

УДК 37.09

DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2025.324301>

Віталій Гольський, кандидат фізико-математичних наук, доцент,
завідувач кафедри фізики та інформаційних систем
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
Роман Лешко, кандидат фізико-математичних наук, доцент
кафедри фізики та інформаційних систем
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
Віктор Британ, кандидат фізико-математичних наук, доцент
кафедри фізики та інформаційних систем
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка
Костянтин Гольський, студент
Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка

WORLDWIDE TELESCOPE ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ КОСМОСОМ У ШКОЛІ

У статті розглядається використання WorldWide Telescope (WWT) як інструмента для створення віртуальних екскурсій у навчанні астрономії. Проаналізовано переваги інтерактивного підходу, що уможливило візуалізувати складні космічні явища й об'єкти, підвищуючи мотивацію учнів до навчання. Окреслено основні методичні аспекти інтеграції WWT у шкільну програму та визначено перспективи використання платформи у STEM-освіті. Висвітлено технічні й організаційні виклики, пов'язані із впровадженням WWT у навчальний процес, а також шляхи їх подолання.

Ключові слова: WorldWide Telescope; астрономія; віртуальні екскурсії; STEM-освіта; інтерактивне навчання; цифрові технології.

Рис. 2. Літ. 12.

Vitalij Holskyi, Ph.D. (Physical and Mathematical), Associate Professor,
Head of the Physics and Information Systems Department,
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
Roman Leshko, Ph.D. (Physical and Mathematical), Associate Professor
of the Physics and Information Systems Department,
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
Viktor Brytan, Ph.D. (Physical and Mathematical), Associate Professor
of the Physics and Information Systems Department,
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
Konstantyn Holskyi, Student of
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University

WORLDWIDE TELESCOPE AS A TOOL FOR CREATING VIRTUAL SPACE TOURS AT SCHOOL

Research results show that the use of the World Wide Telescope (WWT) significantly improves the assimilation of astronomical knowledge through the use of interactive 3D visualizations. Virtual excursions not only help students better remember the material but also contribute to their independent exploration of space objects, which develops analytical thinking and scientific curiosity. An analysis of scientific publications confirmed the effectiveness of WWT as an educational resource that can be used at different levels of education – from school lessons to university research. In addition, this platform allows teachers to diversify teaching methods, making lessons more dynamic and exciting.

However, for the successful implementation of WWT in the educational process, it is necessary to overcome certain difficulties, in particular, to modernize the technical base of schools and increase the level of training of teachers in working with digital tools. It is important to develop detailed methodological recommendations, organize trainings for teachers and adapt WWT to school programs. A promising direction for development is the integration of WWT with virtual reality (VR) technologies, online courses and international educational initiatives, which will contribute to the accessibility and effectiveness of astronomy education. It is also advisable to expand the use of this platform in STEM projects, which will allow students to apply knowledge in practice and work with real scientific data.

Thus, the implementation of WWT opens up new horizons for teaching astronomy, making it more interesting, interactive and accessible even in schools that do not have telescopes. This not only contributes to the popularization of science but also helps to educate future space explorers, forming in them an interest in natural sciences and modern technologies.

Keywords: World Wide Telescope; astronomy; virtual tours; STEM education; interactive learning; digital technologies.

Постановка проблеми. Астрономія є однією з найзахопливіших наук, яка відкриває перед учнями величезний і складний світ космосу. Однак традиційні методи навчання часто обмежуються теоретичними матеріалами й підручниками, що знижує цікавість учнів до предмету. Візуалізація складних понять, таких як будова галактик або еволюція зірок, є важливим викликом для вчителів. У звичайному класі учням важко уявити масштаби Всесвіту, оскільки реальні об'єкти недоступні для спостереження без спеціального обладнання. Крім того, не всі школи мають телескопи чи доступ до обсерваторій, а це обмежує практичну складову навчання. Тому виникає потреба у використанні інтерактивних і доступних інструментів, які допомагають зробити астрономію більш зрозумілою та цікавою.

