

Korol O. M., Kornus O. G., Kornus A. O., Danylchenko O. S. Use of information and communication technologies at geography lessons in the conditions of distance learning.

Summary. Under quarantine conditions there is an urgent need for the introduction of information and communication technologies that can be used during distance learning. The purpose of the study is to consider the peculiarities of the use of information and communication technologies at geography lessons in the conditions of distance learning.

The set of methods of scientific knowledge has been used in the study, namely: comparative analysis to clarify different views on the problem of mastering information and communication technologies in terms of distance learning geography; identification of information and communication technologies to compare different opportunities for use at geography lessons; systematization and generalization to formulate conclusions and recommendations. The differential approach has been used in the selection of professionally-oriented resources for usage at geography lessons.

The study has considered remote platforms which provide opportunities for the use of ICT in educational activities because these technologies allow to qualitatively change the content of geographical education and promote the acquisition of new knowledge, skills and abilities by students. ICT can be used in both classroom and extracurricular activities, distance, blended and full-time learning. They provide an opportunity to conduct geography lessons in the conditions of distance learning, namely: help to provide educational material in a form convenient for students to perceive, facilitate communication, data exchange, help to conduct control and verification activities, etc. Thanks to the introduction of these technologies, geography teachers will be able to demonstrate geographical phenomena and processes, and pupils, respectively, will be able not only to theoretically get acquainted with the educational material, but also to work out practically cartographic material.

The materials of scientific work are of interest to future bachelors of geography, methodologists, teachers and lecturers of geography. In the further research it is planned to open possibilities of work with the ArcGIS Online service.

Key words: ICT, geography lessons, online services, distance learning, advantages and disadvantages of distance education, distance learning platforms.

УДК 378+373.5].016:54]:[37.091.33:004.946]

DOI 10.5281/zenodo.5295794

Ю. В. Харченко

ORCID ID 0000-0002-8960-2440

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

О. Г. Швець

ORCID ID 0000-0001-9872-3829

Сумський національний аграрний університет

Ю. В. Ліцман

ORCID ID 0000-0001-5748-2213

Сумський державний університет

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ХІМІЧНІЙ ОСВІТІ**

У статті розглянуто можливості використання технологій доповненої реальності у навчанні хімії в закладах загальної середньої освіти та в закладах вищої освіти. Доповнена реальність розглядається нами як проектування різноманітної цифрової інформації, зокрема зображень, відео, тексту, графіки, 3D-моделей поверх екрану девайсів. Мета статті полягає в аналізі можливостей деяких додатків, призначених для створення та роботи з доповненою реальністю у навчанні хімії, а також у визначенні рівня обізнаності студентів природничо-

географічного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка щодо AR технологій. Визначено ряд переваг, які створює використання технологій доповненої реальності в освітньому процесі, зокрема у візуалізації навчального матеріалу; створенні привабливого для здобувачів освіти навчального середовища; підвищенні мотивації студентів до дослідницької та самостійної роботи тощо. Проаналізовано результати анкетування студентів природничо-географічного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка щодо обізнаності з технологіями доповненої реальності. Встановлено, що лише 18,6% респондентів дійсно правильно розуміють, що таке технології доповненої реальності та використовували їх у навчанні. Наведено опис деяких додатків для роботи з доповненою реальністю, які можна використовувати при викладанні хімічних дисциплін як у ЗЗСО, так і ЗВО. Критеріями для аналізу стали: наявність безкоштовної версії застосунку та україномовного інтерфейсу; відсутність фактичних помилок у інформації, що надається; можливості застосування на заняттях з хімії – візуалізація будови молекул, спостереження за перебігом хімічних реакцій тощо; зручність у використанні; інтерактивність, можливості втручання та трансформації з боку користувача та інші. У майбутньому плануємо використовувати додатки для створення елементів доповненої реальності при викладанні різних хімічних дисциплін у ЗВО, а також у роботі зі школярами.

Ключові слова: доповнена реальність, технології доповненої реальності, AR технології, додатки для роботи з доповненою реальністю, *Vlirpar*, хімічні дисципліни, навчання хімії.

Постановка проблеми. Сучасне суспільство перебуває на новому етапі свого розвитку – в епісі інформатизації. Студенти закладів вищої освіти – це представники покоління, для яких цілком природно використовувати свої цифрові гаджети в усіх сферах життя – для розваг і відпочинку, для замовлення їжі і покупок, для подорожей. І, звичайно ж, у навчанні. Відповідно до теорії поколінь, розробленої Вільямом Штраусом і Нілом Хоувом і доповненої сучасними вченими, нове покоління Z творить наше майбутнє. Це люди, які народжені в епоху Інтернету і тому фактично не знають життя без нього. Навколишній світ для них не ділиться на цифровий і реальний, пошук будь-якої інформації займає лічені хвилини, перевага віддається спілкуванню в мережі. Можна впевнено говорити, що це покоління «живе» в Інтернеті [7]. Для сучасного покоління студентів освітній процес в рамках доповненої і віртуальної реальності є природним і зрозумілим.

