

шифр - VR AP

**МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ УЧНІВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ТА  
ПРОГРАМУВАННЮ ЗАСОБАМИ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ДИДАКТИЧНИХ РОЗРОБОК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ .....	8
1.1 Термінологічний аналіз дослідження .....	8
1.2 Технології віртуальної реальності в освіті як чинник інноваційного розвитку .....	10
1.3 Сучасні наукові дослідження проблеми використання технологій віртуальної реальності в освітньому процесі .....	14
РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ УЧНІВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЮ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ.....	16
2.1 Онлайн-середовище для розробки засобів доповненої і віртуальної реальності CoSpaces Edu.....	16
2.2 Проектування та розробка дидактичного ресурсу «Алгоритм Ханойська вежа» для навчання учнів алгоритмізації й програмуванню .....	18
2.3 Методичні основи застосування дидактичного ресурсу «Алгоритм Ханойська вежа» на уроках інформатики.....	20
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДО НАВЧАННЯ УЧНІВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ Й ПРОГРАМУВАННЮ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	22
3.1. Організаційні та методичні основи проведення дослідження .....	22
3.2. Аналіз й інтерпретація результатів дослідження .....	27
ВИСНОВКИ .....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	33
Додаток А .....	36
Додаток Б.....	39
Додаток В.....	41

## ВСТУП

Євроінтеграційні процеси в освіті передбачають застосування принципів та концептуальних положень «Нової української школи», концепції сталого розвитку, розвитку штучного інтелекту. Інноваційними методиками навчання в даному контексті є технології віртуальної та доповненої реальностей (AR/VR), які мають широке коло використання та розвиваються прискореними темпами завдяки сучасним технологічним, інноваційним можливостям моделювання та генерації сенсорних даних.

У результаті аналізу досліджень науковців з впровадження технологій віртуальної реальності в освітній процес можна зробити висновок, що мотивація учнів до оволодіння ними новим матеріалом суттєво підвищується, так як засвоєння навчального матеріалу відбувається шляхом занурення у віртуальну реальність, безпосереднього прийняття участі в подіях віртуального світу.

Науковці О. Семеніхіною, О. Кудріною, О. Коріакіном, Л. Пономаренко, Х. Корінним, А. Красіловим відзначають важливість візуального подання інформаційного змісту, що дозволяє прискорити сприйняття та обробку навчального матеріалу [1]. Вони зазначають, що засоби візуалізації навчального матеріалу нададуть можливість вирішити ряд педагогічних завдань [1]: інтенсифікація освіти; активізація навчально-пізнавальної діяльності; формування й розвиток критичного й наочного мислення, зорового сприйняття навчального матеріалу; наочне подання знань та навчальних дій; удосконалення та розвиток візуальної грамотності та візуальної культури.

Засоби віртуальної реальності руйнують образ звичайної шкільної рутини – за допомогою найрізноманітніших цифрових образів та ефектів. При цьому завданням вчителя виступає вміння застосовувати та створювати власні засоби навчання із використанням технологій віртуальної реальності, які роблять реалізацію того чи іншого методу навчання наочною, більш простішою та ефективнішою.

На уроках інформатики засоби віртуальної реальності також можуть бути використані під час вивчення тем з алгоритмізації та програмування. Зокрема у курсі інформатики для 8 класу такою темою є розділ «Алгоритми та програми».

Дослідженням особливостей застосування технологій (AR/VR) займалися провідні зарубіжні та вітчизняні науковці, такі як В. Биков, В. Осадчий, К. Осадча, С. Семеріков, А. Стрюк, й ін.

Відаючи належне наявним розробкам теоретичних і прикладних аспектів проблеми, відзначимо, що представлені дослідження істотно збагачують теорію і практику віртуальної освіти, в той же час, відкритим залишається питання ефективності та доцільності використання VR-технологій в освітньому процесі.

Також відкритим залишається питання використання дидактичних засобів віртуальної реальності до навчання учнів інформатиці, зокрема розділу «Алгоритми та програми».

З метою проведення дослідження з розробки та впровадження сучасних дидактичних ресурсів на основі VR-технологій потрібно: здійснити науковий аналіз й з'ясувати сутність поняття «віртуальна реальність»; дослідити особливості проектування дидактичних засобів на базі технологій віртуальної реальності; теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність використання дидактичних матеріалів, створених із застосуванням VR-технологій, в освітньому процесі закладу загальної середньої освіти (ЗЗСО); на прикладі авторського дидактичного ресурсу «Алгоритм Ханойська вежа», розробленого в середовищі CoSpaces Edu; визначити, дослідити й експериментально перевірити педагогічні умови використання дидактичних засобів VR-технологій для навчання інформатиці учнів ЗЗСО.

*Метою дослідження є теоретичне обґрунтування, розробка та експериментальна перевірка ефективності застосування дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» на уроках інформатики в ЗЗСО.*

*Об'єктом дослідження* є процес навчання учнів 8-го класу алгоритмізації та програмуванню на уроках інформатики в ЗЗСО.

*Предмет дослідження:* дидактичні засоби віртуальної реальності та педагогічні умови їх використання на уроках інформатики в ЗЗСО з метою ефективного навчання учнів.

*Завдання,* визначені відповідно до об'єкта, предмета й мети дослідження:

1. Здійснити термінологічний аналіз дослідження.
2. Дослідити методичні основи проектування, розробки та використання дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО.
3. Визначити, дослідити та експериментально перевірити педагогічні умови використання засобів віртуальної реальності для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО.
4. Теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити ефективність застосування засобів віртуальної реальності для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО.

*Гіпотеза дослідження:* припускаємо, що якісні показники рівня навчальних досягнень учнів 8-го класу з розділу «Алгоритми та програми» підвищаться за рахунок використання дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа».

*Методи дослідження:*

- *теоретичні:* аналіз, синтез, порівняння, узагальнення застосовувалися з метою опрацювання літературних джерел та електронних ресурсів для уточнення сутності базових дефініцій дослідження;
- *емпіричні:* педагогічне спостереження й аналіз занять, анкетування, діагностичні методики, педагогічний експеримент із метою апробації ефективності застосування дидактичного ресурсу на основі технологій віртуальної реальності на уроках інформатики;

- *якісний і кількісний аналіз результатів* на основі методів математичної статистики.

*Наукова новизна та теоретичне значення дослідження:* досліджено методичні основи проектування, розробки та використання дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО; теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено ефективність використання засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа», розробленого на базі середовища віртуальної реальності CoSpaces Edu; визначено, досліджено та експериментально перевірено педагогічні умови використання засобів віртуальної реальності для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО; подальшого розвитку набули методи і засоби застосування дидактичних розробок, створених на основі технологій віртуальної реальності.

*Практичне значення дослідження:* розроблено дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» з метою вивчення основ алгоритмізації та програмування на уроках інформатики; *впроваджено* в освітній процес Обласного наукового ліцею-інтернату Комунального закладу вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж» дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа».

*Структура роботи:* вступ, три розділи, висновки, список використаних джерел, додатки.

*Впровадження результатів дослідження* в педагогічну практику підтверджено актом (довідкою) про впровадження.

*Апробація результатів дослідження:* результати дослідження апробовані під час виступів на конференціях та семінарах, апробація дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» з вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики підтвердили його ефективність.

*Публікації.* Результати дослідження викладено в 2-х публікаціях:

1. Klochko O., Fedorets V., Tkachenko S., Maliar O. The Use of Digital Technologies for Flipped Learning Implementation. Proceedings of the 16th International Conference on ICTERI, Vol. 2732, 2020, pp. 1233-1248. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20201233.pdf> (Scopus).

2. Ткаченко С. В., Бабійчук І. М. Використання засобів віртуальної реальності в процесі навчання учнів на уроках інформатики. Матеріали молодіжної науково-практичної інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)» : збірник матеріалів. Вінниця: ВНТУ, 2021. (подано до друку)

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ДИДАКТИЧНИХ РОЗРОБОК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

### 1.1 Термінологічний аналіз дослідження

Натепер віртуальна реальність стала ефективною цифровою технологією навчання, шляхом «розширення» життєвого світу людини, способом рефлексії та ефективною методикою актуалізації інтелекту, творчості та потенціалу особистості [2]. Необхідність використання віртуальної реальності в освіті зумовлена її «конгруентністю» до «людської реальності», варіативністю засобів які в її межах можуть бути використані. Використання віртуальної реальності в освітньому процесі співвідносно з розкриттям ціннісної рефлексії людини може сформувати синергетичні, розвивальні та інтелектуальні ефекти, які є проявом цифрової трансформації освіти та переходом її на новий якісний рівень [2].