Сучасні цифрові технології пропонують широкі можливості для інтеграції інноваційних підходів у навчання. Інтерактивні платформи (WorldWide Telescope (WWT), Stellarium, Celestia, NASA's Eyes та інші) дають змогу віртуально подорожувати космосом, досліджуючи планети, зірки та галактики. Однак у багатьох школах ці можливості залишаються недооціненими через недостатню обізнаність вчителів або технічні бар'єри. Без належної підготовки педагогів та інтеграції таких програм у навчальну програму технології залишаються лише потенційно корисним, але недоступним інструментом. Відсутність практичного застосування цифрових ресурсів ускладнює зацікавлення учнів природничими науками, зокрема астрономією. Впровадження WWT у шкільне навчання може змінити цю ситуацію, але потребує чіткого розуміння і методичного підходу.

WorldWide Telescope – це безкоштовний інструмент, що дає змогу учням та вчителям досліджувати космос у реальному часі. За допомогою цієї платформи можна створювати віртуальні екскурсії, переглядати дані з реальних телескопів та наочно демонструвати рух планет, розташування сузір'їв і структуру Всесвіту. В умовах розвитку STEM-освіти використання таких платформ, як WWT, є необхідністю. Це не лише підвищує зацікавленість учнів у предметі, але й розвиває їхні навички критичного мислення, роботи з цифровими технологіями, аналізу даних. Уроки з використанням WWT можуть перетворитися на інтерактивні дослідження, де учні не просто слухають теорію, а стають активними учасниками освітнього процесу. Для цього потрібно подолати наявні бар'єри – навчити вчителів, модернізувати технічну базу шкіл і створити методичні рекомендації. Інтеграція WorldWide Telescope у навчання астрономії дозволить школам перейти на новий рівень викладання цієї науки. Такий підхід допоможе виховати нове покоління

учнів, які краще розуміють природу Всесвіту і зацікавлені у подальшому вивченні науки.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Проблема використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) на уроках астрономії в школі є не новою, проте досі актуальною та значимою [1]. Зростання глобальної мережі Інтернет сприяло легкому доступу до ресурсів для навчання астрономії та проведення астрономічних заходів. Можна знайти базові навчальні матеріали, такі як підручники та лабораторні роботи, а також елементи вищого рівня, такі як інвентаризація концепцій та інтерактивні навчальні інструменти. Так І. Крячко [2] детально описав застосування астрономічних сайтів при вивченні астрономії та охарактеризував кілька інтернет-ресурсів для цього. Автори роботи [3] привернули увагу до можливості ІКТ при дистанційному вивченні астрономії. Висловлено думку про постійний пошук різноманітних інформаційних засобів, для розширення можливостей пізнання астрономічних явищ. Детальний огляд безкоштовних або відкритих ресурсів з означеної проблеми наведено в роботі [4], де відзначено, що астрономи, які займаються навчальною діяльністю, можуть мати доступ до великих колекцій зображень та додатків для планетаріїв. Ці ресурси мають величезну цінність як для початківців, так і для досвідчених вчителів, а також для всіх, хто передає захоплення астрономією широкій аудиторії.

Низка публікацій акцентують увагу на важливості інтеграції інструмента WorldWide Telescope (WWT) у навчальні програми астрономії [5–7]. Зокрема, В. Грищенко зазначає, що WWT дає змогу створювати віртуальні телескопи та надає доступ до даних найбільших обсерваторій і телескопів, таких як Hubble [5]. Так учні отримують можливість вивчати зірки, галактики й планети у форматі інтерактивних екскурсій. Окремо виділяються можливості програми для створення тривимірних моделей об'єктів і роботи з реальними космічними знімками.

Стаття [6] описує інтерактивний освітній проєкт Life in the Universe (LITU), розроблений командою WWT Ambassadors. Програма орієнтована на учнів середньої школи та спрямована на розвиток їхньої допитливості через дослідження можливості існування позаземного життя. Учням пропонується навчатися шляхом формулювання власних дослідницьких запитань і подальшого пошуку відповідей на них. Програма охоплює десять 45-хвилинних занять, що включають основи астрономії, екзопланетології та можливості існування життя за межами Землі. Важливим її компонентом є використання WorldWide Telescope, завдяки чому учні можуть візуалізувати екзопланети та порівнювати умови на різних небесних тілах. Наприкінці курсу учні створюють проєкти, в яких обґрунтовують свій погляд

на поставлені запитання. Опитування учасників показало значне зростання їхньої зацікавленості наукою та впевненості у власних здібностях до наукового дослідження. Автори підкреслюють, що навчання, побудоване на власних питаннях студентів, є ефективною стратегією мотивації та розвитку критичного мислення.

