

make models. In such case students will need to calculate a layout, design a 3-D model, implement it with a 3-D printer, and demonstrate and explain an astronomical phenomenon to other children. A more simplified option is to make such models from improvised materials.

**Key words:** STEM projects, astronomical education, visualization of training material, methods of teaching astronomy.

Отримано: 27.09.2021

УДК 371.53

DOI: 10.32626/2307-4507.2021-27.81-83

А. В. Рибалко<sup>1</sup>, О. С. Рибалко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет водного господарства та природокористування,

<sup>2</sup>Обласний науковий ліцей у місті Рівне Рівненської обласної ради

<sup>1</sup>e-mail: ryb@ukr.net; ORCID: 0000-0003-1744-8488

## СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРИ НАВЧАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ У STEM-ЛАБОРАТОРІЇ

У цій статті проаналізовано структурні особливості організації навчального дослідження як системи з метою його ефективного впровадження у STEM-освітніх технологіях (зокрема STEM-лабораторії). Питання щодо створення методичного забезпечення технічних засобів STEM-навчання розробляються досить інтенсивно у вітчизняній системі освіти. Проте, таку методологію неможливо розробити без врахування особливостей структури навчального дослідження як системи, що визначає актуальність цієї статті. Мета статті – виявити найістотніші, на нашу думку, особливості навчального дослідження як окремого виду навчальної діяльності для його ефективнішого впровадження у STEM-освітні технології. Сама структура навчального дослідження була розглянута як система, що складається із двох груп компонентів. До першої відносяться *змістовий, операційно-процесуальний, мотиваційний, організаційний і методологічний* компоненти, а до другої – *цілі, продукти, засоби* (ідеальні й матеріальні) та *задачі*. У статті розглянута роль кожного компоненту, проаналізовано його особливості та напрямки реалізації у системі STEM-лабораторії. У висновку виокремлено найістотніші дидактичні особливості навчального STEM-дослідження.

**Ключові слова:** дидактика фізики, структурні особливості навчального дослідження, система, компоненти, STEM-лабораторії.

Одним із основних завдань сучасної школи є створити умови для різнобічного розвитку нового покоління, сприяти поглибленню критичного мислення, аналітико-синтетичних умінь та навичок.

Допомогти учням підготуватись до опанування спеціальності майбутнього, навчити адаптуватись до швидких змін при стрімкому розвитку технологій покликана STEM освіта, тобто комплексний підхід, що поєднує природничі науки, інженерію, технології і математику та має на меті розвиток креативного мислення, вміння аналізувати інформацію та приймати оптимальні рішення, усвідомлення ролі технологій, інженерного підходу до розв'язання реальних життєвих завдань. В основі цієї методики є виконання практичних завдань чи проблем, для яких учні вчать знаходити шляхи вирішення, використовуючи та розвиваючи власний науковий та творчий потенціал.

ІТ-фахівцями разом із практикуючими вчителями фізики розроблена STEM-лабораторія, тобто система засобів організації навчального дослідження у галузі природничо-математичного напрямку. Фактично це є модернізацією кабінету фізики, спрямованою на міжпредметну інтеграцію зі збереженням класичного поділу на дисципліни. Це дозволяє реалізувати практичне впровадження наскрізних ліній щодо мотивації обох сторін навчального процесу – вчителя та учня [1].

На сучасному етапі розвитку технічних дидактичних засобів STEM-лабораторії однозначно мають перспективу впровадження у навчання фізики та інших природничих дисциплін.

Згідно аналізу досліджень публікацій та інтернет ресурсів організаційними та методологічними напрямками розгортання STEM-лабораторії у загальноосвітній та вищій школі активно займаються А. Дзюба, І. Старенький [2], Г. Скрипка [3], В. Шарко [4] та інші.

Технічні засоби організації STEM впроваджують О. Кузьменко [5], Т. Павліченко [6], В. Томенко, С. Меньяйлов [7] та інші.

Отже, питання щодо створення методичного забезпечення технічних засобів STEM-навчання розробляються досить інтенсивно у вітчизняній системі освіти. Проте, на нашу думку, таку методологію неможливо розробити без врахування особливостей структури навчального дослідження як системи, що визначає актуальність цієї статті.

