

УДК 37.091.2:004]:001.895

Морзе Наталія Вікторівна

доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України, професор кафедри комп'ютерних наук і математики факультету інформаційних технологій та управління Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
n.morze@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0003-3477-9254

Вембер Вікторія Павлівна

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук і математики факультету інформаційних технологій та управління Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
v.vember@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0002-4483-8505

Бойко Марія Анатоліївна

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри комп'ютерних наук і математики факультету інформаційних технологій та управління Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
m.boiko@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0003-0293-5670

Варченко-Троценко Лілія Олександрівна

кандидат педагогічних наук, науковий співробітник науково-дослідної лабораторії інформатизації освіти Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна
l.varchenko@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0003-0723-4195

ОРГАНІЗАЦІЯ STEAM-ЗАНЯТЬ В ІННОВАЦІЙНОМУ КЛАСІ

Анотація. У статті окреслено проблему підготовки майбутніх вчителів до впровадження STEAM-освіти за допомогою інноваційних моделей навчання та нових підходів до організації освітнього процесу. Автори здійснили аналіз особливостей використання інноваційного класу для організації STEAM-навчання майбутніх учителів початкової школи на основі застосування інноваційних педагогічних технологій та інноваційних форм організації навчальної діяльності студентів, що базуються на ротаційній моделі. Зокрема, визначено об'єкти екосистеми STEAM-навчання, місце та роль навчальних середовищ на прикладі інноваційного класу (ICR) в них. В статті представлено результат дослідження визначених студентами Київського університету імені Бориса Грінченка освітніх трендів, інноваційних педагогічних технологій та методів для використання в інноваційному класі, який буде задовольняти потреби учасників освітнього процесу. Описано характеристики інноваційного класу, його структура та організація залежно від моделі ротації та кількості ротаційних станцій, їх переваги та недоліки. Подано опис інноваційного класу в Університеті Грінченка, який спроектовано як інноваційний освітній центр для підготовки майбутніх учителів початкової школи, навчання вчителів інноваційним технологіям, зокрема з метою реалізації завдань STEAM-освіти. Наведено сценарій тренінгу проведення STEAM-заняття з використанням вказаних інноваційних технологій та моделей. Учасники тренінгу виконували навчальний проект, застосовуючи дослідницько-пізнавальний метод, кожен етап якого здійснювався на окремій ротаційній станції інноваційного класу. Дослідження, результати якого викладені в статті, проведено в рамках проекту «Модернізація педагогічної вищої освіти з використання інноваційних інструментів викладання» (MoPED) програми ЄС Еразмус + КА2 – Розвиток потенціалу вищої освіти, № 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-SBNE-JP.

Ключові слова: екосистема STEAM-навчання; STEAM-освіта; STEAM-заняття; інноваційний клас (ICR); станції ротації; дослідницько-пізнавальний метод навчання.

Актуальність. На Світовому економічному форумі у Давосі в 2019 році [12] одна з центральних тем була присвячена кардинальній зміні ринку праці та викликам, які

стоять перед освітою. Були окреслені домінуючі меседжі в урізноманітненні контактності країн – це «технології», «цифрова економіка», «кліматична криза», «охорона довкілля». Близько 60% професій, існуючих сьогодні, можуть бути замінені роботами, це серйозний виклик для суспільства. На ринку праці спостерігається дефіцит фахівців з технічних напрямків, попит на них зростає швидше, ніж на інші спеціальності, саме тому у відповідь на виклики часу, STEAM-навчання стає актуальним, адже його перевагою для учнів є їх підготовка до реального життя. Для мотивування учнів (студентів) до проведення досліджень, вивчення інженерії, математики, основ наук, технологій та мистецтва та формування у них підприємницьких компетентностей впроваджується інтегрований підхід до змісту навчання. Це дає впевненість батькам у майбутньому їхніх дітей, адже впровадження STEAM-освіти надасть можливість дітям мати глибоке розуміння як жити у сучасному динамічному світі та ставати успішними. Під час STEAM-навчання в центрі уваги знаходиться не вчитель (викладач), а проблема, яку потрібно вирішити. Учні (студенти) вчать досліджувати, ставити гіпотези та доводити їх шляхом проведення реальних чи віртуальних експериментів. До теоретичних знань вони звертаються за потреби обґрунтовувати вирішення практичних проблем та завдань. Запровадження такого навчання потребує цілісної екосистеми, використання інноваційних технологій і відповідної підготовки майбутніх учителів.

Стає актуальним питання зміни традиційних форм навчання, оновлення методик та системи освіти в цілому. Дискусія навколо питань, пов'язаних з новими парадигмами освіти, які почали формуватися в 21 столітті, не припиняється. Концепція Нової української школи передбачає формування таких основних компетентностей школярів, як вміння логічно і математично мислити, наукове розуміння природи і сучасних технологій, впевнене використання інформаційно-комунікаційних технологій, обізнаність і самовираження у сфері культури. Формування цих компетентностей стає можливим з впровадженням саме STEAM-навчання.

STEAM-навчання дозволяє виховати в дітях гнучкість та критичне, практично орієнтоване, інноваційне мислення. На перший план виходить здатність вчитись та сприймати зміни, а не самі знання, які нині стають застарілими дуже швидко.

Метою статті є аналіз особливостей використання інноваційного класу для організації STEAM-навчання майбутніх вчителів на основі застосування інноваційних педагогічних технологій та інноваційних форм організації навчальної діяльності студентів, що базуються на ротаційній моделі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Науковці Р. Аднер і Р. Капур представляють екосистему як «ряд додаткових елементів - технологій (соціально прийнятих), послуг стандартів, нормативних вимог» [1]. Екосистема STEAM-навчання – це шляхи підвищення рівня грамотності STEAM, забезпечення робочої сили та глобальної конкурентоспроможності для всіх [3]. Екосистема STEAM-навчання об'єднує зацікавлені сторони з різних громадських організацій - включаючи формальну та неформальну освіту, вищу освіту, бізнес, уряд, філантропію та неприбутковий сектор – для розвитку, інновацій, створення нових робочих місць для досягнення спільних цілей та дій. Якщо досліджувати поняття «екосистеми» на прикладі «екосистеми STEAM-навчання», то є необхідність виділити об'єкти, які в ній задіяні [5] (рис.1).

