

УДК 37.0:501

DOI: <https://doi.org/10.54662/veresen.3.2022.04>

*Людмила Клименко,
ORCID iD 0000-0003-2007-8967
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри теорії й методики природничо-
математичної освіти та інформаційних технологій,
Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти
вул. Адміральська, 4-а, 54001, м. Миколаїв, Україна
liudmyla.klimenko@toipro.mk.ua*

СИНЕРГІЯ МОЖЛИВОСТЕЙ STEM-ОСВІТИ У ПІДВИЩЕННІ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН І ТЕХНОЛОГІЙ

У розвідці йдеться про вибір, обґрунтування теми та визначення завдань наукового дослідження кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти – «Синергія можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичної освіти і технологій».

Проаналізовано висвітлення в науково-педагогічних працях питання про можливість синергії принципів STEM-освіти. Запропоновано підвищення фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій закладів загальної середньої освіти через створення умов для самоорганізації засад STEM-освіти, що має зумовити значне зростання фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій закладів загальної середньої освіти та ефективності процесу навчання учнів.

***Ключові слова:** синергія; STEM-освіта; учителі природничо-математичних дисциплін і технологій; фахова компетентність.*

© Клименко Л. О., 2022

Постановка проблеми. Нині у світі відчувається проблема нестачі спеціалістів у високотехнологічних галузях. Україна не виняток. Активне впровадження сучасних технологій потребує фахівців, які їх розвиватимуть і підтримуватимуть. Це має бути кваліфікований персонал як із комп'ютерних та інформаційних технологій, так і з інженерних та конструкторських спеціальностей (робота з безпілотниками тощо).

Українські науковці Н. Р. Балик, Н. Б. Вяткіна, О. М. Гірний, О. О. Патрикеева, Г. П. Шмигер уважають, що саме STEM-освіта сприятиме вирішенню цієї проблеми (Балик Н. Р., 2017, с. 27–29; Вят-

кіна Н. Б., 2015, с. 48; Гірний О. М., 2018, с. 11–15; Патрикеева О. О., 2015, с. 53–57; Шмигер Г. П., 2017, с. 26).

Метою STEM-освіти є забезпечення молоді міцним теоретичним фундаментом із природничо-математичних дисциплін і технологій, що дасть їй змогу запропонувати інноваційні вирішення проблем та викликів світу, поєднавши науку, технології, інженерію, математику задля задоволення суспільних потреб і прагнень.

Поділяємо погляди вчених щодо того, що STEM-освіта гарантує формування в учнів компетентностей і навичок, найбільш затребуваних на ринку праці XXI століття:

- готовності до розв'язання комплексних практичних проблем;
- критичного мислення;
- креативності;
- організаційних здібностей;
- уміння працювати в команді;
- емоційного інтелекту;
- уміння оцінювати проблеми і приймати рішення;
- здатності до ефективної взаємодії, що виявляється в емпатії до споживача продукту діяльності команди;
- уміння спілкуватися з різними людьми, створювати позитивний настрій, виявляти терпіння; уміння домовлятися.

На наш погляд, реалізація зазначеної вище мети реальна за умови синергії можливостей STEM-освіти, які визначені в Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), що схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05 серпня 2020 року «Про схвалення Концепції природничо-математичної освіти (STEM-освіти).

Синергія являє собою ефект підвищення результативності за рахунок використання взаємозв'язків, взаємопідсилення різних видів діяльності (Василенко М. Д., Слатвінська В. М., 2019, с. 18–26). Установлено, що важливою умовою синергії є дотримання основних принципів організації та самоорганізації.

Зміст і контент шкільних природничих дисциплін (фізики, хімії, біології, астрономії), математики, технологій і чинні навчальні програми МОНУ мають достатній потенціал для упровадження принципів STEM-освіти, оскільки:

- вивчається чимало спільних питань про наукові закони, теорії, поняття;
- застосовуються спільні методи пізнання природи (спостереження, вимірювання, експеримент);
- однакові методи навчання і виховання: теоретичні, експериментальні, дослідницькі, проєктні

тощо;

- висвітлюються сучасні досягнення фундаментальних наук і техніки, історія розвитку науки й унесок українських учених у світову науку.

