

УДК 53 (07) + 372.853

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/45-1-25>

Вікторія АТАМАНЧУК,

orcid.org/0000-0002-5211-2480

доктор філологічних наук, доцент,

провідний науковий співробітник відділу інформаційно-дидактичного моделювання
Національного центру «Мала академія наук України»
(Київ, Україна) victoriaatamanchuk@gmail.com

Петро АТАМАНЧУК,

orcid.org/0000-0002-3646-8946

доктор педагогічних наук, професор, академік Національної академії наук вищої освіти України
(відділення фізики та астрономії), експерт Наукової ради Міністерства освіти і науки України,
експерт Національного фонду досліджень України, Заслужений працівник освіти України
віце-президент

Академічного товариства Міхала Балудянського (Словаччина)
(Кам'янець-Подільський, Україна) ataman08@ukr.net

ВАЖЛИВІ STEM-ІНТЕГРАЦІЙНІ ОСНОВИ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ ОСВІТИ

Матеріал публікації присвячений обґрунтуванню окремих передумов забезпечення природничо-наукової обізнаності індивіда в умовах STEM-інтеграційних інновацій сучасної освіти. У статті виокремлено напрями модернізації змісту освіти та освітнього середовища в процесі розбудови «Нової української школи» відповідно до «Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)». Обґрунтовано вибір важливих векторів компетентісно-світоглядного становлення індивіда (підлітка, молодої людини, майбутнього фахівця природничо-наукового профілю). На доказовому рівні проілюстровано інноваційну технологічну специфіку формування професійних та природничо-наукових якостей індивіда внаслідок одночасного оволодіння ним прогнозованих мір обізнаності з конкретних навчальних дисциплін та методик їх навчання (бінарна цілезорієнтованість). Доведено, що обізнаність (компетентність, світогляд) індивіда формується внаслідок врахування вимог принципу динамічного балансу між раціонально-логічним й емоційно-ціннісним особистісними початками в сприйнятті конкретного навчального матеріалу.

Окреслені дидактичні принципи спонукатимуть до сформованості в індивіда особистісних компетентісних показників вищого рангу – власного (авторського) науково-педагогічного кредо. Дія механізму формування прогнозованих навчальних досягнень в особистісно орієнтованому навчанні зводиться до поступового та гарантованого підвищення рівня обізнаності того, хто навчається (підлітка, молодої людини, фахівця будь-якого профілю). Констатуємо: оволодіння природничо-науковою грамотністю є настільки важливим і необхідним надбанням індивіда, що воно має бути невіддільним складником його освіти (набування навчально-наукового та професійного досвіду) на будь-якому етапі навчання – від дитячого садочка, впродовж усього свого свідомого життя.

Ключові слова: бінарна цілезорієнтованість, освітній прогноз, еталонні вимірники якості знань, об'єктивний контроль, управління, результативність, компетентність, світогляд.

Viktoriia ATAMANCHUK,

orcid.org/0000-0002-5211-2480

Doctor of Philological Sciences, Associate Professor,

Leading Researcher at the Department of Information and Didactic Modeling
National Centre "Junior Academy of Sciences of Ukraine"
(Kyiv, Ukraine) victoriaatamanchuk@gmail.com

Petro ATAMANCHUK,

orcid.org/0000-0002-3646-8946

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine (Department of Physics and Astronomy); expert of the Scientific Council of the Ministry of Education and Science of Ukraine; expert of the National Research Fund of Ukraine, Honored Educator of Ukraine
vice president

Michal Baludianski Academic Society (Slovakia);
(Kamyanets-Podilsky, Ukraine) ataman08@ukr.net

IMPORTANT STEM-INTEGRATION BASICS OF NATURAL SCIENCE EDUCATION

The material of the publication is devoted to the substantiation of certain prerequisites for ensuring natural science awareness of the individual under the conditions of STEM-integration innovations of modern education. The article

highlights the directions of modernization of the education content and the educational environment in the process of the "New Ukrainian School" development in accordance with the "Concept of development of natural and mathematical education (STEM-education)". The choice of important vectors of competence-worldview formation of a person (adolescent, young man, future specialist in natural sciences) is substantiated. The innovative technological specifics of the formation of professional and scientific qualities of a person has been shown as a result of simultaneous mastery of the predicted measures of awareness of specific disciplines and methods of teaching (binary focus). It is proved that the awareness (competence, worldview) of a person is formed due to the requirements of the principle of dynamic balance between rational and logical and emotional principles in the process of specific educational material perception.

The outlined didactic principles will encourage the formation of the individual's personal competence indicators of the highest rank – his own (author's) scientific and pedagogical credo. The effect of the formation mechanism of projected academic achievements in personality-oriented learning is reduced to a gradual and guaranteed increase of the level of learner's awareness (adolescent, young person, specialist of any profile). We state that natural science competence mastering is such an important and necessary skill of an individual that it should be an integral part of his education (gaining educational, scientific and professional experience) at any stage of learning – from kindergarten, throughout his conscious life.