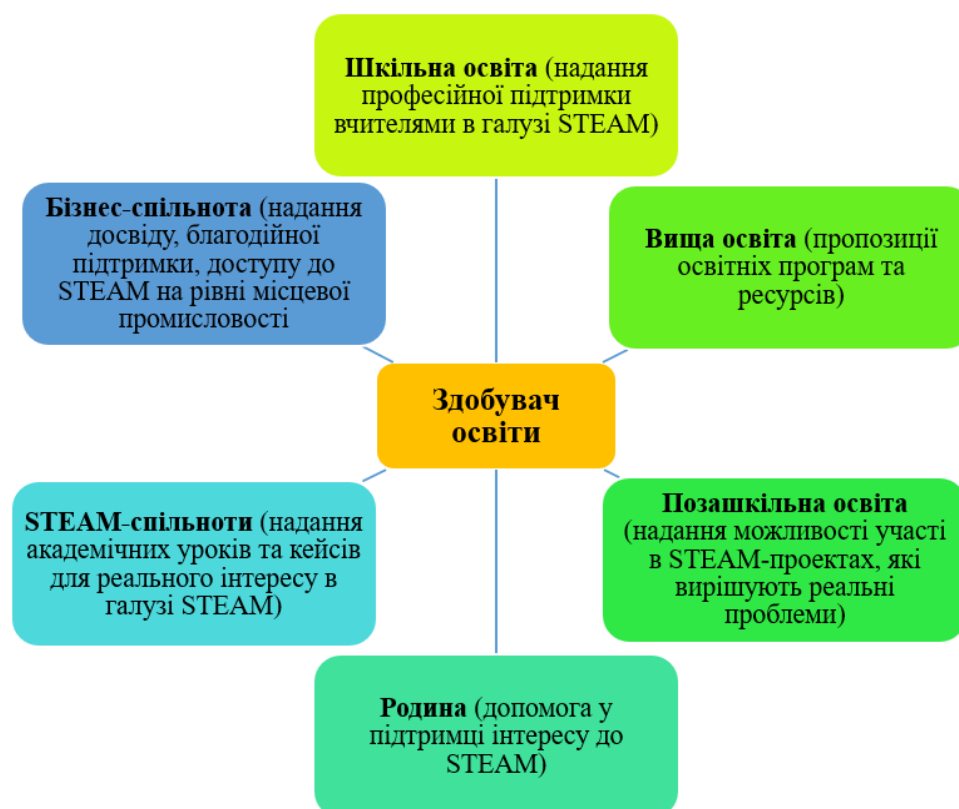


Рис.1. Екосистема STEAM-навчання

Вивченням шляхів використання інформаційно-комунікаційних технологій в освітньому процесі займалися С. Abbott, S. Livingstone, Н. Балик, О. Барна, В. Биков, М. Жалдак, О. Кузьмінська, О. Глазунова, С. Семеріков, О. Спирін, В. Олексюк та інші. Різні аспекти впровадження інноваційних методик навчання, в тому числі і STEAM-навчання в закладах освіти, привернули увагу іноземних та українських науковців (серед них Е. Smyrnova-Trybulska, Н. Gonzalez, М. Sanders, R. Bybee, J. Williams, С. Бабійчук, О. Барна, О. Бутурліна, Д. Васильєва, О. Воронкін, С. Іванов, М. Умрик, О. Струтинська, С. Кириленко, Л. Клименко, О. Кузьменко, В. Мачуський, І. Пархоменко, Н. Поліхун, І. Савченко, В. Сіпій, І. Сліпухіна, О. Стрижак, І. Чернецький та ін.). Дослідження змішаного навчання проводили вчені Ch. Graham, J. Stein, D. Clark, Е. Smyrnova-Trybulska, Н. Болубаш, Н. Рашевська, А. Пікчано, К. Торн, К. Дзюбан, В. Кухаренко та інші. Використання віртуальних лабораторій в освітньому процесі досліджували А. Bhardwaj, D. Carnevale, А. Jochheim, А. Dalal, LAI. Min-Ken, С. Rohrig, Ю. Жук, Н. Дементієвська, О. Ляшенко, В. Олексюк, А. Юрченко та інші. Застосуванням технології доповненої реальності в освіті займалися такі науковці як Т. Caudell, J.-M. Cieutat, Е. Guinters, J. Martin-Gutierrez, Р. Milgram, D. Mizell, F. Kishino, D. Perez-Lopez, М. Restivo, Ю. Єчкало, Є. Модло, С. Семеріков, А. Стрюк, В. Ткачук, Т. Різов, Є. Різова та інші. Впровадження інноваційних методик навчання вчителів початкової школи досліджували О. Барна, І. Максак, Л. Порядченко, М. Пристінська, С. Стрілець, Г. Шейко та інші.

Проте недостатньо дослідженим залишається питання організації екосистеми STEAM-навчання та опису форм організації освітнього процесу з використанням інноваційного класу, оновлення традиційних методик та технологій для її ефективного використання.

Виклад основного матеріалу. Метою створення нової екосистеми STEAM-навчання є забезпечення потреб здобувача освіти для формування професійних та загальних компетентностей, які б допомогли йому стати конкурентоспроможним

громадянином інформаційного суспільства, а саме: вирішення проблем - критичне мислення, комплексне розв'язування практичних задач, математичні, дослідницькі та інноваційні компетентності; управління людським капіталом, співпраця та ефективна комунікація; робота з організаційними системи – моніторинг, системний аналіз, оцінка систем прийняття рішень; управління ресурсами – стратегії навчання, управління часом тощо [13].

Одним з способів досягнення цієї мети є створення освітніх середовищ, які б були взаємозалежними на всіх рівнях екосистеми, тобто виконували роль інформаційного вузла, комунікатора із суспільством. Створений в Київському університеті імені Бориса Грінченка, в рамках міжнародного проекту MoPED, інноваційний клас (ICR – innovative classroom), спроектований як інноваційний освітній центр для підготовки майбутніх учителів початкової школи, навчання вчителів інноваційним технологіям, зокрема з метою реалізації завдань STEAM-освіти. Він має забезпечити взаємодію всіх зацікавлених осіб у вирішенні завдань освіти в рамках концепції НУШ на місцевому, регіональному та національному рівнях (табл.1). І його можна вважати базою для екосистеми STEAM-навчання в Університеті.

Табл. 1.

Використання ICR в рамках екосистеми

| Рівень | Напрямок використання |
|------------------|--|
| Університетський | Впровадження нових дисциплін в освітній процес. В першу чергу залучаються студенти, які вивчають відповідні дисципліни. Організуються постійно діючі семінари для викладачів, які викладають чи викладатимуть відповідні чи споріднені дисципліни |
| Регіональний | Проведення майстер-класів для вчителів міста, області з метою підвищення цифрової компетентності з таких питань: інноваційні педагогічні технології, новітні технологічні рішення, розширення інфраструктури. У соціальному плані можливо запровадити ознайомчі інструкції для представників батьківських оргкомітетів учнів початкової школи. Демонстрування вчителям м. Києва інноваційного простору. Навчання учасників соціального проекту «З Києвом та для Києва» |
| Національний | Демонстрація інноваційного класу як реалізації концепції НУШ, екосистеми як відкритої школи, проведення всеукраїнських майстер-класів, семінарів та конференцій для науковців, керівників навчальних закладів загальної середньої та вищої педагогічної освіти тощо. |

ICR клас, як інструмент формування освітньої екосистеми, є навчальним простором 21 століття, що побудований на основі кращих європейських практик. Він створений для впровадження інноваційних педагогічних технологій з використанням ротаційних зон (просторів, станцій) класу та є одним із каталізаторів впровадження STEAM-освіти. Також ICR клас дає змогу формувати в учасників освітнього процесу цифрову, підприємницьку компетентність та уміння навчатися впродовж життя.

