

ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ОСВІТИ

УДК 373. 5.091.33

DOI: 10.32626/2307-4507.2021-27.136-140

Р. М. Білик¹, С. В. Оптасюк²*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка**e-mail: ¹bilyk.roman@kpnu.edu.ua; ²optasyuk.sergey@kpnu.edu.ua;**ORCID: ¹0000-0003-3745-5810, ²0000-0003-1784-7155*

ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ STEM-ОСВІТИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ АСТРОНОМІЇ

У статті розкрито основні аспекти реалізації STEM-технологій навчання в закладах освіти, зокрема під час вивчення астрономії. Доведено, що для формування повноцінного світогляду учнів потрібне не просте спостереження фізичних явищ, а розуміння змісту фізичних, хімічних, географічних закономірностей, що призвели до його виникнення. Розглянуто особливості STEM-освіти, які полягають у тому, що вона передбачає інтегроване навчання з «тем», а не з навчальних предметів. Завдяки цьому відбувається поєднання між-дисциплінарного і проєктного підходів, відбувається інтеграція природничо-математичних наук в інженерію, технічне моделювання в технології. Обґрунтовано значення сучасних інформаційних технологій для методики навчання астрономії, зокрема програм для реалізації «віртуального планетарію». Розглянуто найкращі Android додатки, що дають змогу глянути на зоряне небо навіть удень і досконало вивчити його.

Ключові слова: STEM-освіта, STEM-технології, астрономія, фізичні явища, небесні тіла, віртуальні лабораторії.

Сучасна система освіти зазнає сьогодні кардинальних змін. Це проявляється у впровадженні елементів STEM-освіти, особливо це актуально під час проведення уроків з природничих дисциплін, зокрема на уроках астрономії. Реалізація STEM-технологій навчання в закладах освіти вибудовує принципово нову систему природничо-математичної освіти з новими можливостями і результатами. Зважаючи на це, сьогодні перед учнями та вчителями постають актуальні питання: оволодіння учнями інноваційними методами наукового пізнання, а вчителям природничо-математичних дисциплін – методикою їх реалізації у освітній процес.

Для оволодіння принципами STEM-освіти, потрібне не просте спостереження фізичних явищ, а розуміння змісту фізичних, хімічних, географічних закономірностей, що призвели до його виникнення. Завдяки цьому в учнів формується повноцінна картина фізичного світу, їх світогляд. Важливим для формування у дітей світогляду на об'єктивний світ і місце в ньому людини відіграє саме астрономія. Саме тому вона є важливим компонентом STEAM-освіти, яка орієнтована на розвиток мислення, логіки та одночасного пізнання світу. Використання інтерактивних методик під час вивчення астрономії роблять заняття максимально цікавими та ненадокучливими.

Особливістю STEM-освіти є те, що воно передбачає інтегроване навчання з «тем», а не з навчальних предметів. Завдяки цьому відбувається поєднання міждисциплінарного і проєктного підходів, відбу-

вається інтеграція природничо-математичних наук в інженерію, технічного моделювання в технології [5].

Таким чином, учні для вирішення реальних проблем, мають використовувати знання в галузі різноманітних наук. Для розв'язання цих завдань потрібне комплексне застосування знань з усіх вивчених ними раніше предметів, а не лише з якогось окремого [2, 4]. Тому починаючи з 2016 року в Україні було визнано інтегровану концепцію STEM-освіти (науки (Science), технології (Technology), інженерії (Engineering) та математики (Mathematics)). Наука – це сфера, яка вивчає природні явища шляхом наукового дослідження. Технологія – це сфера, в якій застосовуються всі предмети для вирішення проблем, відповідно до потреб людини. Інженерія – це сфера, яка займається творчими інноваціями та створенням різноманітних речей для потреб людини, використовуючи знання математики, технологій для винахідництва. Математика – це важливий компонент наукового дослідження, що забезпечує математичне моделювання реальних фізичних процесів, забезпечення їх статистичних та математичних обрахунків.

