

Миколаївський обласний інститут
післядипломної педагогічної освіти

Кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти
та інформаційних технологій

**Модель професійної компетентності
вчителя-природничника
на засадах STEM-освіти**

(науково-методичний посібник)

Миколаїв
2019

Автор

Л. О. Клименко, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ, заслужений працівник освіти України.

Рецензенти:

О. В. Ліскович, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ;

Т. В. Цуркіна, учитель фізики Першої Української гімназії ім. М. Аркаса миколаївської міської ради, переможець обласного конкурсу «Учитель року – 2018» з номінації «Фізика».

Відповідальна за випуск:

В. В. Стойкова, кандидат педагогічних наук, заступник директора з науково-педагогічної роботи МОППО.

Затверджено вченою радою Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти, протокол від 2019 року № 1

Модель професійної компетентності вчителя-природничника

на засадах STEM-освіти / Упор. Л. О. Клименко – Миколаїв: МОППО, 2019. – 92 с.

© Кафедра теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ

© Лабораторія редагування та видавничої діяльності

Миколаївського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти
2019

ЗМІСТ

ВСТУП

**I. Семантичний аналіз поняття компетентності.
Учені-педагоги про професійну компетентність.**

II. Модель професійної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM-освіти.

2.1. Компоненти професійної компетентності вчителя.

2.2. Засади STEM-освіти.

**2.3. Компоненти професійної компетентності
вчителя-природничника на засадах STEM-освіти.**

**2.4. Предметна компетентність – складова професійної
компетентності вчителя.**

**2.5. Предметна компетентність вчителя-природничника
на засадах STEM-освіти.**

III. Розвиток професійної STEM-компетентності вчителя-природничника в системі післядипломної педагогічної освіти.

IV. Висновки

Додаток 1.

**Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в
зкладах загальної середньої та позашкільної освіти
України у 2018/2019 навчальному році.**

Використана література

ВСТУП

До сьогодні людська цивілізація пережила декілька науково-технічних революцій (схема 1). Перша науково-технічна революція (XV–XVII ст.) характеризується використанням сили води і пари, масштабним розвитком природознавства: створено нові наукові основи математики, астрономії, механіки, медицини (Ісаак Ньютон), промислового виробництва.

У період другої науково-технічної революції (XIX ст.) відбувся перехід від класичної науки, орієнтованої на вивчення механічних і фізичних явищ, до дисциплінарно організованої. Механістична картина світу перестає бути загальносвітоглядною – Майкл Фарадей розробив теорію електромагнітного поля, а Едісон подарував світові електричну лампочку. У цей час починають розвиватися біологія та геологія.

Із кінця XIX століття розпочалася третя науково-технічна революція: спочатку у фізиці – з руйнування концепції неподільного атома і створення квантово-механічної системи світосприймання, а потім поширилася на хімію, теоретичну і технічну кібернетику, космознавство та інші науки. До середини 50-х років вона охопила біологію і набула, таким чином, загального характеру [1].

Попередні революції збудували фундамент для активізації інтелектуальної діяльності як людини, так і техніки. Із середини XX століття розпочалася четверта науково-технічна революція. У XXI столітті підвищується роль мобільної Інтернет-комунікації, котра представляє технічно опосередковану індивідуальну, групову або масову комунікації і реалізується за допомогою портативних приладів безпроводним способом: бесіди типу чат, форуми, веб-пейджери – ICQ, Yahoo Messenger, MSN Messenger тощо, що є

синхронними формами комунікації, уможливають передачу та отримання інформації в режимі реального часу; електронні листи, SMS, MMS, їхня популярність не припиняє зростати: у 2011 році кількість відправлених у Німеччині SMS-повідомлень зросла до 46 мільярдів, порівняно з 20,1 мільярдами у 2006 році [2].