Технологія доповненої реальності (AR, від англ. augmented reality) з'явилася ще у 60-х роках минулого століття. Але усі її переваги людство осягнуло лише через 30 років. І починаючи з кінця 90-х років почалося активне впровадження технологій доповненої реальності у найрізноманітніші сфери діяльності, починаючи від бізнесу і торгівлі, закінчуючи індустрією розваг. Ця технологія дозволяє поєднувати реальний світ – світ фізичних об'єктів, та віртуальний – світ, що створюється за допомогою комп'ютерних технологій, у одному місці реального світу та у реальному часі. Тобто доповнену реальність можна вважати проміжною ланкою між звичайною і віртуальною реальністю.

Можливість накладати об'єкти, створені за допомогою комп'ютерної графіки, або текстову інформацію на об'єкти реального світу не могла не зацікавити освітян, адже це відкриває широкі можливості у вивченні різних предметів. Застосовуючи технології AR в освітньому середовищі, доповнюючи їх належної наочної інформацією, можна побудувати візуальну модель навчального матеріалу. В результаті активізується навчально-пізнавальна діяльність, самостійна дослідницька діяльність студентів, особливо в умовах дистанційного навчання; підвищується мотивація навчання та концентрація уваги як на заняттях, так і при виконанні домашніх завдань.

Метою статті є аналіз можливостей деяких додатків для роботи з доповненою реальністю для навчання хімічних дисциплін та визначення рівня обізнаності студентів природничо-географічного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка щодо AR технологій.

Аналіз актуальних досліджень. Ґрунтовний аналіз існуючих у літературі даних і досліджень [3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15] дозволяє виокремити ряд переваг, які створює використання технологій доповненої реальності в освітньому процесі, серед яких:

- візуалізація навчального матеріалу та можливість наочно показати або об'єкти мікросвіту, або об'єкти, яких немає в закладі освіти;
- використання сучасних засобів навчання, звичних для суб'єктів освітнього процесу, робить процес навчання більш привабливим, цікавим; на такому позитивному тлі зростає якість засвоєння інформації;
- підвищення мотивації студентів до дослідницької роботи;
- ознайомлення з лабораторним обладнанням, з приладами до того, як приступити до роботи з ними;
- збільшення ефективності самостійної роботи студентів;
- надання можливості студентам з особливими освітніми потребами взяти участь у спільному проєкті, виконати практичне завдання.

Особливо слід підкреслити можливості технологій доповненої реальності в умовах дистанційної освіти. Не маючи можливості очного спілкування з суб'єктами освітнього процесу, викладачеві необхідно не тільки викладати новий матеріал із використанням онлайн-сервісів і платформ, надавати тексти і відео для вивчення, а й робити навчальний матеріал максимально доступним і зрозумілим, а також постійно стимулювати інтерес студентів [1; 2]. Всіма цими можливостями, на нашу думку, і володіють технології доповненої реальності при їх грамотному використанні в освітньому процесі.

Протягом останніх декількох років в розпорядженні педагогів з'явилася дуже велика кількість різноманітних додатків для роботи з доповненою реальністю. Ці додатки розрізняються як за цільовим призначенням, так і за складністю їх використання [8; 9; 11; 16].

Велику увагу приділяють науковці і використанню технологій доповненої реальності у вивченні хімії, починаючи зі школи [4]. Результати досліджень показують, що інструмент AR корисний для поліпшення результатів навчання школярів.

Виклад основного матеріалу. На кафедрі хімії та методики навчання хімії в СумДПУ імені А. С. Макаренка в освітньому процесі раніше не використовувалися додатки для створення доповненої реальності. Але, з огляду на те, що такі додатки все більше завойовують визнання у викладачів і учителів, ми вирішили також впровадити технології доповненої реальності у викладання хімічних дисциплін, передбачених освітніми програмами підготовки наших студентів.

Для того, щоб дізнатися, чи знайомі студенти природничо-географічного факультету з технологіями доповненої реальності, нами було проведено опитування студентів різних курсів і різних спеціальностей. Відповіді були отримані від більш ніж 40 респондентів.

Перше запитання стосувалося того, чи знайомі студенти з технологіями доповненої реальності? Відповіді розподілилися рівномірно: 46,5% опитаних указали, що знають, що таке доповнена реальність; стільки ж опитаних вибрали відповідь «ні». Відповідно, 7% – не змогли дати відповідь (рис. 1).