Астрономія – це природнича наука, яка займається вивченням небесних об'єктів (таких як Сонце, Місяць, зірки, планети, комети та галактики) та явищ, що відбуваються за межами земної атмосфери. Астрономія – одна з найдавніших наук у світі. Давні астрономи намагалися пояснити фактичні рухи небесних об'єктів з урахуванням своїх спостережень. Тому для сприйняття та розуміння неба було створено безліч

структурних символічних схем. Починаючи з давніх часів астрономи використовували знання про небесні явища та їх вплив на суспільство, наприклад, побудова давньої архітектури, ранні форми календарів та розвиток математичних концепцій [1]. Саме в цей час в ранніх цивілізаціях відбувається зародження астрономічних знань як вирішального фактору у виникненні сільського господарства та навігації. Астрономія глибоко вкоренилася в кожній культурі й досі є основою нашої сучасної системи вимірювання часу, календарів, а також навігації та геодезії.

Астрономія як навчальний предмет специфічний, саме ця риса відрізняє його від інших дисциплін природничо-циклової, що вивчаються в загальноосвітній школі. У змістове наповнення цього предмету включено матеріал світоглядного характеру, який завершується вивченням природничих наук. Вивчення основних астрономічних понять варто здійснювати на міжпредметній основі з фізикою, математикою, географією, історією та іншими предметами.

Для підвищення рівня знань учнів вчені визначають 7 основних принципів STEM-освіти:

- інтеграція природничих наук, технологій, техніки та математики;
- зв'язок усіх наукових, математичних та технічних знань із реальним світом;
- участь у дослідженні;
- матеріально-технічна база;
- стратегічне застосування технологій;
- орієнтація отриманих навичок на запити суспільства XXI століття;
- підвищення обізнаності та участь у житті суспільства [1].

Застосування методики навчання астрономії у школі відбувається поки що лише на рівні емпіричних даних, тобто на знаннях та вміннях окремих вчителів та методистів. В учнів немає загальної картини світосприйняття, це спричинено кількома чинниками:

1) невідповідність змістовної частини (змісту та обсягу) навчального курсу астрономії комплексним дослідженням астрономічних законів і явищ;

2) різна спрямованість компонентів навчально-методичного забезпечення (навчальних програм, підручників, навчальних посібників, матеріально-технічної бази навчального курсу, розробки лабораторних та практичних робіт тощо);

3) протиріччя між різноманітністю та складністю змісту навчального курсу астрономії та дуже обмеженою кількістю годин, які відводяться на його вивчення. Так, за навчальною програмою для загальноосвітніх навчальних закладів за редакцією Я.С. Яцкова на вивчення астрономії (рівень стандарту) відводиться лише 35 год., з них 1 год. – резервний час, що досить обмежує можливість реалізації STEM-технологій в шкільному курсі астрономії;

4) відсутність астрономічного кабінету, який включає все необхідне сучасне обладнання і довідковий матеріал з астрономії. До найнеобхіднішого оснащення належать: телескоп, армілярна сфера, квадрант, рухлива карта зоряного неба, шкільний астрономічний календар;

5) нераціональне використання інформаційних комп'ютерних технологій (ІКТ) та цифрових ресурсів

(мережа Інтернет, навчальні модулі, віртуальні лабораторії, віртуальний планетарій);

б) відсутність спеціальної професійної підготовки у вчителів астрономії, функції яких найчастіше виконують вчителі фізики та/або природознавства. У той час, коли в Україні було скорочено години викладання астрономії в загальноосвітніх школах, і зменшено або зовсім прибрано профілі «Астрономія» в педагогічних закладах вищої освіти, то в багатьох країнах Європи і також у США, де астрономія не входила до освітнього стандарту, зроблено спроби ввести її у освітній процес [5].