Схема 1. Науково-технічні революції

У розвинених країнах світу з'явилися нові STEM-професії: кіберпротезист, кіберполіцейський, сіті-фермер, біофармаколог, космогеолог, оператор медичних роботів, енергоаудитор, мережевий лікар та багато інших. «У 2006 році президент Джорж Буш оголосив «Ініціативу американської конкурентноздатності» та ініціював державну підтримку розвитку освіти і прогресу в напрямку STEM на всіх рівнях навчання. Ініціатива передбачала значне збільшення

державного фінансування програм STEM-освіти з метою збільшити кількість американських випускників ВНЗ зі STEM-дисциплін. У 2017 році було прийнято закон «Америка конкурує», яким збільшено інвестиції в галузі науки й інженерних досліджень, а також освіти в галузях STEM від дитячого садка до аспірантури та захисту докторської дисертації. У бюджеті на 2012 рік, президент Барак Обама збільшив штатам субсидії на поліпшення STEM-освіти вчителів у рамках програми MSP («Mathematics and Science Partnership» - «Партнерство математики й науки») [3].

STEM-фахівець – особа, яка здійснює інноваційну трудову діяльність із високим ступенем міждисциплінарності та технологічності [29]. Зазвичай експерти погоджуються, що STEM-фахівці застосовують свої знання зі сфери природничих наук, технологій, інжинірингу або математики, щоб спробувати зрозуміти, як влаштований світ, і вже з цим розумінням підходити до вирішення завдань. Подібним, напевно, могло б бути визначення STEM-освіти, де головною є ідея про те, що діти намагатимуться зрозуміти, як влаштований світ. Це – дивне, але дуже вдале визначення. Воно допомагає зауважити зміни у фундаментальних вимогах до навчальної та професійної діяльності, які невідривно пов'язані з перетвореннями, що відбуваються навколо нас.

STEM-професії базуються на узагальнених знаннях, у першу чергу, з природничо-математичних наук, інформатики, що становлять основу світового освітнього бренду STEM-освіти, метою якої є формування і розвиток розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких визначає конкурентну спроможність на ринку праці; удосконалення науково-дослідної та інженерної освіти в навчальних закладах, а також формування в дитині компетентного, обізнаного громадянина демократичного суспільства в наш технологічно залежний час.

Такий розвиток суспільства відбивається і на рівні освіти. В усі часи навчальні програми МОНУ передбачали інтелектуальний розвиток дитини. Невипадковими є поява деяких наукових учнівських винаходів: пристрій для людей із вадами зору (Селезньов Іван, учень Миколаївської ЗОШ І–ІІІ ступенів Миколаївської міської ради Миколаївської області); виготовлення паперу з опалого листа (Фречка Валентин, учень Сокирницької ЗОШ І–ІІІ ступенів Хустинської районної ради Закарпатської області).

Іван Селезньов, випускник ЗОШ № 22 м. Миколаєва



Фото 1.

Рукавичка для людей з проблемами зору



Фото 2.



Фото 3. В. Фречка, учень Сокирницької ЗОШ І–ІІІ ступенів Хустинської районної ради Закарпатської області

Марія Кружкова (учениця Первомайської ЗОШ І–ІІІ ступенів Первомайської міської ради Миколаївської області) досліджувала оптимізацію режимів вакуумно-конденсаційного напилення сплавів титану для зміцнення поверхні деталей, які мають великі механічні навантаження.

Робота виконувалася в лабораторіях Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» та апробувалися результати на Первомайському заводі «Дизель-маш» (фото 4–6).



Фото 4. Участь первомайських учнів у Міжнародній Українсько-Китайській виставці-конкурсі молодіжних інноваційних проєктів «Майбутнє України»



Фото 5. М. Кружкова (зліва,) В. Заудальська та їхня вчителька фізики Свистунова В. М.



Фото 6. Заудальська Вероніка та Кружкова Марія, учениці Первомайської ЗОШ №1 на зустрічі із американським астронавтом Грегором Олсеном під час виставки

Розділ І. Семантичний аналіз поняття компетентності. Учені-педагоги про професійну компетентність.

Компетентність – динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність [4].

