

Дмитро Фролов\*  
Ukraine

## Розвиток STEM-освіти природничих дисциплін в умовах дистанційної освіти

### Анотація

В статті наданий практичний огляд використання технології STEM-навчання, яка спрямована на встановлення міжпредметних зв'язків, які сприяють формуванню у здобувачів освіти цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до поставлених питань. Такі уроки чи заняття можуть проводитися шляхом об'єднання тематики кількох навчальних предметів або формуванням інтегрованих курсів чи окремих спецкурсів для здобувачів освіти в умовах дистанційної освіти.

В умовах дистанційної освіти практичного значення набуває використання у професійній діяльності вчителя динамічних веб-сервісів за допомогою яких стає можливим відпрацювання із здобувачами освіти деяких матеріалів навчальної програми із залученням STEM-технологій.

Власний досвід та досвід педагогів Запорізької області впровадження дослідження реальних природних процесів, які можна здійснювати в дистанційному режимі навчання, був проаналізований. Так вчителі познайомилися із деякими цікавими динамічними веб-ресурсами, які повністю або частково є у відкритому доступі та не вимагають додаткових фінансових витрат (на реєстрацію чи підписку) при проведенні уроків на засадах STEM. Таким чином, наявні засоби навчання можна використовувати при класній (очній) роботі, коли вчитель завдяки проектору демонструє всьому класу діяльність на ресурсі, або при індивідуальній чи груповій роботі, залучаючи смартфони в якості засобів навчання.

Досвід практичного використання сайтів було здійснено в КЗ «ЗОІППО» ЗОР при викладанні дисципліни інформаційно-комунікативних технологій, на яких вчителі знайомляться з веб-сторінками та тренуються складати завдання для учнів з метою використання їх у свої повсякденній педагогічній практиці.

Завдяки таким завданням під час вивчення світової економіки та національного господарства у здобувачів освіти формується усвідомлення глобальної взаємозалежності й особистої відповідальності. Така діяльність одразу реалізує декілька наскрізних рівнів навчальної програми: цілісної наукової картини світу, адекватного розуміння особливостей розвитку сучасного світу; розуміння єдності та гармонії між природним середовищем, розвитком матеріального виробництва та рівня зростання соціальних стандартів населення в умовах сталого розвитку.

Звісно залучення в дистанційний формат навчання неспроможне в повній мірі замінити очний формат. Але для підкріплення теоретичного матеріалу може бути гарною альтернативою для розуміння природничих явищ чи процесів при вивченні фізики, астрономії, географії, геології, біології та екології, хімії тощо.

**Ключові слова:** динамічні веб-сторінки, урок, завдання, міжпредметні зв'язки, природничі дисципліни

\* Дмитро Фролов, кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри дидактики та методик навчання природничо-математичних дисциплін, КЗ «Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» Запорізької обласної ради, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4539-9903>, e-mail: [f0968279387@gmail.com](mailto:f0968279387@gmail.com).

## Summary

### Development of STEM Education of Natural Disciplines in the Conditions of Distance Education

The article provides a practical overview of the use of STEM-learning technology, which aims to establish interdisciplinary links that contribute to the formation of students' holistic, systematic worldview, modern personal attitudes to the issues. Such lessons or classes can be conducted by combining the subjects of several subjects or the formation of integrated courses or separate special courses for students during distance education.

In the conditions of distance education, the use of dynamic web-services in the professional activity of a teacher acquires practical significance, with the help of which it becomes possible to work with students some curriculum materials with the involvement of STEM-technologies.

Own experience and experience of teachers of the Zaporizhzhia region in the implementation of the study of real natural processes that can be carried out in distance learning, was analyzed. In this way, teachers found out and used several interesting dynamic web-resources that are fully or partially publicly available and do not require additional financial costs (registration or subscription) when conducting lessons on the basis of STEM. Thus, the available teaching aids can be used in classroom (face-to-face) work, when the teacher uses a projector to demonstrate to the whole class activities on the resource, or in individual or group work, using smartphones as teaching aids.

The experience of practical use of sites was carried out in KZ "ZOIPPO" ZOR in teaching the discipline of information and communication technologies, where teachers read web pages and train to compose tasks for students to use them in their daily teaching practice.

Due to such tasks, in the study of the world economy and the national economy, students develop an awareness of global interdependence and personal responsibility. Such activities immediately implement several cross-cutting levels of the curriculum: a holistic scientific view of the world, an adequate understanding of the peculiarities of the modern world; understanding of the unity and harmony between the natural environment, the development of material production and the level of growth of social standards of the population in conditions of sustainable development.