Дослідженню ефективності використання WWT для вивчення фаз Місяця в середніх школах присвячена робота [7]. Автори аналізують, як WWT допомагає учням краще зрозуміти динаміку взаємодії Землі, Сонця і Місяця через інтерактивні 3D-візуалізації. У дослідженні порівнюється навчання з використанням WWT і традиційного 2D-симулятора. Результати показали, що здобувачі освіти, які використовували WWT, отримали значно кращі результати в тестах, що пояснюється більшою інтерактивністю та глибшою візуалізацією просторових відносин. Особливо важливим є те, що WWT дає змогу змінювати точки зору і досліджувати різні кути освітлення Місяця, що значно поліпшує розуміння. Крім того, автори звертають увагу на вплив технологій на освітню мотивацію: більшість студентів виявили підвищений інтерес до астрономії після роботи з WWT. Загальний висновок статті полягає у тому, що 3D-візуалізації сприяють кращому засвоєнню матеріалу і можуть значно удосконалити освітній процес.

Обговоренню потенціалу WWT для використання у вищій освіті та наукових дослідженнях присвячені роботи [8–12]. Автори статті [8] пояснюють, що WWT дає можливість студентам працювати з реальними астрономічними даними, візуалізуючи їх у віртуальному середовищі. Методика навчання базується на запитальному підході, що сприяє розвитку критичного мислення. Дослідження проводилося у Центральньо-Китайському педагогічному університеті, і опитування студентів підтвердило ефективність такого підходу. Важливим аспектом є відкритий код програми, що сприяє її подальшому розвитку й адаптації до потреб науковців [9–10]. Проаналізовано можливість створення доступних цифрових планетаріїв за допомогою програмного забезпечення (WWT) [10–12]. Описано досвід Університету Вашингтона, де вони модернізували планетарій, використовуючи стандартне обладнання та безкоштовне програмне забезпечення WWT [9]. Основний акцент було зроблено на перевагах цифрових проєкцій порівняно з традиційними механічними зоряними сферами, оскільки цифровий формат уможлиблює інтегрувати актуальні наукові дані, візуалізувати орбітальні рухи та досліджувати галактики у 3D-режимі.

Отже, аналіз робіт підтверджує ефективність використання WorldWide Telescope в освітніх цілях. Це сприяє поглибленню розуміння астрономічних явищ через інтерактивні 3D-моделі та розвитку наукової допитливості і дослідницьких навичок. Здобувачі освіти не лише отримують нові знання, а й активно беруть участь в освітньому процесі, що робить його більш ефективним і захопливим. Проте створення та використання віртуальних екскурсій, на нашу думку, до кінця не вивчено.

Мега статті полягає у розкритті методичних можливостей використання на уроках астрономії в школі віртуальних екскурсій, створених засобами WorldWide Telescope.

Виклад основного матеріалу. WorldWide Telescope – це безкоштовний інтерактивний планетарій, розроблений компанією Microsoft, який дозволяє користувачам досліджувати космос у режимі реального часу. Ця програма поєднує дані з провідних телескопів, таких як Hubble, Chandra та Spitzer, щоб надати детальні зображення та науково точні моделі небесних об'єктів. Програма підтримує як настільну, так і вебверсію, що дає можливість використовувати її навіть на комп'ютерах із мінімальними ресурсами. Крім того, WWT має зручний інтерфейс, що дозволяє налаштовувати перегляд у різних спектральних діапазонах, змінювати перспективу й аналізувати реальні дані. Це дає можливість не лише переглядати небесні об'єкти, а й виконувати наукові дослідження. WorldWide Telescope є унікальним інструментом, який поєднує освітній та науковий підхід до вивчення астрономії.

