.php/>.
62. Сухіх А. Інтеграція платформ відеозв'язку та доповненої реальності в моделі уроків змішаного і дистанційного навчання в закладах загальної середньої освіти. *Фізико-математична освіта*. 2025. № 40 (4). С. 45–51. <https://doi.org/10.31110/fmo2025.v40i4-07>.
63. Сухіх А. С. The Potential of Virtual and Augmented Reality to Improve Blended Learning in General Secondary Education. *Нова педагогічна думка*. 2024. № 4 (120). С. 38-42. <https://doi.org/10.37026/2520-6427-2024-120-4-38-42>.
64. Сухіх А. С., Полященко І. М. Імерсивні технології в умовах змішаного навчання: перспективи застосування в інклюзивній освіті ЗЗСО. *Наукові записки*.

Серія: Педагогічні науки. 2024. (216). С. 278-284. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-216-278-284>.

65. Термінологічний словник законодавства України. *Безпечне освітнє середовище*. <https://surl.lu/ojgomq>.

66. Хміль Н. А., Галицька-Дідух Т. В., Цяньці В. Використання віртуальної та доповненої реальності в українській освіті. *Академічні візії*. 2023. Вип. 22. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8251886>.

67. Чепелик О. Імерсивні середовища, VR, AR в українському сучасному мистецтві останніх років. *Збірник наукових праць «Сучасне мистецтво»*. 2021. № 17. С. 23–40. <https://doi.org/10.31500/2309-8813.17.2021.248423>.

68. Шафорост Ю. В. Роль кейс-методу як інноваційного інструменту едьютейнменту в підвищенні активності та зацікавленості учнів у процесі навчання хімії. *Вісн. Львів. ун-ту. Серія пед.* 2024. № 40. С. 39-47. <https://doi.org/10.30970/vpe.2024.40.12233>.

69. Швардак М. В. Імерсивні технології в початковій освіті. *Науковий вісник Сіверщини. Серія: Освіта. Соціальні та поведінкові науки*. 2023. Вип. 2(11). С. 227–239. <https://doi.org/10.32755/sjeducation.2023.02.227>.

70. Щокіна Д. О. Розвиток емоційного інтелекту через мультимедійні технології на інтегрованих уроках. *Кривий Ріг*, 2023. 103 с. <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8302>.

71. Ягупов В.В. *Педагогіка: навчальний посібник*. Київ, 2002. <https://surl.li/bkamgj>.

72. Alam A., Ahmad M. The role of teachers' emotional intelligence in enhancing student achievement. *J. Asia Bus. Stud.* 2023. Vol. 12, № 1, Pp. 31-43. <https://doi.org/10.1108/JABS-08-2015-0134>.

73. Barker D., Levkowitz H. Recognizing human emotions using pupillometry and machine learning. *Mach. Learn. Appl. Int. J. (MLAIJ)*. 2024. Vol. 11, № 1. <https://aircconline.com/mlaij/V11N1/11124mlaij01.pdf>.

74. Bonney K. M. Case study teaching method improves student performance and perceptions of learning gains. *J. Microbiol. Biol. Educ.* 2015. Vol. 1(16). P. 21-28. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v16i1.84>.

75. Bower M., Howe C., McCredie N., Robinson A., & Grover D. Augmented reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*. 2014. 54 (1). Pp. 1–15. <https://doi.org/10.1080/09523987.2014.889400>.

76. Cevikbas M., Kaiser G. Promoting Personalized Learning in Flipped Classrooms: A Systematic Review Study, *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, №. 18, art. № 11393, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/su141811393>.

77. Coflan C., Wyss N., Thinley S., & Roland M. Developing a national EdTech strategy [Working paper]. EdTech Hub. 2022. <https://doi.org/10.53832/edtechhub.0142>.

78. Colreavy-Donnelly S., Ryan A., O'Connor S., Caraffini F., Kuhn S., Hasshu S. A proposed VR platform for supporting blended learning post COVID-19. *Education Sciences*, 2022. № 12, 435. <https://doi.org/10.3390/educsci12070435>.