Of course, involvement in distance learning format is not able to fully replace the face-to-face format. But to reinforce theoretical material, it can be a good alternative for understanding natural phenomena or processes in the study of physics, astronomy, geography, geology, biology and ecology, chemistry, etc.

**Keywords:** dynamic web pages, lesson, tasks, interdisciplinary links, natural sciences

## 1. Вступ

Зараз особливого значення набуває підвищення якості природничої освіти в умовах розвитку концепції сталого розвитку світу та України. Так для кожної країни важливими факторами розвитку економіки є наукоємні та високотехнологічні галузі згідно з твердженнями Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (Концепція, 2021). Фахівці цих галузей роблять вагомий внесок у виробництво внутрішнього валового продукту і саме їх дефіцит відчутний як в Україні так і в усьому світі. Основною причиною такого дефіциту є втрата популярності науково-технічних, інженерних професій і, як наслідок, зниження рівня заінтересованості у вивченні предметів природничої, технологічної, математичної освітніх галузей у здобувачів освіти, про що свідчить, зокрема, негативна динаміка кількості випускників закладів загальної середньої освіти, які проходять зовнішнє незалежне оцінювання з математики, фізики, хімії та біології.

Це твердження знаходить своє відображення у багатьох країнах, де природничо-наукові дисципліни є елементом навчальної програми на всіх етапах загальної освіти – від дитячого садочка до останніх класів середньої освіти.

За поглядами Петрикеевої О.В. та ін. одним із шляхів досягнення та поєднання науки та середовища розумової діяльності людства для забезпечення сталого функціонування людей у планетарному масштабі та реалізація головної ідеї філософського напрямку ноосфери є запровадження технології STEM-освіти (STEM-освіта: проблеми та перспективи, 2021. с. 4). Акронім STEM (від англ. *Science* – природничі науки, *Technology* – технології, *Engineering* – інженерія, проектування, дизайн, *Mathematics* – математика) визначає характерні риси відповідної дидактики нової освітньої парадигми, сутність якої виявляється у поєднанні міждисциплінарних практико-орієнтованих підходів до вивчення природничо-математичних дисциплін (Гончарова, 2018).

На сьогоднішній день одним із складних викликів з для дидактики всього світу залишається виконання змісту навчальних програм на всіх рівнях здобуття освіти, не залежно від її системи в умовах дистанційної форми навчання.

Як стверджує О. Букова та інші «Якщо говорити про вивчення природничих наук в рамках дистанційної форми навчання варто зазначити, що до цього блоку входять такі навчальні предмети, як біологія, екологія, географія, хімія, фізика та астрономія. Всі вище зазначені навчальні предмети входять до програми вивчення у загальноосвітніх закладах класичної форми навчання» (Букатова та ін., 2020, с. 29). Дистанційна форма навчання набуває все більшого значення у житті населення нашої держави. Проте на відміну від закладів вищої освіти, де дистанційна форма навчання активно розвивається вже досить значний період часу, в загальноосвітніх закладах це досить нова форма навчання, а тому майже відсутні наукові праці, які були б присвячені даному питанню.

Актуальність даної роботи зумовлена запровадженням «локдаунів», які виявилися каталізатором глобальних процесів цифрової трансформації в усіх сферах життя. За таких умов роль цифрових технологій стає надзвичайно важливою і у сфері освіти, особливо при опрацюванні здобувачами освіти практичних навичок. В таких умовах, питання збереження якості засвоєння отриманих теоретичних знань та практичних умінь або навичок в дистанційному форматі набувають значної актуальності.

Мета дослідження полягає в пошуку нових шляхів вивчення природничих процесів або явищ із залученням дистанційних платформ або динамічних веб-сторінок. Для виконання поставленої мети здійснений аналіз та узагальнення дидактичних прийомів роботи з вчителями природничих дисциплін на курсах підвищення кваліфікації в КЗ «Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти» ЗОР у 2019–2021 роках.

## 2. Використання РНЕТ-лабораторії в умовах дистанційної освіти

На прикладі США та Великобританії підтвердженню досвід застосування STEM-освіти та її подальший зв'язок з вибором професії у майбутньому. Результати V. O'Brien, підкреслюють важливість ознайомлення здобувачів освіти з інтегрованою STEM-освітою. Отримані дані свідчать про те, що

успішна самореалізація у діяльності STEM на перших етапах навчання має вирішальне значення для зацікавленості вибору STEM предметів у в середній та старшій школі, та має значний вплив на подальший кар'єрний інтерес до STEM-професій (O'Brien, V., Martinez-Pons, M., & Kopala, M., 1999).

