

УДК 016:37

ЛІЛІЯ МІДАК, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії середовища та хімічної освіти, ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", Україна
ORCID: 0000-0002-3213-5968
lilia.midak@gmail.com

ЮРІЙ ПАХОМОВ, аспірант кафедри хімії середовища та хімічної освіти, ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", Україна
Jura.pahomov@gmail.com

ОЛЬГА КУЗИШИН, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри хімії середовища та хімічної освіти, ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", Україна
ORCID ID 0000-0002-6737-6577
olgaifua3108@gmail.com

ЛІЛІЯ БАЗЮК, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри хімії середовища та хімічної освіти, ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", Україна
ORCID: 0000-0001-5690-8606
liliya30@ukr.net

ХРИСТИНА БУЖДИГАН, аспірант кафедри хімії середовища та хімічної освіти, ДВНЗ "Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника", Україна
khrystja.buzhdyhan@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ПРИРОДНИЧИХ ТЕМ У ПОЧАТКОВІЙ ШКОЛІ

LILIA MIDAK, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor at the Department of Environmental Chemistry and Chemistry Education, SHEE "Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk", Ukraine

YURII PAKHOMOV, student, SHEE "Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk", Ukraine

OLHA KUZYSHYN, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Environmental Chemistry and Chemical Education, SHEE "Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk", Ukraine

LILIA BAZIUK, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Department of Environmental Chemistry and Chemical Education, SHEE "Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk", Ukraine

KHRYSTYNA BUZHDIHAN, Postgraduate at the Department of Environmental Chemistry and Chemical Education, SHEE "Precarpathian National University named after Vasyl Stefanyk", Ukraine

AUGMENTED REALITY: HOW CAN THIS TECHNOLOGY BE BENEFICIAL (USEFUL, HELPFUL) FOR STUDYING NATURAL SCIENCES IN PRIMARY SCHOOL

У роботі створено мобільний додаток (на платформі Android) для візуалізації хімічної будови води та відтворення відеоматеріалів лабораторних дослідів, які можна використати вчителю та учням для ефективної підготовки до вивчення тем природничого циклу та проведення лабораторних дослідів в початковій школі з використанням лепбуку. Використання об'єктів доповненої реальності дає можливість вчителю швидко та доступно пояснити великий об'єм тео-

ретичного матеріалу з якісним демонстраційним матеріалом, а учням ефективно його засвоїти, розвиває у них творче мислення та підвищує мотивацію до навчання. Використання даної технології є особливо ефективним у поєднанні з лепбуком, оскільки сприяє розвитку творчості, уяви, може використовуватись одночасно групою дітей (в тому числі за участю дорослого як партнера), має дидактичні властивості.

Ключові слова: інформаційно-комунікативні технології, технологія Augmented Reality, мобільне навчання, 3D-візуалізація, лепбук.

Summary. A mobile application for video recording of practical works and laboratory experiments was created within the research. The pupils received an opportunity to get acquainted with safety regulations before work performance, as well as with the equipment and reagents, needed for the performance and with the work progress in video form. Images of parts of practical work or a laboratory experiment, based on the platform "Vuforia", implemented in software as objects of augmented reality, having used a multiplatform instrument for two and three dimensional "Unity 3D"

apps, were chosen as "markers" of the mobile app.

Key words: information and communication technologies, Augmented Reality technology, mobile education, 3D-visualisation, a lap book.