79. Creative Teachers VR. (n.d.). Tools that educators can choose to bring VR/AR in the classroom. <https://ctvr.eu/tools-that-educators-can-choose-to-bring-vr-ar-in-the-classroom/>.

80. Dieker L. A., Lignugaris-Kraft B., Hynes M., Hughes C. E. Mixed reality environments in teacher education: Development and future applications. *Online in Real Time: Using WEB 2.0 for Distance Education in Rural Special Education*. 2016. P. 122-131. <https://surl.lu/fxrvoz>.

81. European Commission. Digital Education Action Plan 2021–2027. 2020. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>.
82. Feng S., He, W., Zhang X., Billingham M., Wang S. A comprehensive survey on AR-enabled local collaboration. *Virtual Reality*. 2023. № 27(4). C. 2941-2966. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00848-2>.
83. Goleman D. *Emotional Intelligence*. New York, NY, USA: Bantam Books, 1995.
84. Grigoraskos K. E., Domingo A., Kennedy D., Igein G. The influence of teacher emotional intelligence on student emotional intelligence, self-efficacy, and academic achievement. *Touro Univ. Worldwide*. 2018. <https://library.biblioboard.com/content/e716fa87-033e-4550-90c0-7b129d903459>
85. Hart Sh. *Measuring The Effectiveness Of Your Blended Learning Program*. 2021. <https://elearningindustry.com/blended-learning-program-measuring-effectiveness>.
86. Harvard Business School (2021). Case-method 100 Years. <https://www.hbs.edu/case-method-100>.
87. Janssen N., Walraven A., Lazonder A. W., Gijlers H. Modelling as expert-guidance during teacher practitioner research. *European Journal of Teacher Education*. 2023. <https://doi.org/10.1080/02619768.2023.2282370>.
88. Javaid M., Haleem A., Singh R. P., Dhal S. Role of virtual reality in advancing education with sustainability and identification of additive manufacturing as its cost-effective enabler. *Sustain. Futures*. 2024. Vol. 8, 100324. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2024.100324>.
89. Joyce B., Wel M. *Models of teaching*, New Delhi : Prentice Hall of India, 2024, <https://doi.org/10.4324/9781003455370>.
90. Kjeldskov J. Interaction: Full and partial Immersive Virtual Reality Displays. In *Proceedings of IRIS* 24. 2001. pp. 587-600. <http://people.cs.aau.dk/~jesper/pdf/conferences/Kjeldskov-C1.pdf>.
91. Li Y., Chen L., Cao L., et al. The effects of self-efficacy, academic stress, and learning behaviors on self-regulated learning in blended learning among middle school students. *Educ. Inf. Technol.* 2024. Vol. 29. Pp. 24087–24110. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12821-w>.
92. Linares-Vargas B. G. P., Cieza-Mostacero S. E. Interactive virtual reality environments and emotions: a systematic review. *Virtual Reality*. 2025. Vol. 29, № 3. <https://doi.org/10.1007/s10055-024-01049-1>.
93. Lioce L. (Ed.), Lopreiato J. (Founding Ed.), Anderson M., Deutsch, E.S., Downing D., Robertson J.M., Diaz D.A., and Spain A.E. (Assoc. Eds.), and the Terminology and Concepts Working Group (2024), *Healthcare Simulation Dictionary – Third Edition*. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality; January 2025. AHRQ Publication № 24-0077. P. 45. <https://www.ahrq.gov/patient-safety/resources/simulation/terms.html>.
94. Makransky G., Petersen G.B. The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): a Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educ Psychol Rev*. 2021. 33, 937–958. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09586-2>.
95. McCrindle M., Fell A. *Generation Alpha: Understanding Our Children and Helping Them Thrive*. 2021. Hachette.
96. Meher V., Meher S. Immersive Learning Environments in Education: Application, Effect and Challenges. *Asian Journal of Education and Social Studies*. 2024. Vol. 50. Issue 4. P. 150-161. <https://doi.org/10.9734/AJESS/2024/v50i41314>.