Key words: binary goal orientation, educational forecast, reference measures of knowledge quality, objective control, management, efficiency, competence, worldview.

Постановка проблеми. Формування природничо-наукової компетентності індивіда відбувається у процесі опанування ним сукупності наук, які вивчають природу та її закони (Атаманчук, 2018: 89–94; Атаманчук, 2014: 137; Атаманчук В., Атаманчук П., 2020: 309–319; Величко, 1998: 302; Головка, 2020: 480; Коршак, Шут, Грищенко, 2001: 24–26; Вакуленко, Ломакович, Терещенко, Новікова, Шумова, 2018: 119). Це – наслідок вивчення навчальних дисциплін, зокрема фізики, астрономії, хімії, біології, географії, екології тощо, які охоплюють широкий спектр навчального матеріалу про різноманітні властивості об'єктів і явищ природи. Проблема зумовлюється тим, що:

- відсутнє чітке визначення природничо-наукової компетентності, професійного світогляду та предметних компетентностей, яких має набути індивід, опановуючи природознавчу галузь;
- не визначено також структуру природничо-наукової компетентності та її зв'язок з базовими компетентностями в галузі природознавства;
- цілі та державні вимоги до рівня підготовки індивіда сформульовано надто узагальнено й безвідносно до конкретного рівня освіти, об'єкти і явища природи не чітко конкретизовано.

Основна ідея публікації пов'язана з необхідністю вирішення важливої проблеми: якщо професійну підготовку здійснювати в умовах забезпечення тотального тематично-дидактичного супроводу всіх видів навчально-пізнавальної науково-пошукової діяльності індивіда (навчальної (лекційні, лабораторні, семінарські та практичні заняття, самостійна робота), науководослідницької (індивідуальні творчі завдання, презентації, авторські дослідження, наукові розвідки, наукові публікації) та фахової (пасивна та активна педагогічні практики, педагогічні спостереження, педагогічний експеримент, кваліфікаційна робота, дисертація тощо)) на основі дієвого освітнього прогнозу та орієнтирів бінарної (навчальна дисципліна + методика її навчання)

цілової освітньо-професійної програми, то це сприятиме формуванню у майбутнього фахівця прогнозованих природничо-наукової компетентності та світогляду.

Аналіз досліджень. Авторами публікації побудовано і обґрунтовано її «працездатність» (Атаманчук, 2014: 55–63), дидактичну модель цілеспрямованого управління процесами формування природничо-наукової компетентності та світогляду майбутніх учителів фізико-технологічних спеціальностей. Свідомі того, що формування найвищих рівнів професійних компетентностей і світогляду (вміння, навички, переконання, готовність до вчинку, звичка, авторське педагогічне кредо) можлива лише в умовах впровадження STEM-інтеграційних тенденцій у галузях природничої науки, технологій, інженерії та математики. А це можна здійснити в процесі безперервного формування природничо-наукової грамотності індивіда на усіх етапах його підготовки, починаючи з молодшої загальноосвітньої школи, подальшого навчання в закладах вищої освіти і завершуючи закладами післядипломної освіти. Наукова грамотність є основною метою наукової освіти для всіх студентів (учнів). На наш погляд, наукова грамотність, є відповіддю на питання: що молодим людям важливо знати, уміти робити й чому надавати значення в ситуаціях, пов'язаних із наукою й технологіями? – Підвищувати природничо-наукову обізнаність впродовж свого життя.

Знаходимо також ілюстрацію певних аспектів розвитку природничо-наукової грамотності індивіда в роботі (Вакуленко, Ломакович, Терещенко, Новікова, Шумова, 2018: 119), де йдеться про теоретичні і методологічні положення рамкового документа міжнародного порівняльного дослідження PISA для оцінювання природничо-наукової грамотності 15-річних осіб. Для забезпечення належного сприйняття змісту рамкового документа видання доповнено оприлюдненими Організацією економічного співробітництва та

розвитку завданнями, що були використані в дослідженнях попередніх циклів PISA і в яких реалізовано викладені в рамковому документі теоретичні положення щодо сутності природничо-наукової грамотності й засад її вимірювання.

Зазначимо (Атаманчук, Губанова, Семерня, Поведа, Никорич, Кузнецова, 2019: 176–198), що формування ключових компетентностей і світогляду в галузі природничих наук у вітчизняному та європейському вимірах вибудовується на вихованні молоді відповідальними членами соціуму, які розуміють взаємозв'язок між природничими науками, технологіями та суспільством. Реалізація такої програми можлива на основі STEM-освіти. Конституціональний крок у цьому напрямку здійснив Кабінет Міністрів України, ухваливши 5 серпня 2020 року «**Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)**». В прийнятій **Концепції** закладена орієнтувальна основа щодо навчання людини упродовж усього свого життя та формування тотальної природничо-наукової компетентності не тільки підлітків та молоді, але й фахівців будь-якого профілю, особливо вчителів природничо-наукових галузей – фахівців, які завжди були носіями, трансляторами та популяризаторами фундаментальних і прикладних природничо-наукових знань.