Однією з основних форм STEM-навчання є уроки (заняття), спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків, які сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до поставлених питань. Такі практичні заняття можуть проводитися шляхом об'єднання тематики кількох навчальних предметів або формування інтегрованих курсів чи окремих спецкурсів.

Основою ефективності уроків, занять, спецкурсів є чітке визначення мети та їх планування для забезпечення різнобічного розгляду здобувачами освіти певного об'єкта, поняття, явища, що вивчаються на різних предметах. З цією метою під час занять можна пропонувати: «відкриті» завдання, що націлені на пошук рішень з різних областей знань, використовуючи усі можливі шляхи отримання необхідної інформації (Інтернет, книги, власний досвід, експерименти, дослідження тощо); постановку проблеми, що має в основі безліч «правильних» відповідей; перехід від практичних і конкретних завдань до загальних понять, абстрактних ідей і теорій; обговорення рішень глобальних питань економіки, екології, історії, медицини, інженерії, управління тощо; пошук рішень, акцентуючи увагу на аргументи, факти та логіку; постановку задачі, керування проектами самостійно; можливість самотужки створювати досліди, конструювати доступними засобами; роботу в команді для розвитку уміння домовлятися, шукати спільні рішення, співпрацювати (Science syllabus. Primary, 2014).

В умовах дистанційної освіти актуальності набуває використання у професійній діяльності вчителя динамічних веб-сервісів та з їх допомогою відпрацювання із здобувачами освіти деяких матеріалів навчальної програми із засобами STEM-технологій. Слід зауважити, що як вважає Бабіч А. зараз із зростанням загальноосвітнього тренду цифровізації простору, ці практичні дії можна виконувати здобувачам освіти застосувавши технологію BYOD – «Принеси свій власний гаджет»

(Бабич, 2017), тобто завдяки використанню персональних мобільних пристроїв, який дуже широко використовується в рамках реалізації державної політики реформування освіти, а саме Нової української школи. Крім цього, наявність мобільного навчання полягає в тому, що ті, хто навчаються, не прив'язані до певного часу і місця, навчальний матеріал завжди під рукою, вивчається в будь-який час є більш необхідним в умовах дистанційної освіти. Особливої актуальності набуває пошук нових підходів до організації навчального процесу і створення навчальних матеріалів та технологій, які б враховували можливість мобільних пристроїв у процесі навчання.

Дослідження реальних природних процесів можливо здійснювати познайомивши вчителів із декількома цікавими динамічними веб-ресурсами, які повністю або частково є у відкритому доступі та не вимагають додаткових фінансових витрат при реєстрації чи використанні при проведенні уроків на засадах STEM.

Одним із потужних веб-ресурсів є сайт PHET-лабораторії, який можна знайти за покликанням <https://phet.colorado.edu/uk> (PHET interactive simulations: University of Colorado Boulder, дата звернення: 31.03.2022). Особливістю цього контенту, можна назвати наявність частини симуляцій призначених для вільного використання, при цьому не вимагаючи додаткових інсталяцій чи налаштувань програми із зручним, легким та зрозумілим інтерфейсом. Також, великою перевагою використання даного ресурсу є можливість відображення інтерфейсу українською мовою.

PHET-лабораторія містить розділи проведення практичних спостережень за природними явищами які систематизовані за дисциплінами чи темами, а саме: Фізика (рух; звук і хвилі; робота, енергія, сила; теплота; квантові явища; світло; випромінення; електрика, магнетизм, електричне коло); Хімія (загальна хімія; квантова хімія); Математика (Математичні концепції та Математичні додатки); Вивчення Землі; Біологія. Кожна симуляція зроблена таким чином щоб відчувалися всі особливості процесу який досліджується, а безліч параметрів є змога змінювати, що надає здобувачу освіти відчувати як умови та фактори позначаються на кінцевому досліджуваному результаті – імітуючи при цьому справжні лабора-

торні та практичні дослідження що повністю відповідає філософії Нової української школи.

Таким чином, наявні засобів навчання можна використовувати як при класній (очній) роботі, коли вчитель завдяки проектору демонструє всьому класу діяльність на ресурсі, або при дистанційній (індивідуальній чи груповій) роботі залучаючи смартфони в якості засобів навчання.

Досвід практичного використання сайтів було здійснено в КЗ «ЗОІППО» ЗОР при викладанні дисципліни інформаційно-комунікативні технології, на яких вчителі знайомляться тренуються складати завдання для використання їх у свої повсякденній педагогічній практиці.