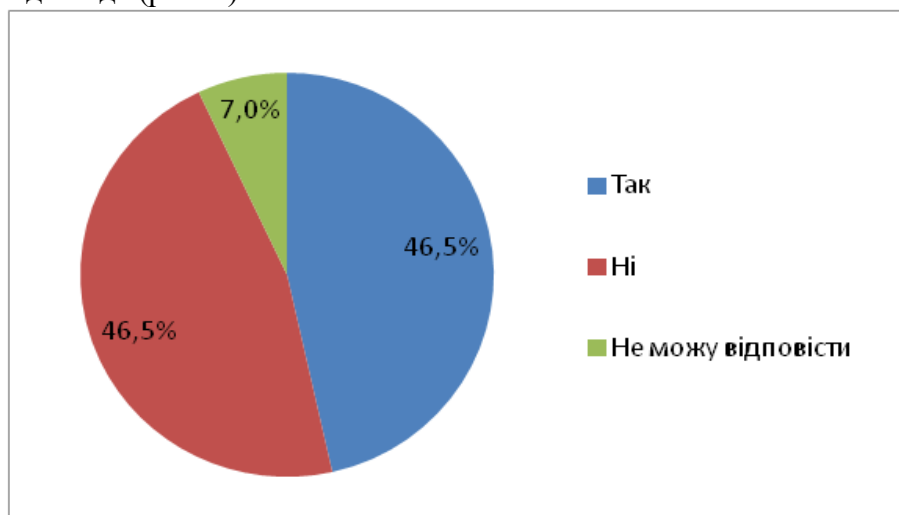


Рис. 1. Розподіл відповідей студентів за критерієм знайомства з технологіями доповненої реальності

Наступне питання мало на меті виявити, чи дійсно студенти можуть відрізнити, що називають віртуальною, доповненою і змішаною реальністю. Для цього було запропоновано питання «Яке із цих визначень відповідає поняттю «доповнена реальність?»» і кілька варіантів відповідей (рис. 2). 11,6% опитаних відразу вказали, що не знають відповіді на це питання. Лише 30,2% отриманих відповідей були вірними. Причому, як виявилось, 20,9% тих, хто при відповіді на попереднє запитання були впевнені, що знають, що таке AR, насправді помилилися. Студенти описували замість доповненої або віртуальну (32,6% респондентів) або змішану реальність (25,6% респондентів). Мали рацію ті, хто вибрав таке визначення: «Доповнена реальність – це проектування будь-якої цифрової інформації (зображення, відео, текст, графіка і т.д.) поверх екрану будь-яких пристроїв». Зазначимо, що таке визначення було взято нами з офіційного сайту компанії IT-Enterprise [17].

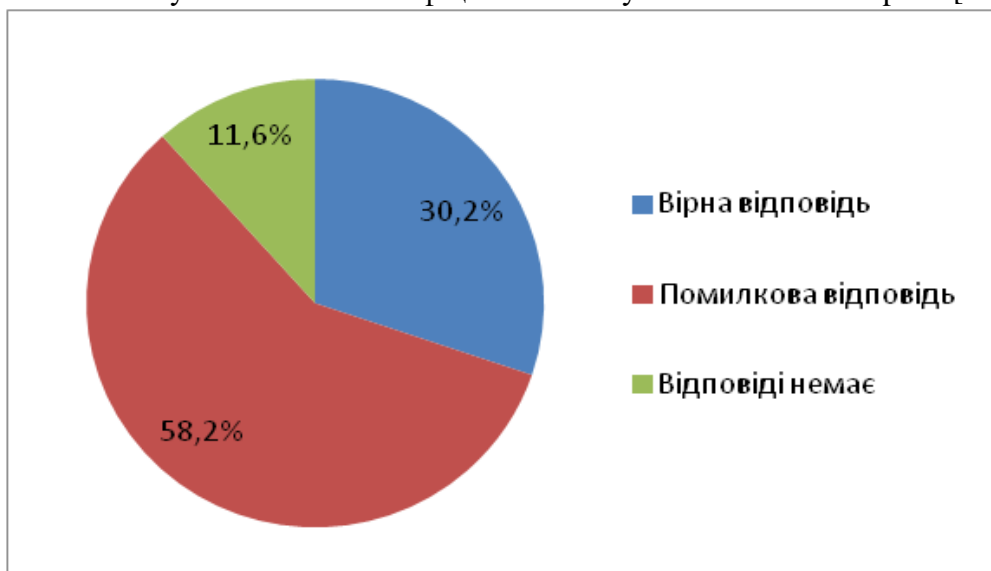


Рис. 2. Розподіл відповідей студентів за критерієм їх здатності розрізнити доповнену реальність (AR), віртуальну реальність (VR) і змішану реальність (MR)

Відповідь на наступне запитання мала показати, чи мають наші студенти практичний досвід використання технологій AR. Тому воно звучало так: «Ви користувалися технологіями доповненої реальності? З якою метою?» (рис. 3). Прогнозовано, що більшість опитаних – 58,1% – або відповіли, що не мали такої практики, або не змогли відповісти. Приємно було дізнатися, що більшість тих, хто вибрав відповідь «так» уточнили, що використовували технології AR для самоосвіти. Кількість таких студентів склала 18,6% від загального числа опитаних.