Для визначення педагогічних технологій, які потрібні для ефективного використання інноваційного класу та впровадження STEAM-освіти, в рамках міжнародного проекту Erasmus + MoPED проводилось анкетування студентів Київського університету імені Бориса Грінченка, в якому взяли участь 198 учасників. В одній з частин анкети студентам було запропоновано оцінити важливість визначених актуальних освітніх трендів за шкалою від 1 до 10, де 1 – зовсім неважливо, 10 – дуже важливо.

Студенти визначили актуальними такі освітні тренди [11]:

- STEAM-освіта (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics);
- формування компетентностей (предметних і ключових);
- персоналізація навчання, адаптивне навчання;
- розвиток неформальної освіти, відкритість і доступність освіти;
- практико-орієнтоване навчання, спрямоване на конкретні результати;
- розвиток підприємницького і дослідницького, критичного мислення;
- гейміфікація - навчання через гру;
- розвиток неформальної освіти, відкритість і доступність освіти;
- мобільне навчання;
- зміна ролі вчителя і викладача.

Серед найбільш значущих студенти обрали тренди “Практико-орієнтоване навчання, спрямоване на конкретні результати” та “Розвиток неформальної освіти, відкритість і доступність освіти”. Також відмітили тренди “Розвиток підприємницького і дослідницького, критичного мислення”, “Персоналізація навчання, адаптивне навчання”, “Формування компетентностей”. Важливо, що всі вказані тренди є достатньо значущими для студентів Університету Грінченка, середній бал для всіх запропонованих трендів становить від 8 до 9,2, середній бал для тренду “STEAM-освіта” – 8,4 (рис.2).



Рис. 2. Найбільш значущі освітні тренди (відповідно до результатів опитування студентів)

Відповідно до визначених освітніх трендів було виділено методом експертних оцінок інноваційні педагогічні технології та методи, використання яких дозволяє їх реалізувати в освітньому процесі та забезпечити трансформацію освіти, зокрема педагогічні технології, що відносяться до освітнього тренду STEAM-освіта [11]: інтегроване навчання, IBL (Inquiry Based Learning), PBL (Project Based Learning), колаборативне навчання, технології перевернутого класу, віртуальна, змішана і доповнена реальність, 3D принтинг, технології формування обчислювального мислення (computation thinking), проблемно-орієнтоване навчання (PrBL - Problem Based Learning), змішане навчання, пірінгове оцінювання, мейкерство, технології інклюзивної освіти, microlearning, технології дистанційного навчання, технології формування критичного мислення, BYOD (Bring Your Own Devices), технології формувального оцінювання, використання е-навчальних ігрових середовищ.

Середній бал значущості кожної з вказаних сучасних педагогічних технологій для студентів Київського університету імені Бориса Грінченка представлено на рис.3, які оцінювались за шкалою від 1 до 10.



Рис. 3. Значущість сучасних педагогічних інноваційних технологій (відповідно до результатів опитування)

Варто відзначити стійку зацікавленість студентів у використанні запропонованих технологій, середній бал кожної з яких становить від 7,7 до 9.

Реалізація сучасних освітніх трендів та впровадження інноваційних педагогічних технологій та методів вимагають змін в організації освітнього простору в університетах. Більшість звичайних університетських аудиторій не дозволяють впроваджувати зазначені педагогічні технології: бракує сучасного обладнання для вивчення основ інженерії, робототехніки, Інтернету-речей, комп'ютерної техніки, яка б дозволяла співпрацювати студентам в групах за допомогою хмарних технологій, виготовляти своїми руками моделі сучасних конструкцій та механізмів, використовувати інтерактивні фліпчарти та смарт-дошки для проведення презентацій, проводити експериментальне підтвердження гіпотез при застосуванні дослідницько-пізнавального методу, ефективно працювати в групах тощо. Спеціально обладнаний освітній простір дозволить усунути зазначені проблеми та сприятиме успішному вирішенню завдань STEAM-освіти.

Використання інноваційних цифрових технологій в інноваційному класі передбачає ряд переваг. Основні особливості ICR [2] подано в табл.2.

Табл. 2.
Особливості інноваційного класу

| <i>Характеристика діяльності студентів в ICR</i> | <i>Пояснення</i> |
|---|---|
| <i>Обмірковування та ставлення запитань</i> | Робота в інноваційному класі дозволяє залучати студентів до постійних роздумів. В інноваційному класі вони завжди будуть запитувати себе: «Що робити?». Вони не будуть задоволені статус-кво і будуть наполягати на тому, щоб завжди вивчити більше. Важливим при цьому є заохочення студентів ставити якнайбільше запитань |
| <i>Постійне навчання</i> | Інноваційний клас ніколи не припиняє «дихати». Кожна подія розглядається як навчальний момент, студенти отримують користь від середовища, яке швидко розвивається та постійно змінюється |
| <i>Творчість</i> | В інноваційному класі можна не тільки розв'язувати унікальні повсякденні проблеми, але й знаходити відповіді, необхідні для вирішення проблем майбутнього. Інноваційна аудиторія сприяє інноваціям, заохочуючи студентів до мислення поза межами класу |
| <i>Залученість до вирішення практичних завдань</i> | Викладач повинен завжди знати своїх студентів, а також тенденції, що виникають у відповідній професії. Він або вона шукатимуть нові технології та заохочуватимуть студентів робити те ж саме |
| <i>Дотримання процедур безпечної праці з обладнанням та на станціях ротації</i> | В класі учасники повинні працювати, базуючись на визначених принципах і процедурах. Необхідні чіткі інструкції для безпечної роботи в класі та на станціях ротації. Викладач в інноваційному класі повинен заохочувати послідовність і працьовитість, встановлюючи чіткі рекомендації щодо того, як проходять активності |
| <i>Виявлення проблем</i> | Інноваційні аудиторії мають стати центром виявлення нових освітніх проблем не лише в українській педагогічній спільності, а і в світі. Інновація починається з питання – не з відповіді. Нові технології та розуміння можуть бути розроблені лише тоді, коли студенти починають ставити питання про «чому» або «як» |
| <i>Співпраця та ефективна комунікація</i> | Спільна діяльність студентів в класі заохочує до інновацій, залучаючи їх до співпраці та комунікації з іншими людьми, які можуть відрізнятись від них у переконаннях, поведінці або передісторії. Співпраця та ефективна комунікація в класі заохочує їх до обговорення, яке є основою всіх інновацій |
| <i>Застосування різних освітніх стратегій</i> | Недоцільно покладатися на одну методику навчання для отримання зворотного зв'язку. Інноваційний клас передбачає використання різних стратегій навчання, які відрізняються та щоденно розвиваються |
| <i>Постановка цілей щодо створення та впровадження інновацій</i> | Сучасні студенти ставлять перед собою цілі і досягають їх. Ці цілі можуть бути великими чи малими, або в ідеалі містять деякі аспекти обох типів, але мають спрямовувати студентів до інновацій |