Для його використання потрібен певний рівень фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових публікацій із питання дослідження свідчить про те, що вони здебільшого висвітлюють досвід упровадження окремих засад STEM-освіти в освітніх процесах конкретних предметів, а саме:

- STEM-активності на уроках хімії та біології: методологічний концепт (Білан Н. С., 2021, с. 15–19);
- метод моделювання на уроках біології (Лавринчук В., 2021, с. 38–42);
- бізнес-квест: «Молоко від ферми до столу. Виготовлення бринзи» (Астанова О., 2021, с. 150–156);
- проєкти «Скелет хребетних тварин та «Фази місяця» (Бойко Н., 2021, с. 175–177) та інші.

Питання синергії можливостей STEM-освіти є недостатньо дослідженим. Здебільшого вчені акцентують на розвитку професійної компетентності вчителя в системі STEM.

Професійна компетентність учителя в системі навчання STEM, на думку Н. О. Гончарової, є якістю особистості, що характеризує рівень інтеграції в інноваційне науково-технічне середовище; передбачає певний відхід від традиційного процесу формування вузького спеціаліста та визначається необхідністю розвитку багатопрофільного фахівця (Гончарова Н. О., 2015, с. 108–115), проте дослідниця не вивчає професійну компетентність саме вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Модель професійної компетентності вчителя-природничника на засадах

STEM-освіти та її розвиток у системі післядипломної педагогічної освіти представляє Л. О. Клименко (Клименко Л. О., 2019, с. 41–56), хоча не акцентує на синергії можливостей STEM як шляху до підвищення фахової компетентності вчителя.

У збірнику спецкурсів для підвищення кваліфікації педагогічних працівників (автори О. В. Коршунова, Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва) висвітлено переваги, проблеми та можливості концептуальних засад Нової української школи; особливості професійної діяльності педагогічних працівників щодо розвитку STEM-освіти; методологічні засади проєктно-дослідної діяльності (Коршунова О. В., Гущина Н. І., Патрикєєва О. О., 2018; Гущина Н. І., 2021; Василяшко І. П., 2021). Участь у таких усеукраїнських заходах, як Web-STEM-школа, І. П. Василяшко вважає одним із ефективних шляхів підвищення кваліфікації педагогів (Василяшко І. П., 2021), проте питання про підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій не розглядає.

Привертають увагу матеріали О. В. Барбаянної та Д. І. Грищука про синергію освіти та духовності (Барбаянова О. В., 2020, с. 7–10; Гришук Д. Г., 2020, с. 54–56). Останні закладають методологічну базу для подальшого вивчення, пошуку та розроблення освітніх механізмів забезпечення духовності людини в сучасному освітньому просторі, проте знов-таки автори не зауважують на використанні потенціалу природничо-математичних дисциплін і технологій для синергії освіти та духовності.

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми. Перелік загальних і професійних компетентностей, якими має володіти вчитель, визначений Професійним стандартом (наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільськогосподарства України від 23.12.2020 № 2736). До загальних компетентностей учителя належать: громадянська, соціальна, культурна, лідерська та підприємниць-

ка.

На основі трудових функцій учителя визначено перелік його професійних компетентностей: мовно-комунікативна; предметно-методична; інформаційно-цифрова; психологічна; емоційно-етична; педагогічне партнерство; інклюзивна; здоров'язбе-режувальна; проєктувальна; прогнозувальна; оцінювально-аналітична; інноваційна; рефлексивна; здатність до навчання впродовж життя.

Із зазначеного переліку мають свою специфіку, залежно від фаху вчителя, предметно-методична, проєктувальна, прогностична, оцінювально-аналітична та організаційна компетентності, результат синергії яких варто дослідити.

Постановка мети й завдань. Мета статті. Виявити сутність можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Окреслено такі завдання:

1. Обґрунтувати тему дослідження; визначити його мету, об'єкт, предмет, завдання та етапи їхнього виконання, методи дослідження, значущість на теоретичному й практичному рівнях.

2. З'ясувати можливості STEM-освіти.

3. Запропонувати шляхи реалізації завдань дослідження.

Виклад основного матеріалу дослідження. Потреба сучасного технологізованого суспільства у фахівцях з універсальними знаннями, стрімкий розвиток і впровадження в світі STEM-освіти змотивували обрати темою кафедрального дослідження саме синергію можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Метою дослідження визначено створення організаційно-педагогічних умов для синергії можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Об'єкт дослідження: підвищення фа-

хової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій через синергію можливостей STEM-освіти.

