



УДК 378.622

## STEAM-ОСВІТА ЯК МЕТОДОЛОГІЧНЕ ПІДҐРУНТЯ КОМПЕТЕНТНОСНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРНИХ КАДРІВ ДЛЯ ГІРНИЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**О.В. Горпинич**

доцент кафедри прикладної економіки та підприємництва, Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», м. Дніпро, Україна, e-mail: [gorpyal@gmail.com](mailto:gorpyal@gmail.com)

**Анотація.** Виконано аналіз ідеології інженерно-технічної вищої освіти відповідно до вимог розвитку інноваційної економіки світу та України. Наведено досвід закордонної та національної підготовки кадрів для гірничої промисловості. Обґрунтовано напрями удосконалення концепції інтегративно-компетентнісного підходу підготовки вітчизняних гірничих інженерів на підставі технологій *STEAM*-освіти.

*Ключові слова:* інженерна освіта, кадри гірничої промисловості, *STEAM*-навчання, компетентності, концепція інтегративно-компетентнісний підхід підготовки.

## STEAM EDUCATION AS A METHODOLOGICAL BASIS OF COMPETENT PREPARATION FOR ENGINEERING INDIVIDUALS FOR THE MINERAL INDUSTRY

**Oleksandr Horpynych**

lecturer of Applied Economics Department, National Mining University, Dnepr, Ukraine, e-mail: [gorpyal@gmail.com](mailto:gorpyal@gmail.com)

**Abstract.** An analysis of the ideology of engineering and technical higher education in accordance with the requirements of the development of the innovative economy of the world and Ukraine. The experience of foreign and national training for the mining industry is presented. The directions of perfection of the concept of integration-competent approach of



training of domestic mining engineers on the basis of STEAM-education technologies are grounded.

*Keywords: engineering education, cadres of mining industry, STEAM-training, competency, concept integrative-competence training approach.*

**Вступ.** В сучасних умовах конкуренція країн в економічній області зводиться до конкуренції в сфері науки і техніки і, як наслідок, до конкуренції, зокрема, в галузі підготовки кваліфікованих інженерно-технічних кадрів. Фахівці, що володіють якостями (компетентностями) необхідними для ефективного створення, поширення і освоєння інновацій, є головним компонентом будь-якої національної інноваційної економічної системи.

Стрімкий розвиток передових технологій, зростання рівня технічної оснащеності значної кількості підприємств гірничо-металургійного комплексу, забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного виробництва вимагають наявності кваліфікованих інженерно-технічних кадрів і відповідної системи їх підготовки. У зв'язку з цим, при переході суспільства з індустріальної в постіндустріальну стадію існування, освітні послуги, що надаються технічними вузами, стають найважливішим фактором формування і розвитку інноваційного економічного потенціалу України. В першу чергу підвищилася значимість фундаментальної підготовки, освоєння новітніх технологічних і конструкторських рішень, світових наукових і технічних досягнень (нових матеріалів, нанотехнологій, комп'ютерних систем управління процесами тощо). Це в повній мірі відноситься і до підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості.

**Мета роботи.** Аналіз ідеології інженерно-технічної вищої освіти відповідно до вимог розвитку інноваційної економіки світу та України; систематизація досвіду закордонної та національної підготовки кадрів для гірничої промисловості; обґрунтування напрямів удосконалення концепції інтегративно-компетентнісного підходу підготовки вітчизняних гірничих інженерів на підставі технологій STEAM-освіти.

**Матеріал та результати досліджень.** На початку 21 століття Всесвітня конференція з вищої освіти зазначила, що більший акцент на такі області як наука, технологія, інженерія і математика є актуальним для усіх країн, що формують інноваційний тип економіки [1]. В даний час в світі відбувається четверта технологічна революція, яка перетворює всі сфери нашого життя та характеризується стрімким рухом потоків інформації, високотехнологічними інноваціями та розробками. Змінюються і запити суспільства, інтереси особистості.