Рис. 3. Розподіл відповідей студентів за критерієм їх практичного досвіду використання AR-технологій

Нас дуже цікавило, чи є у наших студентів досвід використання технологій доповненої реальності в закладах загальної середньої освіти або в закладі вищої освіти під час вивчення різних навчальних дисциплін. Тому два наступних питання були сформульовані так: «Вам пропонували вчителя в школі, в якій Ви навчалися, завдання з використанням технологій доповненої реальності на уроках?» і «Вам пропонували викладачі в університеті завдання з використанням технологій доповненої реальності на заняттях?». Відповіді на них розподілилися дуже близько (рис. 4). Як виявилось, більшість студентів ні в закладі загальної середньої освіти і, ні в університеті подібних завдань не виконували або не змогли дати відповідь на питання. Це, відповідно, 58,1% і 55,8%.

«Один-два рази за час мого навчання» – так відповіли по 7% опитаних.

«Так, іноді виконували завдання» – 11,6% (в школі) і 23,2% (в університеті).

«Так, часто виконували такі завдання» – 23,2% і 14% відповідно.

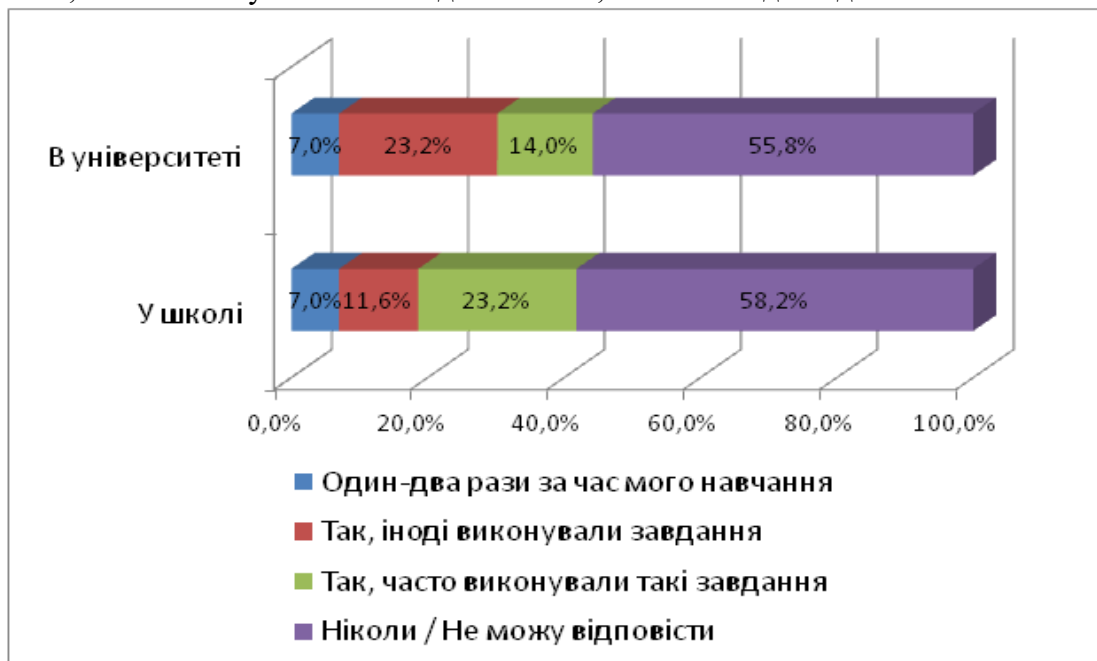


Рис. 4. Розподіл відповідей студентів за критерієм практичного досвіду використання AR-технологій

У той же час необхідно підкреслити, що 50% респондентів, які відповіли, що в школі виконували завдання із застосуванням технологій доповненої реальності, у відповіді на друге питання помилилися і не вибрали правильне визначення цієї технології. Аналогічна ситуація і з тими, хто вважав, що використовував технології AR на заняттях в університеті, але неввірно визначили, що відноситься до таких технологій. Таких студентів виявилось 36,8%.

Ми узагальнили всі отримані відповіді. Аналіз результатів показав, що усього лише 18,6% опитаних студентів природничо-географічного факультету дійсно правильно розуміють, що таке технології доповненої реальності та використовували їх у навчанні.