Сучасним учням потрібен сучасний компетентний, високопрофесійний учитель. Якщо проблема переходу школи на компетентнісний підхід у загальній середній освіті достатньо серйозно досліджена вченими-педагогами: О. Заблоцькою, О. Овчарук, О. Пінчук, О. Пометун, І. Родигіною, О. Савченко, А. Хуторським й іншими та має державно-правову підтримку, то щодо питання

компетентнісного підходу в підготовці вчителя в науковій літературі ще немає визначеності [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

Певну увагу йому приділили у своїх працях: П. Атаманчук, С. Гончаренко, Т. Гончаренко, В. Заболотний, І. Зимня, І. Коробова, Н. Ничкало, В. Сидоренко, В. Шарко та інші [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18].

Поняття професійної компетентності однозначного визначення немає, автори по-різному тлумачать її суть. А поняття професійної компетентності вчителя-природничника взагалі відсутнє.

Так, Т. В. Мельник інтегрує професіоналізм і педагогічну майстерність як готовність фахівця до професійної діяльності, Т. С. Ціпан вважає, що поняття «професійна компетентність педагога» виражає особисті можливості викладача, що дозволяють йому самостійно й досить ефективно вирішувати педагогічні завдання, сформульовані ним самим або адміністрацією освітньої установи.

Набуття вчителем професійної компетентності полягає в тому, що професійне знання має формуватися водночас на всіх рівнях: когнітивно-технологічному, методичному, комунікативно-ситуативному, соціальному, психолого-педагогічному, прогностувально-рефлексивному, аутопсихологічному, управлінському, кооперативному, полікультурному, загальнокультурному [19].

Модель професійно-педагогічної компетентності А. Маркової базується на оцінці психологічних характеристик учителя під час здійснення ним освітнього процесу та змін у психічному розвитку учнів як результат праці вчителя.

З 1998 року в Геттінгемському університеті вперше стала предметом обговорення проблема автономності вчителя як одна із найактуальніших проблем сучасної педагогіки. Учені вважають автономним учителем таку особистість, котра знає, які знання їй потрібні, де і яким шляхом вона може їх

отримати, тобто самокерована в професійній діяльності, вільна від зовнішнього контролю [20]. Поняття автономності вчителя по різному розвивається в країнах світу. Трактуювання зарубіжних учених стосується забезпечення зовнішніх умов автономності вчителя у професійному розвитку. Українські науковці акцентують увагу на особистісних людських якостях учителя та гуманістичній спрямованості освітнього процесу [21].

Н. О. Гончарова розглядає професійну компетентність учителя в системі навчання STEM як якість особистості, яка характеризує рівень його інтеграції в інноваційне середовище; передбачає певний відхід від традиційного процесу формування вузького спеціаліста та визначається необхідністю розвитку багатопрофільного фахівця. Вона пропонує таку послідовність (структуру) професійної компетентності вчителя в системі навчання STEM [22]: автономізаційна, математична, адаптивна, предметна, інформаційна, продуктивна, інноваційна, психолого-педагогічна, інтелектуальна, рефлексивна, інтегрована, соціальна, комунікативна, технологічна, методологічна, управлінська, методична.

Розділ II. Модель професійної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM-освіти.

2.1. Компоненти професійної компетентності вчителя.

Вивчивши стан висвітлення в науково-педагогічній літературі питання про професійну компетентність учителя, ми пропонуємо таку узагальнену структуру, що наведена у схемі 2.

Такі компоненти, як: комунікативний, адаптивний, прогностувально-рефлексивний, інтелектуальний, інноваційний, інтегративний, можуть бути складовими предметної компетентності. Наприклад, залежно від того, яка предметна дійсність рефлексується вчителем, виділяють нижче зазначені типи рефлексії: прогностувальна, інтелектуальна, особистісна, комунікативна, кооперативна. Усі вони допомагають отримати знання.