В умовах карантину та самоізоляції через пандемію гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, особливо актуальним стало використання технологій дистанційного/мобільного навчання. Система дистанційного навчання реалізовувалась нами за допомогою модульного об'єктно-орієнтованого динамічного навчального середовища (MOODLE), сервісу для проведення відеоконференцій та онлайн-зустрічей – Zoom, віртуальних лабораторій – PhET (<https://phet.colorado.edu/uk/>), віртуального STEM-центру Малої академії наук України та ін.

В умовах впровадження STEM-освіти в навчальний процес сучасної школи все більшого значення набуває консультативна функція вчителя, тобто основний акцент зміщується з вчителя на учня та проблему, яку потрібно розв'язати. Вчитель має допомагати учням у розв'язанні поставленого завдання, сприяти їх пізнавальній діяльності. Вчитель – помічник учня в інформаційному просторі, який через діалог навчає ефективно використовувати інформаційні ресурси для його освіти.

Для методики навчання астрономії важливим є те, що застосування нових інформаційних технологій дає змогу подолати проблему навчальних астрономічних спостережень. Саме вони відіграють важливу роль у астрономії, адже спостереження активізують навчально-пізнавальну діяльність учнів, спонукають до подальшого теоретичного осмислення матеріалу, дають змогу систематизувати факти та відповідні поняття, сприяють формуванню в учнів загальнонаукових уявлень про різноманітність і причинну зумовленість явищ природи, формують цілісну фізичну картину світу, забезпечують неперервність розвитку наукових знань.

Таким чином проектування й конструювання уроків астрономії із застосуванням STEM-технологій передбачає цілеспрямоване поєднання педагогічних ситуацій, створених з врахуванням змісту навчання, технічного оснащення приміщення класу та доступного програмного забезпечення нових інформаційних технологій (НІТ). Все це вимагає від учителя й учнів організації інформаційного середовища навчання. Кожен урок для такого середовища вчитель організовує з врахуванням як загальних, так й індивідуальних особливостей учнів.

Розглянемо функції НІТ, які можна задіяти при вивченні астрономії:

1. Доступність інформаційних ресурсів з астрономії. Під час формування змісту навчального матеріалу перед вчителем сьогодні постає проблема оптимальності у доборі навчального матеріалу, він має бути найкращим і, головне, ефективним у навчальному процесі.

2. Виготовлення електронних навчальних ресурсів чи їх окремих елементів із застосуванням інформації, взятої з мережі Інтернет (додатки віртуальної та доповненої реальності – SkySafari, Stellarium, Star Walk та ін., онлайн-ресурсів для створення інтерактивних презентацій – Canva, Prezi, Google Presentations). Це те, що нині вчителі застосовують для створення електронних ресурсів в навчальному процесі.

3. Виконання віддалених астрономічних спостережень з використанням професійного обладнання, наданого провідними науковими організаціями чи спеціалізованими навчальними центрами, що забезпечують доступ до інтернет-телескопів. Ця функція важлива для навчання астрономії на профільному рівні.

4. Організація й виконання індивідуальних та колективних навчальних проектів (презентації, огляди джерел інформації, робота з базами даних тощо), конкурсів та олімпіад дистанційно, незалежно від місця перебування учнів.

5. Формування й підвищення інформаційної культури учнів, розвиток умінь оцінити ефективність і надійність інформації, отриманої з різних джерел [3].

Як показує практика, спостереження астрономічних явищ не завжди вдається організувати під час навчальних занять, причиною цього є безліч. Для подолання цих проблем вчителі та учні можуть ефективно застосовувати «віртуальні планетарії». Реалізація «віртуальної планетарії», в залежності від поставлених завдань, може бути здійснено на ПК через застосування таких програм:

SkyChart – атлас неба, вільна програма-планетарій для ОС MS Windows, Linux. Програма працює подібно до віртуальної обсерваторії, надаючи користувачеві схему розташування астрономічних об'єктів – зірок, скупчень, планет та астероїдів – на карті зоряного неба. При цьому користувач не обмежений лише своїм реальним місцезнаходженням, а здатний миттєво «перенестися» в будь-яку точку земної кулі, що дає можливість споглядати сузір'я з позиції спостерігачів, що знаходяться у різних куточках планети, наприклад, у різних півкулях.