| | |
|--|--|
| Рефлексія та внесення змін до процесу навчання | Сучасні студенти не лише розглядають ризики та визнають, що ніщо не є досконалим. Як результат, інноваційний клас підштовхує студентів і викладачів до постійних змін, адаптації та вдосконалення. Студенти, які навчаються в інноваційному класі, будуть дивитися на себе та інших, здійснювати рефлексію для кращого аналізу та розуміння всіх аспектів своєї діяльності |
|--|--|

STEAM-навчання передбачає інтеграцію змісту навчання та застосування різних форм активностей, проведення досліджень з перевіркою сформульованих гіпотез за допомогою використання обладнання та віртуальних лабораторій. Для проведення STEAM-занять при організації проєктної діяльності студентів необхідна робота в групах, при чому кожна з груп має працювати в один і той самий час над різними частинами проєкту – проводити експеримент, висувати гіпотезу, обговорювати завдання, здійснювати пошук відомостей тощо. Але доволі складно ефективно організувати таку освітню діяльність в рамках звичайної університетської аудиторії. Вирішення окресленої проблеми вимагає застосування інших форм організації освітньої діяльності студентів, одночасної роботи в аудиторії кількох студентських груп. І це може забезпечити змішане навчання з використанням ротаційної моделі для виконання різних освітніх завдань проєктної діяльності.

В інноваційному класі можна проводити навчання з використанням станцій ротації, тобто в кожній частині класу наявні різні засоби навчання та організовано спеціальний простір для певного виду діяльності (наприклад, планшети для доступу до мережі інтернет, обладнання для проведення фізичного або технологічного експерименту, матеріали для мейкерства, місця для групової роботи тощо) і на кожній такій станції студенти працюють певний час, а потім відбувається перехід до іншої станції, тобто “ротація” діяльності. Викладач визначає правила роботи на кожній станції та ротації між ними. Модель ротації має кілька типів [10]:

а) *Модель ротації з наявністю технологічної станції.* За цією моделлю студенти чергують способи вивчення навчального матеріалу, представлені на різних станціях ротації, принаймні одна з яких - технологічна станція - передбачає використання комп’ютерної техніки. На інших станціях студенти можуть працювати в парах чи групах, виконувати навчальні проєкти тощо. Ця модель може бути успішно реалізована саме з використанням інноваційного класу.

б) *Модель ротації з обладнанням (реальним чи віртуальним) для виконання лабораторних робіт.* Відповідно до цієї моделі студенти чергують роботу з різним обладнанням за встановленим графіком у самому класі. При цьому хоча б одним із способів роботи є “онлайн лабораторні роботи”.

в) *Модель ротації з перевернутим навчанням.* Ця модель передбачає, що події, які традиційно відбувалися в аудиторії, проходять поза аудиторією і навпаки, зокрема студентам пропонується переглянути навчальні відео перед аудиторною роботою і тоді вони мають змогу використати аудиторний час для вирішення складних проблем безпосередньо в класі, задавати запитання, студентам пропонується активно співпрацювати та комунікувати, як це відбувається у з повсякденному житті.

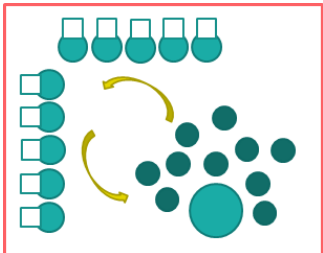
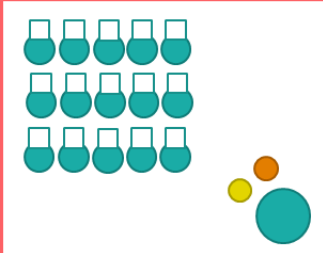
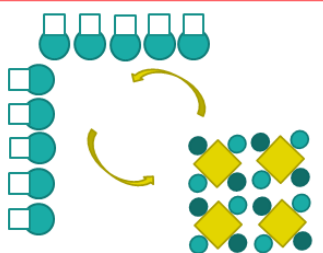
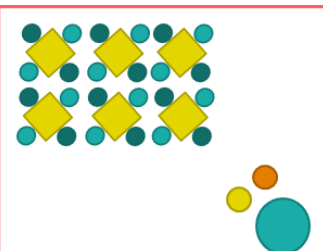
г) *Модель ротації для забезпечення індивідуального навчання.* За цією моделлю кожен студент має індивідуальний графік вивчення навчального матеріалу з обов’язковою умовою виконання завдань онлайн етапу. При цьому, на відміну від моделі ротації з наявністю онлайн станції, проходити всі станції необов’язково.

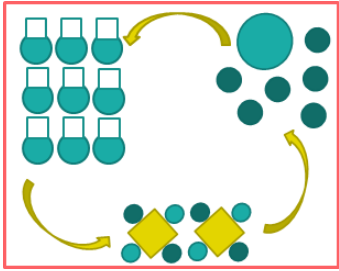
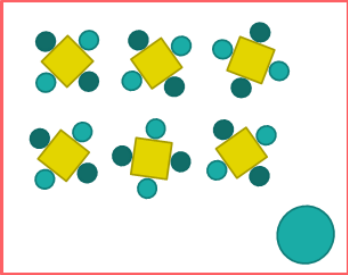
Важливою складовою для забезпечення навчального підходу зі станціями ротацій є меблі. Доцільно забезпечити ICR різноманітними інноваційними меблями. Це можуть

бути мобільні індивідуальні та групові робочі місця для проведення групових та індивідуальних експериментальних досліджень, перегородки-трансформери та інші. Вони дозволяють організувати групову роботу, доступ студентів до різного обладнання та пристроїв на різних станціях ротації та почергову роботу всіх студентів з обладнанням, необхідним для виконання досліджень, кількість якого є недостатньою для забезпечення всієї групи одразу.

Інноваційні меблі для класів забезпечують гнучкість і різноманітність, допомагаючи мінімізувати проблеми навчання. Маючи лише кілька незначних реконструкцій, можна надати кожному студенту ефективне навчальне середовище. Технологічні вимоги до класу залежать від моделі ICR, яка буде впроваджуватися. Розглянемо різні підходи організації ICR в залежності від кількості станцій ротації (табл. 3).