Предмет дослідження: організаційно-педагогічні умови для синергії можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Дослідження здійснюватиметься у три етапи. Перший етап: організаційно-констатувальний (травень 2022 року – лютий 2025 року); другий: розвивально-формульвальний (березень 2025 року – грудень 2028 року); третій: результативно-узагальнювальний (січень – грудень 2029 року).

Методологічну основу дослідження становлять основні положення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), Державного стандарту базової середньої освіти, Концепції розвитку цифрових компетентностей, Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа», професійного стандарту за професією «Вчитель закладу загальної середньої освіти», професійної підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій на засадах андрагогіки, методологічні положення щодо застосування діяльнісного, особистісно зорієнтованого, контекстного, компетентнісного підходів у післядипломній освіті.

Теоретичною основою дослідження є наукові ідеї методології синергетики як відкритої, нелінійної системи, що самоорганізовується, онтології синергетики (Кремень В. Г., 2014; Пригожин И. Р., Стенгерс И., 1986, с. 15–18; Шут М. І., Сергієнко В. П., 2002, с. 434–443); синергетичного ефекту в процесі розвитку інтелектуальної та академічної обдарованості тих, хто навчається (Камишин В. В., Рева О. М., Радецька С. В., Шульга В. М., Слинькова Т. В. 2018, с. 185–190); формування готовності вчителів до професійного саморозвитку (Пехота О. М., 2000, с. 276–280; Шарко В. Д., 2006, с. 78–88); забезпечення трансдисциплінарного та міждисциплінар-

ного підходів до практичного застосування наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв'язання (Плотнікова О. Л., Коробова І. В., 2021); гуманістичного, аксіологічного, синергетичного, інтегративного, діяльнісного, андрагогічного підходів до підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій у системі неперервної освіти (Андрущенко В. П., Кудін А. П., 2003, с. 49–51; Сігаєва Л. Є., 2011).

Дослідження здійснюватиметься теоретичними, емпіричними та статистичними методами. Теоретичні методи: аналіз, синтез, порівняння, систематизація, узагальнення наукових джерел із проблеми дослідження, наукове проєктування. Емпіричні методи: анкетування, інтерв'ю, спостереження, педагогічний експеримент. Статистичні методи: оброблення результатів за допомогою статистичних критеріїв.

Завдання дослідження:

1. Дослідити сучасні підходи до використання можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

2. На основі аналізу науково-педагогічної літератури визначити організаційно-педагогічні умови (зовнішні, внутрішні) для синергії можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

3. Розробити методичні матеріали для проведення занять, заходів для вчителів природничо-математичного циклу і технологій, що орієнтовані на підвищення фахової компетентності педагогів через синергію можливостей STEM-освіти та упровадити їх в освітній процес курсів підвищення кваліфікації.

4. Сформулювати критерії оцінки рівня фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій у рамках STEM-освіти та засобів діагностування респондентів.

5. Перевірити ефективність запропонованих організаційно-педагогічних умов

та узагальнити результати дослідження.

6. Підготувати публікації з питання синергії можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Дослідження синергії дає змогу виокремити такі можливості STEM-освіти, як:

- міждисциплінарний та трансдисциплінарний підходи в конструюванні змісту навчальних занять;
- посилення прикладних знань;
- гендерний підхід у залученні учнів до наук, технологій, інженерії, математики;
- навчання в команді;
- особистісний підхід;
- перманентне оновлення змісту навчального матеріалу.

Висновки.

Виявлено сутність можливостей STEM-освіти у підвищенні фахової компетентності вчителів природничо-математичних дисциплін і технологій.

Обґрунтовано тему дослідження; визначено його мету, об'єкт, предмет, завдан-

ня та етапи їхнього виконання, методи дослідження, значущість на теоретичному й практичному рівні.

З'ясовано, що створення організаційно-педагогічних умов для синергії можливостей STEM-освіти сприятиме підвищенню рівня фахової компетентності, а саме: підготовка і проведення обласних STEM-заходів та залучення до участі в них учителів-експериментаторів; організація консультацій для вчителів-експериментаторів із питань реалізації засад STEM-освіти в освітньому процесі з фізики, хімії, біології, математики, технологій; популяризація досвіду педагогів закладів загальної середньої освіти області й України в досягненні позитивних результатів у навчанні учнів через синергію можливостей STEM-освіти.