RedShift – це комп'ютерний планетарій для персонального комп'ютера з Microsoft Windows, Android та iPad/iPhone. Його головним завданням є відображення об'єктів зоряного неба, положень на ньому зір, планет та інших об'єктів. Завдяки чисельному інтегруванню можливий точний розрахунок параметрів руху комет та астероїдів з урахуванням впливу всіх суттєвих гравітаційних об'єктів сонячної системи. Зазначена програма дає змогу моделювати зоряне небо в часовій динаміці, від найдавніших часів до далекого майбутнього.

Stellarium (рис. 1) – це віртуальний планетарій, який показує реалістичну 3D картину неба, аналогічну до тієї, яку можна бачити неозброєним оком, у бінокль чи телескоп. Програма відтворює зоряне небо у досить високій чіткості, демонструє планети сонячної системи, сузір'я, штучні супутники Землі, безліч зірок та інших об'єктів космічного простору. Завдяки Stellarium можна візуалізувати схід та захід Сонця, відобразити туманності та переглянути зірки через сітку екваторіальної системи координат. Програма вклю-

чає інструментарій з налаштування ландшафту та прозорості атмосфери планет.

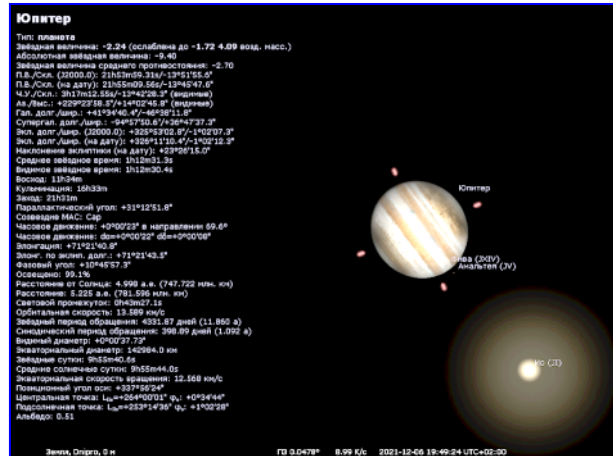


Рис. 1. Скріншот зображення програми Stellarium

Celestia (рис. 2) – це безкоштовна програма імітації Всесвіту у реальному часі. Вона дозволяє візуально вивчати космічний простір, переміщаючись у трьох вимірах, а також прискорюючи та уповільнюючи час.

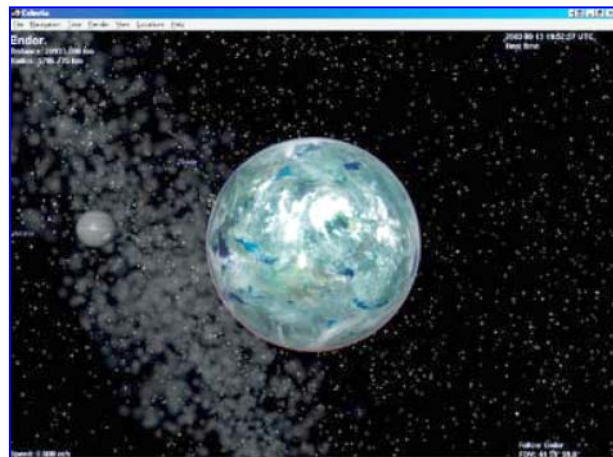


Рис. 2. Скріншот зображення програми Celestia

Google Maps – комплекс безкоштовних програм, побудованих на основі картографічного сервісу та технології, що надаються компанією Google. Сервіс являє собою карту та супутникові знімки планети Земля. Додатково пропонуються знімки Меркурія, Венери, МКС, Місяця, Марса, Церери, Іо, Європи, Ганімеда, Каллісто, Мімаса, Енцелада, Тефії, Діони, Реї, Титана, Япета, Плутона та Харона.