Тому ми поставили за мету виявити найістотніші, на нашу думку, особливості навчального дослідження як окремого виду навчальної діяльності для його ефективнішого впровадження у STEM-освітні технології.

На жаль, вказана діяльність не може опиратися лише на дослідницький метод навчання. Серед основних чинників, що обмежують ефективно застосування дослідницького методу навчання, найістотнішими, на нашу думку, є: неоднорідність учнів; рівень розвитку їх дослідницьких здібностей; зміст навчального матеріалу; професійна майстерність педагога; відсутність потрібної кількості часу за урочної форми навчання. Цей факт відіграє вирішальну негативну роль [8].

Окрім чисто технічних перешкод щодо реалізації дослідницького методу навчання, існують ще й психологічні, пов'язані із неготовністю мислення переважної частини школярів до цілісного дослідження та відмінністю форм суто дослідницької й навчальної діяльності. Тому практично впроваджувати дослідницький метод навчання можливо лише шляхом поєднання його з іншими методами, наприклад з частково-пошуковим, а також використовуючи позаурочні форми навчання, зокрема STEM-навчання. Такий підхід дозволяє поєднати різні види діяльності учнів з дослідницькою, включаючи елементи навчального до-

слідження в структуру уроку із збереженням цілісності цього процесу.

Навчальну діяльність взагалі, та навчально-дослідницьку зокрема, прийнято розглядати як систему, що складається з двох груп компонентів. До першої відносяться *змістовий, операційно-процесуальний, мотиваційний, організаційний і методологічний* компоненти, а до другої – *цілі, продукти, засоби* (ідеальні й матеріальні) та *задачі*. Коротко розглянемо ці компоненти.

Зміст навчально-дослідницької діяльності передбачає постановку *задач проблемного характеру*. Усвідомлена учнем суперечність, розв'язування якої вимагає нових знань та способів дій із вказаними певними параметрами становить для нього *проблемну задачу*.

Процес реалізації навчально-дослідницької діяльності, як система способів дій, визначає її операційні аспекти. Логічно вважати, що навчальне дослідження за своєю будовою повинно містити елементи наукового пізнання явищ природи: узагальнення фактів → побудова абстрактної моделі (висунення гіпотези) → виведення теоретичних наслідків → перевірка цих наслідків.

Оскільки механічно переносити елементи наукової діяльності у навчальну недоцільно та й неможливо, то варто етапи навчального дослідження засобами STEM підпорядковувати дидактичним цілям так, щоб воно перебігало у полегшених, спеціально організованих умовах і, звичайно, не містило в собі нескінченну мережу пошуків, помилок і знахідок, яким характеризується наукове пізнання. Серед цих етапів слід виділити такі: 1) проведення учнями спостережень і дослідів, запропонованих у завданні; фіксація і систематизація певних фактів, як результату проведення цих дослідів і спостережень; 2) цілеспрямований аналіз отриманих фактів, виявлення і формулювання проблеми, яка закладена в них, створення проблемної ситуації; 3) висунення гіпотези як способу розв'язування проблемної ситуації; 4) формулювання наслідків, що логічно випливають з гіпотези; 5) експериментальна перевірка достовірності сформульованих фактів як доказ істинності висунутої гіпотези [8].

Способи дій навчально-дослідницької STEM-діяльності мають спрямовуватися на формування *навчально-дослідницьких вмінь*, та реалізовувати вищевказані *етапи наукового пізнання*.

Аналіз будь-якої діяльності (зокрема навчальної) потребує аналізу її мотивів. Мотиви навчальної діяльності, як правило, розділяють на: 1) *пізнавальні*, що стимулюють інтерес учнів до змісту та способів здобуття знань та 2) *соціально-особистісні*, що пов'язані соціальними взаєминами між школярами та іншими людьми [9].