Для реалізації цих інтересів необхідні більш складні знання, навички і компетентності. Важливо не тільки знати і вміти, але також досліджувати і



винаходить. Необхідно одночасно розвиватися в таких ключових академічних областях, як наука, математика, технології та інженерія, які можна об'єднати одним словом – *STEAM*. Аббревіатура *STEAM* розшифровується як *S – science, T – technology, E – engineering, A – art, M – mathematics*. У перекладі з англійської це природничі науки, технологія, інженерне мистецтво, творчість, математика. Дані дисципліни стають найбільш затребуваними в сучасному світі. Саме тому сьогодні система *STEAM* розвивається, як один з основних трендів. *STEAM*-освіта базується на застосуванні міждисциплінарного і прикладного підходу, а також на інтеграції всіх п'яти дисциплін в єдину схему навчання. За даними статистики, рівень попиту на *STEAM*-професії з 2011 року зріс на 17 %, в той час як попит на звичайні професії зріс всього лише на 9,8 %, що свідчить про велику затребуваність даної системи освіти в усьому світі [2]. Частка *STEAM*-навчання складає в національній системі освіти США 17 %, тоді як в Японії – 64 %, в Китаї – 52 %, в Південній Кореї – 40 %, Індії – 23 % [3].

*STEAM*-навчання є інтегрованим підходом до освіти, в рамках якого академічні науково-технічні концепції вивчаються в контексті реального життя. Деякі особливості такої технології освіти полягають в наступному.

1. Інтегроване навчання по «темам», а не з дисциплін.

*STEAM*-навчання поєднує в собі міждисциплінарний і проектний підхід, основою для якого стає інтеграція природничих наук в технології, інженерну творчість і математику. Традиційний навчальний план перетворюється в іншій навчальний план, метою якого є скасування викладання дисциплін в якості самостійних і абстрактних. Важливо навчати майбутніх фахівців науці, технології, інженерному мистецтву і математиці інтегровано, тому що ці сфери тісно взаємопов'язані на практиці.

2. Застосування науково-технічних знань в реальному житті.

*STEAM*-навчання за допомогою практичних занять та професійних практик демонструє здобувачам вищої освіти застосування науково-технічних знань в реальному житті. На таких заняттях вони розробляють, будують і розвивають інженерні продукти сучасної індустрії на підставі конкретних інноваційних проектів.

3. Розвиток навичок критичного мислення та вирішення проблем.

Програми *STEAM* розвивають навички критичного мислення та вирішення проблем, необхідні для подолання труднощів, з якими майбутні фахівці можуть зіткнутися в житті. Наприклад, студенти будують швидкісні машини, потім їх тестують. Після першого тесту, вони думають і визначають, чому їх машина не дійшла до фінішу. Після кожного тесту (пуску) вони розвивають критичне мислення для досягнення мети.

4. Міст між навчанням і кар'єрою.



За різними оцінками з 10 спеціальностей мають високий зріст 9 будуть саме вимагати *STEAM*-знання. Зокрема до 2018 року очікується зростання потреби в спеціальностях: інженери хіміки, «software» розробники, нафтові інженери, аналітики комп'ютерних систем, інженери механіки, інженери будівельники, робототехніки, інженери ядерної медицини, архітектори підводних споруд і аерокосмічні інженери [4].

У багатьох країнах *STEAM*-освіта в пріоритеті з деяких причин:

– в найближчому майбутньому в світі буде різко не вистачати інженерів, фахівців високотехнологічних виробництв;

– у віддаленому майбутньому з'являться професії, які будуть пов'язані з технологією і високотехнологічним виробництвом на стику з природничими науками.

Фахівцям потрібно всебічна підготовка і знання з самих різних галузей технології, природничих наук та інженерії. *STEAM*-освіта має на увазі змішану середу, в якій майбутні інженерні кадри для гірничої промисловості починають розуміти, як можна застосувати наукові методи на практиці.

Інноваційне виробництво та високотехнологічний бізнес, які є головним двигунами сучасної економіки, не будуть розвиватися в Україні без належного рівня математичної та природничої освіти. Це небезпідставно стверджувалось під час засідання Асоціації ректорів вищих технічних навчальних закладів України, яке відбулося на базі Національного гірничого університету (м. Дніпро) в липні 2017 р. Міністр освіти і науки України Лілія Гриневич зазначила, що вся освітянська спільнота розуміє, що наша країна матиме майбутнє, якщо розвиватиме високотехнологічну інноваційну економіку. Тому, якщо ми не введемо на новий рівень інженерно-технічну та природничу освіту ми не зможемо рухатися далі.

Аналізуючи загальні процеси в освіті міністр констатувала спадання інтересу до вивчення математичних та природничих дисциплін в середній школі, що потім негативно позначається на інженерно-технічній та природничій освіті у вищій школі. Це дуже небезпечно, оскільки технічні виші є джерелом для оновлення кадрів, зокрема для гірничої промисловості. Необхідно знайти точки росту, рецепти, моделі освіти щоб вийти з цієї кризи [5].