Google Earth – це програма компанії Google, в рамках якої в Інтернеті були викладені супутникові фотографії нашої планети. Головна відмінність цієї програми від картографічної Google Maps та інших схожих програм – це можливість тривимірного перегляду ландшафту поверхні Землі або будівель. Хотіли б зазначити, що фотографії деяких регіонів мають дуже велику роздільну здатність, що дозволяє в найдрібніших деталях розглянути зображення.

WorldWide Telescope (рис. 3) – програма, яка дозволяє зробити з персонального комп'ютера справжній телескоп. Вона має доступ до величезної кількості даних, які були отримані з найбільших обсерваторій та космічних телескопів. Тепер будь-яка людина може отримати всю відому інформацію про нашу

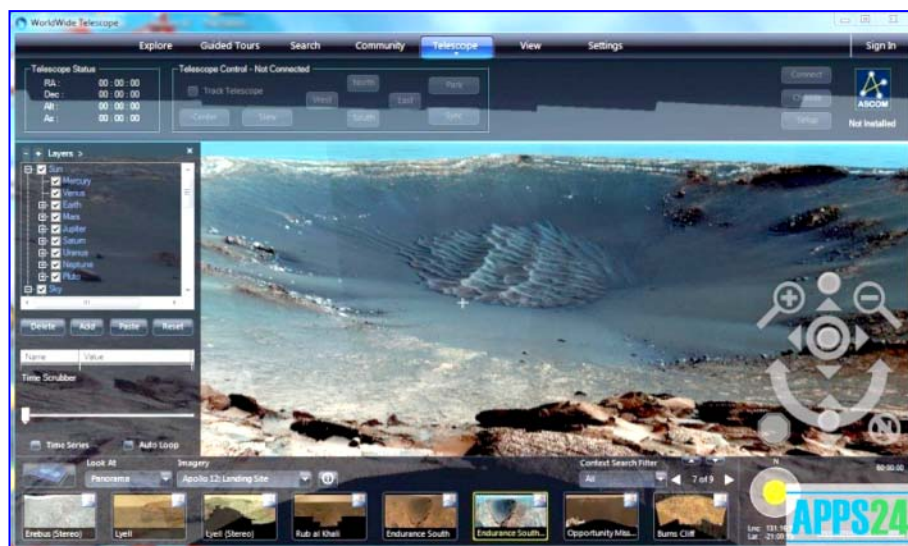


Рис. 3. Скриншот зображення програми WorldWide Telescope

планету, Сонячну систему, різні космічні об'єкти. Встановивши WorldWide Telescope, користувач отримує можливість ознайомитися із зображеннями, що вийшли на різних діапазонах – рентгенівському, інфрачервоному, ультрафіолетовому, видимому. Можна стежити за становищем космічних об'єктів у різні проміжки часу, наближати та віддаляти їх, здійснювати інші дії над ними [2].

Сучасні смартфони містять велику кількість датчиків й можуть стати своєрідною «мобільною цифровою лабораторією». За допомогою особистого смартфона здобувачі освіти можуть вимірювати різні параметри навколишнього середовища й проводити аналіз та статистичну обробку отриманих результатів за допомогою спеціальних додатків. На сайті Віртуального STEM-центру Малої академії наук України (<https://stemua.science/>) розміщено методики використання смартфонів для проведення експериментальних досліджень. Крім того, ресурс містить у розрізі розділів фізики та астрономії розробки лабораторних робіт з використанням цифрових лабораторій, готові моделі для друку фізичних приладів на 3D принтері. Для закладів загальної середньої освіти, які ще не мають сучасного обладнання для проведення досліджень, зроблено відеозаписи досліджень та викладено файли для завантаження результатів дослідження, що фіксуються за допомогою датчиків.