Для створення об'єктів і елементів доповненої реальності при навчанні хімії можна використовувати різні додатки. Вони відрізняються за складністю, доступністю і своїми функціональними можливостями.

Проаналізуємо деякі додатки для роботи з доповненою реальністю, які можна використовувати при викладанні хімічних дисциплін як у ЗЗСО, так і ЗВО.

1) Elements 4D – чудовий безкоштовний додаток для планшета або смартфона на платформах Android і iOS (рис. 5), який дозволяє візуалізувати 36 елементів періодичної таблиці і інформацію про них. Додаток дозволяє отримати інформацію не тільки про атомну масу елемента, заряд його ядра, але і про те, в якому агрегатному стані знаходиться проста речовина, утворена цим елементом. Окрім того є можливість візуалізації перебігу реакцій між простими речовинами. Однак, слід зазначити, що, на жаль, ці візуалізації супроводжуються помилками та неточностями. Наприклад, продукт взаємодії міді з сіркою представлений у

вигляді кристалів блакитного кольору, хоча купрум (II) сульфід має темно-сіре або чорне забарвлення. При візуалізації взаємодії калію з сіркою можна спостерігати утворення порошку жовтого кольору, хоча калій сульфід є безбарвним. Також при використанні цього додатку формується помилкове уявлення, що алюміній не реагує із киснем.

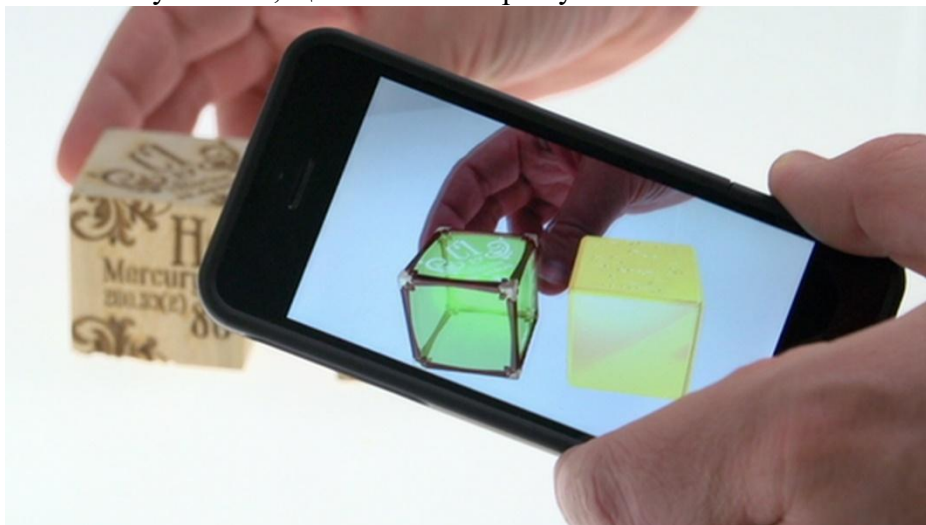


Рис. 5. Додаток Elements 4D

2) BiochemAR – доступний додаток (рис. 6), який дозволяє візуалізувати такі складні для уявлення та розуміння студентами біомакромолекули, як пептиди і білки. Недоліком можна назвати англomовний інтерфейс.