Протягом останніх десятиліть відомі зарубіжні та вітчизняні вчені, досліджуючи ринок спеціалізованого освітнього програмного забезпечення, значний інтерес приділяють технологія віртуальної реальності, як засобам створення сучасних дидактичних ресурсів.

Питанням використання та функціонування віртуальної реальності в різних сферах життєдіяльності людини займалися такі дослідники як С. Аксьонов, О. Бурков, Н. Гнедко, А. Гощинський, А. Засєкін, Ю. Лемешко, С. Литвинова, А. Петренко-Лисак, А. Петриця, Р. Павлюк, С. Семеріков, М. Стрюк та інші.

Як зауважують О. Бурков, С. Семеріков, М. Стрюк [3, с. 81], «...інтеграція технологій віртуальної реальності в освітній простір сприятиме підвищенню якості освіти». За словами авторів це сприятиме досягненню «гнучкості процесу навчання», що відповідає вимогам сучасної освіти. Окрім того, у своїх працях науковці характеризують використання сучасних цифрових технологій в освітній сфері як можливість поліпшення доступності освіти для людей з обмеженими



можливостями. Адже, «описані технології дозволяють мінімізувати прив'язку навчального процесу до певного місця чи часу, а також уможливають доступ до навчальних ресурсів у зручній для здобувача освіти формі...» (О. Бурков, С. Семеріков, М. Стрюк, 2020, [3, с. 81]).

Аналізуючи поняття «віртуальна реальність», варто зауважити, що часто поняття віртуальної реальності ототожнюють з поняттям доповненої реальності, а також «змішаної» реальності. Однак, аналіз зарубіжних та вітчизняних джерел доводить, що маючи спільну основу – організацію віртуального простору, все ж наведені дефініції не є тотожними.

Зокрема, у англійській (міжнародній) версії Wikipedia наведено означення віртуальної реальності (VR, virtual reality, VR, штучна реальність), як створеного технічними засобами світу, який передається людині через її відчуття: зір, слух, дотик та інше. Відповідно до наведеного означення, «...віртуальна реальність імітує як вплив, так і реакції на вплив. Для створення переконливого комплексу відчуттів реальності комп'ютерний синтез властивостей і реакцій віртуальної реальності проводиться у реальному часі...» (Електронний ресурс, 2021, [4]).

На основі аналізу вітчизняних та закордонних досліджень [4-7], доповнену реальність (augmented reality, AR - «доповнена реальність») розглядаємо як результат введення в поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення відомостей про оточення і поліпшення сприйняття інформації (Електронний ресурс, 2017, [5]).

За означенням Паула Мілграма (Paul Milgram), «...доповнена реальність – сприйнята змішана реальність (mixed reality), створювана з використанням «доповнених» за допомогою комп'ютера елементів реальності, що сприймається...» (Електронний ресурс, 2017, [5]). Організація віртуальної реальності можлива завдяки постійному вдосконаленню VR-технологій.

Досліджуючи поняття і сутність віртуальної та доповненої реальності, звертаємося до означення С. Литвиної [8, с. 40], яка визначає VR-технології або технології віртуальної реальності як «...технології людино-машинної

взаємодії, які забезпечують занурення користувача в тривимірне інтерактивне інформаційне середовище...» (С. Литвинова, 2012 [8, с. 40]). Дослідження сутності поняття «віртуальної» (VR) та «доповненої» (AR) реальності та можливостей їх використання в освітньому процесі, дозволили виокремити ряд переваг означених технологій та окреслити інновації освітнього процесу, забезпечувані технологіями віртуальної доповненої реальності.

## **1.2 Технології віртуальної реальності в освіті як чинник інноваційного розвитку**

Проблематизуючи використання віртуальної реальності, розробляємо методологічні конструкти на основі ідей цінності удосконалення інтелекту, креативності, які реалізуються завдяки інформатиці.

Використання VR/AR в освіті має багато переваг у формуванні інформаційної, інноваційної культури учнів, формуванні інформаційних/інформатичних компетентностей, навичок 21 століття, що забезпечують сталий розвиток для всіх. Це: креативне мислення, творчість, критичне мислення, цифрова грамотність, співпраця, комунікація й ін.

Використання технологій віртуальної реальності в освіті передбачає відповідну перебудову навчального процесу.

Можна виділити такі форми використання віртуальної реальності в освіті:

- очне навчання;
- дистанційне навчання;
- змішана освіта;
- самоосвіта.

Вчені-психологи довели, що використання елементів наочності позитивно впливає на якість засвоєних здобувачем освіти знань. У випадку ж використання сучасних технологій VR/AR, позитивний вплив на учня збільшується в десятки разів, оскільки повне залучення в навчальний процес за допомогою спостереження за максимально реалістичною картинкою підвищує мотивацію й успіхи в отриманні знань, стимулює мозкову діяльність.

На думку В. Осадчого [9, с. 266], який зауважує, що «...використання віртуальної реальності в освіті є досить важливим питанням, оскільки такі технології надають можливості, що відсутні у більшості інформативних технологіях. Віртуальна реальність – це, фактично, світ, створений за допомогою технічних засобів. Цей світ пізнається людиною через відчуття: зір, слух, дотик тощо...» (В. Осадчий, 2020, [9, с. 266]).

О. Лаврентєвою й О. Архіповим з'ясовано, що основною особливістю віртуальної реальності є «...можливість моделювати різноманітні ситуації, брати в них безпосередню участь, імітувати вплив на різні фактори з боку учасника, а також спостерігати реакції на вплив...» (О. Лаврентєва О. Архіпов, 2019 [10]).

Віртуальна реальність надає можливість вчителю створювати максимально інформативні та реалістичні дидактичні ресурси, які допоможуть оживити теоретичне навчання та провести чітку лінію зв'язку теорії з реальністю.

Можна виділити основні переваги застосування технологій віртуальної реальності в освіті, у порівнянні з іншими цифровими технологіями. Розглянемо виділені Фрейн Л. та Отт М. (Bucharest (Romania), 2015) переваги технологій віртуальної реальності в освіті [11]:

1. *Наочність.* Застосовуючи віртуальну реальність, можна детально показувати різноманітні технологічні процеси, наприклад, хірургічна операція, ядерний вибух, рух літака у певних умовах, науковий експеримент іншого характеру тощо. Водночас, окрім простого спостереження, інструменти VR-технологій можуть надавати додаткову інформацію про явище, демонструвати процес з різним рівнем деталізації тощо. Такий підхід дозволяє поглибити рівень розуміння технологічних процесів, які моделюються.

2. *Безпека.* Використовуючи можливості віртуальної реальності, можна розглядати робочі процеси, які складно або взагалі неможливо показати в традиційний спосіб. Наприклад, учні зможуть подивитись зблизька на рятувальну операцію, бути присутніми на унікальній хірургічній операції,

керувати автомобілем на граничній швидкості, стати пілотом літака або космічного шатлу – можливості використання VR-технологій безмежні. Такий підхід дозволяє спокійно і ґрунтовно обговорювати та детально розбирати явище, що спостерігались або процеси, в яких брали участь учні, не заважаючи нікому і не наражаючись на небезпеку (Freina L. and Ott M., 2015, [11]).

3. *Інтерактивність*. Інтерактивність – одна із найвагоміших переваг віртуальної реальності. Використовуючи віртуальну реальність, учні мають можливість керувати робочим процесом та безпосередньо впливати на нього, на свій розсуд.

4. *Фокусування*. Віртуальний світ дозволяє оточувати учня повністю, мінімізуючи фактори, що можуть відволікати його, а це дає змогу максимально зосередитись на матеріалі, тим самим підвищуючи ефективність його засвоєння.

5. *Залучення* – віртуальна реальність дає змогу змінювати сценарії, впливати на хід експерименту або вирішувати завдання в ігровій і доступній для розуміння формі. Під час віртуального заняття можна побачити світ минулого очима історичного персонажа, відправитися в подорож по людському організму в мікрокапсулі або обрати правильний курс на якомусь кораблі (Freina L. and Ott M., 2015, [11]).

