

С. М. Килимник¹, А. М. Кух²¹Кам'янець-Подільський коледж харчових технологій НУХТ²Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнкаe-mail: ¹kylymnyk@i.ua, ²kukh@i.ua; ORCID: ²000-0002-7865-4704

ЦИФРОВІ ЗАСОБИ У ВИВЧЕННІ АСТРОНОМІЇ

У статті проаналізовано цифрові ресурси і застосунки, які можна використати при вивченні астрономії у закладах вищої та середньої освіти. Дано характеристику віртуальним фізичним обсерваторіям, електронних планетаріїв, застосунків віртуальної та доповненої реальності. Розглянуто методичну складову застосування цифрових ресурсів з астрономії. Розкрито задачі та перспективи української віртуальної обсерваторії.

Ключові слова: астрономія, цифрові ресурси, віртуальні обсерваторії, електронні планетарії, віртуальна і доповнена реальність.

Віртуальні обсерваторії – новітня парадигма інформаційних технологій в астрономії (астроінформаційні технології) – дають можливість створювати бази даних минулих і сьогочасних спостережень, отриманих за допомогою наземних і космічних телескопів, аналізувати й обробляти ці дані. При цьому можна користуватись як програмним забезпеченням первісної обробки даних, так і прикладними програмними пакетами для одержання основних фізичних параметрів досліджуваних небесних об'єктів у режимі безпосереднього доступу. У 2009 р. на з'їзді Української астрономічної асоціації створення Української віртуальної обсерваторії (УкрВО) як національного сегмента Міжнародного альянсу віртуальних обсерваторій (IVOA) було визнано пріоритетним завданням астрономічної науки в Україні на 2009–2015 рр. 19 жовтня 2011 р. Україна зі своїм національним проектом УкрВО набула членства в цій престижній організації.

Мета статті – здійснити аналіз цифрових ресурсів для вивчення астрономії в закладах загальної та вищої освіти.

Традиційні методи навчання йдуть у минуле. Вони все більше рухаються у бік технологічних інновацій. Технології відіграють ключову роль в сфері освіти. Через те, що інформація стає легкодоступною завдяки пошуковим системам, відбуваються пошуки все нових освітніх інструментів. Такими стали віртуальна (VK) і доповнена (AK) реальності, які дозволяють розширити можливості навчання. Нездоланних відстаней більше немає, а краса світу доступна – варто лише натиснути на кнопку. У будь-якому випадку, інновації, креативність, захоплення, технології та інформація – це поняття, які визначають концепцію технологічних реальностей. Технологічні системи, засновані на комп'ютерних системах, включають оцифрування зображень, інструменти для їх перегляду та зумування. Відтворення процесів віртуальної та доповненої реальності тісно пов'язане з STEM-освітою. Переваги підходу полягають насамперед в наочності, в посиленні мотивації, в процесі фокусування на проблемах, в індивідуалізації та диференціації навчання.

Досить актуальним є впровадження цифрових технологій в сферу навчального процесу вищої та загальноосвітньої школи. Впровадження інтерактивних засобів навчання, застосунків віртуальної та доповненої реальності дозволяє врахувати індивідуальність

кожного здобувача освіти, а також залучити студентів та учнів з особливими освітніми потребами до вивчення астрономії [3].

Аналізуючи роботи вітчизняних авторів [3, 4, 5] про перспективи використання доповненої і віртуальної реальності можна дійти до наступних висновків:

✓ *по-перше*, викладачі ставляться позитивно до тенденцій застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в сфері освіти та вже активно працюють в освітніх онлайн-системах, особливо зараз, коли заклади освіти впроваджують дистанційне навчання. Вчителі позитивно ставляться й до застосування мобільних гаджетів і мобільних додатків в освітньому процесі, відзначаючи зручність і широкі функціональні можливості. При цьому викладачі підкреслюють, що мобільні додатки можуть застосовуватися в освітньому процесі тільки в якості додаткового інструменту навчання.