Наприклад, завдання мають спрощені рекомендації до виконання при опрацюванні теми з електрики та статички завдяки симуляції PHET-лабораторії. Такі як, назва симуляції: кульки і статична електрика (посилання <https://cutt.ly/BjSUrxa>). Далі коротка характеристика симуляції: модель, яка складається зі светра та кульок. Може бути використана для демонстрації різнойменних зарядів, електризації, перерозподілу зарядів, взаємодії різнойменно заряджених тіл тощо. Завдання практичної роботи із здобувачами освіти 8-х класів при вивченні теми “Електричний заряд та електрична взаємодія”. План дії для здобувачів освіти: перейдіть за посиланням і оберіть режим не показувати заряди; виберіть роботу з однією кулькою; піднесіть кульку до светра, проведіть нею декілька разів по поверхні й віднесіть кульку на деяку відстань; опишіть явище, яке ви бачите на моніторі, для розвитку критичного мислення дати відповіді на питання: Чому кулька притягується до светра? Які існують заряди? Як взаємодіють заряди між собою?

Інша наша розробка присвячена властивостям газів: [https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties\\_uk.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gas-properties/latest/gas-properties_uk.html). Цей веб-застосунок симулює тепловий рух молекул ідеального газу всередині ємності. Модель є двомірною, а ємність подано у розрізі. У користувача є змога змінювати кількість молекул у ємності нагнітаючи газ в неї за допомогою насоса, або зменшувати їх кількість, відкриваючи в ній отвір. Існує можливість обирати гази з різними масами молекул, та утворювати їх суміші. В реальному часі можна провести виміри наступних параметрів моделі:

температуру газу, його тиск, та об'єм в умовних одиницях. Також є можливість вимірювати час та кількість ударів молекул за певний проміжок часу. У налаштуваннях додано можливість встановлювати режим зміни стану ідеального газу (стала температура, тиск чи об'єм). Завдяки такій симуляції можна дослідити залежність тиску ідеального газу від концентрації молекул.

Окрім цього, PHET-лабораторію можна використовувати для повноцінної практичної роботи в умовах дистанційного навчання, як наведено у наступному нашому прикладі. Тема: Розчини кислот і основ. Мета роботи: сприяти поглибленню знань здобувачів освіти про електролітичну дисоціацію на прикладі розчинів кислот, основ; формувати навички складання рівнянь дисоціації на прикладі розчинних кислот та основ; уточнити визначення кислот, основ у світлі теорії електролітичної дисоціації. Обладнання ПК, посилання на симуляцію: [https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions\\_uk.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/acid-base-solutions/latest/acid-base-solutions_uk.html). Хід роботи: Опустіть зонд в розчин для вимірювання рН, дані занесіть до таблиці 1.; далі опустіть лакмусовий папір в розчин для визначення кольору, дані занесіть до таблиці; розгляньте рівняння дисоціації сильної та слабкої кислоти та визначити спільні іони, та заповніть таблицю.

**Таблиця 1.**  
**Дослідження показника рН різних рідин**

Назва	Іони в розчині	рН	Середовище
Сильна кислота			
Вода			
Слабка кислота			
Сильна основа			
Слабка основа			

Наступний крок – занурити електроди для вимірювання провідності, й проаналізувати, як концентрація і сила струму визначає рН. Дайте відповідь на питання – чи може слабкий розчин кислоти мати той же рН, як і міцний. Додаткове питання – до якого класу належить речовина, якщо її водний розчин добре проводить струм і не знебарвлює лакмус ні в червоний, ні в синій колір? Сформулюйте висновок, у якому поясніть

наступне, як заряджена частинка визначає зміну кольору індикатора у основ та кислот?

Таким чином, використовуючи симулятори різних природничих процесів надають можливість навіть в дистанційному форматі навчання проводити різні досліди. Звісно, що в повній міри вони не зможуть замінити повноцінні практичні чи лабораторні роботи в спеціальних класах та роботою з різними пристроями наприклад з цифровою лабораторією. Але для розуміння того чи іншого процесу та опрацювання деяких аспектів є повноцінним аналогом шкільним дослідом проведених в класах шкіл.

### 3. Використання різних динамічних веб-сайтів для STEM-освіти

При роботі з вчителями біології нами були апробовані динамічні анатомічні атласи з 3D візуалізацією, одним із яких є ресурс BioDigital. Короткий план використання моделей до теми: «Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем. Сенсорні системи». Маємо можливість здійснити 3D тур по анатомії очей та оглянути зорову сенсорну систему людини використавши посилання <https://human.biodigital.com/view?id=production/maleAdult/eyeAnatomyTour&lang=en>. Окрім візуалізації сервіс надає опис моделі та пов'язані хвороби. Про те, в даному ресурсі нажалі не всі візуалізації наявні в безкоштовному доступі. Деякі спрощену схему опрацювання анатомії людини можливо здійснювати завдяки ресурсу ZygoteBody від Google.