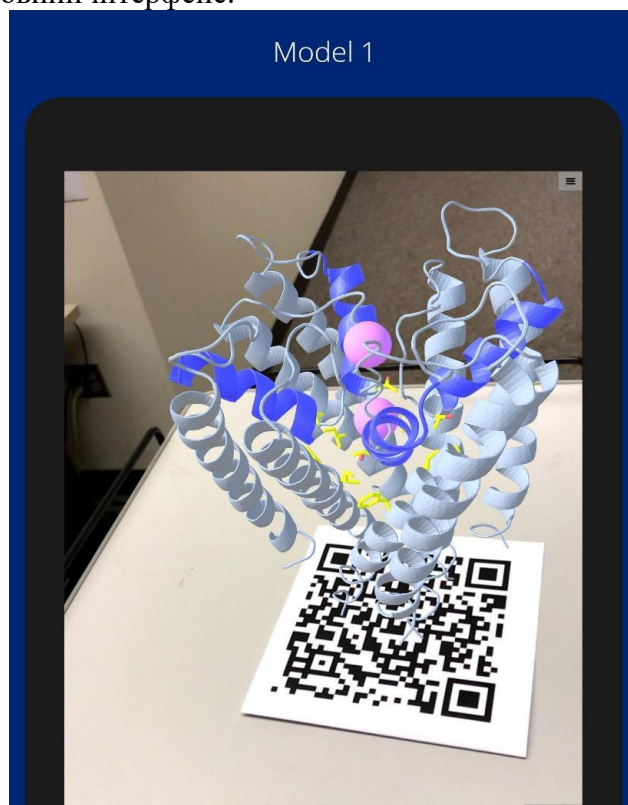


Рис. 6. Додаток BiochemAR

3) ISOMERS AR. Ця безкоштовна програма дозволяє будувати ланцюжки різних ізомерів алканів, що містять до 10 атомів Карбону (рис. 7). При цьому для кожного побудованого ізомера наводиться його систематична назва. Так що користувач може засвоїти поняття ізомерії, правила побудови алканів і формування їх назв. До недоліків цього додатку можна віднести чутливість до освітлення і необхідність тримати маркер весь час у фокусі камери гаджету, а також англomовний інтерфейс і те, що назви ізомерів наводяться англійською.



Рис. 7. Додаток ISOMERS AR

4) «Занимательная химия AR» – віртуальна лабораторія – мобільний додаток (рис. 8), який дозволяє проводити віртуальні хімічні досліди без спеціального обладнання і реактивів. Програма створена із застосуванням технології доповненої реальності і містить зрозумілі яскраві інструкції з проведення віртуальних експериментів. Але поки користувачам є доступні тільки декілька нескладних дослідів.

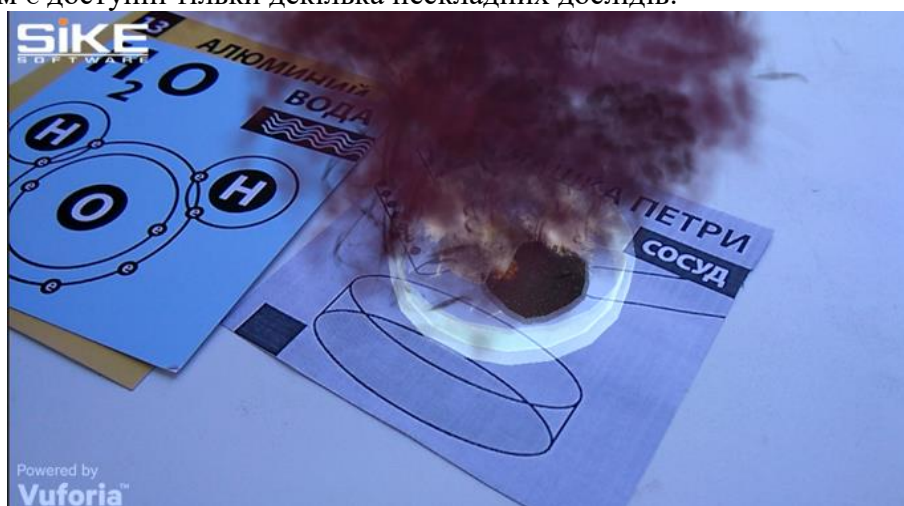


Рис. 8. Додаток «Занимательная химия AR»

5) ModelAR Organic Chemistry – безкоштовний доступний додаток дозволяє створювати молекули органічних речовин різної будови та досліджувати стереоізмери.

6) Такі додатки, як ARChemEx, що дозволяє моделювати протікання хімічних реакцій, та ARchemy, що дозволяє моделювати деякі перетворення в органічній хімії, мають потужний освітній потенціал, але поки їх немає у вільному доступі.

7) HP Reveal (Aurasma) – програма є безкоштовною, зрозумілою і зручною. Але з початку 2020 року розробник програми HP Reveal повідомив про закриття проекту і припинення підтримки програми.

8) Vlipar – безкоштовний, якщо використовується з освітньою метою, зручний та простий у користуванні додаток (рис. 9), який можна використовувати для створення доповненої реальності у навчанні.