Табл. 3.
Підходи організації ICR

| Модель | Опис |
|---|---|
|  | <p>Дві станції ротації Технологічна станція для фронтальної роботи та індивідуальні робочі місця для виконання практичних завдань</p> |
|  | <p>Дві станції ротації Станція взаємодії з викладачем (індивідуальні чи групові консультації) і простір для виконання практичних завдань</p> |
|  | <p>Дві станції ротації Станція для співпраці і індивідуальні робочі місця для виконання практичних завдань</p> |
|  | <p>Дві станції ротації Станція для взаємодії з викладачем (індивідуальні чи групові консультації) та станція для організації співпраці студентів</p> |

| | |
|---|--|
|  | <p>Три станції ротацій Технологічна станція для фронтальної роботи, станція для співпраці студентів, простір для виконання практичних завдань</p> |
|  | <p>Кілька станцій ротацій Станція мейкерства для експериментів, досліджень і станції для групової роботи студентів</p> |

Організація різної кількості станцій ротації має свої переваги та недоліки.

Часто використовують ротацію на чотирьох станціях (рис.4): станцію взаємодії з викладачем, технологічну станцію, станцію для виконання індивідуальних практичних робіт і станцію практичної роботи в групах. Час, витрачений студентами на кожній станції, може змінюватися в залежності від того, скільки часу виділяється на блок заняття, але кожен етап циклу триває 6-10 хвилин [4]. Опишемо особливості організації освітньої діяльності студентів на кожній із ротаційних станцій.

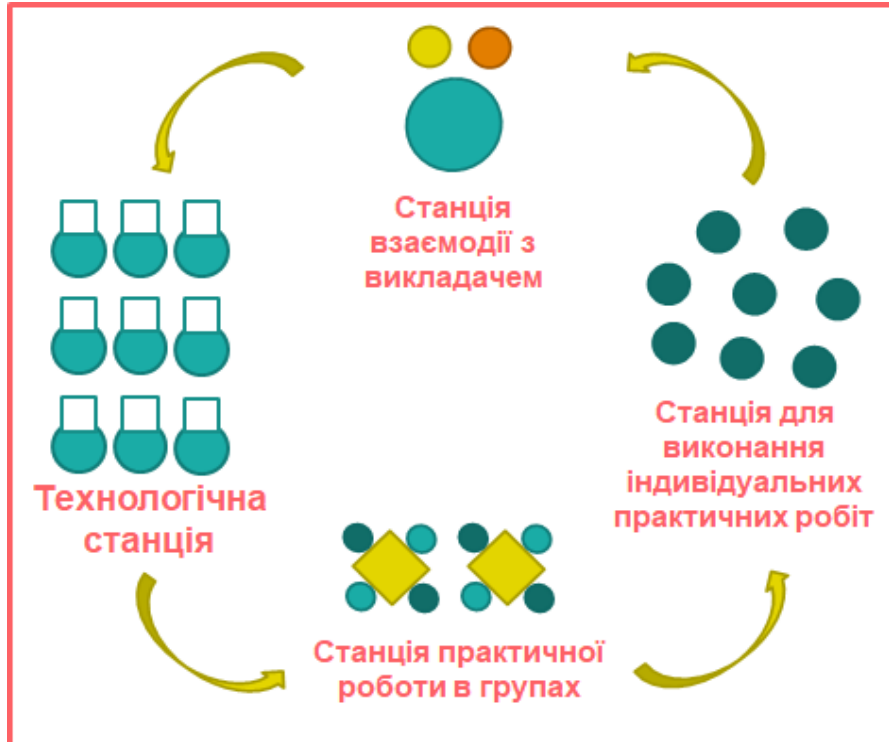


Рис. 4. Ротація на чотирьох станціях

Станція взаємодії з викладачем

Станція взаємодії з викладачем може бути використана для пояснення змісту завдань, для залучення студентів до формулювання гіпотез та запитів дослідження. Це

дозволяє пояснити активності кожній групі. Це також означає, що викладач повинен презентувати матеріали заняття невеликій групі до 6 студентів, а не всій групі.

Група з нижчими показниками проходить спочатку через станцію викладача. Їхні більш ефективні однолітки, швидше за все, будуть успішними на практичних станціях без початкового навчання, і викладач може використати час на цій станції для їх додаткового консультування.

Технологічна станція

Існує ряд технологічних рішень для роботи студентів на технологічній станції. Зокрема, в Університеті Грінченка використовується LMS Moodle для подання навчальних матеріалів електронного навчального курсу для студентів, інструкцій для практичних, лабораторних, семінарських та самостійних робіт, організації зворотного зв'язку тощо. Це дає змогу студентам самостійно виконувати заходи на технічній станції.

Станція для виконання індивідуальних практичних робіт

Таку станцію викладач використовує для оцінювання або формування нових навичок студентів або закріплення існуючі практичних навичок. Незалежно від конкретного змісту, дуже важливо, щоб робота, яку студенти виконують на цій станції, мала сенс. Студенти з більшою ймовірністю включатимуться до роботи, якщо ця станція надає лише "реальну роботу". Викладач може створювати та налаштовувати власні практичні завдання, або може скористатися існуючими ресурсами.

Станція практичної роботи в групах

Хоча ця станція також є станцією для виконання практичних робіт студентами, акцент робиться на спільній роботі в групах чи в парах. Практична діяльність студентів, яка передбачає спільну роботу, є дуже привабливою для студентів. Така станція є прекрасним місцем для реалізації проєкту або завдання, виконання якого вимагає від студентів працювати разом і вчитися один у одного. Студенти багато навчаються через взаємодію з однолітками та під час спільного вирішення проблем.

Ключем до успіху використання ротацийних станцій є оцінювання. Перш ніж об'єднувати студентів у групи необхідно визначити їх вхідні знання та вміння, необхідні для виконання завдань компетентності тощо. Цифрові інструменти можуть забезпечити швидке отримання потрібних даних. Зокрема хмарні ресурси, такі як Socrative, Plickers, Mentimeter та інші дозволяють оцінити знання кожного студента.

Робота з невеликими, керованими групами студентів дозволяє викладачу проводити консультування та інструктування студентів відповідно до їх потреб. Ротація станцій тримає студентів у русі, тримає їх у залученні і дає їм більше, ніж один спосіб практикувати те, що вони знають.

Станції дозволяють студентам вчитися самостійно, зі своїми однолітками, зі своїм викладачем і за допомогою цифрового контенту та цифрових технологій.