Для уроків географії викликом сьогодення є освоєння здобувачами освіти ІС-технологій. Одним із потужних сервісів що використовує такі технології є Worldview від NASSA. Відповідно до програми з географії для загальноосвітніх навчальних закладів, 9 клас (Навчальна програма, 2017 за редакцією Я. Б. Олійник) при вивченні теми «Україна і світове господарство» (Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів географія 5–9 клас., 2017), готове завдання в Новій українській школі може виглядати наступним чином. Проаналізуйте нічну мапу світу від NASSA (посилання <https://worldview.earthdata.nasa.gov>), чи скориставшись мобільним

сканером QR-коду, зайдіть сайт світових даних землі. Для того щоб налаштувати сайт під свою діяльність необхідно виконати наступні дії: зверху зліва натиснути меню Layers, потім додаємо шар add Layers, який знаходиться в розділі other, натискаємо earth at night та ставимо пташку навпроти earth at night 2012. Далі закриваємо меню (хрестик праворуч у горі), та натискаємо подвійну стрілку праворуч у горі, після чого роздивляємося та аналізуємо нічну мапу світу. Далі надаємо письмові відповіді на питання: В яких країнах більш всього освітлена територія в нічний час? Проаналізуй освітленість Європи та України, як гадаєш чому так?

Завдяки такому завданню під час вивчення світової економіки та національного господарства у здобувачів освіти формується усвідомлення глобальної взаємозалежності й особистої відповідальності. Така діяльність одразу реалізує декілька наскрізних рівнів навчальної програми: цілісної наукової картини світу, адекватного розуміння особливостей розвитку сучасного світу; розуміння єдності та гармонії між природним середовищем, розвитком матеріального виробництва та рівня зростання соціальних стандартів населення в умовах сталого розвитку.

Відстеження глобальних процесів світу можливо завдяки миттєвій та актуальній інформації місцезнаходження морських суден (посилання <https://www.marinetraffic.com/ua> або використання мобільного сканеру QR-коду для швидшого відпрацювання не тільки в умовах дистанційного навчання а й при використанні для здійснення завдання смартфонів). Для того щоб налаштувати сайт під свою діяльність здобувачу освіти потрібно виконати наступні дії: зверху зліва натиснути меню Фільтр (лійка), потім прибираємо шари – відмітку пташкою з усіх типів кораблів крім червоного кольору – Tankers, та проаналізуємо світову мапу руху танкерів. Питання для обговорення: чи збігається скупчення танкерів біля берегів країн експортерів та імпортерів із вашими даними з підручника, відповідь аргументуємо?