✓ *по-друге*, огляди та оцінки експертів з приводу спеціалізованого мобільного АК-додатку носять виключно позитивний характер. Викладачі готові використовувати такі мобільні АК-додатки у своїй професійній діяльності за умови їх адаптації до дисциплін. Крім того, респонденти висловилися за позитивну перспективу в цілому застосування мобільних AR-додатків в освітньому процесі, підкресливши особливу актуальність подібних технологій в практично-орієнтованих спеціальностях, таких як біологія, медицина, фізика, хімія [4]. Але вона є дуже коштовною, тому більшість відмовляються від даної цифрової технології. Ці реальності можуть тільки доповнювати навчальний процес та розширювати можливості навчання на уроках, а не замінювати роботу вчителя. Віртуальна та доповнена реальності надають безліч інструментів, що ведуть до кращого розуміння наукового матеріалу. Учні гарно ставляться до передових технологій із завязістю долучаються до чогось нового. Тому використання віртуальної або доповненої реальності надає змогу краще сконцентруватися на уроці та легше запам'ятовувати науковий матеріал. Наразі стає все більше надзвичайно цікавих додатків, які можна використовувати у навчанні та зацікавлювати учнів [5].

Зразковим центром для реалізації інноваційного потенціалу сучасних цифрових технологій має стати українська віртуальна обсерваторія (УкрВО). Головним завданням УкрВО є:

- створення відкритого електронного реєстру українських астрономічних ресурсів у стандартах IVOA (УРАР);
- створення об'єднаного електронного архіву даних фотографічних, ПЗЗ і спектральних спостережень небесних об'єктів (ОЦА, об'єднаний цифровий архів астрономічних даних УкрВО);
- створення інформаційної системи керування і доступу до реєстру ресурсів і ОЦА, що об'єднає засоби адміністрування УРАР і взаємозв'язаних/об'єднаних баз астрономічних даних, пошукові інтерфейси для віддалених користувачів, онлайн-сервіси аналізу й оброблення даних, засоби доступу до інструментів зарубіжних ВО, засоби навчання методів роботи з інструментарієм ВО, забезпечення загальноукраїнської інфраструктури розміщення астрономічних даних обсерваторій в Інтернеті тощо;
- розроблення власних стандартів оцифрування й обміну даними на етапі перехідного до ресурсу ВО періоду й упровадження стандартів IVOA на завершальному етапі для забезпечення процесу гомогенізації розрізаних спостережних архівів як складових створюваного ОЦА УкрВО;
- організація широкого доступу до астроінформаційних ресурсів УкрВО на національному й міжнародному рівнях;
- визначення перспектив і напрямів подальшого розвитку УкрВО;
- розвиток українських астрономічних освітніх ресурсів.

Астрономічні дослідження в Україні проводять у Головній астрономічній обсерваторії НАН України, Кримській астрофізичній обсерваторії, Радіоастрономічному інституті НАН України, астрономічних обсерваторіях національних університетів Києва, Львова, Одеси, Сімферополя, Харкова та Ужгорода, Миколаївській астрономічній обсерваторії, Полтавській гравіметричній обсерваторії, та інших установах. У 2020–2022 рр. дослідження з розвитку УкрВО підтримуються грантом УАА зі створення бази даних астро-негативів ОЦА й програмних пакетів УкрВО. Основну підтримку УкрВО одержує з бюджетних програм наукових досліджень в обсерваторіях України – членах консорціуму УкрВО, а також у рамках угод про співробітництво між установами. На черзі стоїть проведення робіт із внесення об'єднаних фотографічних архівів обсерваторій у складі УкрВО до переліку об'єктів національного надбання України, оскільки за кількісним складом ці архіви посідають третє місце у світі, а за своєю науковою цінністю важливі і для України, і для міжнародної астрономічної спільноти.

Також УкрВО опікується сучасними цифровими ресурсами серед яких електронні планетарії. Електронні планетарії хоча й мають багато різних функцій, наприклад, деякі з них можуть показувати вигляд зоряного неба не лише з поверхні Землі, але й з іншого небесного тіла, та не дозволяють «мандрувати» Всесвітом. Проте, комп'ютерні програми, що моделюють космічний простір і дають змогу швидко переміщатися між різними його куточками, вже створені. Далі йдеться коротко про найвідоміші з них.

Youtube-канал «*Цікава наука*»: корисні лекції з астрономії – це масштабний освітній проєкт, мета якого – підвищення наукової грамотності громадян України. Команда «Цікавої науки» знаходить та перекладає виключно українською найцікавіші освітні та науково-популярні відео з фізики, математики, біології, географії та, звісно, з астрономії. Автором проєкту є Шевчук Віталій Павлович, вчитель фізики та астрономії з Рівного. Як можна використовувати відео з розділу «Космос» чудово підходять для демонстрації під час уроків. Підберіть фрагмент за темою вивчення та включіть його в урок. Матеріал подано максимально доступно та цікаво. Кожна серія висвітлює певний астрономічний аспект, тривалість – не більше 10 хвилин.