Мета статті – розглянути версії розробки теоретичних основ впровадження інноваційних технологій управління процесами формування природничо-наукових компетентностей та світогляду індивіда з урахуванням перспектив впровадження STEM-освіти, «Концепції розвитку природничо-математичної освіти» та орієнтирів Закону України «Про вищу освіту».

Окреслена мета упереджує такі основні завдання:

- обґрунтування технології розв'язання проблеми управління формуванням прогнозованих компетентнісних та світоглядних якостей індивіда;
- розроблення відповідних оцінних критеріїв визначення якості й методики діагностування фахових природничо-наукових компетентностей та світогляду;
- апробація результатів досліджень, здійснених на засадах заданих особистісних орієнтацій та пошуково-креативних схем навчання.

Виклад основного матеріалу. Як відомо (Атаманчук, Губанова, Семерня, Поведа, Никорич, Кузнецова, 2019: 10–14), STEM-інтеграційні інноваційні зародки нової сучасної освіти, поступово розширюючись, тією чи іншою мірою спонукатимуть традиційні методичні та технологічні жанри до:

модернізації дидактичних систем і впровадження технологічних схем реалізації

об'єктивного контролю і цільових установок в процедурах набуття прогнозованого статусу майбутнім фахівцем;

виявлення основних тенденцій побудови освітнього прогнозу (**глобальна мета** → **стандарт освіти (план)** → **управління**) і вдосконалення структурно-логічної схеми освітнього стандарту в їх головних частинах, що охоплюють змістовний, організаційний та операційний складники процесу навчання;

авторського подання інноваційних схем-матриць цільових науково-навчальних, навчальних та пошуково-креативних програм; доведення «працездатності» дидактичної схеми управління навчанням індивіда, особливо в аспекті забезпечення поступового переходу в режими самоконтролю, самоуправління та самоосвіти.

Цілком резонно з позицій модернізаційних та інноваційних тенденцій сучасної системи освіти дійти необхідності переосмислення ролей змістової, організаційної та управлінської функцій освітньої моделі, ідентифікуючи ці функції за адекватними їм рубриками: **зміст, освітнє середовище, управління.**

Зміст. Основним носієм змісту навчання виступає підручник. Зрозуміло, що перехід на нову освітню модель («**Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)**») спричинить зміну підручників, однак ця зміна ніколи не повинна і не може бути радикальною за складом основних знань, оскільки наступний розвиток науки не відкидає попередні теорії, а ґрунтується на них, вбирає їх у себе (Атаманчук, 1998: 2; Атаманчук, 2012: 143–144; Атаманчук, Львович, Преображенський, Селедцов, 2020: 13–37; Коршак, Шут, Грищенко, 2001: 24–26; Вакуленко, Ломакович, Терещенко, Новікова, Шумова, 2018: 119).

Радикальною ж вона (ця зміна) може бути стосовно способу оволодіння знаннями, тобто відображення у них наукової та дидактичної методології. Отже, змістові привнесення більшою мірою можуть стосуватися лише прикладного аспекту природничо-наукових знань (у проєкції їх застосувань у різних сферах життєдіяльності людини: винахідництво і раціоналізаторство; електронні засоби запису, збереження і відтворення інформації; цифрові технології, невідомі літаючі об'єкти; лазерна техніка; агротехнічні знахідки; екологічні проблеми). Зрозуміло, що певні змістові привнесення у підручнику мають бути узгоджені з вимогами цільової навчальної програми з навчальної дисципліни. Тобто фундаментальна наукова теорія не може підмінюватись

лише прикладними своїми застосуваннями, або ж навпаки – заперечувати можливість незвичного прикладного трактування (наприклад, можливість протікання процесів зі швидкістю більшою від швидкості світла), оскільки цільова програма зазвичай орієнтує засвоєння фундаментального навчального матеріалу на вищих рівнях обізнаності (**уміння, навичка, переконання**).