Одна з головних переваг WorldWide Telescope – можливість здійснювати інтерактивні подорожі Сонячною системою. Учні можуть детально розглядати планети, їхні супутники, комети й астероїди у високій роздільній здатності. Програма дозволяє змінювати ракурс спостереження та аналізувати об'єкти з різних точок у просторі, що допомагає краще зрозуміти їхню будову. Наприклад, можна “наблизитися” до Юпітера та його знаменитої Великої червоної плями або дослідити кільця Сатурна з різних сторін. Учні також можуть змінювати час спостереження, щоб побачити рух планет та їхніх супутників у динаміці. Такі можливості допомагають створити ефект присутності в космосі, що робить навчання набагато цікавішим. Крім того, WWT забезпечує доступ до реальних даних про кожну планету, зокрема атмосферні умови, склад поверхні та історію відкриття. Завдяки цьому учні можуть не просто переглядати небесні тіла, а й аналізувати отримані дані, що сприяє розвитку дослідницьких навичок.

WORLDWIDE TELESCOPE ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ КОСМОСОМ У ШКОЛІ

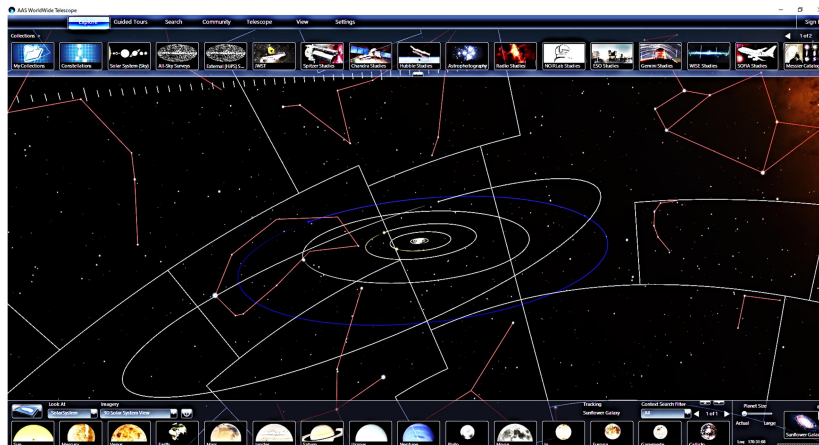


Рис. 1. Модель Сонячної системи у WWT

WWT дає можливість не лише переглядати об'єкти Сонячної системи, а й моделювати їхній рух у просторі (рис. 1). Учні можуть спостерігати,

як змінюються орбіти планет, як Земля та Місяць взаємодіють під час затемнень (рис. 2), а також дослідити закони Кеплера в дії.

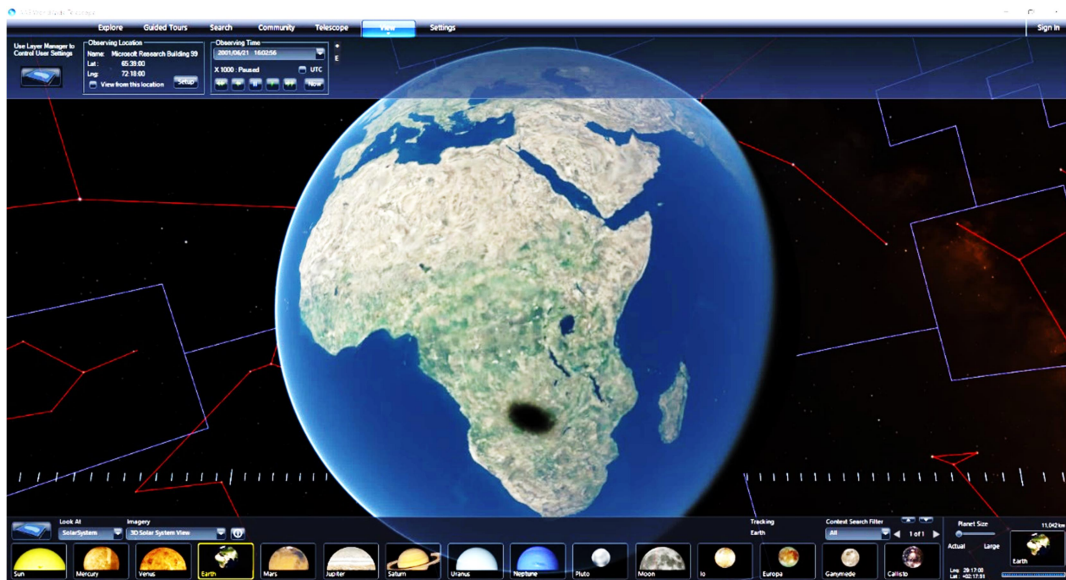


Рис. 2. Повне сонячне затемнення на фоні південної Африки (21 червня 2001 р.)