Мета: створити мобільний додаток (на платформі Android) для візуалізації хімічної будови води та відтворення відеоматеріалів лабораторних дослідів, які можна використати вчителем та учнями для ефективної підготовки до вивчення тем природничого циклу, проведення лабораторних дослідів у початковій школі з використанням лепбуку.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Сьогодні розвиток інформаційно-комунікаційних технологій дає можливість модернізувати навчальний процес у початковій школі, використовуючи різноманітні тренди сучасної освіти. Нові методики викладання природничо-математичних дисциплін, і хімії зокрема, мають ураховувати сучасні вимоги до застосування інформаційних технологій (*Кравець, Мідак & Кузишин, 2017, с. 151*). Застосування інформаційно-комунікативних технологій (ІКТ) у викладанні хімії дозволяє інтенсифікувати освітній процес, прискорити передачу знань і досвіду, а також підвищити якість навчання та освіти (*Кравець, Мідак & Кузишин, 2017, с. 107*). Використання на уроках мультимедійних презентацій, Інтернет-ресурсів дає можливість вчителю доступно пояснити теоретичний матеріал, підвищити інтерес учнів до навчання, краще утримати їх увагу.

Разом з тим природничі науки є переважно експериментальними. Ефективне засвоєння знань учнями з природознавства, а пізніше фізики, хімії, біології, географії та астрономії, залежить не тільки від способу подачі теоретичного матеріалу, але й від реалізації експериментальної частини у вигляді практичних робіт та лабораторних дослідів, яка потребує ретельної теоретичної підготовки, як для вчителя, так і для учнів.

Крім того, сьогоденній стан матеріального забезпечення більшості шкіл вимагає покращення і не дає можливості для належного виконання практичних робіт та лабораторних дослідів учнями. У початковій школі проблемою стає ще і недостатня фахова підготовка вчителя початкових класів для проведення лабораторних

дослідів з природознавства (фізики, хімії, біології тощо). Оскільки ці предмети не є фаховими для нього, то проведення такої експериментальної частини у класі вимагає додаткової підготовки.

У теперішній час система початкової освіти зазнає суттєвих змін (*Пляцок & Олійник, 2017, с. 9*). Важливим аспектом освіти є формування у дитини вміння "вчитися самому". Сучасному учню необхідно не стільки багато знати, скільки послідовно й доказово мислити, проявляти розумову активність (*Пляцок & Олійник, 2017, с. 9*). Зміст і методи навчання у початковій школі спрямовані на розвиток уваги, пам'яті, творчої уяви, на вироблення вміння порівнювати, виділяти характерні властивості предметів, узагальнювати їх за певною ознакою, отримувати задоволення від знайденого рішення. Коли дитина сама діє з об'єктами, вона краще пізнає навколишній світ, тому пріоритет у роботі з учнями слід віддавати практичним методам навчання (*Пляцок & Олійник, 2017, с. 9*). Особливо ефективними такі методи будуть при вивченні інтегрованого курсу "Я досліджую світ". У зв'язку з цим перед педагогами стоїть завдання пошуку нових нестандартних форм взаємодії з вихованцями. На зміну традиційному приходять продуктивне навчання, яке спрямоване на розвиток творчих здібностей, формування в учнів інтересу до творчої діяльності. Одним з перспективних методів, які сприяють вирішенню даної проблеми, є лепбук (*Пляцок & Олійник, 2017, с. 9*).

У поєднанні з технологією доповненої реальності лепбук дає можливість покращити усвідомлення теоретичного матеріалу, деталізувати та ілюструвати його, що сприятиме підвищенню пізнавальної діяльності та розвитку творчого мислення.

Аналіз досліджень і публікацій. На думку багатьох дослідників, технологія доповненої реальності (augmented reality, AR) є одним із трендів сучасної освіти, який дозволяє модернізувати навчальний процес в умовах дигіталізації. Різноманітні аспекти впровадження технології AR у навчальний процес привертають увагу вітчизняних та закордонних дослідників (Н. Мартинова, Д. Самохвалов, В. Семашко, А. Вовк, Є. Модло, Ю. Єчкало, С. Семеріков, В. Ткачук, Т. Коделл, Д. Майзел, М. Рєстіво, Д. Бреннан). Будь-який засіб