Перспективи роботи. Поширення інноваційного педагогічного досвіду та освітніх технологій із питань використання можливостей STEM-освіти для розвитку в учнів навичок науково-дослідницької та інженерної діяльності, ранньої професійної самовизначеності та готовності до усвідомленого вибору майбутньої професії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андрущенко В. П., Кудін А. П. Реалізація системи безперервної освіти в Національному педагогічному університеті імені М. П. Драгоманова через дистанційну форму навчання / В. П. Андрущенко, А. П. Кудін // Вісник академії дистанційної освіти. – 2003. – № 1. – С. 49–51.
2. Астанова О. Бізнес-квест «Молоко від ферми до столу. Виготовлення бринзи» / О. Астанова // Збірник матеріалів «STEM-тиждень – 2021» / укладачі: Патрикеева О. О., Василяшко І. П., Коваленко М. В., Черноморець В. В. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2021. – 575 с.
3. Балик Н. Р. Підходи та особливості сучасної stem-освіти / Н. Р. Балик, Г. П. Шмигер // Фізико-математична освіта. – 2017. – № 2 (12). – С. 26–30.
4. Барбаянова О. В. Актуальність синергії освіти та духовності / О. В. Барбаянова // Школа синергії освіти і духовності: нові виклики, тренди і можливості : матеріали Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції 2020 р. – Київ : ДЗВО «Університет менеджменту освіти», 2020. – С. 7–10. – Режим доступу: <http://umo.edu.ua> > imp > konferenc >
5. Білан Н. С. STEM-активності на уроках хімії та біології: методологічний концепт / Н. С. Білан // STEM-тиждень – 2021 : збірник матеріалів / уклад.: О. О. Патрикеева, І. П. Василяшко, М. В. Коваленко, В. В. Черноморець. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2021. – С. 15–19.

6. Бойко Н. Проекти «Скелет хребетних тварин та «Фази місяця» / Н. Бойко // STEM-тиждень – 2021 : збірник матеріалів / уклад.: О. О. Патрикєєва, І. П. Василяшко, М. В. Коваленко, В. В. Черноморець. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2021. – С. 175–177.
7. Василяшко І. П. Розвиток професійної компетентності педагогів із питань STEM-освіти / І. П. Василяшко // Web-STEM-школа – 2021. – Режим доступу: <http://yakistosviti.com.ua/uk/STEM-shkola-2021-zimova-sesiia-Video-galereia>.
8. Василенко М. Д. Сила синергії у проявах правової науки: міждисциплінарне дослідження / М. Д. Василенко, В. М. Слатвінська // Наукові праці Національного університету «Одеська юридична академія». Т. 24 / гол. ред. Ю. В. Цуркан-Сайфуліна; МОН України, НУ «ОЮА». – Одеса : Гельветика, 2019. – С. 18–26. – Режим доступу: <http://dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300/12618/Vasylenko>. DOI: <https://doi.org/10.32837/prnuola.v24i0.650>.
9. Вяткіна Н. Б. STEM-освіта: етапи становлення в Україні / Н. Б. Вяткіна // Інформаційний збірник для директора школи та завідуючого дитячим садочком. – К. : Освіта України. – 2015. – № 17–18 (41). – С. 48.
10. Гірний О. Що таке STEM-освіта / О. Гірний // Інформаційний посібник. – 2-ге вид. – Львів : ОІППО, 2018. – 35 с.
11. Гончарова Н. О. Професійна компетентність вчителя у системі STEM / Н. О. Гончарова // Наукові записки МАН України : зб. наук. пр. / [редкол. : С. О. Довгий (голова), О. Є. Стрижак, І. М. Савченко (відп. ред.) та ін.]. – К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2015. – Вип. 7. – С. 108–115.
12. Грищук Д. Г. Школа синергії освіти і духовності як відповідь на глобальні сучасні виклики / Д. Г. Грищук // Школа синергії освіти і духовності : нові виклики, тренди і можливості : матеріали Міжнародної науково-практичної онлайн-конференції 2020 р. – Київ : ДЗВО «Університет менеджменту освіти», 2020. – С. 55–56. – Режим доступу: <http://umo.edu.ua/images/content/institutes/imp/vydannya/konferenc>.
13. Гущина Н. І. Збірник матеріалів «STEM-школа – 2021» / уклад.: Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва, О. В. Коршунова, Л. Г. Булавська. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2021. – С. 11–17.
14. Камишин В. В. Синергетика в процесах розвитку академічної обдарованості: методичний посібник / В. В. Камишин, О. М. Рева, С. В. Радецька, В. М. Шульга, Т. В. Слинькова. – Київ : ІОД НАПН України, 2018. (рукопис). – С. 185–190.
15. Клименко Л. О. Модель професійної компетентності вчителя-природничка на засадах STEM-освіти : наук.-метод. посіб. / Л. О. Клименко. – Миколаїв : ОІППО, 2019. – 80 с.
16. Коршунова О. В. STEM-освіта. Професійний розвиток педагога : збірник спецкурсів / О. В. Коршунова, Н. І. Гущина, І. П. Василяшко, О. О. Патрикєєва. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2018. – 80 с.
17. Кремень В. Г. Синергетика і освіта : монографія / В. Г. Кремень. – 2014. – С. 348. – Режим доступу: <https://www.pedagogic-master.com.ua> › public ›
18. Лавринчук В. Метод моделювання на уроках біології / В. Лавринчук // STEM-тиждень – 2021 : збірник матеріалів / уклад.: О. О. Патрикєєва, І. П. Василяшко, М. В. Коваленко, В. В. Черноморець. – К. : Видавничий дім «Освіта», 2021. – С. 38–42.
19. Патрикєєва О. О. Актуальність запровадження STEM-навчання в Україні / О. О. Патрикєєва // Інформаційний збірник для директора школи та завідуючого дитячим садочком. – К. : Освіта України. – 2015. – № 17–18 (41). – С. 53–57.
20. Пехота О. М. Особистісно орієнтована освіта і технології / О. М. Пехота // Неперервна освіта: проблеми, пошуки, перспективи: монографія / за ред. І. Я. Зязюна. – Київ : Видавництво «Віпол». – 2000. – С. 274–298.
21. Плотнікова О. Л., Коробова І. В. Реалізація трансдисциплінарного підходу у