Актуальною для нашого дослідження вважаємо думку О. Юхвід, який зауважує, що суттєвою перевагою проведення занять з використанням технологій віртуальної реальності є «...підвищення ефективності навчання обумовлене також тим, що заняття з використанням сучасних технологій викликають великий інтерес, результатом чого стає підсилення навчальної мотивації та активності учнів...» (О. Юхвід, Електронний ресурс, 2021 [12]). Як зауважував автор, «...всі звіти про реалізацію різних навчальних програм на основі VR-технологій повідомляють про підвищений інтерес учнів до подібної форми занять й ентузіазм, з яким вони готуються до кожного заняття, вивчаючи теоретичний матеріал, який потім зможуть пропрацювати у віртуальному середовищі...» (О. Юхвід, Електронний ресурс, 2021 [12]).

Проведені дослідження дозволили стверджувати, що навчальні програми, створені на основі технологій віртуальної (доповненої) реальності, є універсальними, легко «вбудовуються» в традиційний освітній процес і дають змогу замінити реальні об'єкти їх імітаційними моделями й інтерактивними тренажерами, за допомогою яких здобувачі освіти можуть моделювати різні ситуації і знаходити оптимальні рішення.

Однак, попри очевидні переваги застосування технологій віртуальної реальності в освіті, на сьогодні є чимало потенційних проблем з технологічної точки зору.

Насамперед, варто відзначити, що створення навчальних ресурсів на базі VR-технологій потребує наявності у вчителя спеціалізованого програмного забезпечення, яке, як правило, є платним; окрім того, у розпорядженні вчителя має бути низка спеціальних, як правило, дорого-вартісних, технічних засобів.

По-друге, навантаження з покупки пристрою віртуальної реальності лягає на користувача, або цим пристроєм може бути його телефон. Але закладам загальної середньої освіти необхідно буде купувати комплекти обладнання для класів, в яких проходитимуть заняття, що також вимагає істотних інвестицій.

По-третє, віртуальна реальність, як і будь-яка технологія, вимагає використання своєї, специфічної мови, що відповідно вимагає від вчителя володіння спеціальними навичками роботи із програмним забезпеченням та ПК для створення дидактичних ресурсів. Рушієм у вирішенні окреслених проблем, як показує практика, є використання онлайн-середовищ створення елементів віртуальної реальності, як приклад, у подальшому дослідженні нами розглянуто та апробовано можливості інтерактивного середовища для розробки 3D-об'єктів з подальшою можливістю їх використання в режимах доповненої і віртуальної реальності CoSpaces Edu.

Вибору середовища CoSpaces Edu передувала низка досліджень зарубіжного та вітчизняного досвіду використання VR/AR технологій в освітньому процесі, в тому числі інтеграції означених технологій в навчальний процес закладів загальної середньої освіти.

### **1.3 Сучасні наукові дослідження проблеми використання технологій віртуальної реальності в освітньому процесі**

Незважаючи на труднощі, технології віртуальної і доповненої реальності слід застосовувати в сфері освіти в першу чергу тому, що освітня система повинна пристосовуватися до процесів, моделей і теорій, які постійно ускладнюються, а здобувачам освіти необхідно оперувати великою кількістю інформації і новими способами її подання.

Аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень використання технологій віртуальної реальності в освітньому процесі дозволив виділити низку найвідоміших світових проектів за технологією VR, котрі були створені та апробовані за підтримки провідних компаній світу таких, як корпорація Apple та компанія Google. Як показали дослідження, саме ці компанії є провідними у світі в питанні реалізації та впровадження проектів інтеграції VR-технологій у світовий освітній простір (Електронний ресурс, 2019, [13]).

Серед кращих проектів слід відзначити такі, як (Виртуальная реальность в образовании: форматы Електронний ресурс, 2019, [13]):

LABSTER - інтерактивний 3D-проект, розроблений у партнерстві з провідними університетами – MIT (Massachusetts Institute of Technology, Массачусетський технологічний інститут), Гарвардом і Стенфордом. З допомогою даного ресурсу, здобувачі освіти можуть дистанційно здійснювати експерименти в наукових лабораторіях з повним комплексом обладнання;

LECTURE VR – проект пропонує серію знакових теоретичних курсів з наочною візуалізацією, які можна відвідати як індивідуально, так і в складі групи, наприклад, в якості доповнення до шкільного уроку.

Titans of Space – додаток дає можливість на шкільному уроці астрономії здійснити подорож до космосу, в якому кожне з космічних тіл зменшене в мільйон разів;

EligoVision – це варіант використання доповненої реальності в школі. Проект зроблений за типом конструктора, в який учитель може завантажити

будь-які матеріали, необхідні йому для роботи. Перевага цього рішення в тому, що він підходить як дорослим, так і дітям. Учні, наприклад, можуть модернізувати і змінювати вже існуючі проекти: будувати моделі міст, візуалізувати формули і розібратися з рівняннями. Від вищенаведених проектів даний конструктор відрізняється тим, допомагає саме вчитися, а не перетворює пізнавальний процес на захоплюючу гру, як це роблять більшість VR-додатків (Електронний ресурс, 2019, [13]).

В рамках проекту, опираючись на матеріали проведених досліджень, нами на базі інтерактивного середовища для розробки 3D-об'єктів доповненої і віртуальної реальності CoSpaces Edu, було розроблено та апробовано дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа», що призначений для унаочнення та 3D-візуалізації основ алгоритмізації та програмування.

## РОЗДІЛ 2

# МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ НАВЧАННЯ УЧНІВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ТА ПРОГРАМУВАННЮ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ

### 2.1 Онлайн-середовище для розробки засобів доповненої і віртуальної реальності CoSpaces Edu

Врховуючи те, що технології віртуальної реальності стрімко розвиваються, та з урахуванням, зокрема, епідеміологічної ситуації в світі, перед нами була поставлена задача можливості розробки та використання додатків віртуальної реальності он-лайн. Розглянемо систему CoSpaces Edu, доступну як для вчителів, так і для учнів (початкової, базової, профільної середньої освіти).

З використанням онлайн-середовища CoSpaces Edu можливо розробляти програмні додатки віртуальної та доповненої реальностей як вчителям, так і учням.

CoSpaces Edu була створена компанією Delightex, що працює над пропозицією інноваційних технологій, що сприяють перетворенню освіти.

Автори проекту CoSpaces Edu [14] характеризують середовище як «...приспосований до будь-якого віку чи предмету додаток, що дозволяє дітям створювати власні 3D-твори, анімувати їх за допомогою коду та досліджувати у віртуальній або доповненій реальності. Процес розробки віртуальних додатків за допомогою CoSpaces Edu розвиває цифрову грамотність та навички навчання XXI століття, такі як співпраця та кодування, які готують дітей до їхнього майбутнього, надаючи їм можливість відчувати себе розробниками нової реальності...» (Електронний ресурс, 2020, [14]). Розробники також зауважують, що для навчання дітей «покоління Z», умовах тотальної цифровізації, мотивації за допомогою успішного тестування або накопичених балів замало. У компанії Delightex мотивацію майбутнього вбачають у «...набуття учнями досвіду, що



дозволить їм спробувати нові речі, виявити та розвивати свої здібності у режимі віртуальних лабораторій, тренажерів, дослідних станцій та установок, які повторюють функціонал реальних та дозволяють вчитися на власних «реальних» дослідженнях...» (Електронний ресурс, 2020, [14]).

Л. Левіна та С. Конюхов (Л. Левіна, С. Конюхов, 2017, [15, с. 180-182]), характеризують середовище CoSpaces Edu як «...інтуїтивно зрозумілу освітню технологію, що дозволяє учням і викладачам легко створювати свої власні 3D-творіння, анімувати їх за допомогою коду і досліджувати їх у віртуальній реальності...» (Л. Левіна, С. Конюхов, 2017, [15, с. 180-182]). Як зауважують автори, за допомогою CoSpaces Edu учень вивчить матерію і посилить свою цифрову грамотність, тобто здатність використовувати і створювати контент за допомогою сучасних технологій. Цю програму можна використовувати для вивчення шкільних дисциплін, що охоплюють STEM (Електронний ресурс, 2019, [16]; Електронний ресурс, 2021, [17]).

CoSpaces Edu – це інтерактивний додаток для тривимірної графіки, що працює в браузері на персональному комп'ютері та через мобільний додаток на смартфонах під керування операційних систем iOS і Android. Для того, щоб він працював, на смартфоні має бути гіроскоп та версія Android 4.4+, iOS 8 і вище. Оскільки доступ до програмного забезпечення та всіх файлів здійснюється через Інтернет, CoSpaces Edu не вимагає спеціальної установки Детальний опис інтерактивного середовища для розробки 3D-об'єктів доповненої і віртуальної реальності CoSpaces Edu представлено у Додатку А.