Solar System Scope – повноцінна модель Сонячної системи. Є також зручний мобільний додаток, в обох випадках наявна часткова русифікація (над перекладом різними мовами працюють ентузіасти, тому справа йде не дуже швидко). У застосунку для смартфонів є платні функції, проте великої необхідності купувати їх немає. *Solar System Scope* була представлена у 2010 році, а її поява – плід праці розробника Андріана Брайана та команди однодумців. Розробники цікавляться думкою користувачів і навіть проводять голосування щодо нових функцій, які обов'язково треба додати на сайт. Найцікавіші ідеї згодом втілюють у життя. Оновлення та покращення моделі Сонячної системи фактично ніколи не припиняється.

Застосування *Solar System Scope* під час вивчення структури Сонячної системи дозволить сформувати в учнів повноцінне уявлення про найближчі до Землі планети. Якщо в кабінеті є інтерактивна дошка, то онлайн-модель можна запускати безпосередньо під час занять. Викладач може показати студентам панораму Сонячної системи, якими орбітами рухаються планети, як вони виглядають та яку структуру має кожна з них. Програма покаже небесні тіла у розрізі: діти зможуть побачити кожен складову частину (внутрішнє та зовнішнє ядро, мантію, кору) та отримати їх короткі змістовні характеристики.

Якщо можливості скористатися *Solar System Scope* безпосередньо на занятті немає, то опрацювання онлайн-моделі може стати чудовим домашнім завданням.

HUBBLESITE – матеріали, відзняті Хабблом. У реальності працювати з ним можуть лише обрані фахівці. Але побачити відзняті Хабблом матеріали може кожна людина. Усі отримані ним дані легко знайти у вільному доступі, для цього було спеціально створено зручний сайт. *HUBBLESITE* був розроблений спеціалістами STScI (Space Telescope Science Institute). Автори проєкту підійшли до свого завдання з великою відповідальністю: на сайті можна знайти безліч цікавої інформації.

HUBBLESITE – невичерпне джерело світлин та відео, відзнятих Хабблом. Їх не просто можна, а навіть треба використовувати на уроках астрономії в якості наочних матеріалів. До того ж до кожного фото та відеофрагменту додане невеличке пояснення. Просто оберіть знімки та відео, що співвідносяться з темою уроку, та включіть їх перегляд у розповідь. Також є

розділ, у якому можна подивитися, що бачить телескоп саме зараз.

На представлених на HUBBLESITE відео можна побачити симуляцію вибуху наднової, візуалізацію польоту крізь 26 000 галактик, що були сфотографовані Хабблом, роздивитися зблизька туманність Пузіря та багато чого іншого. Та, звісно, школярів обов'язково вразять величні світліни «Стовпів творіння», «Троянди», «Містичної гори» тощо.

Зверніть увагу: сайт англомовний, проте Google Translate чудово справляється з перекладом. Окрім того, складних для сприйняття наукових термінів у текстах немає, інформація подана максимально доступно.

Star Walk i Solar Walk – детальні мапи зоряного неба. З їх допомогою можна отримати найважливіші відомості про об'єкти зоряного неба та нашої Сонячної системи. Ці додатки фактично представляють собою атласи, але не прості, а створені у форматі 3D. Ви отримуєте повноцінну 3D-модель космосу для свого смартфона. Завдяки цьому вивчення астрономії перетвориться на цікаву та пізнавальну гру.

Обидва мобільні додатки створили спеціалісти компанії Vito Technology. До речі, завдяки застосунку *Star Walk* компанія впевнено перемогла на конкурсі Apple Design Awards 2010.

Представлені додатки можуть стати непоганою альтернативою звичним підручникам. Наприклад, застосунок *Solar Walk* надає користувачам можливість: спостерігати за об'єктами Сонячної системи (планетами, їх супутниками, кометами, астероїдами тощо) в реальному часі; отримати ключову інформацію про планети – їх орбіти, відстань від Сонця, внутрішню будову, швидкість тощо; працювати з космічним симулятором – ви можете змінити відображення часу та побачити, як Сонячна система виглядала у далекому минулому; спостерігати за переміщеннями штучних супутників Землі.