97. Moore-Cherry N. Pedagogical partnerships, identity building and self-authorship in geography higher education, in *Handbook for Teaching and Learning in Geography*, 2019, pp. 314–328, <https://doi.org/10.4337/9781788116497.00033>.
98. Moser M. A. An exploration of the relationship between principal leadership, emotional intelligence, and student achievement. *Leadership Studies Ed.D. Dissertations*. 2017. Vol. 97. https://scholarworks.bgsu.edu/leadership_diss/97.
99. Mousavi S. M. H., Besenzoni M., Andreoletti D., Peternier A., Giordano S. The Magic XRoom: A flexible VR platform for controlled emotion elicitation and recognition. *MobileHCI '23 Companion*. 2023. № 31, Pp. 1-5. <https://doi.org/10.1145/3565066.3608247>.
100. National Science and Technology Council. Charting a course for success: America's strategy for STEM education. 2018. <https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>.
101. OECD. Education for a digital world: Building capacity and infrastructure. *OECD Publishing*. 2022. <https://www.oecd.org/education/education-for-a-digital-world-b6327e6c-en.htm>.
102. Oktay Ö. S., Yüzer T. V. Immersive learning, immersive scenarios, and immersive technologies. In *Shaping the future of online learning: Education in the metaverse* 2023. (p. 29). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6513-4.ch006>.
103. Owidi S. O., Omieno K. K., Lyanda J. N. Exploring the potential of immersive technologies to enhance online learning experiences and engagement: A systematic literature review. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. 2024. № 9(9), 1862. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/IJISRT24SEP1144>.
104. Parong J., Mayer R. E. Learning science in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*. 2018. 110(6). Pp. 785–797. <https://doi.org/10.1037/edu0000241>.
105. Perels F., Dörrenbächer-Ulrich L., Landmann M., Otto B., Schnick-Vollmer K., Schmitz B. Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen. In E. Wild & J. Möller (Eds.), *Pädagogische Psychologie* (pp. 45–66). Springer. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61403-7_3.
106. Polatuly S. et al. Empowering future physicists: The role of case technology in research competency development. *Cogent Educ.* 2024. Vol. 1(11). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2362547>.
107. Potkonjak V., Gardner M., Callaghan V., Mattila P., Guetl C., Petrovic V., Jovanovic K. Virtual laboratories for education in science, technology, and engineering: A review. *Computers & Education*, 2016. Vol. 95. P. 309–327. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>.
108. Rahman M. H., Amin M. Bin, Yusof M. F., Islam M. A., Afrin S. Influence of teachers' emotional intelligence on students' motivation for academic learning: an empirical study on university students of Bangladesh. *Cogent Educ.* 2024. Vol. 11, № 1. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.232775>.
109. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. *Publications Office of the European Union*. 2017. <https://doi.org/10.2760/159770>.
110. Rohman A. N., Mustofa M., Heriyawati D. F. The Use of Augmented Reality-Based Learning Media: Arloopa for English Descriptive Text in Secondary School. *Journal of Foreign Language Teaching and Learning*. 2024. Вип. 9(1). С. 1-18. <https://doi.org/10.18196/ftl.v9i1.18789>.
111. Roussos G., Nicopolitidis P. Project Overview: The Implementation of a Native Android App for Mobile Signal Detection and a PHP Laravel Web-Based Platform for Real-

Time Monitoring and Analysis of Wireless Communication Networks for Educational Purposes. *Smart Mobile Communication & Artificial Intelligence*. 2024. Pp, 114-125. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-56075-011>.

112. Rumahlewang E., Latar I. M. The influence of emotional intelligence on student learning outcomes: A study of physical education in junior high school students. *KnE Soc. Sci.* 2024. Vol. 9, № 31, pp. 227–238. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i31.17582>.

113. Salovey P., Mayer J. D. Emotional Intelligence. *Imagination, Cognition and Personality*. 1990. Vol. 9, № 3, Pp. 185-211. <https://doi.org/10.2190/DUGG-P24E-52WK-6CDG>.