Освітнє середовище. Важливим засобом організаційно-методичної підтримки активного і результативного навчання виступає освітнє середовище (Атаманчук В., Атаманчук П., 2021: 6–11; Атаманчук, 1999: 172; Атаманчук, 1998: 2; Атаманчук В., Атаманчук П., 2020: 309–319; Величко, 1998: 302; Головка, 2020: 480; Атаманчук, Львович, Преображенський, Селедцов, 2020: 13–37; Коршак, Шут, Грищенко, 2001: 24–26; Вакуленко, Ломакович, Терещенко, Новікова, Шумова, 2018: 119). Проте необхідно визнати, що на сучасному етапі розвитку національної нової школи, особливо в умовах нинішніх інтегративних тенденцій інноваційної освіти, освітнє середовище виокремлюється як найслабкіша ланка в логічному ланцюгові компонент освітньої моделі (прогнозу) та освітнього стандарту. Неefективними, скажімо, будуть і прогноз, і предметний стандарт освіти (для середньої чи вищої школи), якщо у відповідних навчальних програмах не існуватиме жодної вказівки, на формування яких переконань або методологічних знань у школярів чи студентів орієнтує ця фундаментальна світоглядна дисципліна (Атаманчук В., Атаманчук П., 2012: 15–23; Атаманчук, 1999: 172; Атаманчук, Мендерецький, Панчук, 2020: 121–132; Атаманчук, 2012: 143–144; Атаманчук, Львович, Преображенський, Селедцов, 2020: 13–37). Нездійсненними стануть також наші найкращі наміри, якщо у навчальних планах щодо кількості годин на вивчення навчальної дисци-

пліни дотримуватися принципу довільності, а не науково обґрунтованої доцільності. Своєрідним педагогічним лицемірством виступає кожен той факт, коли не вдається узгодити вимоги державної навчальної програми з матеріально-технічними, технологічними та кадровими можливостями конкретного навчального закладу. Такі та інші негаразди в організації навчально-пізнавальної діяльності є наслідком ігнорування функціональної ролі освітнього середовища у забезпеченні дієвості та результативності знань кожного, хто навчається. З тлумачення поняття освітнього середовища як сфери життєдіяльності індивіда (школяра, студента, дорослої людини-фахівця), що постійно розширюючись, вбирає у себе все більше багатство її опосередкованих культурою зв'язків з оточуючим світом, впливає, що умовно освітнє середовище можемо інтерпретувати двома складниками: матеріально-ресурсним та інформаційно-технологічним (рис. 1).

Матеріально-ресурсний складник освітнього середовища визначається якістю матеріально-технічної бази та кадрового забезпечення навчання; **інформаційно-технологічний складник освітнього середовища** характеризується вагомністю складно опосередкованих зв'язків з реальним світом, які виникають у процесі життєдіяльності людини (як у стихійному, так і в керованому режимах), вона забезпечує «клімат» цієї діяльності. Зрозуміло, що на керованому рівні, коли педагог (наставник) професійно сприяє конкретному індивіду в подоланні «бар'єрів» навчально-пізнавальної діяльності, на обидва складники освітнього середовища спричинюють визначальний вплив вибір і реалізація конкретної педагогічної технології навчання та державна політика в сфері освіти. Оскільки педагогічні технології завжди пов'язані з концентрованим відображенням характеру взаємодії індивіда з



Рис. 1. Структура освітнього середовища

об'єктом пізнання (перетворювальної діяльності над предметом діяльності), відображенням характеру його інтелектуальної та емоційної активності – репродуктивної, евристичної, креативної (творчої), то їм завжди властива здатність спричинювати істотний вплив на формування і розвиток освітнього середовища. В той же час можливість переходу на інноваційні технології навчання (з поглядом у майбутнє) та виведення освіти і науки у ранг найголовнішого державного пріоритету, мають вказувати на безумовність розвитку освітнього середовища в напрямку ідейного збагачення. І саме тому освітнє середовище як організаційний складник діяльності в структурі освітньої доктрини відіграє роль важливого механізму прогнозування та управління виконавською, пошуковою та креативною активністю того, хто навчається. При цьому, вочевидь, виникає необхідність тиражувати та популяризувати, як своєрідні методичні керівництва, сценарії цих технологій та компетентні описи елементів навчально-матеріальної бази й навчально-методичного забезпечення, іншими словами – необхідно створювати стандарт освітнього (навчального) середовища, який відповідатиме STEM-інтеграційним інноваціям у розбудові сучасної системи освіти.

Управління. Як уже зазначалось, підручник одночасно виступає і носієм змісту сучасної освіти (освітнього стандарту), і проєктом процесу засвоєння відповідного навчального матеріалу. Завдяки другій своїй ролі, яка пов'язана із процесом засвоєння навчального матеріалу індивідом, підручник породжує найголовнішу свою функцію: **управління процесом засвоєння навчального матеріалу.** Однак у такій схемі управління здійснюється лише на рівні **змістового та організаційного** складників діяльності (жорстке управління без зворотного зв'язку): суб'єкт навчально-пізнавальної діяльності часто потрапляє в умови «безвиборності» (зрівнялівки), оскільки управлінські рішення приймаються на основі контролю лише кінцевого результату діяльності, де поза увагою залишається сама процедура навчання. Третій складник у схемі управління цілеспрямованим навчанням – **операційний** складник навчально-пізнавальної діяльності, завдяки якому, власне, вирішуються проблеми зворотного зв'язку та індивідуалізації процедури навчання – **гнучкого управління навчально-пізнавальною діяльністю.**