доповненої реальності може бути навчальним об'єктом (*Модло, 2017, с. 94*), якщо він є керованим та сприяє взаємодії користувача з реальними об'єктами з метою вивчення їхніх властивостей у процесі експериментального дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження. На сучасну пору існує багато думок про те, що саме є мобільним навчанням (*Мідак, Пахомов та Луцишин, 2017, с. 211*). Європейська гільдія з електронного навчання визначає його так (Virtual...): будь-яка діяльність, яка дозволяє людям бути більш продуктивними у споживанні, взаємодії або створенні інформації компактними цифровими пристроями, якщо людина призводить ці дії на регулярній основі, має надійний зв'язок і пристрій поміщається в кишені або сумочці. Таким чином, використовуючи сучасні мобільні пристрої (айфони, смартфони, планшети тощо), які є невід'ємними атрибутами сучасного учня загальноосвітньої школи, можна підготувати його до виконання практичної роботи з хімії, фізики чи біології, ознайомити з правилами безпеки та продемонструвати техніку її проведення (*Мідак, 2019, с. 184*).

Візуалізація навчального матеріалу полегшує його сприйняття та засвоєння. Правильно підібраний демонстраційний матеріал допомагає краще зрозуміти різноманітні процеси та явища, будову хімічних сполук, механізми їх взаємодій. Звичні 2D-зображення класичних підручників і посібників не дають повноцінного уявлення про ключові поняття природничих дисциплін: просторову будову молекул, фізичні процеси, механізми перебігу хімічних реакцій тощо. Таким чином, для ефективного вивчення природничих дисциплін, на сучасну пору доцільно використовувати численні демонстрації, які є неможливими без використання програм-реалізаторів доповненої реальності.

Доповнена реальність (augmented reality, AR) дає можливість максимально візуалізувати об'єкт (атоми та молекули, їх взаємодії, схеми приладів, технологічних процесів тощо), тобто перевести 2D зображення у 3D, а також "оживити" його (Virtual...). За словами А. Вовк (<http://www.bbc.com>), завдяки тому, що AR дозволяє візуалізувати інформацію, показувати 3D-моделі, учні мають змогу отримувати її уже в го-

товому для сприйняття вигляді і не будуть витрачати час і когнітивні зусилля на її інтерпретацію.

Т. Коделл та Д. Майзел (*Модло, 2017, с. 93*), характеризуючи технологію доповненої реальності, вказують на простоту відображення в ній віртуальних об'єктів порівняно з віртуальною реальністю.

Будь-який засіб доповненої реальності може бути навчальним об'єктом (*Модло, 2017, с. 94*), якщо він є керованим та сприяє взаємодії користувача з реальними об'єктами з метою вивчення їхніх властивостей у процесі експериментального дослідження.

Застосування засобів доповненої реальності (*Модло, 2017, с. 93; Restivo, 2014, с. 69*):

дозволяє підвищити реалістичність дослідження;

забезпечує емоційний та пізнавальний досвід, що сприяє залученню студентів до систематичного навчання;

надає коректні відомості про установку у процесі експериментування;

створює нові способи подання реальних об'єктів у процесі навчання.

Освітні AR-технології збагачують візуальне і контекстуальне навчання, покращуючи змістовність інформації настільки, що до 80% з неї утримується в короткочасній пам'яті порівняно з 25% при сприйнятті на слух (традиційні лекції) або читанні тексту (*Мартінова, Самохвалов & Семашкова, 2017, с. 107*).

Метою використання технологій доповненої реальності в початковій школі є побудова навчальної діяльності на основі взаємодії дорослих з дітьми, орієнтованої на інтереси і можливості кожної дитини; розвиток допитливості, пізнавальної мотивації та навчальної активності; розвиток уяви, творчої ініціативи, у тому числі мовленнєвої; можливість вибору дітьми матеріалів, видів роботи, учасників спільної діяльності; створення умов для участі батьків у спільній навчальній діяльності.

Переваги застосування (*Пляцок & Олійник, 2017, с. 9*):

1. Допомогає за власним бажанням організувати отриману інформацію з вивченої теми.

2. Сприяє кращому розумінню та запам'ятовуванню матеріалу.

