

Марина СИДОРОВИЧ,
доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри біології людини та імунології
Херсонського державного університету
(Херсон, Україна) marinasidorovich1@gmail.com

STEM-ОСВІТА В ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ БІОЛОГІВ І ЕКОЛОГІВ

У статті розглянута актуальна проблема сучасного освітянського простору – застосування STEM-освіти в підготовці фахівців нетехнічного профілю. Проведений аналіз літературних періодичних джерел сутності вказаного напрямку навчання в закладі вищої освіти дозволив виокремити принципи і підходи до організації STEM-освіти щодо підготовки біологів та екологів, Форматом такої освіти в класичному університеті запропоновано наукову студентську групу, у роботі якої і реалізовані відібрані принципи навчання студентів у позааудиторний час. Така підготовка здійснюється в межах STEM-лабораторії із проблем цитоекології.

Ключові слова: STEM-освіта біологів та екологів, STEM-лабораторія, стереотип фахівця-дослідника.

Marina SIDOROVICH,
Doctor of Pedagogical Science, Full Professor,
Professor of the Department of Human Biology and Immunology
Kherson State University
(Kherson, Ukraine) marinasidorovich1@gmail.com

STEM-EDUCATION IN PREPARATION OF FUTURE BIOLOGISTS AND ECOLOGISTS

The article deals with the problem of using STEM-education in the training of specialists of the non-technical skills. The analysis of scientific literature showed that it is intensively developed in America and England, and in Ukraine there is already a project of the STEM-education concept. At the same time, the question of its implementation in our country remains unresolved. The same analysis allowed distinguishing the principles and approaches to organizing STEM-education. They can be used in the preparation of biologists and ecologists at the classical university. The author proposed a scientific student group as a format for such training. In Kherson State University this format is implemented within the STEM-laboratory for cytoecology problems. The article presents the principles of STEM-education, which are enshrined in the teaching of students in extra-curricular time. The author named a number of positions as part of the selected features of the functioning of the STEM-education group "Cytotoecologist". 1. Integrated study of modern ecology is carried out on the basis of the activity approach by means of partial-search and research methods. The result of such training is the creation of specific original scientific inventions. They can be used for analytical control of environmental safety. 2. Ability to solve specific scientific issues in contemporary ecology, formed by means of research work organization. Such skills of students increase the motivation for professional training and facilitate the acquisition of a wide range of practical skills. 3. The stereotype of specialist-researcher is formed among the students. It covers the innovative skills of working in the laboratory, the ability to think critically, communication and collaboration, teamwork skills, cognitive flexibility skills. The given stereotype orientates the student to successful self-realization in the future profession and other spheres of social life.

In the article there are given the tutorial methods of practical realization of these STEM-education principles concerning preparation of future biologists and ecologists. They provide substantive content in the study of each such principle. The first aspect of the work of the STEM-education group is realized during long-term ecological and biological research conducted by students in the laboratory from 2nd to 6th years of study. Each student performs his "own" topic and during the successive stages of scientific research creates an original method (methodology) of phytotesting of certain environmental factors. They already have an expression in the development of patents. The second feature of the organization of STEM-education in the group "Cytoecologist" is realized by the student during the sequential implementation of the scientific research stages, which uses several methods for determining the indicators of model systems in the conditions of certain environmental factors. In this process there is formed a number of skills that students are supposed to form. Comprehensive gradual formation of a student as a specialist-researcher (the third distinct aspect of the organization of the STEM-education functioning in the group) occurs when he is involved in participating in these stages of scientific research.

Key words: STEM-education of future biologists and ecologists, STEM-laboratory, stereotype of specialist-researcher.