Наведемо послідовність дій які потрібно виконати, щоби спостерігати затемнення Місяця

1. Запустити програму **WorldWide Telescope**.
2. Клацнути на пункті меню **Вигляд (View)**.
3. На панелі, що появилася в пункті **Час спостереження (Observing Time)**, задати дату затемнення.
4. Використовуйте **панель пошуку (Search Panel)** та виберіть **Земля (Earth)** для спостереження сонячного затемнення, або **Місяць (Moon)** – місячного.
5. Налаштуйте швидкість зміни часу за допомогою кнопки  та спостерігайте затемнення (рекомендована швидкість x100).

6. Зберегти зображення можна у меню **Файл (File)** -> **Експорт поточного перегляду як зображення (Export Current View as Image)**, або за допомогою клавіші **Print Screen (PrtScn)**.

За допомогою інтерактивних функцій можна прискорювати або уповільнювати час, спостерігаючи за переміщенням небесних тіл у різні історичні періоди. Наприклад, учні можуть вивчати повний цикл затемнень Місяця або аналізувати траєкторію комет, таких як комета Галлея. Крім того, програмне середовище дозволяє спостерігати за положенням планет у певний день і час, що може бути корисним для планування астрономічних спостережень. Це особливо важливо для пояснення

таких складних тем, як прецесія земної осі або вплив гравітації на рух тіл у космосі. Завдяки візуалізації подібних процесів учні отримують глибше розуміння астрономічних явищ, ніж просто за допомогою тексту та схем у підручниках.

Інтерактивний планетарій WWT забезпечує доступ до зображень далеких галактик, зіркових скупчень та навіть екзопланет, відкритих за допомогою сучасних телескопів. Учні можуть досліджувати структуру галактик, спостерігати за їхньою взаємодією та вивчати процеси утворення нових зірок. Наприклад, можна розглянути Чумацький Шлях у різних спектральних діапазонах або порівняти його з іншими спіральними галактиками. Особливу увагу можна приділити екзопланетам, тобто тим, що обертаються навколо інших зірок. Завдяки інтеграції WWT із базами даних, такими як NASA Exoplanet Archive, учні можуть аналізувати характеристики цих планет: їхній розмір, відстань до зірки, умови на поверхні. Віртуальні екскурсії уможливають змодельовати гіпотетичну подорож до таких об'єктів і зрозуміти, як астрономи знаходять нові світи за межами Сонячної системи. Такий підхід формує уявлення про масштаби Всесвіту та методи сучасних наукових досліджень.

Однією із найцінніших функцій WWT є інтеграція з базами даних найбільших телескопів світу, таких як Hubble, Chandra та Spitzer. Це відкриває перед учнями можливість не просто переглядати художні зображення, а працювати з реальними астрономічними даними, отриманими від цих телескопів. Наприклад, телескоп Hubble надає зображення туманностей, галактик і зоряних скупчень у високій роздільній здатності. Космічна обсерваторія Chandra працює у рентгенівському діапазоні, що дозволяє досліджувати чорні діри, пульсари та наднові. Телескоп Spitzer, який працював в інфрачервоному спектрі, допоміг знайти багато нових екзопланет та зоряних систем. Завдяки WWT учні можуть порівнювати спостереження у різних діапазонах випромінювання, що допомагає краще зрозуміти природу космічних об'єктів. А також сприяє розвитку навичок аналізу даних і критичного мислення, оскільки учні вчать інтерпретувати отримані результати.

WWT дозволяє користувачам створювати власні віртуальні екскурсії (тури), що є надзвичайно корисним для інтеграції програми в навчальний процес. Учні можуть обирати об'єкти для дослідження, встановлювати послідовність кадрів, додавати текстові коментарі й анімацію. Це особливо корисно для проектної діяльності, оскільки дає змогу створювати науково-популярні презентації або навчальні відео. Вчителі також можуть готувати інтерактивні уроки, адаптуючи екскурсії під конкретні теми шкільної програми. Наприклад, можна створити віртуальну подорож від Сонячної

системи до краю відомого Всесвіту, поступово пояснюючи кожен об'єкт на шляху. Також можливе використання екскурсій під час самостійного навчання або дистанційних занять. Такий підхід дає можливість не лише отримати знання, а й розвинути навички роботи з цифровими технологіями та медіа-контентом.