Як показують психолого-педагогічні, соціально-філософські та нейрофізіологічні дослідження (Атаманчук, 1999: 172; Атаманчук, Мендерецький, Панчук, 2020: 121–132; Атаманчук, 2012: 143–144; Величко, 1998: 302; Головка,

2020: 480; Атаманчук, Львович, Преображенський, Селедцов, 2020: 13–37; Коршак, Шут, Грищенко, 2001: 24–26), **знання – це не тільки результат, але й процес відображення в свідомості індивіда реального світу.** Процес навчально-пізнавальної діяльності (спосіб діяльності) – це сукупність як моторних, так і розумових дій та операцій щодо освоєння конкретного об'єкта пізнання. Зрозуміло, що індивідуалізація процесу навчання – засвоєнням індивідом дій та операцій навчально-пізнавальної діяльності, які найбільшою мірою відповідають його індивідуальним особливостям та нахилам, і, що оволодіння способами навчально-пізнавальної діяльності формує пошукову активність (Атаманчук, 2018: 89–94; Атаманчук, 2014: 137; Атаманчук, 1999: 172; Атаманчук, Мендерецький, Панчук, 2020: 121–132; Атаманчук, 1998: 2; Атаманчук, 2012: 143–144; Атаманчук, Губанова, Семерня, Поведа, Никорич, Кузнецова, 2019: 360) та забезпечує здатність суб'єкта цілеспрямовано і довільно управляти своїм навчанням (самоуправління навчанням, самоосвіта).

Загалом же феномен самоосвіти – це процедура управління, пов'язана з операційним складником навчально-пізнавальної діяльності в аспекті контролю, корекції та регулювання конкретних навчальних дій та операцій індивіда відповідно до компетентнісно-світоглядних рівнів обізнаності (еталонних вимірників якості знань) (Атаманчук, 1999: 41–55; Атаманчук, Губанова, Семерня, Поведа, Никорич, Кузнецова, 2019: 153–169): **зау-чання знань (ЗЗ), наслідування (НС), розу-міння головного (РГ), повне володіння знаннями (ПВЗ), навичка (Н), уміння застосовувати знання (УЗЗ), переконання (П), звичка (Зв).**

За наявного прогнозу (моделі) освіти (Атаманчук В., Атаманчук П., 2012: 15–23) має існувати адекватний їй стандарт освітнього середовища. Зміст навчального матеріалу (фактично – зміст конкретного підручника) окреслюється цільовою навчальною програмою, у якій визначаються конкретні рівні (еталони) знань. Аналіз структури і логіки засвоєння навчального матеріалу дозволяють побудувати найбільш вірогідну схему процедурної підтримки саморегульованого процесу навчання (рис. 2):

Штриховий контур щодо еталону «Звичка» вказує на те, що формування вчинкових звичок ще не завжди узгоджено з мірою домагань індивіда та орієнтирами цільових навчальних програм, а тому може й не відбуватись. Ідеалізований результат дії такої схеми – управлінські функції учителя (наставника), поступово вичерпуючись (оскільки

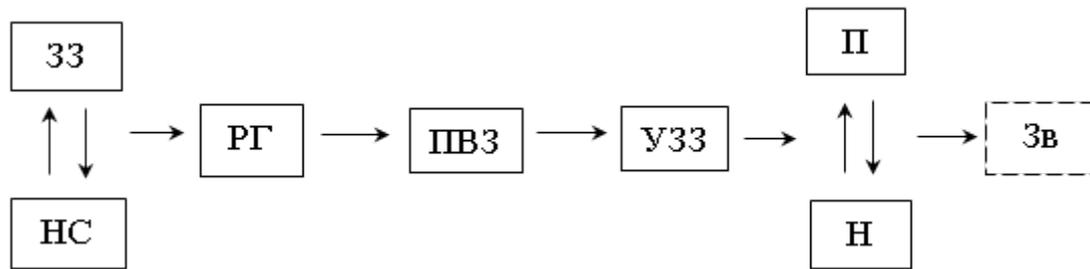


Рис. 2. Можлива схема саморегульованого процесу навчання

потреба в зовнішньому управлінні процесом навчання зникає), переводять процедуру навчання в план саморегульованого протікання, тобто самоуправління і самоосвіти.