Для ефективної організації діяльності в ICR майбутніх вчителів (викладачів) доцільно дотримуватися таких рекомендацій:

1) Використовувати станцію під керівництвом вчителя (викладача) для цілого ряду видів діяльності, що не підлягають безпосередньому навчанню.

2) Варто змінювати учасників груп, залучення студентів у групи з однаковим рівнем підготовки та залишення їх там протягом тривалого періоду часу може завдати шкоди їхній впевненості як учасників освітнього процесу. Групи змішаних здібностей, групи, засновані на інтересах, сильні сторони в груповій динаміці є альтернативними стратегіями об'єднання студентів в групи.

3) Визначати стратегію переходів між станціями ротаций, навчати студентів переходу між станціями та проговорювати на початку всіх активностей загальні правила щодо переміщення по станціях.

4) Демонструвати таймер на дошці, щоб студенти могли відстежувати час їхньої роботи.

5) Робота на кожній станції повинна супроводжуватися чіткими інструкціями.

6) Підготувати інструкцію для студентів, яких немає в аудиторії.

7) Не обов'язкове оцінювання всіх студентів на станціях.

8) Доцільно використовувати різні стратегії та технологічні інструменти на різних станціях. Це дасть змогу тримати студентів активними і залученими.

Інноваційний клас в Київському університеті імені Бориса Грінченка розподілено на декілька зон, що дозволяє організувати станції ротації, зокрема однією з таких станцій є технологічна станція, що оснащена комп'ютерами, інтерактивною дошкою, проектором та мультифункціональним пристроєм - принтером, сканером, копіром (рис.5).



Рис.5. Приклад технологічної станції з використанням комп'ютерів

Інша частина класу містить мобільні меблі, які дозволяють організувати необхідну кількість станцій ротації, а також цифрові засоби - ноутбуки, планшети, електронний фліпчарт, інтерактивні дошки та проектори (рис.6), два 3D принтери XYZprinting з модулем лазерної гравіровки, а також набори конструкторів Makeblock та візочки для їх зберігання, шафи для зарядки планшетів та інших пристроїв (рис.7).



Рис.6. Мобільні меблі та цифрові засоби в інноваційному класі Університету Грінченка

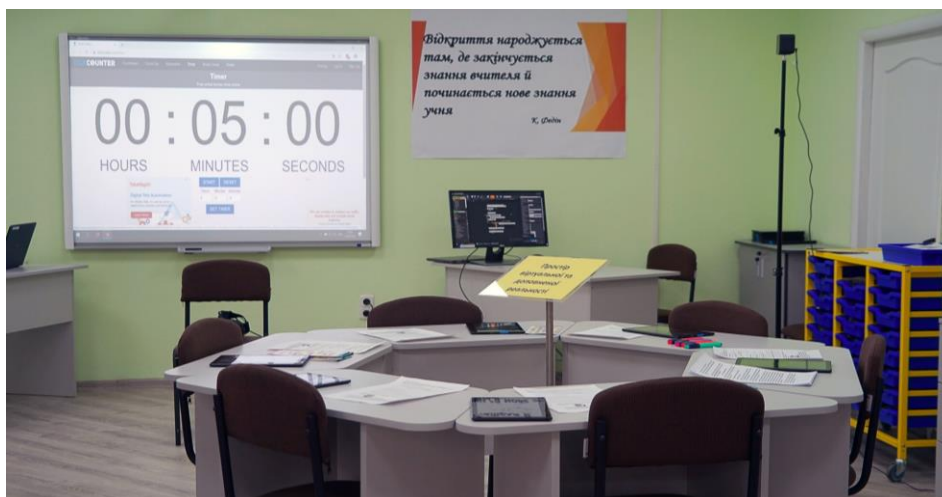


Рис.7. Приклади деякого обладнання інноваційного класу, зокрема конструктори Makeblock, впорядковані у візочках

Для проведення занять з використанням технології віртуальної та доповненої реальності інноваційний клас оснащено системою віртуальної реальності: шоломом, контролерами та сенсорами положення (рис.8, 9), а також планшетами, на які можуть бути встановлені необхідні програми для роботи з доповненою реальністю.



Рис.8. Обладнання та програмне забезпечення для роботи з віртуальною реальністю



Рис.9. Використання технології віртуальної реальності в Університеті Грінченка

Прикладом організації STEAM-занять в інноваційному класі може бути тренінг “Автомобіль на повітряній кулі”, який проводився учасниками проєкту MoPED в Університеті Грінченка на відкритті центру інноваційної освіти на базі інноваційного класу. Метою проведення заходу було продемонструвати можливості обладнання та моделі ротаційних станцій для організації навчального проєкту на дослідження простих механізмів, поняття руху, енергії та третього закону Ньютона шляхом проєктування та конструювання гоночних автомобілів.

Протягом тренінгу була передбачена робота учасників на 5 станціях ротації, де учасники були залученими до різних етапів проєкту, що здійснювався на основі застосування дослідницького навчального циклу 5E [7]: залучення (Engagement), дослідження (Exploration), пояснення (Explanation), розробка (Elaboration) та оцінка (Evaluation). При цьому передбачалася навчальна діяльність на таких станціях ротації:

1. Мейкерства.
2. Віртуальних лабораторій та ILS (Inquiry Learning Spaces - дослідницько-навчальні простори).
3. Віртуальної та доповненої реальності.
4. Співпраці та колаборації.
5. Презентації результатів проєкту.

На **станції мейкерства** учасники тренінгу мали дослідити конструкцію машинок, виготовлених з підручних засобів, та інших машинок з різними типами механізмів, що приводять їх в рух, а також їх властивості – відстань, яку вони здатні подолати, час та швидкість. Також демонструвались різні підручні засоби, з яких учні можуть виготовляти власні моделі автомобілів з використанням повітряної кульки для дослідження дії реактивної сили. Зокрема для виготовлення такого автомобіля деякі деталі були змодельовані на комп’ютері та надруковані на 3D принтері, встановленому в інноваційному класі. Учасники тренінгу були свідками процесу друку наступного комплекту таких деталей на 3D принтері. На наступних етапах на цій станції учні можуть використовувати роботи-конструктори для виготовлення машинок та програмування їх руху (рис.10).