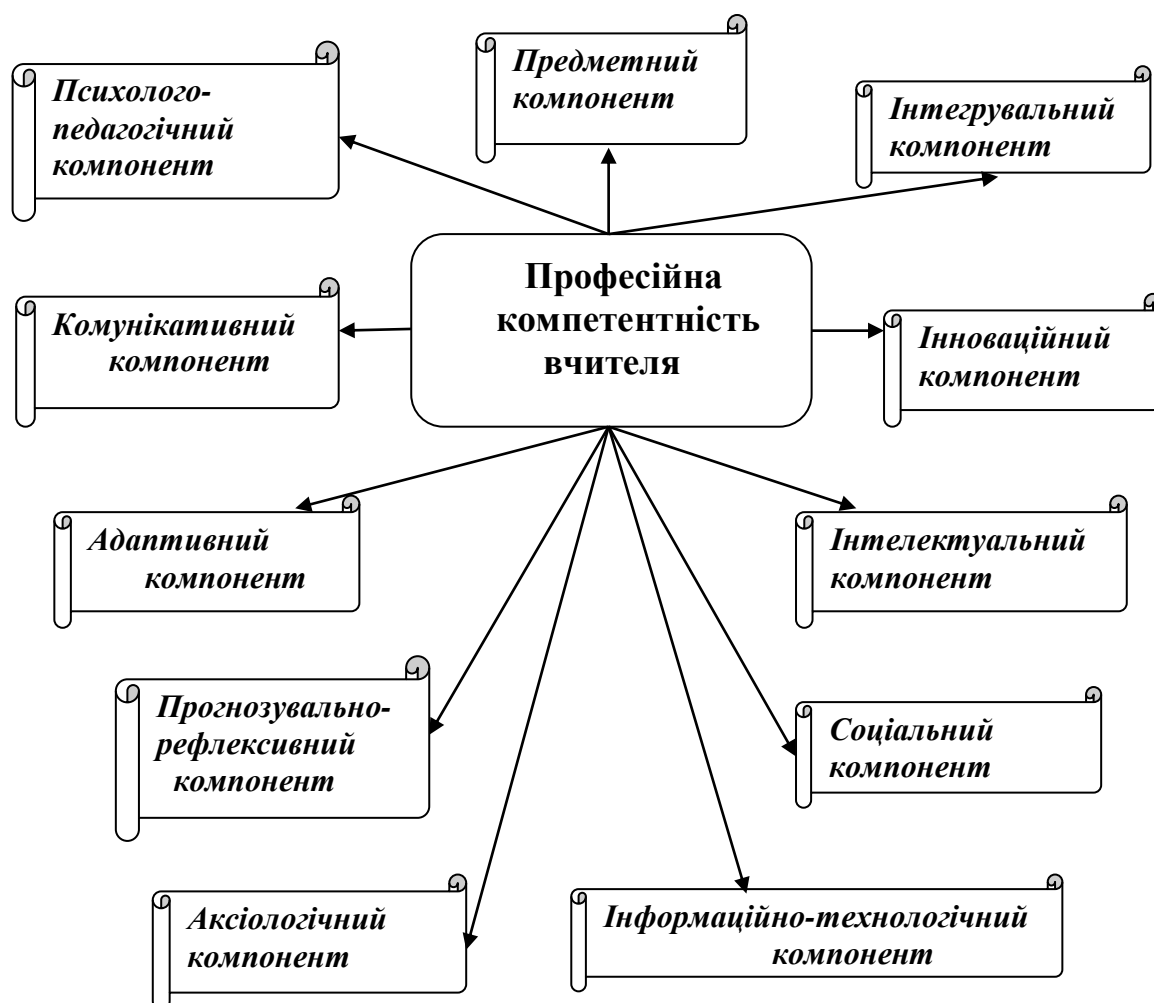


Схема 2. Компоненти професійної компетентності вчителя

Оцінювання професійної діяльності вчителя вимагає й Типове положення про атестацію педагогічних працівників України.

Професійної компетентності виступає складовою професіоналізму вчителя. Професіоналізм – це система, що складається із двох взаємозалежних підсистем: *професіоналізму особистості й професіоналізму діяльності*.