3. Зручний спосіб повторення та узагальнення вивченого.

4. Учень вчиться самостійно аналізувати та робити висновки.

5. Лепбук можна створити на будь-яку тему.

6. Створення лепбука є одним з видів спільної діяльності дорослого і дітей. Він може бути ще й формою презентації підсумків проекту або тематичного тижня.

7. Дитина вчиться самостійно обирати та впорядковувати інформацію, яку вона додасть у лепбук.

8. Учень більш зацікавлений у навчанні, коли воно "оживає", до нього можна торкнутись.

9. Виготовляти лепбук можна індивідуально або групою, обираючи посильні завдання для кожної дитини.

10. Лепбук може бути змістовним елементом розвивального середовища групи.

Єдиний "недолік": для виготовлення лепбука потрібен час, фантазія, зусилля та відсутність лінії (*Пляцок & Олійник, 2017, с. 9*).

Дана розробка присвячена вивченню учнями теми "Вода" у 1 класі (тиждень 12) на уроках "Я досліджую світ". Згідно з програмовими вимогами вивчення даної теми охоплює такі запитання та завдання:

Дослідницькі/проблемні запитання:
Де "живе" вода? Як вона мандрує?

Навіщо пити воду? Навіщо вона потрібна людям і природі?

Якою буває вода?

Що станеться, якщо її не буде?

Як берегти воду?

Завдання дванадцятого тижня

1. Формувати уявлення про розподіл води на Землі.

2. Навчити досліджувати властивості води.

3. Формувати розуміння значення води для рослин, тварин, людини.

4. Виробляти навички економного використання води.

5. Ознайомити учнів з творами мистецтва про використання води.

6. Формувати здоров'язбережну компетентність.

7. Навчати висловлювати свою думку, уважно слухати співрозмовника, взаємодіяти з однокласниками.

8. Формувати вміння використовувати малюнки, схеми для ілюстрування арифметичних дій (додавання/віднімання).

Наприкінці дванадцятого тижня учні *знатимуть*:

- назви водойм свого краю;
- властивості води (прозора, без

запаху, приймає форму посудини, без смаку);

- як "мандрує" вода;

- як економно використовувати воду;

- як дбайливо ставитися до водних багатств;

умітимуть:

- пояснити значення води у природі та житті людини;

- досліджувати властивості води;

- розпізнавати за фотографіями водойми різних видів;

- описувати свої враження від почутого, побаченого;

- уважно слухати один одного під час спілкування;

- дотримуватися безпечних прийомів праці.

1. Для ефективного вивчення даної теми природничого циклу доцільно використати лепбук з доповненою реальністю. У лепбуку наведено інформацію (<http://cikavosti.com/tsikavi-fakti-pro-moryata-okeani/#hcq=FY9uu6r>) про:

будову молекули води;

її агрегатні стани;

кількість води в організмі;

знаходження води у природі;

таємниці води;

цікаві факти про воду.

Для формування практичних навичок під час вивчення даної теми можна виконати такі експерименти:

1. Поверхневий натяг

1.1. Дослідження поверхневого натягу.

1.2. Руйнування поверхневого натягу.

2. Капілярний ефект


2.1. Дослідження капілярного ефекту.

2.2. Живлення рослин.

3. Методи очистки

3.1. Підбір оптимального фільтра.

3.2. Очистка води серветкою.

Метою роботи є створення мобільного додатка (на платформі Android) для візуалізації хімічної будови води та відтворення відеоматеріалів лабораторних дослідів, які можна використати вчителю та учням для ефективною підготовки до вивчення тем природничого циклу та проведення лабораторних дослідів у початковій школі. У розробленому лепбуку об'єкти, відтворювані за технологією AR, мають відповідну помітку  про що вміщена вказівка на звороті лепбука.

У результаті роботи для візуалізації навчального матеріалу розроблено безкоштовний мобільний дода-

ток LiCo.STEM, який можна завантажити з загальнодоступного ресурсу Google Play Market.