Крім того, нами доведено (Атаманчук, 2014: 137; Атаманчук, 1999: 172; Атаманчук, Мендерецький, Панчук, 2020: 121–132; Атаманчук, 1998: 2; Атаманчук, 2012: 143–144; Атаманчук, Губанова, Семерня, Поведа, Никорич, Кузнецова, 2019: 360; Атаманчук, Львович, Преображенський, Селедцов, 2020: 13–37), що STEM-інтеграційні інновації сучасної освіти успішно здійснюються в умовах використання інформаційних та телекомунікаційних технологій як засобів успішного забезпечення процесу компетентнісно-світоглядного становлення індивіда. А розвиток та використання таких технологій – це технологічна система, раціональне та ефективне використання якої можливе лише за відповідної технічної та методичної підготовки спеціаліста. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі сприяє урізноманітненню предметної діяльності індивіда, надає можливість для різнобічного саморозвитку його особистості, підвищує мотивацію для отримання якісної освіти. Тобто впровадження STEM-інтеграційних інновацій сучасної освіти – це створення педагогічних умов для розвитку творчого потенціалу особистості, самостійного критичного мислення, ціннісних орієнтацій та формування спектра освітніх компетентностей та світогляду, адекватних реаліям «Нової української школи».

Загалом обговорення результатів дослідження, з отриманням схвальних його оцінок, відбувалося впродовж тривалого періоду, завдяки:

участі в роботі Всеукраїнського науково-методичного семінару «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії в середній і вищій школі»;

– виконанню функцій члена редколегії науково-методичного журналу «Фізика та астрономія в рідній школі»;

– міжнародному співробітництву з вищими навчальними закладами та науковими установами, участі в наукових конференціях, симпозіумах, виставках, ярмарках та Європейсько-Азіатських і національних першостях з наукової аналітики в галузі педагогічних наук (<http://gisap.eu/ru/user/1943>);

– укладенню 3-х безстрокових міжнародних угод про наукове співробітництво в галузях педагогіки, психології і галузевих дидактик та виконання функцій наукового керівника виконуваних досліджень:

1) з 2008 року – Академічне товариство Міхала Балудянського (м. Кошице, і. Словаччина);

2) з 2011 року – Технічний університет «Варна» (м. Варна, Болгарія);

3) з 2012 року – Молдавський державний університет (м. Кишинів, Молдова), – у галузях: дидактика фізики, педагогіка, методика навчання фізики тощо.

Висновки. В умовах мультидисциплінарності сучасної STEM-освіти здійснено розв’язання проблеми управління компетентнісно-світоглядним становленням майбутнього фахівця природничо-наукового профілю через призму сформованості його власного авторського кредо як сутнісного показника професійного статусу. Формування професійних якостей фахівця реалізується внаслідок одночасного набуття індивідом прогнозованих мір обізнаності з конкретних навчальних дисциплін та методик їх навчання (бінарна цільова програма). Загалом маємо підстави зробити наступні загальні висновки:

1. В ракурсі важливої STEM-інтеграційної інновації природничо-наукової освіти здійснено (Атаманчук, 2014: 55–63; Атаманчук, Губанова, Семерня, Поведа, Никорич, Кузнецова, 2019: 167–187) обґрунтування технологій розв’язання проблеми управління формуванням прогнозованих компетентнісних та світоглядних якостей (авторського педагогічного кредо) індивіда.

2. Вперше запропоновано (Атаманчук, 2014: 42–54) оцінні критерії визначення якості та методики прогнозування й діагностування фахових природничо-наукових компетентностей та світогляду індивіда. Доведено, що для окреслення і якісних оцінок прогнозованих компетентнісних, світоглядних та морально-етичних ціннісних набутків індивіда достатньо семи критеріальних ознак, (**Завчені знання, Наслідкування, Розуміння головного, Повне володіння знаннями, Навичка, Уміння застосовувати знання, Переконання**), якими об'єктивно і вичерпно (як *міра, зразок, еталон*) охоплюється будь-яке діяльнісне поле суб'єкта в вимірах часу: минулий – **Навичка**; теперішній – **Уміння застосовувати знання**; майбутній – **Переконання**.

3. У межах функціонування наукової школи «Теоретико-технологічні аспекти об'єктивізації

контролю навчальної діяльності» (заснована в 1993 році; науковий керівник – П. С. Атаманчук) забезпечено апробацію результатів досліджень за темою публікації («Важливі STEM-інтеграційні основи природничо-наукової освіти»). Доведено педагогічну доцільність та ефективність моделі управління процесами формування прогнозованих компетентнісних і світоглядних якостей індивіда як засобу забезпечення його належної природничо-наукової грамотності.

Перспективи можливих досліджень на майбутнє:

Обґрунтування механізмів оптимізації фіксованих умов та тривалості необхідного часу (в роках навчання) для незворотного переведення навчання в саморегульований процес у межах STEM-інтеграційних технологічних інновацій сучасної системи освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Atamanchuk P. S. STEM-education in the aspects of the future physics teacher. *Fundamental and applied research: Collection of scientific articles*. Dingo Publishing, Melbourne Australia, 2018. Pp. 89–94.