Включення в освітній процес смартфонів забезпечує формування у здобувачів освіти ціннісного ставлення до смартфону, як засобу для дослідження навколишнього середовища. Проте, дослідження, проведені за допомогою смартфонів, хоч й містять кількісні результати вимірювання фізичних величин, можуть аналізуватися лише з метою отримання якісних висновків, оскільки через відсутність метрологічної перевірки датчиків кількісні результати вимірювань різними смартфонами можуть різнитися й містити інструментальну похибку вимірювання, яку важко врахувати.

Нижче ми розглянули найкращі програми, що дозволяють глянути на зоряне небо, навіть удень, і досконало вивчити його. Pozнайомимос'я з цими програмами ближче.

SkySafari – програма для визначення зірок, що використовує технологію доповненої реальності.

Достатньо навести камеру смартфона на небо, і програма відразу побудує карту з сузір'ями, що розташовуються в цій ділянці неба. Однак програму можна використовувати і наосліп не обов'язково виходити на вулицю. Програма завантажить зіркові карти з мережі Інтернет та відобразить їх на екрані смартфона. Єдина умова: має бути підключення до мережі Інтернет. У програмі передбачено пошук космічних об'єктів. І тому використовується база даних, отримана свого часу з допомогою телескопа Хаббл. Інтерфейс досить інтерактивний. Але потрібно затратити певний час

навчання роботи з програмою.

Stellarium – повноцінний віртуальний планетарій. Використовує технології доповненої реальності. Достатньо навести камеру на певну ділянку небесної сфери і програма надасть всю інформацію про небесні тіла. Каталог програми включає інформацію про 600000 зірок. Додаток працює із сузір'ями та планетами, вміє визначати комети. Продукт відображає цілком реалістичний Чумацький Шлях. Передбачено 3D рендеринг планет та їх супутників. Але для цього потрібний досить потужний смартфон. На слабкому пристрої не буде гарної деталізованості.

Star Walk (Атлас зоряного неба та Астрономія) – є картою зоряного неба, що відображається в режимі реального часу. Карта має широкий довідковий матеріал про кожен об'єкт, що відображається. Програма здатна відображати планети, супутники, туманності та зірки. Також можна окремо переглядати денне та нічне небо. І тому у складі програми є відповідний функціонал. Цікава опція під назвою Машина Часу дозволяє переглядати карти зоряного неба будь-якого конкретного дня в минулому. Також є функція доповненої реальності, що дозволяє відображати небесні об'єкти під час наведення камери на небо.

Sky Map – це не повноцінна програма, а дуже непогана надбудова для Google Maps. Це доповнення включає систему, що використовує дані компаса і GPS для відображення розташування небесних тіл у конкретний проміжок часу з врахуванням Вашої геолокації. Є опція, яка дозволяє переглянути можливі переміщення об'єктів, що цікавить користувача з плином часу, у минулому або майбутньому. Коментарі з приводу небесних тіл також є, але вони повністю англійською. Є система, що полегшує користувачу пошук конкретного об'єкта. Достатньо ввести в пошуковому рядку його назву та програма підкаже, куди потрібно навести камеру. Тут також застосовуються технології доповненої дійсності.

Planets Position – ця безкоштовна програма створена спеціально для спостереження за місцем розташування планет у конкретний проміжок часу. Вбудований календар призначений для відображення інформації про місячні та сонячні затемнення. Труднощі роботи

з додатком у тому, що у ньому повністю англійський інтерфейс. Проте він виконаний максимально зрозуміло. Серед цікавих функцій є такі, як вибір конкретного проміжку часу для спостереження. Адже у вбудованій базі даних є інформація про стан небесних тіл, починаючи з 1900 року.