#### 4. Використання готових завдань з веб-ресурсів, під час дистанційного навчання

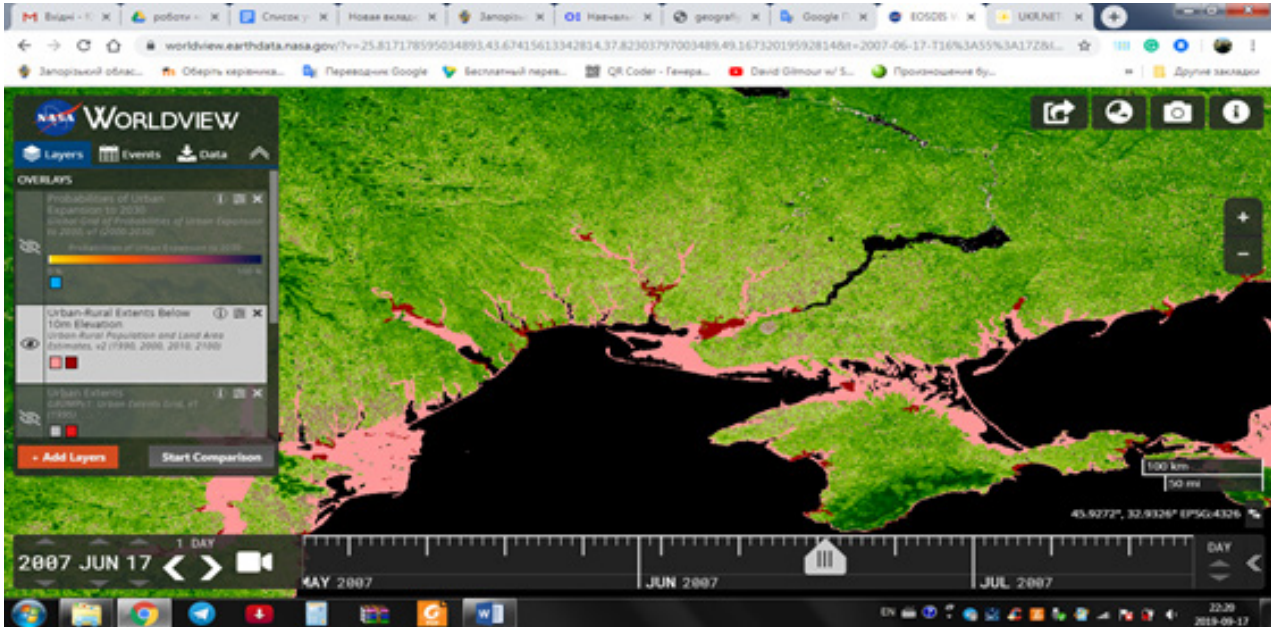
Для впровадження готового завдання дітям не обов'язково повністю вивчати навігацію даного сервісу, є можливість зробити посилання безпосередньо на увімкнений шар. Наприклад, при вивченні географії та фізики явище альbedo досить добре це ілюструє. Зайдіть за посиланням на сайт <https://worldview.earthdata.nasa.gov>, на шарі Альbedo зліва є шкала, що вимірює градієнт забарвленням. Маємо можливість порівняти інтенсивність забарвлення альbedo в різних регіонах. Питання для відповіді: порівняти показники в столиці України та в середині Гренландії, пояснити свою думку чому так відбувається? Також знайди найбільшу пустелю Європи «Олешківські піски», роздивися її за ступенем Альbedo. Відповідаємо на питання: чому пустеля відрізняється за показником відбивання світла від сусідніх ландшафтів? Завдяки такому завданню під час вивчення кліматичних тем на уроках географії та оптики чи розділу хвилі на уроках фізики формується усвідомлення глобальної взаємозалежності й особистої відповідальності.

Крім цього, можлива розробка готових завдань без підключення до інтернету. Тобто вчитель знаходить потрібну мапу та копіює зображення екрану в свою розробку уроку. Також для уроків можна обрати збільшенні зображення з даними своєї країни або місцевості, тим самим підвищуючи актуальність вивченого матеріалу (Рис. 1).

Наприклад, на мапі України зображенні супутникові дані, які відображають території, а саме міста та села, що знаходяться у 20 метровій зоні берегової лінії. Рожевим кольором зображено вся територія 20 метрової зони, що підлягає затопленню, червоним марковані міста в цій зоні. Роздивляємось мапу України та називаємо міста, які знаходяться в зоні ризику затоплення, щоб полегшити роботу здобувачів освіти, при виконанні даного завдання їм можна надавати для порівняння адміністративну карту України. Таким чином, розробка уроків на базі сервісу світові дані Землі буде містити потужну візуалізацію наукових даних, або відображати процеси описанні в підручнику у планетарному масштабі.

Рисунок 1.

Зображення шару світові дані землі на прикладі України. Масштаби міської та сільської місцевості в 20-метровій прибережній зоні (зона затоплення)

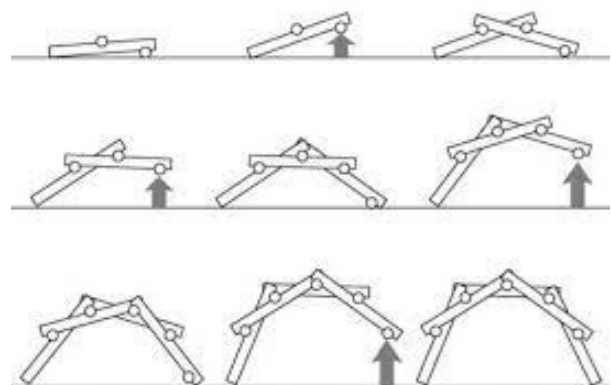


## 5. Виконання міні STEM-проектів в домашніх умовах, при дистанційному навчанні

Основою ефективності застосування STEM-освіти є чітке визначення мети та її планування для забезпечення різнобічного розгляду учнями певного об'єкта, поняття, явища, що вивчаються на різних предметах. З цією метою під час занять можна пропонувати домашні міні проекти: «відкриті» завдання, що націлені на пошук рішень з різних областей знань, використовуючи усі можливі шляхи отримання необхідної інформації (інтернет, книги, власний досвід, експерименти, дослідження тощо); постановку проблеми, що має в основі безліч «правильних» відповідей; перехід від практичних і конкретних завдань до загальних понять, абстрактних ідей і теорій; обговорення рішень глобальних питань економіки, екології, історії, медицини, інженерії, управління тощо; пошук рішень, акцентуючи увагу на аргументи, факти та логіку; постановку задачі, керування проектами самостійно; можливість самотужки створювати досліди, конструювати доступними засобами; роботу в команді для розвитку уміння домовлятися, шукати спільні рішення, співпрацювати.