Ось кілька кроків, які допоможуть створити віртуальну екскурсію (тур) за допомогою WorldWide Telescope:

1. Відкрийте **WorldWide Telescope**. Якщо у вас ще немає програми, її можна завантажити з офіційного сайту WWT (<https://worldwidetelescope.org/>).

2. Натисніть кнопку **Новий тур (New Tour)**, яка розміщена в лівій частині екрана. Відкриється вікно **Властивості тury (Tour Properties)**.

3. Введіть назву свого тury в поле **Назва тury (Tour Name)** та додайте опис в поле **Опис (Description)**.

4. Виберіть точки на небі, які ви хочете включити в свій тур. Для цього ви можете використовувати панель пошуку, щоб знайти конкретні об'єкти на небі, або використовувати кнопки **Досліджувати (Explore)** для перегляду різних областей неба.

5. Додайте кожен об'єкт до тury, натиснувши кнопку **Додати до тury (Add to Tour)** в панелі інформації про об'єкт.

6. Перемістіться у панель **Редактор тury (Tour Editor)**, щоб налаштувати кожен об'єкт вашого тury. Ви можете додати текстову інформацію, зображення та відео до кожної точки.

7. Додайте ефекти та налаштування переходів між точками вашого тury за допомогою панелі **Опції тury (Tour Options)**.

8. Збережіть свій тур, натиснувши кнопку **Зберегти тур (Save Tour)** у панелі **Властивості тury (Tour Properties)**.

9. Поділіться своїм туром з іншими користувачами, натиснувши кнопку **Опублікувати тур (Publish Tour)**. Ви можете опублікувати тур на сайті WorldWide Telescope або вбудувати його у свій власний веб-сайт.

Це лише загальна інструкція для створення віртуальної екскурсії за допомогою WorldWide Telescope.

Наприкінці наводимо список проєктів, які учні можуть реалізувати на уроках астрономії із використання WWT:

1. Віртуальна подорож Сонячною системою. (Завдання: учні створюють інтерактивний тур Сонячною системою, досліджуючи кожен планету, її характеристики та особливості).

2. Дослідження фаз Місяця. (Завдання: візуалізація зміни фаз Місяця у WWT та пояснення їх залежності від положення Землі, Сонця та Місяця).

3. Визначення часу затемнень. (Завдання: використовуючи WWT, учні моделюють сонячні та

WORLDWIDE TELESCOPE ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЕКСКУРСІЙ КОСМОСОМ У ШКОЛІ

місячні затемнення і розраховують, коли вони відбудуться у майбутньому.)

4. Орбіти планет: закони Кеплера у дії. (Завдання: аналіз траєкторій руху планет Сонячної системи у WWT та перевірка законів Кеплера).

5. Політ міжзор'яним простором: аналіз екзопланет. (Завдання: учні досліджують дані про екзопланети, їх радіус, орбіти та можливі умови для життя).

6. Моделювання Чумацького Шляху. (Завдання: учні створюють 3D-модель Чумацького Шляху у WWT, аналізують розташування зір та галактичних структур).

7. Космічні місії: шлях марсоходів (Завдання: учні відстежують місії NASA та ESA, досліджуючи маршрути марсоходів на Марсі через WWT).

8. Спостереження за кометами й астероїдами (Завдання: використовуючи WWT, учні аналізують орбіти комет та передбачають їхнє майбутнє положення).

9. Пошук життя у Всесвіті. (Завдання: використання даних WWT для аналізу екзопланет у зоні населеності та обговорення умов для існування життя).

10. Еволюція Всесвіту: від Великого вибуху до сьогодення (Завдання: створення хронології розширення Всесвіту на основі реальних астрономічних даних).

Кожен із цих проєктів поєднує науку, технології, інженерію та математику, дозволяючи учням візуалізувати і досліджувати реальні астрономічні явища через WorldWide Telescope

Висновки. Результати дослідження показують, що використання WorldWide Telescope (WWT) значно поглиблює розуміння астрономічних явищ завдяки інтерактивним 3D-візуалізаціям. Віртуальні екскурсії допомагають учням не лише запам'ятовувати матеріал, а й самостійно досліджувати космічні об'єкти, що сприяє розвитку аналітичного мислення та наукової допитливості. Аналіз наукових публікацій підтвердив ефективність WWT як освітнього ресурсу, який можна використовувати на різних рівнях навчання – від шкільних уроків до університетських досліджень.