Мотивації першої групи слід умовно розділити на *змістову та процесуальну* складові. Активізацією першої складової є створення умов до виникнення бажання учня пізнати нові факти та пояснити їх причину, зрозуміти суть явища тощо. Друга складова базується на створенні передумов для прагнення проявити інтелектуальну та творчу активність, бажання долати перешкоди у процесі дослідження тощо. Саме фахові уміння педагога у постановці STEM завдань, що стимулюють вищевказані мотиви навчального дослідження, відіграють вирішальну роль.

Мотиви другої групи безпосередньо не зв'язані з навчально-дослідницькою діяльністю. Їх можна розбити на такі типи: а) *соціальні* (відчуття обов'язку і

відповідальності, самовизначення, самовдосконалення); б) *вузькоособисті* – мотивація благополуччя (схвалення, високі бали навчальних досягнень тощо); в) *негативні мотиви* (прагнення уникнути неприємностей з боку вчителів, батьків, товаришів) [9].

Очевидно, що методи навчального дослідження з фізики повинні відображати існуючі методи пізнання у природничих науках: спостереження, експеримент, ідеалізація та моделювання, уявний експеримент, аналогія, метод гіпотез тощо.

Організація навчально-дослідницької діяльності спрямована на формування навиків самоорганізації та самооцінку результатів. На нашу думку – це одна із найскладніших ланок структури навчального дослідження у системі STEM освіти. Навіть учні старших класів не здатні самостійно організувати власну дослідницьку діяльність, планувати та коригувати її, здійснювати самоконтроль та виявляти помилки і здобутки [9].

До другої групи компонентів, що характеризують навчально-дослідницьку діяльність як систему, відносяться її *цілі, продукти, засоби, задачі*.

Сучасна дидактика розрізняє об'єктивно-логічні та психологічні підходи до аналізу поняття «ціль». У одному випадку розуміється «*ціль діяльності*», а у іншому – «*ціль суб'єкта, який здійснює діяльність*». Педагогічні дослідження свідчать про те, що типи цих цілей не співпадають, оскільки учень під час навчального дослідження ставить перед собою ціль лише розв'язати проблему, закладену в змісті дослідницького завдання, і досить рідко має на меті засвоїти способи цього розв'язку. Тому під час організації STEM-дослідницької діяльності поряд з цілями, спрямованими на засвоєння змісту знань, слід ставити цілі, що передбачають формування в учнів відповідних способів дій, узагальнених дослідницьких вмінь і навичок, організаційних якостей, вміння працювати у команді тощо.

Відомо, що існують *прямий* (усвідомлений) і *побічний* (неусвідомлений) продукти розумової діяльності людини. Динаміка переходу побічного продукту в прямий є важливою дидактичною складовою навчального дослідження. Нові знання, здобуті в процесі діяльності, виступають в ролі лише прямого продукту, а от засвоєні при цьому способи дій, структура процесу дослідження, прийоми самоорганізації власної діяльності залежно від обставин можуть бути як прямими, так і побічними продуктами.

Перехід побічних продуктів навчального дослідження у прямий можна реалізувати через залучення відповідних *засобів* діяльності. Саме засоби діяльності (система засобів як психологічна категорія) дозволяють сприяти організації цілеспрямованого навчального дослідження.

Оволодіння будь-яким видом діяльності потребує засвоєння специфічних *засобів* її здійснення. Щодо навчальної діяльності виокремлюють цілу низку різних груп таких засобів: засоби досягнення навчальних цілей (одним з них, наприклад, є навчальна задача); засоби розв'язування задач (у нашому випадку – це STEM лабораторії). Але найістотніше значення для навчальної діяльності має група засобів, що *регулює* діяльність. Вона включає знання про об'єкти, засоби їх перетворення та розпізнавання, правила здійснення необхідних перетворень, їх послідовність тощо. Реалізація вищевказаних засобів може бути здійснена

за допомогою певної системи дослідницьких завдань, які, виступаючи предметом засвоєння, виконують регулятивні функції, адекватні цілям діяльності.