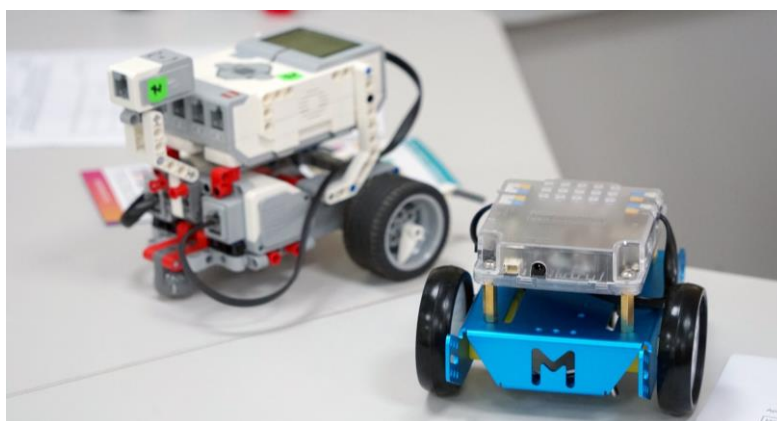


Рис.10. Використання роботів-конструкторів на станції мейкерства

На **станції віртуальних лабораторій та ILS** учасники досліджували поняття руху та його характеристики. Для організації роботи на станції використовувались такі інструменти та засоби: задіяні планшети (для зчитування QR-коду для розгадування ребусів, проходження тесту на socrative.com, як елементу формувального оцінювання, роботи з віртуальною лабораторією Stopping Distance Test Track, використання додатку Гугл-перекладач та пошуку інформації) та інтерактивна дошка (для роботи з віддаленою лабораторією Wind Tunnel) (рис. 11). Робота на станції дозволила учасникам

сформулювати гіпотези та провести власні експерименти з об'єктами у віртуальному та реальному “віддаленому” середовищі.

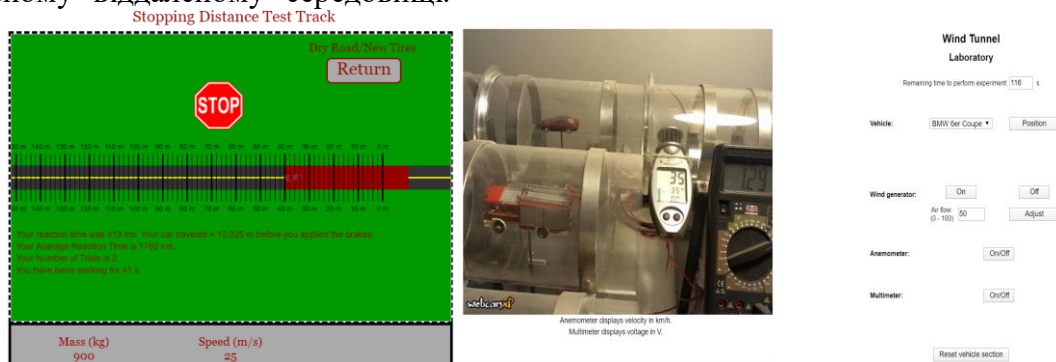


Рис. 11. Віртуальна лабораторія Stopping Distance Test Track та віддалена лабораторія Wind Tunnel

Станція віртуальної та доповненої реальності передбачала використання ПК, системи віртуальної реальності: шолом, контролери, сенсори положення (для імітації керування учасниками транспортними засобами), планшети (для дослідження форм та призначення різних видів автотранспорту з використання доповненої реальності засобами програми Quiver) (рис. 12).



Рис. 12. Дослідження форм та призначення різних видів автотранспорту з використанням доповненої реальності

На **станції співпраці та колаборації** була організована спільна діяльність учасників з використанням планшетів та інтерактивного фліпчарту SMART. У якості робочих зошитів “учні” працювали зі спільним блокнотом OneNote (що складався з двох робочих розділів – з теоретичними матеріалами та для співпраці учнів), а для організації мозкового штурму та прийняття спільних рішень учасники використовували інтерактивний фліпчарт, основною особливістю якого є можливість будь-яку інформацію, написану звичайним маркером, перетворити в цифровий формат для подальшого спільного доступу всіх підключених модератором учасників з планшетів, тобто передавати повідомлення з підключених учнівських планшетів на фліпчарт та в зворотньому напрямку.

На **станції презентації результатів проєкту** учасники мали змогу підготувати презентаційні матеріали, продемонструвати свої дослідження та розробки з використанням ПК, багатофункціонального пристрою та інтерактивної дошки. Цей етап передбачав проведення рефлексії, аналіз сформульованих гіпотез, їх підтвердження чи спростування в ході експериментів, обговорення та презентації результатів проєкту, проведення пірінгового оцінювання, визначення перспектив подальших досліджень.

По завершенню заходу відбулося опитування для визначення досягнення цілей тренінгу. Більшість учасників вказали, що будуть сприяти впровадженню представлених інноваційних технологій (10) та їм було цікаво (3). Середня оцінка діяльності з пункту “Дізнався/дізналася про інноваційні технології” склала 4.7 бали з 5 (рис. 13).



Рис. 13. Опитування після завершення тренінгу

Висновки. Екосистема STEAM-навчання покликана забезпечити формування компетентностей здобувачів освіти, що відповідають запитам сучасного інформаційного суспільства. Складовими такої екосистеми мають стати інноваційні класи, що дозволяють змінити підходи до організації STEAM-занять, використовуючи при цьому інноваційні педагогічні технології, зокрема змішане та інтегроване навчання, колаборативне навчання, мейкерство, віртуальну та доповнену реальність, 3D принтинг, проблемно-орієнтоване та проєктне навчання, дослідно-пізнавальне навчання (IBL) тощо та інноваційні форми організації навчальної діяльності студентів, що базуються на ротаційній моделі. Така зміна підходів дозволить зробити навчання практико-орієнтованим, спрямованим на конкретні результати, та змінити роль вчителя і викладача в освітньому процесі.

Перспективи подальших досліджень спрямовані на дослідження впливу неформальної STEAM-освіти на формування у учнів та студентів навичок наукових досліджень та якості формальної STEAM-освіти.

Подяка. Дослідження, результати якого викладені в статті, проведено в рамках проекту «Модернізація педагогічної вищої освіти з використання інноваційних інструментів викладання» (MoPED) програми ЄС Еразмус + КА2 – Розвиток потенціалу вищої освіти, № 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-SBHE-JP. Ця стаття відображає лише погляди автора, і Європейська Комісія не може нести відповідальність за будь-яке використання інформації, що міститься в ній.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adner, R., Kapoor, R. Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re-examining technology S-curves. *Strategic management journal*. 2016. 37(4), 625-648.
2. Lynch, M. 10 characteristics of an innovative classroom. URL: <https://www.thetechedvocate.org/10-characteristics-innovative-classroom/> (March 20, 2020)
3. Charting a course for success: america's strategy for stem education. URL: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf> (March 20, 2020)
4. Methodological and technical design of innovative classroom. D 1.3. Дата звернення Березень 20, 2020. URL: http://moped.kubg.edu.ua/wp-content/uploads/2014/03/MoPED_D1.3_MethodTEchnologyICR.pdf (March 20, 2020)