Star Chart (Зоряна карта) – додаток, здатний повноцінно відображати зоряну карту, що включає всі небесні тіла. Програма дозволяє розглянути практично всі видимі зірки (близько 120 000 тіл). Також передбачено роботу із сузір'ями у кількості 88 штук. Для кожної зірки та сузір'я є дуже велика довідка з цікавими фактами. Реалізовано голосовий пошук, у якому використовується виключно англійська мова. Для відображення правильних даних програма використовує компас, GPS, акселерометр та інші датчики смартфона. Підтримуються можливості доповненої дійсності. Це дозволяє отримати найточнішу інформацію [2].

Сьогодні астрономія є ефективним катализатором, який забезпечує інтерес учнів до вивчення небесних явищ. Саме у шкільному віці учні найкраще засвоюють основи науки й техніки, значно швидше ніж на інших етапах життя, і саме в цей час у них формується інноваційне мислення та науковий світогляд. Окрім того, астрономія для дітей є стежинкою у прокладанні кар'єрного шляху не лише в галузі астрономії, а й в інших суміжних науках – від інженерії до біології чи навіть космічних технологій, поповнюючи у майбутньому ряди працівників STEM галузі.

Список використаних джерел:

1. Anantasook R., Anantasook S., Yuenyong C. Developing the Astronomy and Architecture Unit for Providing Students' Perception of the Relationship between Science, Technology, Engineering, and Mathematics. *International Annual Meeting on STEM Education: IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* (2019). P. 1-8.
2. Бузько В., Єчкало Ю. Елементи доповненої реальності при вивченні астрономії як засіб реалізації STEM-освіти. *STEM-освіта проблеми та перспективи*. Збірник матеріалів III Міжнародного науково-практичного семінару, м. Кропивницький, 24-25 жовтня 2018 р. / за заг. ред. О.С. Кузьменко та В.В. Фоменка. Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 13-16.

3. Мохун С.В., Борсук Ю.В. Використання новітніх інформаційних технологій (НІТ) при проведенні астрономічних спостережень. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*. Збірник тез за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю (м. Тернопіль, 9–10 листопада, 2017). Тернопіль: Осадца Ю.В., 2017. № 1. С. 148-152.
4. Шевчук О. Використання віртуальних планетаріїв в ракурсі STEM-освіти в старшій школі. *STEM-освіта проблеми та перспективи*. Збірник матеріалів III Міжнародного науково-практичного семінару, м. Кропивницький, 24-25 жовтня 2018 р. / за заг. ред. О.С. Кузьменко та В.В. Фоменка. Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 93-94.
5. Шибка О.С. Астрономія для малюків: практичний досвід впровадження STEM-курсу для дітей молодшого віку. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія «Педагогічні науки»*. № 13. 2018. С. 175-189.

Roman Bilyk, Serhiy Optasyuk

Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University

INTRODUCING ELEMENTS OF STEM EDUCATION IN THE SCHOOL COURSE OF ASTRONOMY

The article reveals the main aspects of STEM-technology implementation in educational institutions, in particular in the study of astronomy. It is proved that the formation of a full-fledged worldview of students requires not a simple observation of physical phenomena, but understanding the content of physical, chemical, geographical laws, which led to its emergence. The article considers the specifics of STEM-education, which lies in the fact that it implies integrated learning by “themes” rather than by academic subjects. Due to this there is a combination of interdisciplinary and project approaches, integration of natural sciences into engineering, technical modeling into technology. The significance of modern information technologies for astronomy teaching methodology is substantiated, in particular, programs for implementing a “virtual planetarium”. The best Android applications, which allow you to look at the starry sky even in the daytime and carefully study it, are considered.

Key words: STEM-education, STEM-technology, astronomy, physical phenomena, celestial bodies, virtual laboratories.

Отримано: 8.09.2021