На першому етапі було розроблено 3D-зображення молекули води та структури льоду (кристалічна ґратка), води та водяної пари.

Доповнена реальність дає можливість максимально візуалізувати молекулу води, тобто перевести 2D зображення у 3D, а також "оживити" її (Кравець, Мідак та Кузишин, 2017, с. 151). Використання такого засобу ІКТ під час вивчення нового матеріалу дозволяє розвинути та покращити просторову уяву учнів, "побачити" невидиме (молекулу, кристалічну ґратку) та глибше зрозуміти почутий навчальний матеріал, що сприятиме кращому його засвоєнню та формуванню певних практичних навичок (Кравець, Мідак та Кузишин, 2017, с. 151). Цей метод має переваги над застосуванням комп'ютерних програм, оскільки дає можливість за допомогою мобільного телефону чи планшета візуалізувати рисунки лепбуку в будь-якому місці знаходження учня (у класі, під час екскурсії на вулиці, удома тощо) та не вимагає перебування перед комп'ютером чи ноутбуком.

Для використання технології AR мітки доповненої реальності створено (Кравець, Мідак та Кузишин, 2017, с. 151) на основі платформи "Vuforia"; 3D-об'єкти (молекула води та структури льоду, води та пари) змодельовані (Кравець, Мідак та Кузишин, 2017, с. 151) у програмі 3DMax, об'єкти доповненої реальності реалізовано за допомогою багатоплатформового інструмента для розробки дво- та тривимірних мобільних додатків "Unity 3D".

У разі наведення на маркер (рис. 1–4) мобільного телефону чи планшета із завантаженим мобільним додатком рисунок "оживає", на екрані з'являється його тривимірний модель, з якою можна проводити певні маніпуляції (обертання, збільшення, перегляд під різними кутами) для кращого усвідомлення її будови, принципу дії тощо.

На другому етапі було створено відеоматеріали лабораторних дослідів дослідження поверхневого натягу, капілярного ефекту та методів очистки води.

Розроблені відеоматеріали демонструють лабораторні досліді у виконанні досвідченого лаборанта з дотриманням усіх правил техніки безпе-

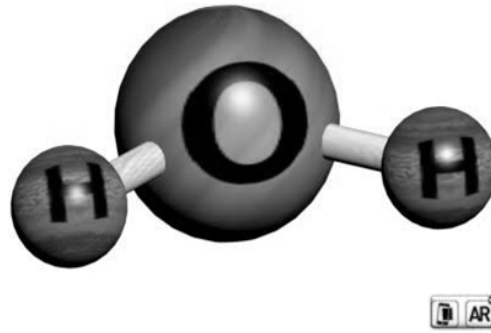


Рис. 1. 2D-зображення молекули води, розміщене на лепбуку, яке відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM

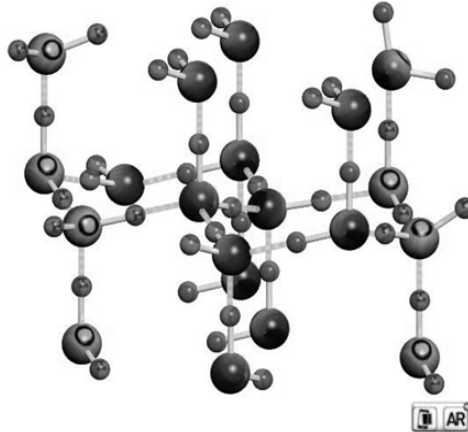


Рис. 2. 2D-зображення кристалічної ґратки льоду, розміщене на лепбуку, яке відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM.