процесі формування природничо-математичної компетентності майбутніх моряків / О. Л. Плотнікова, І. В. Коробова. – Режим доступу: [https://cyberleninka.ru > article > realizatsiya-transdistsii...](https://cyberleninka.ru/article/view/realizatsiya-transdistsii...)

22. Пригожин И. Р., Стенгерс И. Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Р. Пригожин, И. Стенгерс. – М., 1986. – 461 с.

23. Сігаєва Л. Є. Характеристика структури освіти дорослих в сучасній Україні / Л. Є. Сігаєва // Вісник Житомирського державного університету. – 2011. – Вип. 59. – С. 38–42.

24. Шарко В. Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти : [Монографія] / В. Д. Шарко. – Херсон : Вид.-во ХДУ, 2006. – 400 с.

25. Шут М. І., Сергієнко В. П. Навчання фізики в системі професійної підготовки вчителя / М. І. Шут, В. П. Сергієнко // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002. Збірник наукових праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Частина І. – Харків : «ОВС», 2002. – С. 434–443.

OPPORTUNITIES SYNERGY OF STEM-EDUCATION TO IMPROVE TEACHER PROFESSIONAL COMPETENCE IN NATURAL AND MATHEMATICAL SUBJECTS AND TECHNOLOGIES

Lyudmila Klymenko,

ORCID iD 0000-0003-2007-8967

Candidate of Pedagogical Sciences,

Associate Professor, Department of Natural sciences,

Mathematical Education and Information Technology

Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute

4-a Admiralska Street, 54001, Mykolaiv, Ukraine

liudmyla.klimenko@moippo.mk.ua

The article is devoted to justifying and defining the objectives of scientific research of the Department of Natural sciences, Mathematical Education and Information Technology of Mykolaiv In-Service Teachers Training Institute, «Synergy of STEM-education opportunities in enhancing teachers professional competence in natural and mathematical education and technologies». Ensuring the improvement of teacher professional competence in science and mathematical disciplines and technologies of general educational institutions is the main task of the department. As physics, chemistry, biology, astronomy, mathematics, computer science constitute the basis of STEM education, using its principles and approaches should result in a significant increase in teachers professional competence and efficiency of the learning process. The aim of the study is to create conditions for the synergy of STEM-education opportunities to improve the teacher professional competence.