Середовище CoSpaces Edu розроблене для учнів і вчителів та спрямована на введення в технологію віртуальної й доповненої реальності шляхом отримання навичок створення 3D-моделей, їх анімації, симуляції фізичних явищ, візуалізації абстракцій і роботи з кодом на основі візуального блочного програмування і колаборації за рахунок роботи в команді для створення проектів та ігор з елементами віртуальної і доповненої реальності.

Можливості середовища CoSpaces Edu дозволяють учителям-предметникам створювати у цьому додатку 3D-сцени і віртуальні моделі для

своїх предметів, або можуть запропонувати учням проявити креативність і створити власні 3D-сцени і моделі об'єктів, явищ і процесів, що вивчаються.

Як показує практика, застосування на уроках CoSpaces Edu розвиває навички навчання XXI-го століття і цифрову грамотність, підвищує креативність і сприяє співробітництву в класі.

## **2.2 Проектування та розробка дидактичного ресурсу «Алгоритм Ханойська вежа» для навчання учнів алгоритмізації й програмуванню**

CoSpaces використовується в багатьох предметних областях від STEM, STEAM, STREAM, від математики, інформатики до соціальних наук, мов, мистецтва й творчих просторів.

Віртуальна реальність в освіті надає можливість:

- проведення віртуальних уроків, телемостів, відеоконференцій;
- створення 3D електронних освітніх ресурсів;
- розробки презентаційних та інформаційних матеріалів;
- створення музеїв, лабораторій, планетаріїв;
- візуалізації складних об'єктів, фізичних явищ.

Ефективними формами проведення уроків з використанням технологій віртуальної реальності є такі:

- Інтерактивні заняття.
- Бліцопитування.
- Робота в групах.
- Обернене навчання.
- Проектне навчання.
- Самостійна робота.
- Створення дидактичних гейм-середовищ.
- Програми позашкільної освіти.

В рамках дослідження нами було розроблено та апробовано дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа», що призначений для унаочнення та 3D-візуалізації основ алгоритмізації та програмування [19].

Створений нами додаток складається умовно з двох частин, на кожній з яких розміщені об'єкти, та елементи, що дозволяють учням в ігровій формі, в режимі віртуальної реальності, вивчати особливості реалізації алгоритму «Ханойська вежа» (рис. 2.1, рис. 2.2).

Сцену умовно поділено на дві частини.

В першій частині розташована вежа-піраміда на стрижні в початковому стані, та два пустих стрижні (рис. 2.1). З правої сторони розміщено інструкцію до виконання дій. На поверхні розміщено стрілки управління, якими можна маніпулювати дисками вежі вверх-вниз, вліво-вправо. Користувачеві пропонується перенести всі диски на інший стрижень, склавши у монотонно спадному порядку з низу до гори, дотримуючись правил, вказаних в інструкції.



Рис. 2.1. Дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська Вежа»: середовище самостійної реалізації користувачем алгоритму

В другій частині розміщено приклад демонстрації розв'язування гри з меншою кількістю дисків (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська Вежа»: приклад реалізації алгоритму

Після опрацювання теоретичного матеріалу з вивчення алгоритму «Ханойська вежа», представленого у вигляді довідки на рисунку 2.1, учень може переглянути приклад реалізації даного алгоритму (рис. 2.2).

### **2.3 Методичні основи застосування дидактичного ресурсу «Алгоритм Ханойська вежа» на уроках інформатики**

Розроблений нами дидактичний засіб віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська Вежа», створений на базі середовища віртуальної реальності CoSpaces Edu може бути застосований в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти, зокрема на уроках інформатики.

Основна роль розробленого дидактичного ресурсу – 3D-візуалізація теоретичних аспектів основ алгоритмізації та програмування. Ресурс

призначений для використання на уроках інформатики у 8-х класах закладів загальної середньої освіти під час вивчення навчального розділу «Алгоритми та програми». Відповідно до навчальної програми [20, с. 10-24; 21], що включає вивчення тем: Виконавці алгоритмів та їхні системи команд. Способи опису алгоритму. Програма. Середовище опису й виконання алгоритмів. Лінійні алгоритми. Алгоритми з розгалуженнями. Алгоритми з повтореннями. (Навчальна програма з інформатики 5-9 кл., 2015 [20, с. 10-24; 21]).

Практичний досвід використання розробленого дидактичного ресурсу на уроках інформатики у 8-му класі Обласного наукового ліцею-інтернату Комунального закладу вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж» дозволив нам практично перевірити ефективність використання технологій віртуальної доповненої реальності в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти.

Очікуваними результатами навчальної діяльності учнів вивчення розділу «Алгоритми та програми» є результати, вказані на рисунку 2.3.

#### ***Учень/учениця***

##### ***Знаннєва складова***

*Пояснює* поняття алгоритму та програми.

*Наводить приклади* виконавців та команд, які вони виконують.

*Пояснює* сутність алгоритмічних структур.

##### ***Діяльнісна складова***

*Складає* прості алгоритми.

*Розрізняє* алгоритмічні структури.

*Використовує* середовище для опису та виконання алгоритмів.

*Обирає* алгоритмічні структури для розв'язування поставленої задачі.

*За необхідності коригує* алгоритми.

*Виконує* алгоритми, подані у формальному вигляді

##### ***Ціннісна складова***

*Усвідомлює* значущість алгоритмів у житті.

*Робить висновки* про відповідність результату виконання алгоритму поставленій задачі

Рис. 2.3 Очікуваними результатами навчальної діяльності учнів вивчення розділу «Алгоритми та програми» [20, с. 10-24]

### РОЗДІЛ 3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДО НАВЧАННЯ УЧНІВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ Й ПРОГРАМУВАННЮ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

### 3.1. Організаційні та методичні основи проведення дослідження

Використання технологій віртуальної реальності в закладах загальної середньої освіти спрямоване на розвиток цифрових компетентностей учнів, креативного та критичного мислення шляхом актуалізації ціннісних, мотиваційних і технологічно орієнтованих аспектів пов'язаних з пошуком вирішення проблем.

Тобто, такий підхід, відповідно до компетентнісної парадигми освіти є практично й технологічно орієнтованим.

Розглянемо основні етапи дослідження ефективності використання в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти, зокрема на уроках інформатики, дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська Вежа», створений на базі середовища CoSpaces Edu.

Констатувальний етап дослідження (вересень-грудень 2020 р.) здійснювався на базі Обласного наукового ліцею-інтернату Комунального закладу вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж». Метою даного етапу було вивчення стану досліджуваної проблеми та визначення шляхів її вирішення. Кількість учнів, що були залучені до проведення дослідження складала 27 чоловік. В експерименті брали участь учні 7-го класу. Учнів було поділено на підгрупи по 14 та 13 чоловік у кожній, які відповідно були обрані нами як контрольна та експериментальна групи.

Результати констатувального етапу дослідження показали, що середній рівень підготовки учнів з інформатики на момент початку вивчення розділу «Алгоритми та програми» в контрольній та експериментальній групі був відносно однорідним і складав (таблиця 3.1): контрольна група – 8,0 балів;

експериментальна група – 7,6 балів. Обробку експериментальних даних зроблено із використанням засобів Python (рис. 3.1; рис. 3.2).

Таблиця 3.1

Оцінка рівня підготовки учнів з інформатики на момент початку вивчення розділу «Алгоритми та програми» (Додаток Б)

Групи учнів	Кількість учнів	Середній бал	Рівень знань
Контрольна група	14	7,9	Середній
Експериментальна група	13	7,8	Середній

На констатувальному етапі експериментального дослідження був застосований також метод анкетування з метою уточнення організаційних умов вивчення розділу «Алгоритми та програми» з використанням засобів віртуальної реальності у ЗЗСО (Додаток В). В опитуванні брали участь 5 вчителів шкіл Вінницької області, магістрантів та бакалаврантів спеціальності 014.09 Середня Освіта (Інформатика) (6 чоловік), викладачів Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (2 чоловіка).

```
import plotly.graph_objects as go

# дані контрольної групи
x_kontr = ["Кількість учнів", "Середній бал"]
y_kontr = ["14", "7.9"]

# дані експериментальної групи
x_extp = ["Кількість учнів", "Середній бал"]
y_extp = ["13", "7.8"]

# побудова гістограм
fig = go.Figure()
fig.add_trace(go.Histogram(histfunc="avg", y=y_kontr, x=x_kontr, name="Контрольна група",
                           marker=dict(color="#008000")))
fig.add_trace(go.Histogram(histfunc="avg", y=y_extp, x=x_extp, name="Експериментальна група",
                           marker=dict(color="#ff8096")))

fig.show()
```