Отже, найістотнішими особливостями навчального дослідження є наступні:

- реалізація навчального дослідження потребує поєднання дослідницького методу навчання з іншими, особливо з частково-пошуковим;
- змістом навчально-дослідницької діяльності є задачі проблемного характеру;
- операційна складова навчально-дослідницької діяльності спрямована на формування вмінь реалізувати окремі етапи наукового пізнання;
- мотивація навчально-дослідницької діяльності школярів у значній мірі залежить від: їх зацікавленості предметом дослідження; створення атмосфери емоційного задоволення від своєї роботи; врахування індивідуальних особливостей загальних здібностей, системи моральних та соціальних цінностей, результату виховання конкретного учня;
- методи навчального дослідження містять елементи методів наукових досліджень: спостереження, експеримент, ідеалізація та моделювання, уявний експеримент, аналогії, метод гіпотез тощо;
- організація навчально-дослідницької діяльності передбачає самостійну роботу учнів, з елементами самоорганізації та самооцінки результату;
- метою навчального дослідження є включення в систему нових знань його результатів та способів дій, необхідних для їх досягнення;
- нові знання, здобуті в результаті навчально-дослідницької діяльності, виступають в ролі прямого продукту, способи дій, структура дослідження та прийоми самоорганізації учнів можуть бути як прямими, так і побічними продуктами;
- система засобів навчального дослідження спрямована на перехід його побічного продукту в прямий. При цьому особлива роль відводиться засобам регулювання навчально-дослідницької діяльності;
- реалізація навчально-дослідницької діяльності здійснюється через спеціально розроблену систему навчально-дослідницьких задач.

Очевидно що врахування, системно-структурних особливостей навчального дослідження підвищує ефективність постановки навчально-дослідницьких задач засобами STEM-лабораторії.

#### Список використаних джерел:

1. STEAM-лабораторія. URL: <http://steam.it-integrator.ua/>
2. Як розгорнути STEAM-лабораторію в школі. URL: <https://yak-rozgornuty-steam-laboratoriyu-v-shkoli/>
3. Інноваційні технології навчання фізики в контексті STEM-освіти в закладах вищої освіти технічного профілю. URL: <https://pedbezpeka.vntu.edu.ua/index.php/pb/article/view/73>
4. Шарко Валентина. Модернізація системи навчання учнів STEM-дисциплін як методична проблема. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький: ПБВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2016. Вип. 10 (III). С. 160-165.
5. Використання цифрових лабораторій для впровадження STEM-освіти в навчальних закладах. URL: <http://timso.koippo.kr.ua/skripka/vykorystannya-tsifrovih-laboratorij-dlya-vprovadzheniya-stem-osvity-v-navchalnyh-zakladah/>
6. Як зробити STEAM-лабораторію з нічого. URL: <https://nus.org.ua/articles/yak-zrobyty-steam-laboratoriyu-z-nichogo/>
7. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : методичні рекомендації. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/286032301.pdf>
8. Рибалко А.В., Галатюк М.Ю. Системно-структурний аналіз навчального дослідження. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки*. Чернігів: ЧДПУ, 2008. Вип. 30. С. 291-294.
9. Рибалко А.В. Система дослідницьких задач як засіб розвитку продуктивного мислення старшокласників у навчанні фізики : дис. ... канд. пед. наук. Рівне, 2007. 282 с.

Andrii Rybalko<sup>1</sup>, Olena Rybalko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The National University of Water and Environmental Engineering

<sup>2</sup>The regional science lyceum in Rivne city of Rivne regional council

#### SYSTEM ANALYSIS OF EDUCATIONAL RESEARCH STRUCTURE IN STEM LABORATORY

In this article the structural features of the organization of educational research are analyzed as a system for its effective implementation in STEM-educational technologies (including STEM-laboratories). Issues related to the creation of methodological support of technical means of STEM training are being developed quite intensively in the domestic education system. However, such a methodology cannot be developed without taking into account the peculiarities of the structure of educational research as a system that determines the relevance of this article. The role of semantic, operational-procedural, motivational, organizational, methodological and some others components are considered in the article. Its features and directions of realization in the system of STEM-laboratory are analyzed. In conclusion, the most significant didactic features of educational STEM-research are highlighted.

**Key words:** didactics of physics, structural features of educational research, system, components, STEM laboratories.

Отримано: 8.09.2021