Одним із таких зразків застосування практичної діяльності STEM-інжинірингу на уроках фізики, при вивченні тем з механіки, є конструювання та побудова проекту «Міст Леонардо да Вінчі» (рис.2). Матеріал який використовується для побудови може бути підручний наприклад: лічильні палички, олівці, очерет, гілля із саду тощо, для легкості побудови слід використовувати резинки для закріплення вузлів з'єднань чи пінцет при спробі виготовлення мосту з дрібного матеріалу.

Рисунок 2. Схеми креслення послідовності побудови проекту «Міст Леонардо Да Вінчі»



Час виготовлення такого проекту не значний, від 5 до 15 хвилин, який залежить від багатьох факторів: матеріалу, масштабу, груповий чи індивідуальний проект тощо. Але його здійснення залучає здобувачів освіти до практичного розуміння основних принципів дії важелів та опри. Цінність таких проектів у використанні підручного «живого» матеріалу, на відміну від робототехніки чи використання цифрових вимірювальних комп'ютерних комплексів тут спостерігається розвиток інженерного мислення та уміння вирішувати практичні задачі

Цікавим є перевірка виконання даного проекту, одним із шляхів презентації виконаної роботи можна використовувати спеціальні сервіси наприклад Padlet або створені тимчасові групи в месенджері для проекту, куди надсилаються завдання з методичними чи опірними матеріали та отримується фідбек від дітей – результати проектів у вигляді фото чи короткого відео матеріалу.

Слід зазначити що наявні цілі ресурси-банки з готовими такими методичними напрацюваннями, розробками, із детальними планами навчальних STEM (STEAM)-проектів. Одним із потужних осередків наявності готових методичних рекомендацій для втілення безпосередньо на уроках астрономії практичної діяльності є Лабораторія реактивного руху Каліфорнійського інституту технологій (*Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology*) з якою можна познайомитись за покликанням: <https://www.jpl.nasa.gov/who-we-are>. Інтегральна розробка з астрономії, географії, фізики «Як далеко Космос?» має чіткі рекомендації та увідні, а для наочності на цьому сайті є фото та відео етапів здійснення роботи.

## 6. Висновки

В умовах дистанційної освіти актуальності набуває використання у професійній діяльності вчителя динамічних веб-сервісів та з їх допомогою відпрацювання із здобувачами освіти деяких матеріалів навчальної програми із засобами STEM-технологій. На прикладі контенту PHET-лабораторії нами продемонстровано впровадження різних симуляцій досліджуваних процесів, що надає здобувачу освіти відчувати як умови та фактори позначаються на кінцевому досліджуваному ре-

зультаті – імітуючи при цьому справжні лабораторні та практичні дослідження. Також зазначимо, що наявність можливості використання смартфону (мобільного навчання) полягає в тому, що ті, хто навчаються, не прив'язані до певного часу і місця, навчальний матеріал завжди під рукою, вивчається в будь-який час є більш необхідним в умовах дистанційної освіти.

В дистанційному форматі навчання, крім завдань в режимі реального часу можливе використання завчасно готових матеріалів з цих ресурсів. Тобто вчитель знаходить потрібний шар чи мапу та копіює зображення екрану в свою розробку уроку, що дозволяє дітям не обов'язково повністю вивчати навігацію цілого сервісу.

Встановлено, що ефективним є застосування міні STEM-проектів, при умові чіткого визначення мети та її планування для забезпечення різнобічного розгляду учнями певного об'єкта, поняття, явища. Слід зазначити що зараз наявні навіть цілі бази з готовими такими методичними напрацюваннями, розробками, із детальними планами навчальних STEM (STEAM)-проектів.

Перспективою подальших досліджень в провадженні STEM-освіти в умовах дистанційного навчання є розробка дидактичного та методичних матеріалів на базі таких платформ як, LabXchange та Brilliant та їх застосування для впровадження в навчальний процес серед вчителів природничих дисциплін.