Постановка проблеми. Реформування підготовки майбутніх фахівців у системі вищої освіти спричинено тенденціями сучасного світу, які спрямовані на інтеграцію знань, сфер діяльності та виробництва. Одним з аспектів такого реформування є переорієнтація освіти на підготовку випускників до їхньої майбутньої багатофункціональної діяльності. Загалом, значення цієї реформи, на думку науковців, спирається на три ключові чинники: «перший – пов’язаний із глобальними економічними проблемами, з якими стикається кожна нація; другий – вказує на зміни потреб у робочій силі, які потребують більш комплексних і гнучких знань, вмінь і навичок, що відповідають вимогам ХХІ ст.; третій – підкреслює запит на STEM-грамотність, яка необхідна для вирішення глобальних технологічних і екологічних проблем» (Репін, 2017; 4). Отже, розроблення принципів організації STEM-освіти, їх практичного втілення під час підготовки майбутніх фахівців є актуальною проблемою сучасного освітнього простору.

Аналіз досліджень. Сьогодні проблема STEM-кадрів є найактуальнішою в освіті Америки і Великої Британії. Її активне розроблення розпочалося одразу після запуску першого радянського супутника в 1957 р. Як свідчить проведений колективом учених (Рудський та інш., 2017) аналіз літературних першоджерел із зазначеної проблеми, на розвиток STEM-освіти в цих країнах суттєво вплинув дореволюційний російський і радянський досвід. Такий висновок зроблений авторами з огляду ґрунтовних робіт одного з американських аналітиків. Він під час виконання завдання президента Дж. Кеннеді щодо з’ясування причин технічного відставання Америки в ті часи вказував на необхідність суттєвого підвищення рівня вищих інженерних шкіл у Сполучених Штатах Америки (далі – США). Саме таке становище, на його думку, дозволило здійснити прорив у космос Радянському Союзу (Тимошенко, 1997). Зараз проблеми STEM-освіти в Америці вивчають на різних, навіть федеральному, рівнях. Провідними її напрямками вважають урахування успішності студентів в області STEM-освіти; підтримку ефективного професійного розвитку і підготовки STEM-педагогів, підтримку найталановитіших із них; сумісні міждержавні зусилля, які стимулюють діяльність висококласних освітніх організацій, реалізація стандартів STEM-освіти; поширення у федеральних державних програмах терміна *STEM-освіта* з охопленням нетехнічних наук, які враховують потреби STEM-області. Школи

й університети США пропонують різноманітні форми і методи співпраці в області STEM-освіти. Серед них асоціації шкільних правлінь і комітетів, що активно працюють, регулярне проведення конференцій, у межах яких обговорюються питання STEM-освіти тощо (Statement of Core Policy Principles, 2012). У Великій Британії, на відміну від США, відсутня централізована державна координація у сфері STEM-освіти. У STEM-області цієї країни є три шляхи професійного розвитку. Студент може вибрати академічний шлях і одержати ступінь бакалавра. Інші студенти вибирають очний практично орієнтований напрям підготовки, який забезпечує суто прикладний аспект навчання. Остання категорія студентів навчаються під час праці. Такий підхід у підготовці фахівців забезпечує різноманітність їх входження в STEM-область і вибір інженерної спеціальності відповідно до одержаного напрямку навчання (Supporting Scotland’s STEM education and culture, 2012). В Україні є проект концепції STEM-освіти, в якому вона розглядається як педагогічний процес формування і розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких забезпечує їй конкурентоспроможність на сучасному ринку праці. Згідно із ґрунтовною працею із проблеми дефініції STEM-освіти (Стрежак та інш., 2017), її загальна мета полягає, з одного боку, у забезпеченні інтегрованого формування наукових і практичних знань шляхом здобування автентичного практичного досвіду (особистісний аспект), з іншого – у підготовці учнівської молоді до подальшого навчання і працевлаштування відповідно до вимог ХХІ ст. (соціальний аспект). Зазначене актуальне передусім для технічних спеціальностей. Певно, тому STEM-освіту розглядають у нашій країні насамперед як пріоритетний напрям підготовки саме таких фахівців. Першочерговими заходами є реалізація програм для впровадження інноваційних методів навчання в навчальних закладах і надання учнівській молоді можливості проведення дослідницької й експериментальної роботи на сучасному обладнанні. Зазначене спричинює глибоке зацікавлення викладачів і науковців окресленою проблемою, про що свідчить низка відповідних Всеукраїнських конференцій, проведених в останні декілька років. Водночас трактування сутності і, головне, підходів щодо практичної реалізації принципів STEM-освіти в сучасному освітньому просторі залишається дискусійним питанням. Так, одні науковці результативність STEM-освіти вбачають у формуванні 4-х