At the level of practical implementation of the study it is planned to develop methodological materials for classes and criteria for assessing the level of teachers professional competence in STEM-education, diagnostic tools for respondents, as well as dissemination of innovative teaching experience in use of STEM-education.

Keywords: *professional competence; STEM-education; synergy; teachers of natural-mathematical disciplines and technologies.*

REFERENCES

1. Andrushchenko, V. P. & Kudin, A. P. (2003). Realizatsiia systemy bezperervnoi osvity v Natsionalnomu pedahohichnomu universyteti imeni M. P. Drahomanova cherez dystantsiinu

formu navchannia [Implementation of the continuous education system at the National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov through distance learning]. *Visnyk akademii dystantsiinoi osvity*, 1, 49–51 (ukr).

2. Astanova, O. (2021). Biznes-kvest «Moloko vid fermy do stolu. Vyhotovlennia brynzy» [Business quest «Milk from farm to table. Production of cheese»]. *STEM-tyzhden* – 2021. K.: Vydavnychi dim «Osvita», 150–156 (ukr).

3. Balyk, N. R. & Shmyher, H. P. (2017). Pidkhody ta osoblyvosti suchasnoi stem-osvity [Approaches and features of modern stem-education]. *Fizyko-matematychna osvita*, 2 (12), 26–30 (ukr).

4. Barbaianova, O. B. (2020). Aktualnist synerhii osvity ta dukhovnosti [Relevance of synergy of education and spirituality]. *Shkola synerhii osvity i dukhovnosti: novi vyklyky, trendy i mozhlyvosti*. Kyiv: DZVO «Universytet menedzhmentu osvity», 7–10. Retrieved from: <http://umo.edu.ua/images/content/institutes/imp/vydannya/konferenc> (ukr).

5. Bilan, N. (2021). STEM-aktyvnosti na urokakh khimii ta biolohii: metodolohichni kontsept [STEM activities in chemistry and biology classes: methodological concept]. *STEM-tyzhden* – 2021. K.: Vydavnychi dim «Osvita», 15–19 (ukr).

6. Boiko, N. (2021). Proiekty «Skelet khrebetnykh tvaryn ta «Fazy misiatsia» [Projects «Skeleton of Vertebrate Animals and «Phases of the Money»]. *STEM-tyzhden* – 2021. K.: Vydavnychi dim «Osvita», 175–177 (ukr).

7. Hirnyi, O. (2018). *Shcho take STEM-osvita* [What is STEM education]. 2-he vyd. Lviv: OIPPO (ukr).

8. Honcharova, N. O. (2015). Profesiina kompetentnist vchytelia u systemi STEM [Professional competence of a teacher in the STEM system]. *Naukovi zapysky MAN Ukrainy* (Eds.: S. O. Dovhyi, O. Ye. Stryzhak & I. M. Savchenko et al.). K.: Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy, 7, 108–115 (ukr).

9. Hryshchuk, D. (2020). Shkola synerhii osvity i dukhovnosti yak vidpovid na hlobalni suchasni vyklyky [School of synergy of education and spirituality as a response to global modern challenges]. *Shkola synerhii osvity i dukhovnosti: novi vyklyky, trendy i mozhlyvosti*. Kyiv: DZVO «Universytet menedzhmentu osvity», 55–56. Retrieved from: <http://umo.edu.ua/images/content/institutes/imp/vydannya/konferencf>. (ukr).

10. Hushchyna, N. (2021). *Zbirnyk materialiv «STEM-shkola – 2021»* [Collection of materials «STEM school – 2021»]. (Eds. N. I. Hushchyna, I. P. Vasylashko, O. O. Patrykieeva, O. V. Korshunova & L. H. Bulavska). K.: Vydavnychi dim «Osvita», 11–17 (ukr).

11. Kamyshyn, V. V., Reva, O. M., Radetska, S. V., Shulha, V. M. & Slynkova, T. V. (2018). *Synerhetyka v protsesakh rozvytku akademichnoi obdarovanosti* [Synergetics in the processes of development of academic giftedness]. Kyiv: IOD NAPN Ukrainy (ukr).

12. Klymenko, L. O. (2019). *Model profesiinoi kompetentnosti vchytelia-pryrodnychnyka na zasadakh STEM-osvity* [Model of professional competence of a science teacher based on the principles of STEM education]. Mykolaiv: OIPPO (ukr).