Рис. 3.1 Код на мові Python програми обробки та візуалізації даних рівня підготовки учнів з інформатики на момент початку вивчення розділу «Алгоритми та програми»

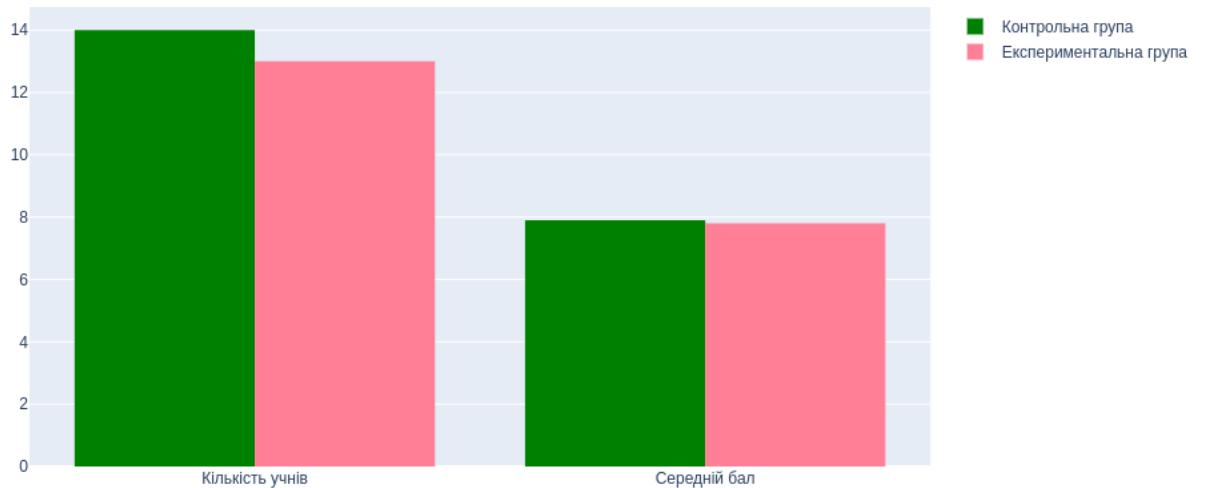


Рис. 3.1 Гістограма даних рівня підготовки учнів з інформатики на момент початку вивчення розділу «Алгоритми та програми»

Нами були проаналізовані такі основні організаційні умови (Додаток В):

- наявність необхідного технічного забезпечення для перегляду додатків віртуальної реальності; формування в учнів позитивної мотивації до вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності;
- застосування ефективних форм й методів формування в учнів відповідних компетентностей з «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності;
- наявність необхідного програмного забезпечення для розробки й використання засобів віртуальної реальності;
- наявність необхідного методичного забезпечення проведення уроків з вивчення розділу «Алгоритми та програми».

Отже, здійснивши аналіз організаційних умов, результатів анкетування, нами були визначені такі основні організаційні умови, що можуть бути застосовані у процесі вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності, обробку даних здійснено мовою



Python (рис. 3.3; рис. 3.4) [21]: формування в учнів позитивної мотивації до вивчення розділу «Алгоритми та програми»; застосування ефективних форм й методів формування в учнів відповідних компетентностей з розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності; наявність необхідного програмного забезпечення для розробки й використання засобів віртуальної реальності.

```
import plotly.graph_objects as go

# дані опитування
ids = ["1", "2", "3", "4", "5"]
numbers = ["124", "118", "119", "111", "98"]
choices = ['ефективні форми й методи формування в учнів компетентностей з теми',
           'програмне забезпечення',
           'технічне забезпечення',
           'позитивна мотивація',
           'методичне забезпечення']

# побудова гістограм
fig = go.Figure()
colors = px.colors.qualitative.Bold
for i in range(len(ids)):
    fig.add_trace(go.Histogram(histfunc="avg", y=[numbers[i]], x=[ids[i]], name=choices[i],
                              marker=dict(color=colors[i])))
fig.show()
```

Рис. 3.3 Код на мові Python програми обробки та візуалізації даних результатів оцінювання респондентами організаційних умов, необхідних для успішного навчання учнів розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності

Як видно з рисунка 3.4, найбільшу кількість балів у результаті опитування вказаних вище респондентів, набрали такі основні організаційні умови, що можуть бути застосовані у процесі вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності: 124 бал – застосування ефективних форм й методів формування в учнів відповідних компетентностей з «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності; 118 балів – наявність необхідного програмного забезпечення для розробки й використання засобів віртуальної реальності; 119 балів – наявність необхідного технічного забезпечення для перегляду додатків

віртуальної реальності; 111 балів – формування в учнів позитивної мотивації до вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності.

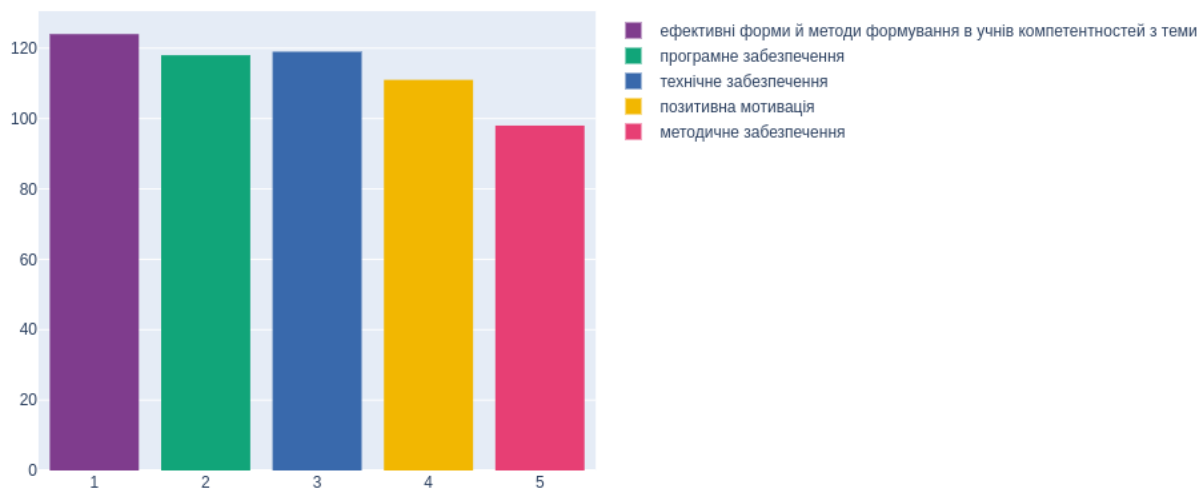


Рис. 3.4 Гістограма результатів оцінювання респондентами організаційних умов, необхідних для успішного навчання учнів розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності

Дещо меншу кількість балів набрали організаційні умови (рис. 3.2): 98 балів – наявність необхідного методичного забезпечення проведення уроків з вивчення розділу «Алгоритми та програми».

На наш погляд, такий результат обумовлений тим, що у порівнянні з першими чотирма умовами, що набрали більшу кількість балів дані умови є важливими, але не є визначальними. Оскільки, навіть за наявності необхідного методичного забезпечення проведення уроків з вивчення розділу «Алгоритми та програми», але за відсутності в учнів мотивації до вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності, не застосовуючи ефективних форм та методів навчання учнів, відповідного технічного й програмного забезпечення, високих результатів вивчення учнями даного розділу досягти практично неможливо.

Другий етап дослідження – пошуковий (грудень 2020 р. – січень 2021 р.). На даному етапі здійснювалось вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності.

На цьому етапі здійснювалися пошук і апробація засобів віртуальної реальності. Для оцінки ефективності впровадження окремих компонентів розроблялася методика оцінювання навчальних досягнень учнів з даної теми. Виявлено, що впровадження даних технологій дозволило підвищити рівень навчальних досягнень учнів з розділу «Алгоритми та програми».

Метою формульованого етапу дослідження (лютий 2021 р.) була оцінка ефективності розробленої методики навчання учнів розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності.

Для проведення формульованого етапу дослідження на базі Обласного наукового ліцею-інтернату Комунального закладу вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж» було організовано навчання контрольної і експериментальної груп учнів розділу «Алгоритми та програми», тем «Виконавці алгоритмів та їхні системи команд. Способи опису алгоритму. Програма. Середовище опису й виконання алгоритмів. Лінійні алгоритми. Алгоритми з розгалуженнями. Алгоритми з повтореннями» із використанням засобів віртуальної реальності.