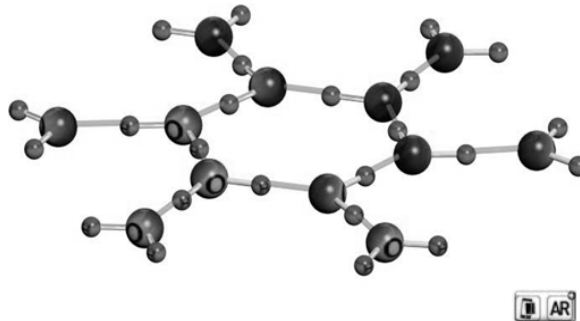


Рис. 3. 2D-зображення структури рідкої води, розміщене на лепбуку, яке відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM.

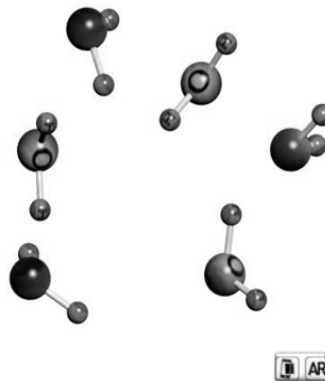


Рис. 4. 2D-зображення молекул водяної пари, розміщене на лепбуку, яке відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM.

ки. Проведення експерименту супроводжується текстовим поясненням. Використання розроблених відеоматеріалів дає можливість учню (під керівництвом учителя чи батьків) повторити такі досліди у класі або домашніх умовах, полегшує сприйняття даного матеріалу та демонструє іноді складну для розуміння експериментальну частину в доступній формі.

Відтворення розроблених відеоматеріалів на мобільних пристроях відбувається шляхом їх "прив'язування" до індивідуальних рисунків-"маркерів" для кожного лабораторного досліду (рис. 5–7).

Для "маркерів" були обрані векторні зображення, що передають зміст досліду, які програмно реалізовані як об'єкти доповненої реальності, за допомогою багатоплатформового інструмента для розробки двотривимірних додатків "Unity 3D".

На рис. 5–7 наведено приклади розроблених "маркерів" до рекомен-

дованих лабораторних дослідів теми "Вода", розміщених на лепбуку, для учителів та учнів початкової школи.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблено мобільний додаток (на платформі Android) для візуалізації хімічної будови води та відтворення відеоматеріалів лабораторних дослідів, які можна застосувати вчителю та учням для ефективної підготовки до вивчення тем природничого циклу інтегрованого курсу "Я досліджую світ" та проведення лабораторних дослідів у початковій школі з використанням лепбуку. У поєднанні з технологією доповненої реальності лепбук дає можливість покращити усвідомлення теоретичного матеріалу, деталізувати та ілюструвати його, що сприятиме підвищенню пізнавальної діяльності та розвитку творчого мислення. Використання таких технологій дозволяє побудувати навчальну діяльність на основі взаємодії дорослих з дітьми, орієнтованої на інтере-

си і можливості кожної дитини; розвиток допитливості, пізнавальної мотивації та навчальної активності; розвиток уяви, творчої ініціативи, у тому числі мовленнєвої; можливість вибору учнями матеріалів, видів роботи, учасників спільної діяльності; створення умов для участі батьків у спільній навчальній діяльності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Кравець, І. В., Мідак, Л. Я. & Кузишин, О. В. (2017). *Технологія Augmented Reality як засіб для покращення ефективності вивчення хімічних дисциплін*. Тези доп. Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи". Тернопіль.

Мартинова, Н., Самохвалов, Д. & Семашко В. (2017). Ефективні рішення організації процесу навчання: поєднання друкованих навчальних матеріалів з мобільними системами доповненої реальності. *Технічні науки та технології*, 3 (9), 107–114. DOI: 10.25140/2411-5363-2017-3(9)-107-114

Мідак, Л. Я., Луцишин, В. М., Пахомов, Ю. Д. & Кравець, І. В. (2018). Використання технологій мобільного навчання на уроках хімії в закладах загальної середньої освіти. *Інформаційні технології в освіті та науці*. Мелітополь: ФОП Однорог Т. В., 10, 184–187.

Мідак, Л. Я., Пахомов, Ю. Д. & Луцишин, В. М. (2017). Технології мобільного навчання на практичних заняттях з хімії в загальноосвітній школі. Тези доп. Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи". Тернопіль, 211–214.