Ще на початку 21 століття політика підготовки кадрів для гірництва, на думку організаторів вищої освіти освіти Г.Г Півняка, В.І. Бондаренко, повинна була формуватися на впровадженні дієвої системи професійної орієнтації; цільової випереджальної інженерної освіти для розвитку пріоритетних технологічних напрямів видобутку корисних копалин; здійснення подальшої перепідготовки та стажування фахівців у провідних наукових центрах та передових за технологією і організацією виробництва гірничих підприємствах. Зміст освіти та результати навчання повинні базуватися на вимогах



ринку праці та соціального замовлення суспільства. Тобто освітні програми підготовки фахівців у Національному гірничому університеті повинні відповідати рівню та потребам розвитку вітчизняних високотехнологічних галузей. А результати впровадження сучасних освітніх технологій базуються не тільки на сумі знань, а, перш за все, на формуванні фахової, професійної компетентності [6, 7]. Тобто, вже в той час така ідеологія підготовки кадрів з гірництва, на нашу думку, носила ознаки компетентнісного підходу до навчання.

Навчальні програми в галузі гірничої справи за кордоном сформовані як мультидисциплінарні і пов'язані з різними аспектами геології, фізики, хімії, екології, математики та економіки. Зміст навчальних програм направлено на реалізацію цілей інноваційно-орієнтованої підготовки майбутніх гірничих інженерів для інноваційної економіки постіндустріальної стадії розвитку суспільного виробництва. Досвід промислово розвинутих країн при підготовці фахівців з гірничої справи вказує на дієвість моделі компетентностно-інноваційної освіти, яка дозволяє бакалавру та магістру отримати фундаментальну професійну освіту, зокрема здатність до науково-дослідної роботи, розробки та впровадження інновацій, застосування інформаційних технологій, сформувані економічні та менеджерські компетентності, навички проектної роботи [8].

Наприклад, вища гірнича освіта в Німеччині забезпечує в рівній мірі професійну, методичну і соціальну компетентність фахівців [9]. Професійна компетентність складається з трьох опорних складових – знання основ математичних та природничих дисциплін, професійних знань з необхідних для гірничої справи загальнотехнічних і спеціальних гірничих дисциплін. При цьому особлива увага приділяється міждисциплінарним професійним компетентностям. Базова математично-природнича підготовка не залежить від подальшої спеціалізації і займає близько 60 % теоретичного навчання. На частку загальних і спеціальних дисциплін гірничої справи припадає близько 50 % навчального часу. А при чотирьох семестровій підготовці з професійної орієнтації (хауптштудіум) частка міждисциплінарних дисциплін в навчальному процесі становить 50 %.

Результати аналізу структури вищої гірничої освіти на теренах нашої країни за період 1913–2008 р. з позицій співвідношення гуманітарної, фундаментальної, загально-інженерної, професійної складових свідчить про наступне. В період 1913–1921 р. при терміні навчання п'ять років структура програми підготовки складалась: 3,6 % гуманітарна складова, 27,1 % фундаментальна, 36,6 % загально-інженерна, 32,7 % професійна складові. В період 1967–1995 р. гірничий інженер опановував навчальну програму також за



п'ять років, до складу якої входила гуманітарна складова – 14,3 %, фундаментальна – 26,9 %, загально–інженерна – 29,5 %, професійна – 29,1 %, спеціалізації – 10,2 %. Частка фундаментальної підготовки дещо зменшилася за рахунок підвищення наукового рівня фахових дисциплін. Слід відзначити, що в період 1913–1921 р. практика складала 14 тижнів після кожного курсу, а в період 1967–1995 р. – 4–6 тижнів після кожного курсу.

Після впровадження з 1996 р. в Україні ступеневої вищої гірничої освіти особливість структури підготовки бакалавра протягом чотирьох років полягає в розподілі програми навчання на нормативну (65 %) та варіативну (35 %) складові. В свою чергу, нормативну програму формували гуманітарна складова – 14 %, фундаментальна – 16,5 %, загально–інженерна – 18,15 %, професійно-практична складова – 16,2 % [10]. На жаль, сучасні освітні програми підготовки магістрів містять суттєво скорочену фундаментальну та професійно-практичну складову.