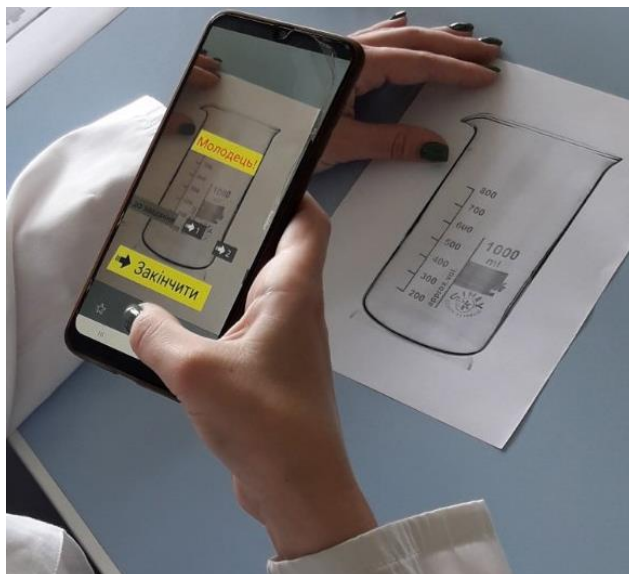


Рис. 9. Додаток Vlrpar

Слід зазначити, що проаналізовані вище додатки для створення доповненої реальності не передбачають можливості втручання та трансформації з боку користувача. Натомість Vlrpar дозволяє користувачу створювати необхідне середовище та вносити зміни у проекти та об'єкти доповненої реальності, що робить цей застосунок надзвичайно привабливим для викладача. За допомогою Vlrpar можна доповнювати реальні об'єкти декількома різними елементами доповненої реальності. Це можуть бути різноманітні відео, зображення, фото, 3D-моделі, посилання на сайти, тощо. Викладач сам обирає структуру проекту із елементами доповненої реальності і з часом за необхідності може вносити до нього корективи, розширюючи або змінюючи його. Зазначені переваги роблять, на нашу думку, додаток Vlrpar надзвичайно перспективним у навчальній діяльності.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене нами дослідження показало, що значна частина студентів природничо-географічного факультету СумДПУ імені А. С. Макаренка не знайомі з технологією доповненої реальності і не використовували відповідні AR додатки у навчанні ні у закладі загальної середньої освіти, ні під час навчання в університеті. Водночас, аналіз наукової літератури з цієї теми виявив величезний потенціал використання доповненої реальності на заняттях, у тому числі при викладанні хімічних дисциплін. Аналіз функціональних можливостей, доступності та зручності у використанні деяких хімічних AR додатків дозволяє зробити висновок, що поки освітяни-хіміки не мають у своєму розпорядженні доступних, зручних та багатофункціональних додатків, які б забезпечували освітні потреби викладання хімії. Найбільш зручним і доступним для використання у освіті, на нашу думку, можна вважати додаток Vlrpar. Він є безкоштовним, якщо не використовувати його із комерційною метою; зручний і зрозумілий у використанні; дозволяє зібрати різні об'єкти доповненої реальності в одному проекті.

У майбутньому ми плануємо використовувати додаток Vlrpar при викладанні хімічних дисциплін, а також розширити подальші дослідження, використовуючи AR технології у роботі зі школярами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Касьяненко, Г. Я. (2020). Аналіз готовності вчителів міста Суми та Сумської області до дистанційного навчання. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 1 (15), 5–12. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V., Kasianenko, H. Ya. (2020). Analysis of the teachers readiness for distance learning in Sumy and Sumy region. *Topical Issues of Natural Science and Mathematics Education*, 1(15), 5–12).
2. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Ліцман, Ю. В. (2020). Проблеми та виклики дистанційного навчання хімії у закладах загальної середньої освіти. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 2 (16), 20–28. (Babenko, O. M., Kharchenko, Y. V.,

- Litsman Yu. V. The challenges and opportunities of distance learning chemistry in institutions of general secondary education. *Topical Issues of Natural Science and Mathematics Education*, 2 (16), 20–28).
3. Белохвостов, А. А., Аршанский, Е. Я. (2018). Дополненная реальность в преподавании химии: возможности и перспективы. Свиридовские чтения: сб. ст., 14, 131–140. (Belokhvostov, A. A., Arshanskiy, E. Y. (2018). Augmented reality in teaching chemistry: Possibilities and prospects of use, 14, 131–140).
 4. Cai, S., Wang, X., Chiang, F.-K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40.
 5. Chen, Y.-C. (2006). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. Retrieved from: <https://doi.org/10.1145/1128923.1128990>.
 6. da Silva, B. R., Zuchi, J. H., Vicente, L. K., Perin, L. R., Nunes, M. B., Pancraccio, V. A. S., Junior, W. B. (2019). AR Lab: Augmented Reality App for Chemistry Education. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 15, 71–77.
 7. Howe, N., Strauss, W. (1997). *The Fourth Turning: What the Cycles of History Tell Us About America's Next Rendezvous with Destiny*. New York: Broadway Books.
 8. Huang, T. C., Chen, M. Y., Hsu, W. P. (2019). Do learning styles matter? motivating learners in an augmented geopark. *Journal of Educational Technology & Society*, 22 (1), 70–81.
 9. Joo-Nagata, J., Abad, F.M., Giner, J.G., García-Peñalvo, F.J. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: evaluation of an educational program in chile. *Computers & Education.*; 111,1–7.
 10. Khan, T., Johnston, K., Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1155/2019/7208494>.
 11. Liou, H.H., Yang, S.J., Chen, S.Y., Tarng, W. (2017). The influences of the 2D image-based augmented reality and virtual reality on student learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 20 (3), 110–121.
 12. Macariu, C., Iftene, A., Gîfu, D. (2020). Learn Chemistry with Augmented Reality. *Procedia Computer Science*, 176, 2133–2142. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.250>.
 13. Plunkett, K. N. (2019). A Simple and Practical Method for Incorporating Augmented Reality into the Classroom and Laboratory. *J. Chem. Educ.*, 96, 11, 2628–2631.
 14. Sirakaya, M., Sirakaya, D. A. (2018). Trends in educational AR studies: a systematic review. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 6 (2), 60–74.
 15. Wang, Y., Chen, N. (2019). Application of Augmented Reality Technology in Chemistry Experiment Teaching. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 110, 1145–1148.
 16. Yuen, S. C., Yaoyuneyong, G., Johnson, E. (2011) Augmented reality: an overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1),119–40.
 17. IT-Enterprise. Augmented reality, AR. Retrieved from: <https://www.it.ua/ru/knowledge-base/technology-innovation/dopolnennaja-realnost-ar>.