Модло, Є. О., Єчкало, Ю. В., Семеріков, С. О. & Ткачук, В. В. (2017). Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ. *Наукові записки*, 11 (1), 93–100.

Плячок, А. О. & Олійник, В. В. (2017). Використання технології "лепбук в роботі з дошкільниками. Вінниця: КУ "ММК".

Restivo M. T., Chouzal F., Rodrigues J., Menezes P., Patrao B. & Lopes J. B. (2014). *Augmented Reality in Electrical Fundamentals*. *International Journal of Online*



Рис. 5. «Маркер» для відтворення лабораторних дослідів для дослідження поверхневого натягу, розміщений на лепбуку (відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM)



Рис. 6. «Маркер» для відтворення лабораторних дослідів для дослідження капілярного ефекту, розміщений на лепбуку (відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM)



Рис. 7. «Маркер» для відтворення лабораторних дослідів для дослідження методів очистки води, розміщений на лепбуку (відтворюється за технологією AR мобільним додатком LiCo.STEM)

Engineering (iJOE), 6, 68-72. URL : <http://online-journals.org/index.php/i-joe/article/download/4030/3323>

Virtual Reality Desktops for Vive, Rift, and Windows VR Compared. URL : <https://roadtovr.com/virtual-reality-desktop-compared-oculus-rift-htc-vive/>.

URL : <http://www.bbc.com>

URL : <http://cikavosti.com/tsikavifakti-pro-morya-ta-okeani/#hcq=FY9uu6r>

REFERENCES

Kravets, I., Midak, L. & Kuzyshyn (2017). Tekhnolohiia Augmented Reality yak zasib dlia pokrashchennia efektyvnosti vyvchennia khimichnykh dystsyplin. Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference with international participation "Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, perspectives". Ternopil.

Martynova, N., Samokhvalov, D. & Semashko, V. (2017). Efektyvni rishennia orhanizatsii protsesu

navchannia: poiednannia drukovanykh navchalnykh materialiv z mobilnymy sys-temamy dopovnoei realnosti. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 3 (9), 107–114.

Midak, L. (2018). Vykorystannia tekhnolohii mobilnoho navchannia na urokakh khimii v zakladakh zahalnoi serednoi osvity. *Information technology in education and science: Collection of scientific works*, 10, 184–187.

Midak, L., Pakhomov, Ju. & Lutsyshyn, V. (2017). *Tekhnolohii mobilnoho navchannia na praktychnykh zaniattiakh z khimii v zahalnoosvitnii shkoli*. Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference with international participation "Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, perspectives", Ternopil, 9–10, 211–214.

Modlo, Ye., Yechkalo, Yu., Semerikov, S. & Tkachuk, V. (2017). Vykorystannia tekhnolohii dopovnoei realnosti u mobilno oriantovanomu seredovyshchi navchannia VNZ. *Scientific notes*, 11 (I), 93–100.

Pliatsok, A. & Oliinyk, V. (2017). Vykorystannia tekhnolohii "lepbuk" v roboti z doshkilnykamy. Navchalno-metodychnyi posibnyk. Vinnytsia : KU "MMK".

Restivo, M., Chouzal, F., Rodrigues, J., Menezes, P., Patrao, B. & Lopes, J. (2014). Augmented Reality in Electrical Fundamentals. *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, 10 (6), 68–72. URL : <http://online-journals.org/index.php/i-joe/article/download/4030/3323>.

Brennan, D. Virtual Reality Desktops for Vive, Rift, and Windows VR Compared. URL : <https://roadtovr.com/virtual-reality-desktop-compared-oculus-rift-htc-vive/>, last accessed 2019/01/31.

URL : <http://www.bbc.com>

URL : <http://cikavosti.com/tsikavifakti-pro-morya-ta-okeani/#hcq=FY9uu6r>

Стаття надійшла 11.11.2019 р.