Міжнародний інженерний альянс (*International Engineering Alliance*) об'єднує існуючі в провідних країнах світу суспільно-професійні організації, що займаються проблемами якості інженерної освіти і розвитку кваліфікацій фахівців в області техніки і технологій [11]. До таких організацій залучаються представники роботодавців реального сектора економіки, провідні фахівці – представники інженерних професій, члени інженерних співтовариств, науковці та викладачі університетів. Таким чином, суспільно-професійні організації збалансовано представляють інтереси різних сторін, що дозволяє об'єктивно визначити тенденції розвитку технічної освіти та інженерної професії з урахуванням всіх факторів, що впливають на науковий і технологічний прогрес.

Згідно зі стандартами *Washington Accord* (організації, яка розробляє і застосовує критерії акредитації інженерної освіти в університетах і коледжах) одним з основних критеріїв якості освітніх програм в області техніки і технологій, що реалізуються в університетах, є підготовка випускників до комплексної інженерної діяльності (вирішення комплексних інженерних проблем – *complex engineering problems*). Тривалість навчання в університетах різних країн по базовим інженерним програмам становить, як правило, 4–5 років в залежності від якості підготовки на рівні середньої освіти.

Основним документом *International Engineering Alliance (IEA)*, в якому сформульовані вимоги до результатів підготовки випускників технічних університетів і коледжів та які узгоджені з вимогами до компетентностей практикуючих фахівців в області техніки і технологій, є документ *IEA Graduate Attributes and Professional Competences* [12]. Представлені в цьому документі вимоги постійно актуалізуються і використовуються в країнах-учасницях



IEA для проектування та оцінки якості технічної освіти з урахуванням сучасних тенденцій в області інженерної професії, заснованих на перспективи розвитку науки, техніки і технологій. У цьому полягає цінність даного документа для модернізації вищої технічної освіти, і зокрема гірничого, з метою приведення її у відповідність з міжнародними стандартами.

Комплексна інженерна діяльність згідно *IEA Graduate Attributes and Professional Competences* спрямована на розробку, створення і застосування технічних об'єктів, систем і технологічних процесів з використанням знань математики, природничих і технічних наук до відповідних напрямів підготовки. При цьому, як правило, вирішуються *комплексні інженерні проблеми*, пов'язані з дослідженнями, аналізом і проектуванням об'єктів, систем і процесів.

Від випускників гірничих інженерних програм потрібні теоретичні та практичні знання в галузі фізики, хімії, вищої математики, статистикою, інформатикою, комп'ютерними науками і методами моделювання. Слід зазначити, що для створення нових технічних об'єктів і систем в процесі комплексної інженерної діяльності потрібно безпосереднє застосування знань природничо-наукових законів і принципів.

Таким чином, *концепція інтегративно-компетентнісного підходу* підготовки гірничих інженерів на підставі технологій *STEAM*-освіти повинна містити наступні *складові*:

- розвиток інтегрованих інноваційних програм, що вирішують кадрові та дослідницькі завдання розвитку інноваційної економіки на основі інтеграції освітньої, наукової та виробничої діяльності;

- оновлення державних освітніх стандартів і модернізація програм навчання всіх рівнів на базі імплементації *STEAM*-навчання;

- становлення та розвиток системи залучення роботодавців до створення освітніх стандартів і акредитації освітніх програм;

- удосконалення національної структури кваліфікацій з урахуванням нових професійних, соціальних компетентностей та перспективних вимог випереджаючого розвитку інноваційної економіки.

В основу побудови і розвитку системи інтегративно-компетентнісної підготовки гірничих інженерних кадрів для інноваційної економіки покладені певні *принципи*:

- відповідність результатів навчання вимогам інноваційної економіки;
- потенційна гнучкість і інноваційна спрямованість науково-освітньої системи;

- інтеграція наукової, навчальної, виробничої та інноваційної діяльності майбутніх інженерних кадрів для гірничої промисловості;

– формування та управління структурними підрозділами науково-освітньої системи з урахуванням вимог внутрішнього та зовнішнього менеджменту якості навчання.

– спряженість освітніх програм вищої, післявузівської та додаткової професійної та бізнес-освіти.

Деякі чинники, що сприяють впровадженню STEAM-освіти інженерних кадрів для гірничої промисловості полягають в наступному.

1. Наявність якісного професорсько-викладацького складу, що відповідають вимогам парадигми компетентносної підготовки фахівців.

Викладачі повинні володіти сучасними знаннями, розуміти весь технологічний процес на підприємствах, які є лідерами в своїх галузях.

2. Активне залучення для викладання провідних закордонних вчених та фахівців-практиків.

3. Активне залучення спеціалістів-практиків.

Для цього, зокрема, слід усунути бар'єри, які не дозволяють вишам залучати фахівців, що працюють на конкурентоспроможних гірничих підприємствах.

