**Впровадження елементів STEM- освіти у навчальний процес підготовки інженерів будівництва.**

*Волошкіна О.С., Сіпаков Р.В., Гончаренко А.В., Жукова О.Г.*

*(Київський національний університет будівництва і архітектури,* [*e.voloshki@gmail.com*](mailto:e.voloshki@gmail.com)*,* [*voloshkina.os@rnuba.edu.ua*](mailto:voloshkina.os@rnuba.edu.ua)*)*

Останнім часом в світі набуває широкої популярності STEАM- освіта. Вона охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering), мистецтво (Art) та математику (Mathematics). Попит на таких фахівців в світі зростає значно швидше, ніж на інші спеціальності, саме тому, у відповідь на виклики часу, такий тип освіти виходить на перший план в розвинутих країнах, створюючи конкуренцію в галузі STEAM-вакансій. Наприклад, в США згідно з  даними дослідження Change the education, що проходило серед вакансій програмістів, біологів, інженерів, конкурс становив 1,7 людини на посаду, в інших сферах же 4,1 людини на вакансію. Тобто знайти роботу майбутньому фахівцю, що навчався за технологією STEAM можна буде приблизно вдвічі легше. Особливо це є актуальним є для працівників будівельної галузі. Яскравим прикладом може слугувати проект "розумний будинок", де крім технічних аспектів, повинно бути вдале поєднання креативності та технічних знань. Державні програми в галузі STEАM-освіти з початку 2000-х років успішно впроваджують такі розвинені країни , як Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур та США. Мета такого впровадження - змінити навчальні програми, а саме зробити їх більше STEAM-орієнтованими.

В світі немає єдиної думки щодо того, які навчальні дисципліни входять до STEM. Наприклад, США відносять зазвичай соціальні науки до STEM, але також навчальна дисципліна «Будівництво» відповідно до рекомендацій Національного наукового фонду США є фундаментальним компонентом STEM-освіти; тоді як Великобританія позиціанує соціальні науки окремо [1,2].

Як зазначалося раніше, від STEM-грамотності населення безпосередньо залежить економіка країни. З розвитком складних технологій виникла потреба у більш інтегрованому та міждисциплінарному підході до організації процесу будівництва та проектування об’єктів цивільної та промислової інфраструктури. Як приклад такого підходу можна навести математичну модель розрахунку прогнозу концентрацій формальдегіду над магістралями на прикладі міста Києва [3]. Ця модель розраховує та моделює просторову інтерпретацію зони забруднення формальдегідом за допомогою інструментів ArcGIS.

Нещодавно, здавалося, що інженери будівництва і архітектури перейшли до програм CAD, але вже зараз в багатьох країнах ставляться обов'язкові вимоги до конструкторської документації щодо 3D-проектування. Оскільки STEM включає інформатику, сучасний інженер-будівельник повинен мати знання та вміння проектувати та організовувати будівельні продукти та читати та писати програмний код. Наразі, широко відомий у будівельній галузі програмний продукт Revit CAD компанії Autodesk, а програмний код Python дозволяє створювати скрипти на платформі візуального програмування Dynamo для дизайнерів з подальшою інтеграцією в Revit. Дані знання дозволяють інженеру-проектувальнику вийти за рамки базової функціональності продукту Autodesk Revit та скоротити час обробки даних тисяч вимірювань з десятками параметрів з кількох тижнів безперервної роботи в «ручному» режимі до декілька хвилин.

Збір, обробка та аналіз даних (Data Science) — ще один аспект, з яким кожен сучасний інженер має справу в професійній діяльності. В цьому питанні портативний лазерний сканер може замінити стандартну рулетку інженера, оскільки лазерні сканери вдосконалюються та стають доступними У лінійці Leica вже сьогодні інженеру доступні такі портативні моделі лазерних сканерів, як BLK2GO, BLK360, BLK ARC, BLK2FLY, розміром зі звичайний смартфон BLK3D. За їх допомогою можна за за лічені хвилини збирати дані про вимірювання об’єктів інфраструктури та місцевості та створювати цифрові хмари з десятків мільйонів точок як із землі, так і з повітря. Можливость обробки зібраних даних можна здійснювати програмними продуктами для проектування, такими як Register 360, Cyclone 3DR від Leica або ReCap Pro Revit від Autodesk.