5. National Experts: Forming STEM Ecosystems is Top Priority: 5-Year Strategic Plan Announced by White House National Science & Technology Council. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20181204006047/en/National-Experts-Forming-STEM-Ecosystems-Top-Priority> March 20, 2020)
6. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. Educational Research Review, Volume 14, February 2015, P. 47-61. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068> (March 20, 2020)
7. Rodger W. Bybee, Joseph A. Taylor, April Gardner, Pamela Van Scotter, Janet Carlson Powell, Anne Westbrook, and Nancy Landes. (2006) The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. URL: <http://pdspalooza.pbworks.com/f/bscs5eexecsummary.pdf> (March 20, 2020)
8. STEAM Education. URL: <https://steamedu.com/> (March 20, 2020)
9. The STEM Imperative. URL: <https://ssec.si.edu/stem-imperative> (March 20, 2020)
10. Бугайчук, К. (2016). Змішане навчання: теоретичний аналіз та стратегія впровадження в освітній процес вищих навчальних закладів. Інформаційні технології і засоби навчання, 54 (4), ISSN: 2076-8184. URL: http://dSPACE.univd.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/2517/zmishane_navchannya_teoretichniy_analiz.pdf?sequence=2&isAllowed=y (Березень 20, 2020)
11. Морзе Н.В., Вембер В.П., Гладун М.А. 3D картування цифрової компетентності в системі освіти в Україні. Інформаційні технології і засоби навчання: Теорія, методика і практика використання ІКТ в освіті. Том 70. № 2 (2019). С.28-42. ISSN: 2076-8184. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2994> URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2994>
12. «Підсумки Всесвітнього економічного форуму у Давосі: висновки для України». Аналітична записка. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/pidsumki-vsesvitnogo-ekonomichnogo-forumu-u-davosi-2019-visnovki-dlya> (Березень 20, 2020)
13. Jang, H. Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. Journal of Science Education and Technology. 2016. 25(2). 284-301.

ORGANIZATION OF STEAM LESSONS IN THE INNOVATIVE CLASSROOM

Nataliia Morze

Professor, Doctor of Pedagogy, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Professor of the Department of Computer Science and Mathematics, Faculty of Information Technology and Management

Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

n.morze@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0003-3477-9254

Viktoriiia Vember

PhD (pedagogical sciences), Associate Professor of the Department of Computer Science and Mathematics, Faculty of Information Technology and Management

Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

v.vember@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4483-8505

Mariia Boiko

PhD (pedagogical sciences), Senior Lecturer, Department of Computer Science and Mathematics, Faculty of Information Technology and Management

Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

m.boiko@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0003-0293-5670

Liliia Varchenko-Trotsenko

PhD (pedagogical sciences), Researcher of IT in Education Laboratory

Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

l.varchenko@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0003-0723-4195

Abstract. The article outlines the problem of future teachers preparation for implementation of STEAM education with the help of innovative learning models and new approaches to organization of educational process. The authors carried out the analysis of innovative classroom utilization peculiarities for organization of STEAM training of future teachers on the basis of innovative pedagogical technologies utilization and innovative forms of students' learning activities organization that are based on the rotation model. In particular, objects of STEAM learning ecosystem were defined as well as the place and the role of learning environments there exemplified by innovative classroom (ICR). The article represents the results of the research on educational trends, innovative pedagogical technologies and methods of innovative classroom organization which will satisfy the needs of the learning process participants. These results are based on the survey where 198 students of Borys Grinchenko Kyiv University took part. Characteristics of innovative classroom, approaches to organization of ICR depending on the number of rotation stations, rotation models, their advantages and disadvantages are described. There is a description of innovative classroom in Borys Grinchenko Kyiv University which is designed as an educational centre for preparation of future primary school teachers, training teachers in the sphere of innovative technologies, in particular, to implement tasks of STEAM education. The practical part of the research is in description of STEAM lesson organization in the innovative classroom using the example of the training carried out using innovative classroom equipment, mentioned innovative technologies and models. The participants of the training had to perform a learning project using inquiry-based method where each stage of the project had to be fulfilled on a definite rotation station of the innovative classroom. The research leading to these results received, within the framework of the Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments. MoPED – KA2 CBHE – 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP.

Keywords: STEAM teaching ecosystem; STEAM-education; STEAM-lesson; innovation classroom (ICR); rotation stations; inquiry learning cycle.

Acknowledgements. The research leading to these results received, within the framework of the Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments. MoPED – KA2 CBHE – 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Adner, R., & Kapoor, R. (2016). Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re-examining technology S-curves. *Strategic management journal*, 37(4), 625-648.
2. Lynch, M. (2018). 10 characteristics of an innovative classroom. March 20, 2020. <https://www.thetechedvocate.org/10-characteristics-innovative-classroom/>
3. Charting a course for success: america's strategy for stem education. March 20, 2020. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>
4. Methodological and technical design of innovative classroom. D 1.3 (2018). March 20, 2020. http://moped.kubg.edu.ua/wp-content/uploads/2014/03/MoPED_D1.3_MethodTEchnologyICR.pdf
5. National Experts: Forming STEM Ecosystems is Top Priority: 5-Year Strategic Plan Announced by White House National Science & Technology Council (2018). March 20, 2020.

- <https://www.businesswire.com/news/home/20181204006047/en/National-Experts-Forming-STEM-Ecosystems-Top-Priority>
6. Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle (2015). Educational Research Review, Volume 14, P. 47-61. March 20, 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X15000068>
 7. Bybee, R., Taylor, J., Gardner, A., Scotter, P, Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications. March 20, 2020. <http://pdspalooza.pbworks.com/f/bscs5eexecsummary.pdf>
 8. STEAM Education (2020). March 20, 2020 <https://steamedu.com/>
 9. The STEM Imperative (2020). March 20, 2020 <https://ssec.si.edu/stem-imperative>
 10. Buhaichuk, K. (2016). Blended Learning: Theoretical Analysis and Strategy for Introducing Higher Education in the Educational Process. Information technology and learning tools, 54 (4), ISSN: 2076-8184. March 20, 2020. [http://dspace.univd.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/2517/zmishane_navchannya_teoretichnyy_analiz .pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://dspace.univd.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/2517/zmishane_navchannya_teoretichnyy_analiz.pdf?sequence=2&isAllowed=y) (in Ukrainian)
 11. Morze, N., Vember, V. & Gladun, M. (2019). 3D mapping of digital competence of ukrainian education system. Information technologies and learning tools: The methodology, theory, philosophy and history of the use of ICT in education. Vol. 70, №2. P.28-42. ISSN: 2076-8184. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2994> (in Ukrainian)
 12. "The World Economic Forum in Davos (2019): Conclusions for Ukraine." Analytical note. March 20, 2020. <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/pidsumki-vsesvitnogo-ekonomichnogo-forumu-u-davosi-2019-visnovki-dlya> (in Ukrainian)
 13. Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. Journal of Science Education and Technology, 25(2), 284-301.