13. Korshunova, O. V., Hushchyna, N. I., Vasylashko, I. P. & Patrykieeva, O. O. (2018). *STEM-osvita. Profesiyni rozvytok pedahoha* [STEM education. Professional development of a teacher]. K.: Vydavnychi dim «Osvita» (ukr).

14. Kremen, V. H. (2014). Synerhetyka i osvita [Synergetics and education], 348. Retrieved from: <https://www.pedagogic-master.com.ua> > public > (ukr).

15. Lavrynychuk, V. (2021). Metod modeliuvannia na urokakh biolohii [Modeling method in biology lessons]. *STEM-tyzhden* – 2021. K.: Vydavnychi dim «Osvita», 38–42 (ukr).

16. Patrykieeva, O. O. (2015). Aktualnist zaprovadzhennia STEM-navchannia v Ukraini [The urgency of introducing STEM education in Ukraine]. *Informatsiyni zbirnyk dlia dyrektora shkoly ta zaviduiuchoho dytiachym sadochkom*. K.: Osvita Ukrainy, 17–18 (41), 53–57 (ukr).

17. Piekhota, O. M. (2000). *Osobystisno oriientovana osvita i tekhnologii // Neperervna osvita: problemy, poshuky, perspektyvy* [Personal oriented education and technologies // Continuous education: problems, searches, prospects]. (Ed I. Ya. Ziaziun). Kyiv: Vydavnytstvo «Vipol», 274–298 (ukr).

18. Plotnikova, O. L. & Korobova, I. V. (2021). Realizatsiia transdystsyplinarnoho pidkходу u protsesi formuvannia pryrodnycho-matematychnoi kompetentnosti maibutnikh moriakiv [Implementation of a transdisciplinary approach in the process of formation of natural and mathematical competence of future sailors]. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru> › article › realizatsiya-transdistsi... (ukr).

19. Prigozhin, I. & Stengers, I. (1986). *Porjadok iz haosa. Novyj dialog cheloveka s prirodoj* [Order out of chaos. A new dialogue between man and nature]. M. (rus).

20. Sharko, V. D. (2006). *Metodychna pidhotovka vchytelia fizyky v umovakh neperervnoi osvity* [Methodical training of a physics teacher in the conditions of continuous education]. Kherson: Vyd.-vo KhDU (ukr).

21. Shut, M. I. & Serhiienko, V. P. (2002). Navchannia fizyky v systemi profesiinoi pidhotovky vchytelia [Teaching physics in the system of professional teacher training]. *Rozvytok pedahohichnoi i psykhologichnoi nauk v Ukraini 1992–2002*. Akademiia pedahohichnykh nauk Ukrainy. Chastyna I. Kharkiv: «OVS», 434–443 (ukr).

22. Sihaieva, L. Ye. (2011). Kharakterystyka struktury osvity doroslykh v suchasni Ukraini [Characteristics of the structure of adult education in modern Ukraine]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu*, 59, 38–42 (ukr).

23. Vasylyashko, I. P. (2021). Rozvytok profesiinoi kompetentnosti pedahohiv iz pytan STEM-osvity [Development of professional competence of teachers in STEM education]. Web-STEM-shkola – 2021. Retrieved from: <http://yakistosviti.com.ua/uk/STEM-shkola-2021-zimova-sesiia-Video-galereia> (ukr).

24. Vasylenko, M. D. & Slatvinska, V. M. (2019). Syla synerhii u proiavakh pravovoi nauky: mizhdystsyplinarne doslidzhennia [The power of synergy in the manifestations of legal science: an interdisciplinary study]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu «Odeska yurydychna akademiia»*. T. 24 (Ed. Yu. V. Tsurkan-Saifulina); MON Ukrainy, NU «OIuA». Odesa: Helvetyka, 18–26. Retrieved from: <http://dspace.onua.edu.ua/bitstream/handle/11300/12618/Vasylenko>. DOI: <https://doi.org/10.32837/npuola.v24i0.650> (ukr).

25. Viatkina, N. B. (2015). *STEM-osvita: etapy stanovlennia v Ukraini* [STEM education: stages of formation in Ukraine]. K.: Osvita Ukrainy, 17–18(41), 48 (ukr).