Проте для повноцінної інтеграції WWT в освітній процес необхідно подолати низку викликів, зокрема недостатню технічну базу шкіл та необхідність педагогів із можливостями платформи. Рекомендовано розробити методичні матеріали, проводити тренінги для вчителів і адаптувати WWT до навчальних програм. Перспективним напрямом є поєднання WWT з VR-технологіями, онлайн-курсами та міжнародними освітніми проєктами, що зробить астрономічну освіту ще доступнішою й ефективнішою.

Отже, використання WWT відкриває нові можливості для навчання астрономії, роблячи її захоп-

ливою, інтерактивною та доступною навіть для шкіл, які не мають реального телескопа. Це сприяє популяризації науки та формуванню майбутніх дослідників космосу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковтанюк М. Використання педагогічного програмного забезпечення на уроках астрономії. *Наука. Освіта. Молодь*. 2016. Частина 1. С. 206–208.

2. Крячко І. Інтернет-підтримка вивчення шкільного курсу астрономії. *Фізика в школах України*. 2008. № 15–16. С. 50–52.

3. Мохун С., Федчишин О. Деякі аспекти використання спеціалізованих астрономічних сайтів та програм в умовах дистанційного навчання. "Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи": матеріали VIII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Тернопіль, 11–12 листопада, 2021). Тернопіль, 2021. № 72. С. 106–108.

4. Impey C. Online Resources for Astronomy Education and Outreach. *Proceedings of the International Astronomical Union*. 2019. No. 15 (S367). pp. 105–115.

5. Грищенко В. Особливості використання програми WorldWide Telescope в процесі вивчення шкільного курсу астрономії. *Наукові записки молодих учених*. 2018. № 1. С. 1–11.

6. Houghton H., Udomprasert P., Sunbury S., Wright E., Goodman A., Johnson E., Bishop A. Cultivating Curiosity with Life in the Universe and WorldWide Telescope. *Advancing Astronomy for All: ASP 2018. ASP Conference Series*. 2018. Vol. 524. pp. 273–277.

7. Udomprasert P., Goodman A., Sunbury S., Zhang Z.H., Sadler P., Dussault M., Block S., Lottridge E., Jackson J., Constantin A. Visualizing Moon Phases with WorldWide Telescope. *Ensuring STEM Literacy: A National Conference on STEM Education and Public Outreach*. 2014. Vol. 483. pp. 297–302.

8. Rosenfield P., Connolly A., Fay J., Sayres C., Tofflemire B. Affordable Digital Planetariums with WorldWide Telescope. *ASP Conf. Ser.* 2011. Vol. 443. pp. 109–114.

9. Rosenfield P., Fay J., Gilchrist R., Cui C., Weigel D., Robitaille T., Otor O., Goodman A. AAS WorldWide Telescope: A Seamless, Cross-platform Data Visualization Engine for Astronomy Research, Education, and Democratizing Data. *The Astrophysical Journal Supplement*. 2018. Vol. 236, No. 1. pp. 22–37.

10. Goodman A., Fay J., Muench A., Pepe A., Udomprasert P., Wong C. WorldWide Telescope in Research and Education, eprint, 2012. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1201.1285>

11. Qin Wang, Cuilan Qiao, Xiaoping Zheng. Inquiry-Based Learning of Astronomy with WorldWide Telescope. *International Journal of Learning and Teaching*. 2015. Vol. 1, No. 2. pp. 134–138.

12. Dacorro J., España J., Villanueva J. Optimizing Academic Achievement of Second-Year BSED-Science Students Using WorldWide Telescope (WWT) as an Exploratory Tool in Learning Astronomy. *SSRN Electronic Journal*. 2022. Vol. 11. pp. 4104638–4104656.

REFERENCES

1. Kovtanyuk, M. (2016). Vykorystannia pedahohichnoho programnoho zabezpechennia na urokakh astronomii [Using

pedagogical software in astronomy lessons]. *Science. Education. Youth*. Part 1. pp. 206–208. [in Ukrainian].