груп навичок: навички в освоєнні основних дисциплін, які формують зміст знань і навчальних тем XXI ст.; навчальні й інноваційні навички, серед яких основна увага приділяється творчості, критичному мисленню, комунікації та співпраці; навички роботи з інформацією, медіа та технологіями, навички для успішного життя і кар'єри. Інші вчені (Peters-Burton and ol., 2014) до особливостей сучасної STEM-освіти відносять інтегроване навчання за темами, а не із предметів; застосування науково-технічних знань у реальному житті; розвиток навичок критичного мислення та вирішення проблем; застосування науково-технічних знань у реальному житті; зростання впевненості у своїх силах; активну комунікацію і командну роботу; розвиток цікавості до технічних дисциплін; креативні й інноваційні підходи до створення проєктів; зв'язок між навчанням і кар'єрою. На основі ґрунтовного аналізу наукових і науково-популярних праць українські вчені (Стрежак та. інш., 2017) деталізують розуміння STEM-освіти і вказують на те, що вона сприяє формуванню готовності до вирішення комплексних практичних проблем; критичного мислення і креативності; організаційних здібностей, умінь працювати в команді, оцінювати проблеми; здатності до самостійних рішень і до ефективної взаємодії; умінь домовлятися, когнітивної гнучкості. Останнім часом вчені схильні до розширення меж STEM-освіти і перетворенні її, наприклад, на STEAM-освіту, тобто із суто технічної на таку, що може охоплювати й інші спеціальності. Керуючись тенденціями й особливостями вказаного напрямку реформування навчання в закладах вищої освіти, у Херсонському державному університеті створена наукова студентська група «Цитоеколог», у функціонуванні якої реалізується низка підходів щодо організації STEM-освіти.

Мета статті – висвітлення добору і реалізації таких підходів під час підготовки майбутніх біологів та екологів у межах функціонування студентської групи STEM-освіти «Цитоеколог». Здійснюється ця підготовка в лабораторії активних форм навчання біології й екології Херсонського державного університету, яку повною мірою можна назвати STEM-лабораторією (Глосарій, 2017).

Виклад основного матеріалу. Аналіз наведеного вище науково-методичного доробку дозволив відібрати й адаптувати з метою реалізації в підготовці названих вище фахівців такі особливості STEM-освіти:

1. Інтегроване навчання сучасної екології на основі діяльнісного підходу засобами частково-

пошукового і дослідницького методів; результатом такого навчання є конкретні оригінальні наукові винаходи; їх можна використати на практиці для аналітичного контролю екологічної безпеки довкілля.

2. Вміння розв'язувати конкретні наукові завдання із сучасної екології засобами організації науково-дослідної роботи, які підвищують мотивацію до фахової підготовки, сприяють набуттю широкого спектра практичних умінь.

3. Формування стереотипу фахівця-дослідника, який охоплює інноваційні навички роботи в лабораторії, вміння критично мислити, комунікації і співпраці, вміння працювати в команді, навички когнітивної гнучкості. Вказаний стереотип орієнтує студента на успішну власну реалізацію не тільки в майбутній професії, а й в інших сферах соціального життя.

Конкретизуємо зазначені позиції.