Навчання в контрольній групі проводилось за традиційними методиками, а в експериментальній групі – відповідно із застосуванням засобів віртуальної реальності. Такий підхід до організації формульованого етапу дослідження дозволив об'єктивно за критеріями і показниками сформованості компетентностей учнів з інформатики виявити кількісні і якісні зміни в її рівнях.

### **3.2. Аналіз й інтерпретація результатів дослідження**

Аналіз результатів дослідження показав, що після вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності в

експериментальній групі спостерігалася позитивна динаміка навчальних досягнень учнів з інформатики, а в контрольних групах вони були незначні. Результати, отримані в ході формувального етапу дослідження, представлені в таблиці 3.2, обробку даних здійснено мовою Python (рис. 3.5; рис. 3.6).

Таблиця 3.2

Рівні навчальних досягнень учнів з розділу «Алгоритми та програми», тем «Виконавці алгоритмів та їхні системи команд. Способи опису алгоритму. Програма. Середовище опису й виконання алгоритмів. Лінійні алгоритми. Алгоритми з розгалуженнями. Алгоритми з повтореннями»

Рівень навчальних досягнень учнів	Формувальний етап			
	Експериментальна група		Контрольна група	
	Кількість учнів	%	Кількість учнів	%
Низький, Достатній	3	23,08	8	57,14
Середній	9	69,23	5	35,71
Високий	2	15,39	1	7,15
Всього:	13	100,00	14	100,00
Середнє значення, бал	-	7,9	-	6,8

Розглянемо динаміку змін рівнів навчальних досягнень учнів з «Алгоритми та програми», тем «Виконавці алгоритмів та їхні системи команд. Способи опису алгоритму. Програма. Середовище опису й виконання алгоритмів. Лінійні алгоритми. Алгоритми з розгалуженнями. Алгоритми з повтореннями» на формувальному етапі дослідження в експериментальній групі та контрольній групі (табл. 3.2).

```

import plotly.graph_objects as go

# дані контрольної групи
x_kontr = ["Низький, Достатній", "Середній", "Високий"]
y_kontr = ["8", "5", "1"]

# дані експериментальної групи
x_extp = ["Низький, Достатній", "Середній", "Високий"]
y_extp = ["3", "9", "2"]

# побудова гістограм
fig = go.Figure()
fig.add_trace(go.Histogram(histfunc="avg", y=y_kontr, x=x_kontr, name="Контрольна група",
                           marker=dict(color="#008000")))
fig.add_trace(go.Histogram(histfunc="avg", y=y_extp, x=x_extp, name="Експериментальна група",
                           marker=dict(color="#ff8096")))

fig.show()

```

Рис. 3.4 Код на мові Python програми обробки та візуалізації даних рівнів навчальних досягнень учнів з розділу «Алгоритми та програми», тем «Виконавці алгоритмів та їхні системи команд. Способи опису алгоритму. Програма. Середовище опису й виконання алгоритмів. Лінійні алгоритми. Алгоритми з розгалуженнями. Алгоритми з повтореннями»

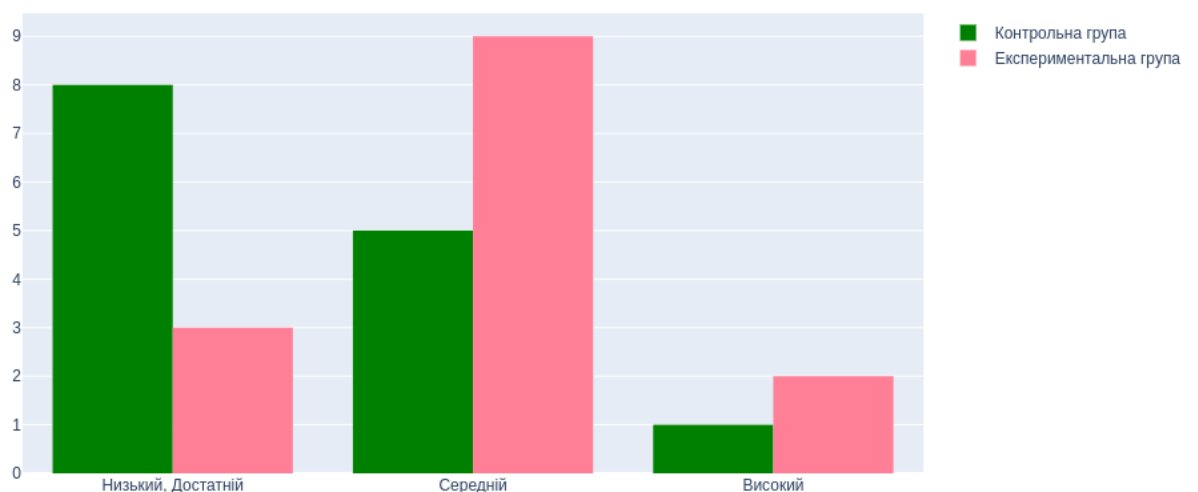


Рис. 3.4 Гістограма рівнів навчальних досягнень учнів з розділу «Алгоритми та програми», тем «Виконавці алгоритмів та їхні системи команд. Способи опису алгоритму. Програма. Середовище опису й виконання алгоритмів. Лінійні алгоритми. Алгоритми з розгалуженнями. Алгоритми з повтореннями»

Зміни кількісних показників рівнів навчальних досягнень учнів показали, що змінилася їх динаміка в бік високих оцінок. Розрахунок середнього арифметичного значення в балах в експериментальній і контрольній групах дозволив визначити загальний рівень навчальних досягнень учнів з інформатики.

Показник середнього балу склав (табл. 3.2):

- контрольна група – 6,8, тобто рівень навчальних досягнень учнів достатній;

- експериментальна група – 7,9, що вказує на те, що рівень навчальних досягнень учнів середній, та є вищим, ніж в контрольній групі та вищим за середній бал з інформатики даної групи.

Отримані результати надали можливість зробити висновок про те, що впровадження в навчальний процес ЗЗСО дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська Вежа», розробленого на базі середовища віртуальної реальності CoSpaces Edu, на уроках інформатики у закладі загальної середньої освіти забезпечило підвищення рівня навчальних досягнень учнів з інформатики.

Застосування в освітньому процесі дидактичних ресурсів, розроблених із використанням засобів віртуальної реальності, в процесі навчання учнів на уроках інформатики спрямоване на підвищення мотивації навчальної діяльності учнів з інформатики, формування понятійного апарату та типових когнітивних схем, удосконалення інформаційної культури учнів.

## ВИСНОВКИ

В роботі теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено ефективність застосування розробленого дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська Вежа» та отримано такі *основні результати*:

1. Здійснено термінологічний аналіз дослідження. З'ясовано, що VR-технології або технології віртуальної реальності – це технології людино-машинної взаємодії, які забезпечують занурення користувача в тривимірне інтерактивне інформаційне середовище. Дослідження сутності поняття «віртуальної» та «доповненої» реальностей та можливостей їх використання в освітньому процесі, надали можливість виокремити ряд переваг означених технологій та окреслити інновації освітнього процесу, забезпечувані технологіями віртуальної доповненої реальності.

2. Дослідити методичні основи проектування, розробки та використання дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО. В рамках дослідження охарактеризовано особливості проектування навчального середовища віртуальної доповненої реальності з використанням можливостей сервісу CoSpaces Edu. CoSpaces Edu – це інтерактивний додаток для тривимірної графіки, що працює в браузері на персональному комп'ютері та через мобільний додаток на смартфонах під керування операційних систем iOS та Android. Можливості середовища CoSpaces Edu дозволяють учителям-предметникам створювати у цьому додатку 3D-сцени і віртуальні моделі для своїх предметів, або можуть запропонувати учням проявити креативність і створити власні 3D-сцени і моделі об'єктів, явищ і процесів, що вивчаються. Розроблено та апробовано дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» для вивчення розділу шкільного курсу інформатики «Алгоритми та програми». Досліджено методику та можливості застосування даного дидактичного ресурсу на уроках інформатики в ЗЗСО.

3. Визначено, досліджено та експериментально перевірено педагогічні умови використання засобів віртуальної реальності для вивчення розділу «Алгоритми та програми» на уроках інформатики в ЗЗСО. У результаті проведеного дослідження визначено такі основні організаційні умови, що можуть бути застосовані у процесі вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності: застосування ефективних форм й методів формування в учнів відповідних компетентностей з «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності; наявність необхідного програмного забезпечення для розробки й використання засобів віртуальної реальності; наявність необхідного технічного забезпечення для перегляду додатків віртуальної реальності; формування в учнів позитивної мотивації до вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності.

4. Теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено ефективність використання дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа» для вивчення розділу «Алгоритми та програми». Показник середнього балу склав: контрольна група – 6,8, рівень навчальних досягнень учнів достатній; експериментальна група – 7,9, рівень навчальних досягнень учнів середній. Такий результат вказує на те, що рівень навчальних досягнень учнів експериментальної групи є середнім, та є вищим, ніж в контрольній групі, також та вищим за середній бал з інформатики даної групи – 7,8. Отже, впровадження в навчальний процес ЗЗСО дидактичного засобу віртуальної реальності «Алгоритм Ханойська вежа», розробленого на базі середовища віртуальної реальності CoSpaces Edu, на уроках інформатики в ЗЗСО забезпечує підвищення рівня навчальних досягнень учнів з інформатики.

Сформульовані у дослідженні як теоретичні, так і практичні результати, висновки, пропозиції та рекомендації можуть бути використані: у науково-дослідних цілях – для подальших наукових розробок у зазначеній сфері; у процесі проектування та використання дидактичних розробок на базі технологій віртуальної/доповненої реальностей.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Semenikhina O., Kudrina O., Koriakin O., Ponomarenko L., Korinna H., Krasilov A. The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. TEM Journal. Volume 9, Issue 4, pp. 1704-1710, 2020. DOI: 10.18421/TEM94-51.
2. Klochko O. V., Fedorets V. M., Uchitel A. D., Hnatyuk V. V. Methodological aspects of using augmented reality for improvement of the health preserving competence of a Physical Education teacher. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2731, pp. 108–128, 2020.
3. Burov O. Y., Semerikov S. O., Striuk M. I. et all. AREdu 2020 – How augmented reality helps during the coronavirus pandemic [Електронний ресурс] / Augmented Reality in Education 2020. 2020. Режим доступу до ресурсу: <http://ceur-ws.org/Vol-2731/paper00.pdf>.
4. Wikipedia: Mixed reality [Електронний ресурс]. 2021. Режим доступу до ресурсу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed\\_reality#Augmented\\_virtuality](https://en.wikipedia.org/wiki/Mixed_reality#Augmented_virtuality).
5. Vr Focus: AR, VR, MR, RR, XR: A Glossary To The Acronyms Of The Future [Електронний ресурс]. 2021. Режим доступу до ресурсу: <https://www.vrfocus.com/2017/05/ar-vr-mr-rr-xr-a-glossary-to-the-acronyms-of-the-future/>.
6. Смешанная реальность, AR, VR — типы виртуальных удовольствий [Електронний ресурс]. 2021. Режим доступу до ресурсу: [https://www.iguide.ru/main/gadgets/smeshannaya\\_realnost\\_ar\\_vr\\_tipu\\_virtualnykh\\_udovolstviy/](https://www.iguide.ru/main/gadgets/smeshannaya_realnost_ar_vr_tipu_virtualnykh_udovolstviy/).
7. Augmented Reality-based historical guide for classes and tourists [Електронний ресурс] / Y. M.Krainyk, A. P. Voiko, D. A. Poltavskiy, V. I. Zaselskiy // Augmented Reality in Educatio. 2019. Режим доступу до ресурсу: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper17.pdf>.
8. Литвинова С. Г. Віртуальні предметні спільноти. Інформаційно-комунікаційні технології в освіті: досвід, інновації, технічне забезпечення:

Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (1-2 березня 2012 року м. Суми). Суми : РВВ СОШПО, 2012. С. 39-42.

9. Osadchyi V. V., Osadcha K. P., Varina H. B. et all. Features of implementation of modern AR technologies in the process of psychological and pedagogical support of children with autism spectrum disorders / Augmented Reality in Education 2020. Kryvyi Rih, Ukraine: CEUR Workshop Proceedings, 2020. pp. 266–286.

10. Use of simulators together with virtual and augmented reality in the system of welders' vocational training: past, present, and future [Електронний ресурс] / O. O.Lavrentieva, I. O. Arkhypov, O. I. Kuchma, A. D. Uchitel // Augmented Reality in Education. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper15.pdf>.

11. Freina L., Ott M. A Literature Review on Immersive Virtual Reality in Education: State Of The Art and Perspectives. eLearning and Software for Education (eLSE), Bucharest (Romania), 2015. URL: [https://www.researchgate.net/publication/280566372\\_A\\_Literature\\_Review\\_on\\_Immersive\\_Virtual\\_Reality\\_in\\_Education\\_State\\_Of\\_The\\_Art\\_and\\_Perspectives/link/55ba24b208ae9289a0926382/download](https://www.researchgate.net/publication/280566372_A_Literature_Review_on_Immersive_Virtual_Reality_in_Education_State_Of_The_Art_and_Perspectives/link/55ba24b208ae9289a0926382/download).

12. Юхвид А. В. Философские проблемы виртуальной реальности в творчестве, искусстве и образовании. Правовые аспекты использования виртуальных технологий [Електронний ресурс]. Доступно: [http://www.yukhvid.narod.ru/Doklad\\_Ekaterinburg.htm](http://www.yukhvid.narod.ru/Doklad_Ekaterinburg.htm). Дата звернення: Лютий, 09, 2021.

13. Виртуальная реальность в образовании: форматы [Електронний ресурс]. Доступно: <http://www.edutainme.ru/post/vr-formats>. Дата звернення: Лютий, 09, 2021.

14. Transforming education With CoSpaces Edu, kids learn by creating virtually anything! [Електронний ресурс] // CoSpaces Edu. 2020. Режим доступу до ресурсу: <https://cospaces.io/edu/about.html>.

15. Левіна Л. Д., Конюхов С. Л. Можливості Cospaces Edu для створення віртуальної реальності у навчанні. Інформаційні технології в освіті та науці: зб. наук. пр., № 11, 2019. pp. 180-182.
16. Системы виртуальной реальности (Virtual Environment & Virtual Reality). [Електронний ресурс]. Доступно: <http://ve-group.ru/vr-systems>. Дата звернення: Лютий, 09, 2021.
17. VR-приложения, которые помогут ребенку учиться [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://uaitsmart.com/vr-i-obrazovaniedetej> (дата звернення 10.02.2021).
18. Ткаченко С. В., Бабійчук І. М. Використання засобів віртуальної реальності в процесі навчання учнів на уроках інформатики. Матеріали молодіжної науково-практичної інтернет-конференції студентів аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2021)»: збірник матеріалів. Вінниця: ВНТУ, 2021. (подано до друку)
19. Ханойська вежа [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://edu.cospaces.io/YWE-JNE>. (дата звернення 10.02.2021).
20. Програма курсу ІНФОРМАТИКА 5 – 9 класи загальноосвітніх навчальних закладів, 2015, [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/programa-informatika-5-9-traven-2015.pdf>
21. Наказ Міністерства освіти і науки України № 408 від 20.04.2018 р. «Про затвердження типової освітньої програми закладів загальної середньої освіти II ступеня». 2019. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-osvitnoyi-programi-zakladiv-zagalnoyi-serednoyi-osviti-ii-stupenya>.
22. Klochko O., Fedorets V., Tkachenko S., Maliar O. The Use of Digital Technologies for Flipped Learning Implementation. Proceedings of the 16th International Conference on ICTERI, Vol. 2732, 2020, pp. 1233-1248. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20201233.pdf> (Scopus).

## Додаток А

### Основи роботи з середовищем CoSpaces Edu



Рис. А1 3D-моделювання у CoSpaces Edu

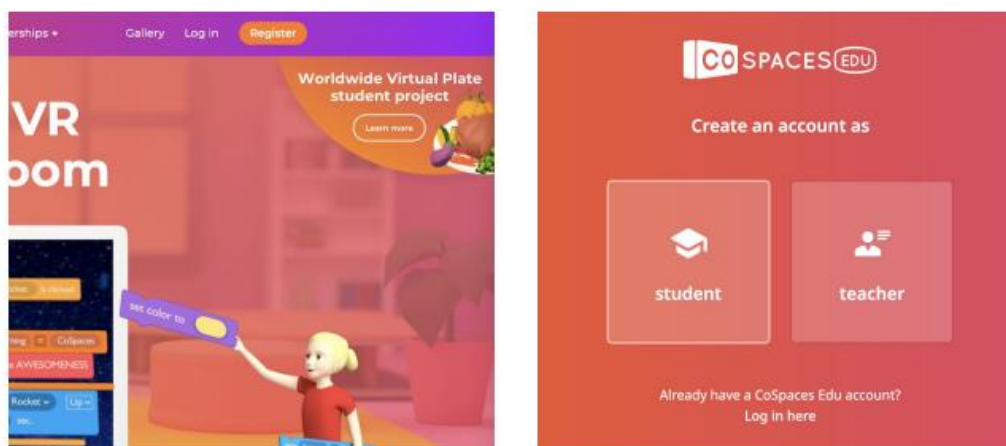


Рис. А2. Реєстрація у середовищі CoSpaces Edu

1. Перейдіть на сайт [cospaces.io](https://cospaces.io) та натисніть «Зареєструватись» створити свій обліковий запис.
2. Пройдіть реєстрацію користувача як вчитель чи студент.