Іншим прикладом попиту на навички STEM для інженера є здатність використовувати технології IoT у будівельних роботах, експлуатації будівель, реконструкції інженерних комунікацій тощо, а також проектуванні та створенні розумних міст. Сучасний інженер на сьогоднішній день не обов’язково повинен бути фахівцем із високоякісної електроніки чи програмного забезпечення для програм IoT. Завдяки наявності одноплатних комп’ютерних модулів, таких як Raspberry, Arduino, Particle, підключаються датчики (https://www.seeedstudio.com), платформ зберігання та обробки даних Google Cloud Platform, Microsoft Azure, InfluxData , QuestDB, а вже з таких готових модулів інженер може зібрати технологічне рішення IoT за кілька годин. Практичне застосування технології IoT у плануванні та експлуатації міської інфраструктури подано авторами роботи [4], де розглядається схема автоматизації управління зливовими стоками на основі хмарних продуктів OPTIRTC, Inc. Іншим практичним прикладом технологій IoT може бути створення мережі моніторингу якості повітря (концентрації будівельного пилу та інших твердих частинок) у реальному часі на будівельному майданчику та навколо нього. Це особливо важливо при проведенні будівельних робіт в умовах близької міської забудови та поблизу існуючих житлових комплексів. Керівник будівництва, отримуючи повідомлення про перевищення допустимих норм, може своєчасно вжити заходів до того, як виникне реальна загроза здоров’ю будівельників і мешканців прилеглих житлових масивів.

Інтегрований підхід до проектування при використанні технологій лазерного сканування та автоматизованої обробки даних надає можливості використовувати технології IoT та AI для попередження виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Моделювання сценаріїв розвитку надзвичайних подій та катастроф за допомогою таких технологій відкриває можливості для запобігання таким трагедіям та збереження життя та здоров'я населенню і негативним наслідкам для навколишнього середовища.

Міністерство освіти та науки України ще у 2016 році опублікувало першу версію "Концептуальних засад реформування середньої освіти" та Концепцію Нової Української Школи (НУШ), де в основних компетенціях школярів було відмічено наукове розуміння природи і сучасних технологій. Що стосується впровадження елементів STEM-освіти у ВНЗ України в освітніх програмах, слід насамперед зазначити освітні програми з елементами STEM для підготовки бакалаврів і магістрів [5].

Розвиток STEM-освіти забезпечується шляхом співпраці представників закладів освіти та академічних наукових установ, науково-дослідних лабораторій, підприємств, громадських установ, із залученням їх в разі необхідності до створення освітнього середовища.

Враховуюче вищенаведене, можна констатувати наступне: сучасний інженер-будівельник зі знанням STEM представляє групу національних інтересів будь-якої держави та людства. Тому важливо постійно розробляти нові та вдосконалювати існуючі підходи до навчання STEM і викладати академічні концепції через їх застосування в реальному світі на практиці.

Підвищення цифрової грамотності та покращення укомплектованості спеціалістами зі знаннями STEM позитивно вплине на економіку всіх галузей людської діяльності. Тому важливо враховувати наведені вище аргументи на користь STEM-освіти в рамках розробки навчальних програм. А також забезпечити рівність та доступність такої освіти, наукових досягнень, практики та широкого залучення студентів до STEM-освіти.

Література:

[1] Хізер Б. Гонсалес, Джеффрі Дж . Куензі . Наука, технології, інженерія та математика (STEM) Освіта: Початок. Звіт CRS для Конгресу. Дослідницька служба Конгресу (США). 1 серпня 2012 р., <https://sgp.fas.org/crs/misc/R42642.pdf>

[2] Програма стипендій для аспірантів (GRFP) 20 липня 2021 р., <https://www.nsf.gov/publications/pub_summ.jsp?ods_key=nsf21602&org=NSF>

[3] Trofimovich V., Sipakov R., Voloshkina O., Bereznitska J. Impact of weather factors on the speed of the reaction of formaldehyde formation above motorway overpasses. EP. 2018; Volume 3, Number 2: pp. 97-102 DOI: 10.32557/issn.2640-9631/2018-3

[4] Wright, J. & Marchese, D. Брифінг: Безперервний моніторинг і адаптивний контроль: «розумне» рішення для управління зливовою водою. Праці Інституту цивільних інженерів - Розумна інфраструктура та будівництво 2017 170:4, 86-89 <https://doi.org/10.1680/jsmic.17.00017>

[5] Сумський державний університет, кафедра машинобудування, верстати і інструменти, 20 вересня 2022р.,<https://tmvi.sumdu.edu.ua/index.php/uk/enrollee/steam-education>