Додаток *Star Walk* ще масштабніший. Це не тільки повноцінна мапа зоряного неба, це ще й чудовий інтерактивний гід по сузір'ях. Програма не просто показує карти, вона визначає ваші координати та демонструє саме ті сузір'я, які ви дійсно можете побачити. А за наявності в смартфоні цифрового компасу, учні зможуть самостійно слідкувати за небесними тілами. Щоб побачити розташування небесних тіл (зірок, планет, супутників тощо) у реальному часі, достатньо просто навести камеру телефону на нічне небо! Чудовий приклад наочності, чи не так?

Обравши зірку чи сузір'я, можна отримати короткий змістовний опис об'єкту. Також школярам неодмінно сподобаються вражаючі 3D-моделі сузір'їв і можливість побачити як виглядало зоряне небо десятки років тому. Крім того зоряний атлас містить відомості щодо поточного руху зірок, фаз місяця, часу сходу та заходу Сонця, та інші цікаві з астрономічної точки зору факти.

Stellarium – вільний віртуальний планетарій доступний відповідно до GNU General Public License для платформ GNU/Linux, Mac OS X та Microsoft Windows. Програма використовує технології OpenGL та SDL, щоб створювати реалістичне небо у режимі реального часу. Із *Stellarium*, можливо побачити те,

що можна бачити неозброєним оком, біноклем або маленьким телескопом.

Stellarium створений французьким програмістом Фабіаном Шеро, який запустив проект влітку 2001 року. Серед розробників: Роберт Сперман, Джокейнс Гадждозіка та Джохан Мееріс, який є відповідальним за художні роботи. Небесна сфера – це більш ніж 600 000 зірок з каталогу Гіпарха та каталогу Туcho-2; додаткові каталоги з більш ніж 210 мільйонами зірок; планети всієї сонячної системи та їхні головні місяці; астеризми та художні зображення сузір'їв; зображення туманностей (повний каталог Месьє); реалістичний Чумацький Шлях; панорамні пейзажі, туман, атмосфера та реалістичні заходи, сходи сонця та затемнення; штучні супутники Землі.

Інтерфейс програми стандартний перспективний, ширококутний (риб'яче око) та сферичний способи проєктування. Є можливість збільшення зображення; керування часом, можливість написання своїх скриптів, додавання власних небесних об'єктів, ландшафтів, зображення сузір'їв; керування телескопом; багатомовний інтерфейс; візуалізація екваторіальна та азимутальна сітки; можливість вибору ландшафту або його відключення; зоряне мерехтіння; метеори; моделювання затемнення.

Celestia – комп'ютерна програма (імітатор), яка не обмежує користувача поверхнею Землі, а дає змогу подорожувати по Сонячній системі, а також до будь-якої з понад 100 000 зірок або навіть за межі Галактики. Програму можна розширювати, тобто доповнювати її новими космічними об'єктами й кораблями.

RedShift – комп'ютерна програма за плату, що поєднує в собі електронний планетарій (не лише зоряне небо, але й величезний обсяг інформації про його об'єкти) і космічний імітатор. Програма дає змогу робити віртуальні екскурсії до об'єктів Всесвіту. Такі екскурсії супроводжуються поясненнями й інформацією (виводяться на монітор) про об'єкти, до яких «мандрує» користувач програми. Можна працювати з маніпулятором (наприклад, джойстиком), щоб змінювати напрямок візування й місце розташування, а також керувати польотом у віртуальному тривимірному космічному просторі. *RedShift* автоматично завантажує з Інтернету свіжі бази комет, астероїдів і космічних апаратів, тому її карта зоряного неба містить навіть небесні тіла, відкриті зовсім недавно. Програма також здатна керувати телескопом, підключеним до комп'ютера, – спостерігач задає в *RedShift* об'єкт спостереження, а програма наводить телескоп на потрібну ділянку неба.

Virtual Moon Atlas (віртуальний атлас Місяця) – комп'ютерна програма, що показує вигляд Місяця на будь-яку дату й час, а також керує телескопом-роботом під час спостереження Місяця. Програма має базу даних місячних утворень (понад 8000) і бібліотеку зображень (понад 6000), що дозволяє користувачу легко спостерігати деталі поверхні Місяця в телескоп чи вивчати їх на моніторі власного комп'ютера.

NASA Solar System Simulator – спеціальна комп'ютерна програма, розроблена NASA для моделювання Сонячної системи.

Solar System Visualizer – комп’ютерна програма (коперніканський планетарій), що показує орбітальний рух планет навколо Сонця, а також супутників навколо їхніх планет.