114. Saritepeci M., Cakir H. *The Effect of Blended Learning Environments on Student Motivation and Student Engagement: A Study on Social Studies Course*. 2015. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.2592>.

115. Shneiderman B. *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, 3rd Edition, Reprinted with corrections, March 1998. Addison Wesley. 252 p. <https://ptabdata.blob.core.windows.net/files/2016/CBM2016-00087/Exhibit-1030.pdf>.

116. Singh S., Ryhal P. C. The influence of teachers' emotional intelligence on academic performance with mediating effect of job satisfaction. *J. Educ.* 2023. Vol. 203, № 3, Pp. 499-507. <https://doi.org/10.1177/00220574211032314>.

117. Slater M., Sanchez-Vives M. V. Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*. 2016. №3. 74 p. <https://doi.org/10.3389/frobt.2016.00074>.

118. Somarathna R., Bednarz T., Mohammadi G. Virtual reality for emotion elicitation – a review. *IEEE Trans. Affect. Comput.* Oct.-Dec. 2023. Vol. 14, № 4, Pp. 2626-2645. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2022.3181053>.

119. Staker H., Horn M. B. Classifying K-12 Blended Learning. Innosight Institute, 2012. <http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf>.

120. The Metaverse. *X Reality Safety Intelligence (XRSI)*. 2024. <https://xrsi.org/definition/the-metaverse>.

121. UK Department for Education. Realising the potential of technology in education: A strategy for education providers and the technology industry. 2019. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/791931/EdTech_Strategy - Realising the potential of technology in education.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/791931/EdTech_Strategy_-_Realising_the_potential_of_technology_in_education.pdf).

122. Wang Y., Han X., Yang J. Revisiting the Blended Learning Literature: Using a Complex Adaptive Systems Framework. *Educ. Technol. Soc.* 2015. Vol. 18, pp. 380–393.

123. Wright A. L., Irving G. L., Pereira S., Staggs J. An instructional innovation that embeds group learning in case teaching: The table case method. *J. Manage. Educ.* 2023. Vol. 3(48). P. 526-563. <https://doi.org/10.1177/10525629231216642>.

124. Yildiz E. P. Augmented Reality Applications in Education: Arloopa Application Example. *Higher Education Studies*. 2022. Vol 12(2). 47. <https://doi.org/10.5539/hes.v12n2p47>.

125. Zimmerman B. J. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In: *Handbook of self-regulation*. San Diego : Academic Press, 2000. P. 13–35.

Наукове видання

**Імерсивні технології для підтримки змішаного навчання
в закладах загальної середньої освіти**

МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК

Матеріали надруковані в авторській редакції. За достовірність фактів, посилань, стилістичне та орфографічне оформлення відповідальність несуть автори публікацій.

Загальна редакція: Носенко Ю. Г.
Комп'ютерна верстка: Носенко Ю. Г.

Авторський колектив:

Баценко С.В. (4.7, 4.8), Богачков Ю.М. (1.3, 2.1, 2.2), Буров О.Ю. (3.2), Горбаченко В.І. (1.1), Коркішко І.А. (1.1, 3.1), Литвинова С.Г. (1.2, 3.2, 3.4, 4.1, 4.3, 4.4), Носенко Ю.Г. (вступ, 1.1, 2.2, 3.2, 4.7-4.10), Полященко І.М. (3.5, 4.9, 4.10), Рашевська Н.В. (4.1), Савченко В.Ю. (2.1), Слободяник О.В. (4.5), Соколюк О.М. (3.3, 4.6), Сухіх А.С. (1.4, 3.1, 3.2, 3.5, 4.2), Ухань П.С. (1.3, 2.1, 2.2).

Інститут цифровізації освіти
Національної академії педагогічних наук України
м. Київ, вул. Максима Берлінського, 9
Свідоцтво про державну реєстрацію:
серія ДК №7609 від 23.02.2022 р.
електронна пошта (E-mail): iitlt@iitlt.gov.ua