2. Kryachko, I. (2008). Internet support for studying the school course of astronomy [Internet-pidtrymka vyvchennia shkilnoho kursu astronomii]. *Physics in schools of Ukraine*. No. 15–16. pp. 50–52. [in Ukrainian].

3. Mohun, S. & Fedchyshyn, O. (2021). Some aspects of using specialized astronomical sites and programs in distance learning [Deiaki aspekty vykorystannia spetsializovanykh astronomichnykh saitiv ta prohram v umovakh dystantsiinoho navchannia]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia: dosvid, tendentsii, perspektvy*: materialy VIII Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi internet-konferentsii (m. Ternopil, 11–12 lystopada, 2021). – “Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, prospects”: materials of the VIII International Scientific and Practical Internet Conference (Ternopil, November 11–12, 2021). Ternopil. No. 72. pp. 106–108. [in Ukrainian].

4. Impey, C. (2019). Online Resources for Astronomy Education and Outreach. *Proceedings of the International Astronomical Union*. No. 15(S367). pp. 105–115. [in English].

5. Grishchenko, V. (2018). Features of using the WorldWide Telescope program in the process of studying the school astronomy course. *Scientific Notes of Young Scientists*. No. 1. pp. 1–11. [in English].

6. Houghton, H., Udomprasert, P., Sunbury, S., Wright, E., Goodman, A., Johnson, E. & Bishop, A. (2018). Cultivating Curiosity with Life in the Universe and WorldWide Telescope. *Advancing Astronomy for All: ASP 2018. ASP Conference Series*. Vol. 524. pp. 273–277. [in English].

7. Udomprasert, P., Goodman, A., Sunbury, S., Zhang, Z.H., Sadler, P., Dussault, M., Block, S., Lotridge, E., Jackson, J. & Constantin, A. (2014). Visualizing Moon Phases with WorldWide Telescope. *Ensuring STEM Literacy: A National Conference on STEM Education and Public Outreach*. Vol. 483. pp. 297–302. [in English].

8. Rosenfield, P., Connolly, A., Fay, J., Sayres, C. & Tofflemire, B. (2011). Affordable Digital Planetariums with WorldWide Telescope. *ASP Conf.Ser.* Vol. 443. pp. 109–114. [in English].

9. Rosenfield, P., Fay, J., Gilchrist, R., Cui, C., Weigel, D., Robitaille, T., Otor, O., Goodman, A. AAS WorldWide Telescope: A Seamless, Cross-platform Data Visualization Engine for Astronomy Research, Education, and Democratizing Data. *The Astrophysical Journal Supplement*. 2018. Vol. 236, No. 1. pp. 22–37. [in English].

10. Goodman, A., Fay, J., Muench, A., Pepe, A., Udomprasert, P. & Wong, C. (2012). WorldWide Telescope in Research and Education, eprint. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1201.1285> [in English].

11. Qin Wang, Cuilan Qiao, Xiaoping Zheng (2015). Inquiry-Based Learning of Astronomy with WorldWide Telescope. *International Journal of Learning and Teaching*. Vol. 1, No. 2. pp. 134–138. [in English].

12. Dacorro, J., España, J. & Villanueva, J. (2022). Optimizing Academic Achievement of Second-Year BSED-Science Students Using WorldWide Telescope (WWT) as an Exploratory Tool in Learning Astronomy. *SSRN Electronic Journal*. Vol. 11. pp. 4104638–4104656. [in English].

Стаття надійшла до редакції 17.02.2025



“Кожна подорож – це відкриття нових горизонтів розуміння себе та світу”.

Майкл Ліндсей
американський актор

“Найкращі речі не ті, які трапляються на протоптаному маршруті, а ті, які виникають з невідомих стежок”.

Пітм Ферріс
американський підприємець

“Світ такий великий. Пішли відкривати його”.

Джордж Малорі
британський мандрівник

“Я бачу мою дорогу, але не знаю куди вона приведе. Незнання того, куди йде дорога, надихає мене йти нею”.

Росалія де Кастро
іспанська письменниця

“Де не був залучений мій розум, уява та інтерес, я не міг вчитися”.

Вінстон Черчилль
британський політик, державний діяч ХХ століття