Професіоналізм діяльності – якісна характеристика суб'єкта праці, що відображає високу професійну кваліфікацію й компетентність, розмаїття ефективних професійних умінь і навичок, у тому числі заснованих на творчих рішеннях; володіння сучасними алгоритмами й способами вирішення професійних завдань, що дозволяє здійснювати діяльність із високою й стабільною продуктивністю.

Професіоналізм особистості – якісна характеристика суб'єкта праці, що відображає високий рівень розвитку професійно важливих та індивідуально-ділових акмеологічних інваріантів професіоналізму, високий рівень креативності, адекватний рівень домагань, мотиваційну сферу й ціннісні орієнтації, спрямовані на прогресивний розвиток фахівця.

Метою посібника є представлення моделі професійної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM-освіти.

Чому нами обрано цей аспект? Справа в тому, що STEM-освіта базується на використанні наукових знань саме із природничо-математичних предметів, засобів і обладнання, що пов'язані з технічним моделюванням, енергетикою й електротехнікою, інформатикою, обчислювальною технікою, мультимедійними технологіями, науковими дослідженнями у сфері енергозберезувальних технологій, автоматикою, телемеханікою, робототехнікою та інтелектуальними

системами, радіотехнікою і радіоелектронікою, авіацією, космонавтикою й аерокосмічною технікою тощо.

У останні роки спостерігається тенденція до розробки різних моделей фахівців, призначених для наочного та адекватного уявлення про професійну діяльність і ефективну підготовку до неї [23].

Поняття «модель» у науковій літературі постійно трансформується, набуваючи все нових значень. «Енциклопедія освіти» поняття «модель» тлумачить як «уявну або матеріально-реалізовану систему, що відображає або відтворює об'єкт дослідження (*природний чи соціальний*) і здатна змінювати його так, що її вивчення дає нову інформацію стосовно цього об'єкта» [24, с. 648].

«Модель (англ. model) – речова, знакова або уявна (мислена) система, що відтворює, імітує чи відображає принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки чи характеристики об'єкта дослідження (оригіналу), безпосереднє вивчення якого неможливе, ускладнене або недоцільне, і може замінити цей об'єкт у пізнавальному процесі з метою одержання нових знань про нього» [25, с. 13–14].

«Модель – 1) Зразок якого-небудь виробу, взірцевий примірник чогось.

2) Зразок, що відтворює, імітує будову і дію для одержання нових знань про об'єкт.

3) Уявний чи умовний (зображення, опис, схема і т. ін.) образного якого-небудь об'єкта, процесу або явища, що використовується як його представник» [26, 535].

За В. Д. Шадриковим, узагальнена модель фахівця має охоплювати уявлення про цілі діяльності спеціаліста; функції, до яких він має бути підготовленим; результати підготовки компетентного фахівця та його індивідуальні якості, які слід

сформувати як професійно значущі; уміння та навички приймати рішення, пов'язані з прогнозованою діяльністю; інформаційні навички, що забезпечують успіх у подальшій діяльності [27].

О. Г. Грищенко та В. О. Ніжегородцев вважають, що у педагогіці моделювання широко використовується для вивчення підготовки професійних кадрів. Це потребує систематичного дослідження професійної діяльності і змісту освіти та навчання.

Склад професійних компетентностей вчителя-природничника може бути таким: загальнопрофесійні компетенції, планування освітньої діяльності вчителя, освітня діяльність, науково-дослідна діяльність, психолого-педагогічні методичні дослідження, забезпечення безпеки життєдіяльності і охорони праці вчителів освітнього процесу в закладах освіти, перевірка досягнень учнями цілей навчання, використання комп'ютерних інформаційних технологій, підвищення кваліфікації вчителя фізики [28].

2.2. Засади STEM-освіти

(Засади – принципи, тактичні прийоми).

1. Міждисциплінарний (інтегрований) підхід у конструюванні змісту навчальних занять. Міждисциплінарність – «узгодження мов суміжних дисциплін», поєднання мов і методів різних дисциплін у ході дослідження (наприклад, хімічних із біологічними, фізичних із біологічними). При такому поєднанні менш розвинені мови та методи дослідження підпорядковуються більш розвиненим.