Universe Sandbox 2 – освітній додаток, який знайомить користувачів з нашим Всесвітом та його об’єктами. Цей симулятор в основному створений для того, щоб прогнозувати, що станеться в дійсності, коли користувачі будуть вносити зміни в реальний Всесвіт (наприклад, знищити Сонце з нашої Сонячної системи). Він повністю заснований на гравітації, і тому, якщо вам трапиться додати свою власну планету в нашу Сонячну систему, вона також буде перешкоджати шляху інших планет, тому що притягне інші планети до себе. Приголомшлива графіка змусить користувачів відчувати, що ви перебуваєте десь у космосі. За допомогою цієї гри студенти та учні можуть багато чого довідатися про космос. Методика використання даного додатку в освітній сфері передбачає основні способи: пропедевтика вивчення астрономії; на заняттях з астрономії; для самостійного вивчення певних тем предмету.

На уроках астрономії використання даної гри є доцільним для практичного закріплення вивченого матеріалу та пропедевтики вивчення астрономії. При цьому в студентів і учнів розвивається увага, образне та критичне мислення, творча уява, уважність, самостійність, покращує розвиток просторових, творчих здібностей та пам’яті.

Solar System – додаток, який сприяє формуванню навички роботи з віртуальною реальністю, розвиває пізнавальну активність, підвищує мотиваційний аспект. Містить описи і зображення основних об’єктів сонячної системи.

MySTARGalaxy – застосунок віртуальної реальності з чудовою графікою, що вимагає відповідних технічних вимог. Дана програма є чудовим симулятором для успішного візуального пояснення тем та спостережень астрономічних явищ, однак основний акцент буде зміщений на практичне самостійне використання її вдома. Тут можна здійснити дослідження еволюції зорі та перетворення її на чорну діру; змоделювати ситуацію заміни Сонця на Рігель і простежити, що з цього відбувається; від яких параметрів зорі залежить «зона життя» та інші.

SOLAR AR – додаток, який реалізує доповнену реальність на основі опорних зображень. У даний час технології доповненої реальності відіграють важливу роль у формуванні наукового світогляду і ознайомлення з будовою планет сонячної системи.

Таким чином, сучасні цифрові технології є важливим компонентом формування наукового світогляду учнів і студентів при вивченні астрономії.

Список використаних джерел:

1. Вавилова І., Пакуляк Л. Українська віртуальна астрономічна обсерваторія – національний представник у міжнародному альянсі віртуальних обсерваторій. *Вісник НАН України*. 2012. № 9. С. 64, 67, 72.
2. Українська віртуальна астрономічна обсерваторія – національний представник у міжнародному альянсі віртуальних обсерваторій. URL: https://www.nas.gov.ua/siaz/Ways_of_development_of_Ukrainian_science/article/12111.1.089.pdf (дата звернення: 10.10.2022).
3. Ковальова Н.В., Мальченко С.Л. Використання віртуальної та доповненої реальності на уроках з астрономії. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/5142/3/%D0%9C%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%9A%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%B0.pdf>
4. Article Implications of Virtual Reality in Arts Education: Research Analysis in the Context of Higher Education Mariana-Daniela Gonzalez-Zamar, and Emilio Abad-Segura, University of Almeria, 04120 Almeria, Spain * Received: 26 July 2020; Accepted: 28 August 2020; Published: 29 August 2020.
5. Хараджян Н.А., Ткаченко О.А. Використання принципів STEM-освіти у процесі розвитку інтелектуальних умінь підлітків. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ плюс – 2018»*: матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції (8-9 листопада 2018 р., м. Суми): у 2 томах. Суми: ФОП Цьома С.П., 2018. Т. 1. С. 238-240.
6. Мальченко С.Л., Іванова А.І. Вивчення зоряних сузір’їв з використанням елементів STEM освіти. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]*. Серія: Педагогічні науки. 2019. Вип. 177 (1). С. 231-237.

Serhiy Kulymnyk¹, Arkadiy Kukh²

¹Kamianets-Podilskyi College of Food Technologies NUPT

²Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

DIGITAL TOOLS IN THE STUDY OF ASTRONOMY

The article analyzes digital resources and applications that can be used in the study of astronomy in institutions of higher and secondary education. This is a description of virtual physical observatories, electronic planetariums, virtual and augmented reality applications. The methodological component of the use of digital resources in astronomy is considered. The tasks and prospects of the Ukrainian virtual observatory are disclosed.

Key words: astronomy, digital resources, virtual observatories, electronic planetariums, virtual and augmented reality.

Отримано: 20.11.2022