**Висновки.** Сьогодні лідерами глобального розвитку стають ті країни, які здатні створювати проривні технології і на їх основі формувати власну потужну виробничу базу. Якість інженерних кадрів стає одним з ключових чинників конкурентоспроможності держави і, що принципово важливо, основою для його технологічної, економічної незалежності.

Повноцінне планомірне навчання на підставі вивчення природничих наук сукупно з інженерією, технологією і математикою, являє собою STEAM-освіту. По суті, це навчальний план, який сформовано на основі ідеї навчання здобувачів вищої освіти із застосуванням міждисциплінарного і прикладного підходу.

Фахівці в науці, техніці, інженерії та математики визначають ключову роль в стійкому зростанні і стабільності економіки країни і є важливим елементом, що сприяє збереженню світового лідерства будь-якої країни в майбутньому. Освіта в сферах STEAM привчає критично мислити, підвищує наукову грамотність і породжує нове покоління новаторів і винахідників. Інновації і наукова грамотність спираються на міцну базу знань в областях STEAM-освіти. Не підлягає сумніву, що для більшості робочих місць в гірничій справі майбутнього буде потрібно базове розуміння математики і науки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Комюніке Всесвітньої конференції з вищої освіти – 2009 «Нова динаміка вищої освіти і науки для соціальної зміни і розвитку» ЮНЕСКО, Париж, 5–8 липня 2009 р. – Режим доступу: [http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/952\\_011](http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/952_011) – Назва з екрана.





2. Режим доступу: <http://rptica.ru/Stati/Chto-takoe-STEAM-obrazovanie/> – Назва з екрана.
3. Режим доступу: <http://www.nitpa.org/rol-stem-obrazovaniya-v-novoj-ekonomike-ssha-3/> – Назва з екрана.
4. Режим доступу: <https://ru.linkedin.com/pulse/образование-нового-поколения-10-преимуществ-stem-rufat-azizov> – Назва з екрана.
5. Майбутнє української економіки напругу залежить від розвитку математичної та природничої освіти – Режим доступу: <http://mon.gov.ua/usi-novivni/novini/2016/07/07/liliya-grinevich-majbutne-ukrayinskoyi-ekonomiki-naprya/> – Назва з екрана.
6. Бондаренко В.І. Основні напрямки кадрового забезпечення вугільної промисловості / В.І. Бондаренко // Наук.–практ. конф. «Освіта і система праці». – Дніпропетровськ, 2002, 14 лютого 2002.
7. Півняк Г. Особливості Національної гірничої освіти / Г. Півняк // Вища школа. – 2010. – №9. – С. 5–14.
8. Горпинич О.В. Гірнична освіта в розвинутих країнах світу: вищі навчальні заклади та парадигма підготовки фахівців / О.В. Горпинич // 36. мат. міжнар. конф. «Форум гірників-2017», 4–7 жовтня 2017., м. Дніпро. – Д.: Національний гірничий університет, 2017. – С. 389–393.
9. Дребенштедт К. Специализация «Открытые горные работы» в старейшем горном вузе / К. Дребенштедт // Изв. ВУЗов. Горный журнал. – 2005. – №3. – С. 128–134.
10. Бондаренко В. Еволюція структури вищої гірничої освіти / В. Бондаренко, В. Бузило, В. Салов // Вища школа. – 2009. – №2. – С. 65-71.
11. International Engineering Alliance. URL – Режим доступу: <http://www.ieagreements.org> – Назва з екрана.
12. IEA Graduate Attributes and Professional Competences URL – Режим доступу: <http://www.ieagreements.org/GradProfiles.cfm> – Назва з екрана.

УДК 624.042

## О ПОЛИТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ УЧЕБНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ, ИССЛЕДУЮЩИХ ДИНАМИКУ КОНСТРУКЦИЙ, МАШИН, СООРУЖЕНИЙ И ДВИЖЕНИЕ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ

**В.В. Кулябко**

Доктор технических наук, профессор кафедры металлических, деревянных и пластмассовых конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», г. Днепр, Украина, e-mail: [vvkulyabko@gmail.com](mailto:vvkulyabko@gmail.com)

**Аннотация.** В работе рассматриваются направления обучающих подразделений, связанных с математическим и физическим моделированием конструкций, транспортных средств и сооружений, взаимодействующих между собой, с сыпучими средами, основаниями и т.п. В докладе приводятся примеры и рекомендации по созданию лабораторий динамики и по проектам стендов, нацеленных на изучение и применение в