## Література

- O'Brien V., Martinez-Pons M., Kopala M. Mathematics self-efficacy, ethnic identity, gender, and career interests related to mathematics and science. *The Journal of Educational Research*. 1999. Vol. (4). № 92. P.231–235. DOI:<https://doi.org/10.1080/00220679909597600>.
- PHET interactive simulations: University of Colorado Boulder. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/filter?sort=alpha&view=grid> (accessed: 31.03.2022).
- Science syllabus primary: Ministry of Education. Singapore, 2014. 78. p. URL: <https://www.moe.gov.sg/-/media/files/primary/science-primary-2014.pdf?language=en&hash=02143C5C1BE89EA5F03F3A760E3EB74BC162D2C3> (accessed: 01.02.2022).
- Бабич А. Використання технології BYOD у процесі навчання в основній школі. *Ukrainian Journal of*



- Educational Studies and Information Technology*. 2017. Vol. 5, No 2. С. 1–4.
- Букатова О., Федорова О., Яренчук Л. Технологія дистанційного навчання природничих наук учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Науковий вісник МНУ імені В.О. Сухомлинського. Педагогічні науки. 2020. № 1. С. 29–38. DOI: 10.33310/2518-7813-2020-68-1-29-36.
- Гончарова Н.О. Глосарій термінів STEM-освіти. Інформаційний збірник для директора школи та завідувача дитячого садка. 2018. №10 (79). С. 89–95.
- Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти): Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5.08.2020 р. № 960-р URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (Дата звернення: 01.04.2021).
- Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів: Географія. 6–9 класи. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2020/geografiya-6-9-14.07.2017.pdf> (Дата звернення: 01.04.2021).
- Патрикеева О.О., Лозова О.В., Горбенко С.Л. STEM-освіта: проблеми та перспективи: анотований каталог. Київ: ДНУ ІМЗО, 2021. 33 с.
- chykh nauk uchniv zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv *Naukovyy visnyk MNU imeni V.O. Sukhomlyns'koho. pedahohichni nauky*. № 1 (68), pp. 29–38. DOI: 10.33310/2518-7813-2020-68-1-29-36. [in Ukrainian].
- Honcharova N.O. (2018) Hlosarii terminiv STEM-osvity [Glossary of STEM-education terms]. *Informatsiyni zbirnyk dlia dyrektora shkoly ta zaviduvacha dytiachoho sadka*. №10 (79), pp. 89–95. [in Ukrainian].
- Kabinetu Ministriv Ukrainy. Rozporiadzhennia: Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) [Concepts of development of natural and mathematical education (STEM-education)]. vid 5.08.2020 r. № 960-r Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> (accessed: 01.04.2021).
- Navchalna prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchal'nykh zakladiv: Heohrafiia. 6–9 klasy [Curriculum for secondary schools geography 5–9 grade]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2020/geografiya-6-9-14.07.2017.pdf> (accessed: 01.04.2021).
- O'Brien, V., Martinez-Pons, M., & Kopala, M. (1999) Mathematics self-efficacy, ethnic identity, gender, and career interests related to mathematics and science. *The Journal of Educational Research*, vol. (4). № 92, pp. 231–235. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/00220679909597600> (accessed: 01.02.2022).
- Patrykeieva O.O., Lozova O.V., Horbenko S.L. (2021) STEM-osvita: problemy ta perspektyvy: anotovanyi kataloh [STEM education: problems and prospects: annotated catalog]. Kyiv: DNU IMZO. 33 p. [in Ukrainian].
- PHET interactive simulations: University of Colorado Boulder. URL: <https://phet.colorado.edu/uk/simulations/filter?sort=alpha&view=grid> (accessed: 31.03.2022).
- Science syllabus. Primary. (2014) Ministry of Education, Singapore. Retrieved from: <https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/science-primary-2014.pdf> (accessed: 05.02.2022).

## References

- Babych A. (2017) Vykorystannya tekhnolohiyi BYOD u protsesi navchannya v osnovniy shkoli (Using BYOD technology in the process of learning in primary school). *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*. vol. 5, no 2, pp. 1–4. [in Ukrainian].
- Bukatova O., Fedorova O., Yarenchuk L. (2020) Tekhnolohiia dystantsiinoho navchannya pryrodnychych nauk uchniv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Technology of distance learning of natural sciences for students of secondary schools]. *Naukovyi visnyk MNU imeni V.O. Sukhomlyns'koho. Pedahohichni nauky*. № 1, pp. 29–38. DOI: 10.33310/2518-7813-2020-68-1-29-36. [in Ukrainian].
- Bukatova O., Fedorova O., Yarenchuk L. (2020) Tekhnolohiya dystantsiinoho navchannya pryrodny-