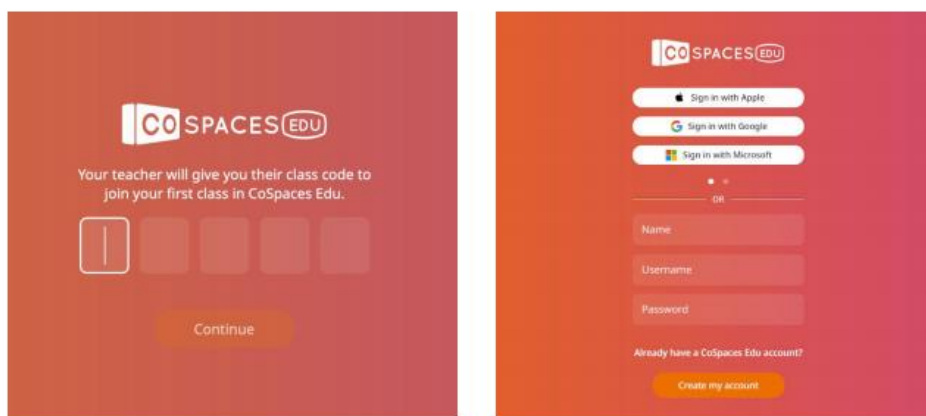


Рис. А3. Реєстрація CoSpaces Edu

## АЛГОРИТМ СТВОРЕННЯ ВЛАСНОГО РЕСУРСУ В COSPACES EDU

1. Щоб створити свій перший CoSpace, натисніть кнопку «Create CoSpace»



Рис. А4. Створення нового проекту CoSpace

2. Створюємо першу сцену та моделюємо тривимірний елемент на ній. Окрім тривимірного зображення, середовище також дозволяє створювати панорамні картинки об'єкта з радіусом повороту на 360°. Створені моделі потім можна інтегрувати як у VR/AR-середовище, так і демонструвати у вигляді 3D-зображення.

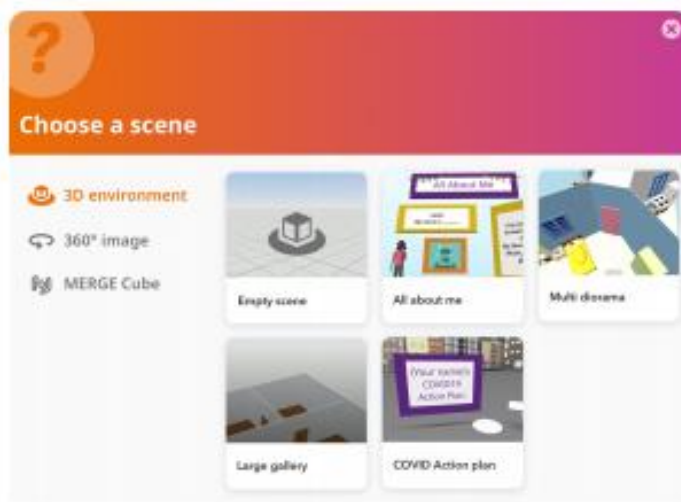


Рис. А5. Створення сцени у новому проєкті CoSpace

3. Після створення сцени та підбору необхідного фону (за потреби), використовуючи бібліотеку вбудованих 3D-елементів, додаємо потрібні об'єкти та елементи на сцену, моделюючи задумане середовище віртуальної реальності. Окрім бібліотеки заготовок та готових 3D-моделей, у середовищі CoSpace присутня палітра інструментів та блоків для «будівництва» власних елементів та об'єктів.



Рис. А6. Створення та додавання нового об'єкта на сцену створюваного середовища віртуальної доповненої реальності з використанням елементів бібліотеки об'єктів CoSpace

## Додаток Б

### Критерії оцінювання рівня навчальних досягнень учнів з інформатики

Рівні навчальних досягнень	Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів з інформатики
0. Низький	1	Учень: розпізнає окремі об'єкти, явища і факти предметної галузі; знає і виконує правила техніки безпеки під час роботи з комп'ютерною технікою
	2	розпізнає окремі об'єкти, явища і факти предметної галузі та може фрагментарно відтворити знання про них
	3	має фрагментарні знання незначного загального обсягу (менше ніж половина навчального матеріалу) за відсутності сформованих умінь та навичок
I. Достатній	4	має початковий рівень знань, значну (більше ніж половина) частину навчального матеріалу може відтворити; виконує елементарне навчальне завдання з допомогою вчителя;
	5	має рівень знань вищий, ніж початковий; може з допомогою вчителя відтворити значну частину навчального матеріалу; має стійкі навички виконання елементарних дій з розв'язування завдань
	6	пояснює основні поняття навчального матеріалу; може самостійно відтворити значну частину навчального матеріалу; вміє за зразком виконати просте навчальне завдання; має стійкі навички виконання основних дій з розв'язування завдань
II. Середній	7	вміє застосовувати вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; може пояснити основні процеси, що відбуваються під час роботи інформаційної системи, та наводити власні приклади на підтвердження деяких тверджень; вміє виконувати навчальні завдання, передбачені програмою
	8	аналізувати навчальний матеріал, самостійно застосовувати його на практиці; контролювати власну діяльність; самостійно виправляти вказані вчителем помилки; самостійно визначати спосіб розв'язування навчальної задачі

Рівні навчальних досягнень	Бали	Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів з інформатики
	9	вільно володіє навчальним матеріалом, застосовує знання на практиці; вміє систематизувати й узагальнювати отримані відомості; самостійно знаходить і виправляє допущені помилки; може аргументовано вибрати раціональний спосіб виконання навчального завдання; використовує електронні засоби для пошуку потрібних відомостей
III. Високий	10	Знання, вміння і навички учня відповідають вимогам державної програми в повному обсязі. Учень: володіє міцними знаннями, самостійно визначає проміжні етапи власної навчальної діяльності, аналізує нові факти, явища; вміє самостійно знаходити додаткові відомості та використовує їх для реалізації поставлених перед ним навчальних завдань, судження його логічні й достатньо обґрунтовані; має стійкі навички розв'язування задач
	11	Володіє узагальненими знаннями з предмета; вміє планувати особисту навчальну діяльність, оцінювати результати власної практичної роботи; вміє самостійно знаходити джерела даних і відомостей та використовувати їх відповідно до мети і завдань власної пізнавальної діяльності; використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях; вміє виконувати завдання, не передбачені навчальною програмою; має стійкі навички розв'язування задач
	12	має стійкі системні знання та творчо їх використовує у процесі продуктивної діяльності; вільно опановує та використовує нові знання для поповнення власних знань та розв'язування задач; має стійкі навички розв'язування задач в нестандартних ситуаціях



## Додаток В

**Анкета для вчителів закладів загальної середньої освіти,  
викладачів закладів вищої освіти,  
магістрантів та бакалаврів закладів вищої освіти  
«Оцінювання організаційних умов вивчення розділу  
«Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної  
реальності в закладах загальної середньої освіти»**

Оцініть, будь ласка, значущість наведених організаційних умов вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності в закладах загальної середньої освіти.

Значущість умов слід оцінити в балах від 1 до 10: 10 – найважливіша умова, 1 – найменш важлива умова. Повторення балів не допускається.

<b>Найменування організаційних умов</b>	<b>Оцінка значущості</b>
Наявність необхідного технічного забезпечення для перегляду додатків віртуальної реальності	
Наявність необхідного програмного забезпечення для розробки й використання засобів віртуальної реальності	
Застосування ефективних форм й методів формування в учнів відповідних компетентностей з «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності	
Наявність необхідного методичного забезпечення проведення уроків з вивчення розділу «Алгоритми та програми»	
Формування в учнів позитивної мотивації до вивчення розділу «Алгоритми та програми» із використанням засобів віртуальної реальності	

Дякуємо за відповіді!