2. Атаманчук В. П., Атаманчук П. С. Еталонні критерії контролю прогнозованих результатів навчально-пізнавальної діяльності. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної online-конференції «Світові освітні тренди: створення творчого середовища STEAM-навчання»*. К.: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2021. С. 6–11.

3. Атаманчук П. С. Управление процессом становления будущего педагога. Методологические основы: монография. Издатель: Palmarium Academic Publishing ist ein Imprint der, Deutschland, 2014. 137 с. (ISBN:978-3-639-84513-6).

4. Атаманчук П. С. Інноваційні технології управління навчанням фізики: монографія. Кам'янець-Подільський: К-ПДП, 1999. 172 с.

5. Атаманчук В. П., Атаманчук П. С. Прогноз як основа управління в навчанні. *Materialy VII mezinarodni vedecko-prakticka conference "Moderni vymozenosti vedy – 2012"*. Praha: Publishing House "Education and Science" s.r.o. Dil. 16. Pedagogika. С. 15–23.

6. Атаманчук П. С., Мендерецький В. В., Панчук О. П. Цілеорієнтоване формування природничо-наукових компетентностей майбутнього вчителя. *Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference*. Sofia: Publishing House "ACCENT", 2020. Pp. 121–132. URL: <http://sci-conf.com.ua>.

7. Атаманчук П. С. Цільовий підхід до побудови шкільного підручника з фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 1998. № 1. С. 2.

8. Атаманчук В. П. Метод проектів як спосіб активізації самостійної роботи студентів. *Формування професійних компетентностей майбутніх учителів в умовах євроінтеграції: збірник матеріалів міжнародної наукової інтернет-конференції*. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2012. С. 143–144.

9. Атаманчук В. П., Атаманчук П. С. Компетентнісний статус природничо-наукової обізнаності майбутнього вчителя. *Scientific achievements of modern society. Abstracts of the 7th International scientific and practical conference*. Liverpool, United Kingdom: Cognum Publishing House, 2020. Pp. 309–319. URL: <http://sci-conf.com.ua>.

10. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі. Кіровоград: КДПУ імені Винниченка, 1998. 302 с.

11. Головка М. В. Становлення та розвиток теорії і методики навчання фізики в Україні (40-і роки XVII ст. – 30-і роки XX ст.): монографія. Київ: Педагогічна думка, 2020. 480 с.

12. Дидактика фізики: избранные аспекты теории и практики: коллективная монография / П. С. Атаманчук, А. А. Губанова, О. Н. Семерня, Т. П. Поведа, В. З. Никорич, С. В. Кузнецова. Каме́нец-Подольский – Кишинев: «Друк-Рута», 2019. 360 с. DOI: 10.32626/978-617-7626-53-3/2019-336.

13. Менеджмент формування природничо-наукової компетентності майбутнього педагога (глава 1.): монографія / Наукові дослідження в умовах глобалізації сучасного світу. Книга 1. Частина 2: Серія монографій / [авт.кол.: П. С. Атаманчук, Я. О. Львович, А. П. Преображенський, О. М. Селедцов, Т. Д. Чубіна и др.]. Одеса: Купрієнко С. В., 2020. С. 13–37. DOI: 10.30888/978-617-7880-02-7.2020-02.

14. Коршак Є. В., Шут М. І., Грищенко Г. П. Проект концепції освіти з фізики та астрономії 12-річної школи. *Фізика та астрономія в школі*. 2001. № 3. С. 24–26.

15. PISA: природничо-наукова грамотність / уклад. Т. С. Вакуленко, С. В. Ломакович, В. М. Терещенко, С. А. Новікова; перекл. К. Є. Шумова. К.: УЦОЯО, 2018. 119 с.