Перший аспект організації функціонування групи STEM-освіти реалізується під час довготривалих еколого-біологічних досліджень, що проводять студенти в лабораторії із 2 по 6 курси. Кожний працює над своєю темою. Для цього в позаурочний час студент занурюється в науковий пошук, що сприяє формуванню як загальних, так і предметних компетенцій майбутнього фахівця. Кожний зі студентів наприкінці навчання в групі створює оригінальний спосіб визначення дії певного чинника довкілля засобами біотестування у вигляді простої валідної методики. Сьогодні членами групи розроблена низка способів (методик) фітотестування чинників довкілля, деякі вже мають патенти. Це способи (методики) визначення:

– якості води різного походження засобами фітотестів «проростки однодольних» і «однодольні на плаваючих дисках»;

– якості води різного походження засобами фітотестування культури ряски малої і багатокорінника;

– особливостей ристрегулюючих властивостей нових синтетичних регуляторів росту за допомогою *Allium test*;

– екологічної безпеки синтетичних хімічних речовин за рівнями фітотестів (*готується патент*);

– температуропротекторних властивостей синтетичних хімічних речовин засобами фітотестів;

– однорідності ростових якостей насіння цибулі за біометричними показниками проростків (*патент*);

– проведення мастер-класу для школярів із фітотестування якості питної води (*застосу-*

ється в школах міста на педагогічних практиках і під час профорієнтації школярів).

Багаторічний дослідницький пошук студента втілюється в курсових і дипломних роботах.

Друга особливість організації STEM-освіти в групі «Цитоеколог» реалізується під час послідовного виконання студентом етапів наукового дослідження. Впродовж них студент самостійно збирає й аналізує наукову інформацію з індивідуальної теми для актуалізації її розроблення; за допомогою керівника складає спектр методик дослідження і самостійно або за допомогою старших студентів відпрацьовує навички роботи з ними. Після цього студент проводить інтенсивну щорічну експериментально-дослідну роботу засобами таких методик і одержує оригінальні результати, що мають дійсну наукову новизну. Далі за допомогою керівника член групи здійснює обговорення й інтерпретацію цих результатів у контексті досягнення мети запланованої теми. Тільки у 2017–2018 н. р. 7 членів групи провели 12 експериментальних досліджень, застосовуючи в кожному декілька методик визначення показників модельних систем в умовах дії певного чинника довкілля.

У процесі залучення студента до участі в етапах наукового пошуку відбувається його всебічне формування як фахівця-дослідника (третій виокремний аспект організації функціонування групи STEM-освіти). У нього формуються вміння оволодіння сучасними методиками біотестування, які дозволяють виміряти токсичність, цито- і генотоксичність чинника, а також його здатність до молекулярного стресу. У кож-

ного члена групи під час роботи в команді розвиваються комунікативні навички і навички співпраці. Це відбувається під час постановки і закриття експерименту, допомоги «молодшим» в оволодінні методиками, узагальненні даних із дії чинника довкілля, що одержані різними студентами на різних тест-об'єктах тощо. В останньому разі має місце розвиток вмінь критично мислити під час оцінювання одержаної нової наукової інформації. Такий самий розвиток наявний і під час обов'язкових для членів групи щорічних апробацій одержаних результатів у вигляді публікацій статей, тез, і особливо оприлюднення доповідей на Всеукраїнських конференціях. Так, тільки у 2017–2018 н. р. кожний член групи 2–5 курсів оформив публікацію, яка вийшла друком, і зробив доповідь на конференції. Така апробація результатів – це виступи студентів із презентаціями, які відображають повний спектр їхніх умінь як дослідників-науковців. Отже, випускник групи STEM-освіти під час захисту дипломної роботи має 2–3 публікації і декілька очних апробацій результатів на конференціях впродовж всього періоду фахової підготовки в закладі вищої освіти.