Харченко Ю. В., Бабенко Е. М., Швець О. Г., Лицман Ю. В. Возможности использования технологии дополненной реальности в химическом образовании.

Аннотация. В статье рассмотрены возможности использования технологии дополненной реальности в обучении химии в учреждениях общего среднего образования и в учреждениях высшего образования. Дополненная реальность рассматривается нами как проецирование разнообразной цифровой информации, в частности изображений, видео, текста, графики, 3D-моделей на экраны девайсов. Цель статьи заключается в анализе возможностей некоторых приложений, предназначенных для создания и работы с дополненной реальностью в обучении химии, а также в определении уровня осведомленности студентов естественно-географического факультета СумГПУ имени

А. С. Макаренко относительно AR технологий. Определен ряд преимуществ, которые создает использование технологий дополненной реальности в учебном процессе, в частности: в визуализации учебного материала; создании привлекательного для соискателей образования учебной среды; повышении мотивации студентов к исследовательской и самостоятельной работе и другие. Проанализированы результаты анкетирования студентов естественно-географического факультета СумГПУ имени А. С. Макаренко относительно осведомленности о технологиях дополненной реальности. Установлено, что только 18,6% респондентов действительно правильно понимают, что такое технологии дополненной реальности и использовали их в обучении. Приведено описание некоторых приложений для работы с дополненной реальностью, которые можно использовать при преподавании химических дисциплин как в средних школах, так и высших учебных заведениях. Критериями для анализа стали: наличие бесплатной версии приложения и украиноязычного интерфейса; отсутствие фактических ошибок в предоставляемой информации; возможности применения на занятиях по химии - визуализация строения молекул, наблюдения за ходом химических реакций и тому подобное; удобство в использовании; интерактивность, возможности вмешательства и трансформации со стороны пользователя и другие. В будущем планируем использовать приложения для создания элементов дополненной реальности при преподавании различных химических дисциплин в ЗВО, а также в работе со школьниками.

Ключевые слова: дополненная реальность, технологии дополненной реальности, AR технологии, приложения для работы с дополненной реальностью, Blippar, химические дисциплины, обучение химии.

Kharchenko Yu. V., Babenko O. M., Shvets O. G., Litsman Y. V. Possibilities of using augmented reality technology in chemistry education.

Summary. The article discusses the possibilities of using augmented reality technology in teaching chemistry in institutions of general secondary education and in institutions of higher education. We consider augmented reality as the projection of various digital information, in particular images, video, text, graphics, 3D models on the device screen. The purpose of the article is to analyze the capabilities of some applications designed to create and work with augmented reality in teaching chemistry, as well as to determine the level of awareness of students of the natural-geographical faculty of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko regarding AR technologies. A number of advantages created by the use of augmented reality technologies in the educational process have been identified, in particular: in the visualization of educational material; creating an attractive learning environment for applicants for education; increasing the motivation of students for research and independent work, and others. The results of a survey of students of the natural-geographical faculty of A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University regarding awareness of augmented reality technologies are analyzed. It was found that only 18.6% of respondents really correctly understood what augmented reality technologies were and used them in teaching. The description of some applications for working with augmented reality, which can be used in teaching chemistry disciplines both in secondary schools and higher educational institutions, is given. The criteria for the analysis were: availability of a free version of the application and the Ukrainian-language interface; absence of factual errors in the information provided; the possibility of using in the classroom in chemistry - visualization of the structure of molecules, observation of the course of chemical reactions, and the like; ease of use; interactivity, the possibility of intervention and transformation by the user, and others. In the future, we plan to use applications to create elements of augmented reality when teaching various chemical disciplines in the university, as well as while working with schoolchildren.

Keywords: augmented reality, augmented reality technologies, AR technologies, applications for working with augmented reality, Blippar, chemical disciplines, chemistry training.