REFERENCES

1. Atamanchuk P. S. STEM-education in the aspects of the future physics teacher. Fundamental and applied research: Collection of scientific articles. Dingo Publishing, Melbourne Australia, 2018. Pp. 89–94.
2. Atamanchuk V. P., Atamanchuk P. S. Etalonni kryterii kontroliu prohnovovanykh rezultativ navchalno-piznavalnoi diialnosti [Standard criteria for the control of forecasted results in initial-educational performance]. Zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi online-konferentsii «Svitovi osvritni trendy: stvorennia tvorchoho seredovyshcha STEAM-navchannia». K.: Publishing House of National Pedagogical Dragomanov University, 2021. Pp. 6–11. [in Ukrainian].
3. Atamanchuk P. S. Upravlenie procesom stanovlennya budushchego pedagoga [Management of the process of a future teacher formation]. Metodologicheskie osnovy: monografiya. Izdatel: Palmarium Academic Publishing ist ein Imprint der, Deutschland, 2014. 137 p. (ISBN:978- 3-639-84513-6). [in Russian].
4. Atamanchuk P. S. Innovatsiini tekhnolohii upravlinnia navchanniam fizyky: monohrafiia [Innovation management technologies for physics: monograph]. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi State Pedagogical Institute, 1999. 172 p. [in Ukrainian].
5. Atamanchuk V. P., Atamanchuk P. S. Prohnoz yak osnova upravlinnia v navchanni [Forecasting as the basis of management in education]. Materialy VII mezinardni vedecko-prakticka conference “Moderni vymozhenosti vedy – 2012”. Praha: Publishing House “Education and Science” s.r.o. Dil. 16. Pedagogika. Pp. 15–23. [in Ukrainian].
6. Atamanchuk P. S., Menderetskyi V. V., Panchuk O. P. Tsileorrientovane formuvannia pryrodnycho-naukovykh kompetentnosti maibutnoho vchytelia [Purposeful formation of natural science competencies of the future teacher]. Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. Sofia: Publishing House “ACCENT”, 2020. Pp. 121–132. URL: <http://sci-conf.com.ua>. [in Ukrainian].
7. Atamanchuk P. S. Tsilovyi pidkhid do pobudovy shkilnoho pidruchnyka z fizyky [Targeted approach to building a school textbook on physics]. Physics and Astronomy at School. 1998. № 1. P. 2. [in Ukrainian].
8. Atamanchuk V. P. Metod proektiv yak sposib aktyvizatsii samostiinoi roboty studentiv [The method of projects as a way to enhance the independent study of students]. Formuvannia profesiinykh kompetentnosti maibutnykh uchyteliv v umovakh yevrointehratsii: zbirnyk materialiv mizhnarodnoi naukovo internet-konferentsii. Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohinko University, 2012. Pp. 143–144. [in Ukrainian].
9. Atamanchuk V. P., Atamanchuk P. S. Kompetentnisnyi status pryrodnycho-naukovoї obiznanosti maibutnoho vchytelia [Competence status of natural science awareness of the future teacher]. Scientific achievements of modern society. Abstracts of the 7th International scientific and practical conference. Liverpool, United Kingdom: Cognum Publishing House, 2020. Pp. 309–319. URL: <http://sci-conf.com.ua>. [in Ukrainian].
10. Velychko S. P. Rozvytok systemy navchalnoho eksperymentu ta obladnannia z fizyky u serednii shkoli [Development of a system of educational experiment and equipment in physics in high school]. Kirovograd: Vynnychenko Kirovograd State Pedagogical University, 1998. 302 p. [in Ukrainian].
11. Holovko M. V. Stanovlennia ta rozvytok teorii i metodyky navchannia fizyky v Ukraini (40- i roky XX st. – 30-i roky XX st.): monohrafiia [Formation and development of the theory and methods of teaching Physics in Ukraine (40s of the XVII century – 30s of the XX century): monograph]. K.: Pedahohichna dumka, 2020. 480 p. [in Ukrainian].
12. Didaktika fiziki: izbrannye aspekty teorii i praktiki: kollektivnaya monografiya [Didactics of physics: selected aspects of theory and practice: a collective monograph] / P. S. Atamanchuk, A. A. Hubanova, O. N. Semernia, T. P. Poveda, V. Z. Nykorych, S. V. Kuznetsova. Kamenets-Podolskyi – Kyshynev: “Druk-Ruta”, 2019. 360 p. DOI: 10.32626/978-617-7626-53-3/2019-336. [in Russian].
13. Menedzhment formuvannia pryrodnycho-naukovoї kompetentnosti maibutnoho pedahoha (hlava 1.): monohrafiia [Management of the formation of natural science competence of the future teacher (Chapter 1.): monograph]/Naukovidoslidzhennia v umovakh hlobalizatsii suchasnoho svitu. Book 1. Part 2: Serii monohrafiï/[team of authors: P. S. Atamanchuk, Ya. O. Lvovych, A. P. Preobrazhenskyi, O. M. Seledtsov, T. D. Chubina, etc]. Odesa: Kuprienko S. V., 2020. Pp. 13–37. DOI: 10.30888/978-617-7880-02-7.2020-02. [in Ukrainian].
14. Korshak Ye. V., Shut M. I., Hryshchenko H. P. Proekt kontseptsii osvity z fizyky ta astronomii 12- richnoi shkoly [12- year School Physics and Astronomy education concept project]. Physics and Astronomy at School. 2001. № 3. Pp. 24–26. [in Ukrainian].
15. PISA: pryrodnycho-naukova hramotnist [PISA: science literacy] / ed.: T. S. Vakulenko, S. V. Lomakovych, V. M. Tereshchenko, S. A. Novikova; transl. by K. Ye. Shumova. Kyiv: Ukrainian Center for Educational Quality Assessment, 2018. 119 p. [in Ukrainian].