Висновки. Апробація розробленої системи довготривалої підготовки студентів у позааудиторний час у STEM-лабораторії дозволяє суттєво поліпшити формування загальних і фахових компетенцій майбутніх біологів і екологів, підвищити їхній рівень впевненості у власних силах, мотивує в майбутній діяльності реалізовуватися саме в тій професійній сфері, яка безпосередньо пов'язана зі спеціальністю, набутою у ЗВО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Глосарій (Інституту модернізації освіти МОН України). URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosariy/> (дата звернення: 03.06. 2018).
2. Репин А. Актуальность STEM-образования в России как приоритетного направления государственной политики. Идея научная. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-stem-obrazovaniya-v-rossii-kak-prioritetnogo-napravleniya-gosudarstvennoy-politiki> (дата обращения: 03.06. 2018).
3. Рудской А. и др. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования. Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2017. Том 23. № 2. С. 7–17.
4. Стрижак О. та ін. STEM-освіта: основні дефініції. Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. Том 62. № 6. С. 16–33.
5. Тимошенко С. Инженерное образование в России / под ред. Н. Шапошникова. Пер. с англ. В. Иванова-Дятлова. Люберцы: ПИК ВИНТИ, 1997. 84 с.
6. Statement of Core Policy Principles 2012. URL: <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2012/04/NoteSTEM-Education-Coalition-Core-Principles-2012.pdf>. (дата звернення: 03.06. 2018).
7. Supporting Scotland's STEM education and culture. 2012. URL: <http://www.gov.scot/resource/0038/00388616.pdf> (дата звернення 03.06.2018).
8. Peters-Burton E., Lynch S., Behrend T., Means B. Inclusive STEM high school design: 10 critical components. Theory Into Practice, 2014. № 53 (1). P. 67–71.

REFERENCES

1. Glosarij (I'nstitutu moderni'zaczi'yi osviti MON Ukrayini). [Glossary (To the institute of modernisation of education METAL-OXIDE-SEMICONDUCTOR to Ukraine)]. URL: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosarij/> (data zvernennya: 03.06.2018) [in Ukraine].
2. Repin A. Aktual'nost' STEM-obrazovaniya v Rossii kak prioritetnogo napravleniya gosudarstvennoj politiki. Ideya nauchnaya. [Relevance of STEM education in Russia as priority direction of state policy]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-stem-obrazovaniya-v-rossii-kak-prioritetnogo-napravleniya-gosudarstvennoy-politiki> (data zvernennya: 03.06.2018) [in Russian].
3. Rudskoj , A.I. [ta i'n.] Analiz opy'ta SShA i Velikobritanii v razvitii STEM-obrazovaniya. [The analysis of experience of the USA and Great Britain in STEM education development]. Nauchno-tehnicheskie vedomosti CPbPU. Estestvenny'e i inzhenerny'e nauki. 2017. Tom 23. 2. S.7–17. [in Russian].
4. Ctrizhak O.Ye. [ta i'n.] STEM-osvi'ta: osnovni' defi'ni'czi'yi. [STEM-education: basic definitions]. I'nformaczi'jni' tekhnologi'yi i zasobi navchannya. 2017. Tom 62. № 6. S.16–33. [in Ukraine].
5. Timoshenko S.P. Inzhenernoe obrazovanie v Rossii [Engineering education in Russia] / Per. s ang. V.I. Ivanova-Dyatlova; pod red. N.N. Shaposhnikova. Lyuberczy': PIK VINITI, 1997. 84s. [in Russian].
6. Statement of Core Policy Principles 2012. URL:<http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2012/04/NoteSTEM-Education-Coalition-Core-Principles-2012.pdf> (data zvernennya: 03.06.2018).
7. Supporting Scotland's STEM education and culture. 2012. URL: <http://www.gov.scot/resource/0038/00388616.pdf> (data zvernennya: 03.06.018).
8. Peters-Burton, E. E., Lynch, S. J., Behrend, T. S., & Means, B. B. Inclusive STEM high school design: 10 critical components. *Theory Into Practice*, 2014. 53 (1), pp.67–71.