2. Посилення прикладних знань (академічні знання не єдині). Прикладні знання це такі, що необхідні для

повноцінного функціонування в суспільстві та застосуванні в життєвих ситуаціях.

3. Навчання не за предметами, а за темами. Коли питання, яке має вивчатися на уроках фізики, хімії, біології, географії, астрономії, виноситься на окреме заняття (не обов'язково в приміщенні).

4. Навчання через трансдисциплінарні знання. *Трансдисциплінарність* – об'єднання міждисциплінарних наукових ресурсів – широкого спектру соціальних, політичних, економічних екологічних та інших знань для вирішення досліджуваної проблеми в єдиних методологічних і теоретичних рамках.

5. Гендерний підхід у залученні учнів до занять фундаментальними науками, технологіями, інженерією, математикою. Особливий акцент робити на дівчат, які цікавляться технікою, мають здібності до конструювання, але по серйозному не обирають технічні галузі у подальшому дорослому житті.

6. Навчання в команді – здатність до синхронізації й інтеграції діяльності членів групи для забезпечення найбільш ефективного використання наявних інтелектуальних і матеріальних ресурсів для досягнення поставлених цілей.

7. Особистісний підхід, що орієнтує на різнобічний розвиток індивідуальності дитини на основі: виявлення її задатків і здібностей у природничо-математичній сфері; врахування вікових особливостей учнів, наявних інтересів, нахилів; формування ціннісних орієнтацій, задоволення інтересів і потреб.

8. Перманентне оновлення змісту (зміст STEM-освіти постійно оновлюється відповідно до розвитку науки та технології).

9. Цілісності, що передбачає створення цілісної національної системи впровадження STEM-освіти як складової єдиного освітнього простору України.

10. Громадянська спрямованість (STEM-освіта спрямована на нарощування людського потенціалу держави, підвищення її конкурентноздатності).

11. Продуктивна мотивація (формування продуктивної мотивації учасників STEM-освітнього процесу до здійснення науково-дослідницької та проектної діяльності, винахідництва, участі в різноманітних конкурсах, фестивалях).

Перші шість пунктів представляють засади, яких дотримуються у світі, решта – засади, визначені науковцями в нашій країні [29].

2.3. Компоненти професійної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM-освіти.

Як бачимо зі схеми 3, не всім засадам STEM-освіти (п. 2.2) знайшлося в ній місце. Зазначені й решта поповнюють безпосередньо предметний компонент.

(Червоним кольором виділено ті засади, що привернули до себе увагу освітян в останні роки).

Психолого-педагогічний компонент. У всі періоди розвитку освіти важливим компонентом професіоналізму вчителя вважався психолого-педагогічний, який базувався на знанні психології дитини за загально визначеними типовими ознаками. Сучасне покоління (Zet) неоднорідне, воно з'явилося на світ після 2010 року, коли Internet вже ввійшов у наше життя. Діти цього покоління самі знаходять відповіді на безліч запитань, менше звертаються до дорослих та певних фахівців – вони «гуглять»: володіють значним досвідом веб-пошуку і часто самостійно навчаються за допомогою онлайн-джерел, не запитують дорогу в перехожих (вони шукають потрібне місце за допомогою навігатора), роблять покупки через інтернет у будь-якій країні. Покоління Zet має надзвичайні можливості ознайомитися з нанотехнологіями й наноматеріалами, фізичними процесами в будь-якому віці, переглянувши «Фіксики», «Смешарики», конструювати роботів на основі електронного LEGO тощо. При цьому є проблеми в стосунках між дітьми, вчителями й батьками: учителі не встигають утримувати увагу учнів, а учні частіше не уважно слухають пояснення вчителя на уроці. Така поведінка обох учасників освітнього процесу призводить до конфліктів. Психологи радять: ставити коротко запитання; завдання, особливо з природничих дисциплін, обсягові, то ж бажано їх розподілити на частини; завдання треба ставити чіткі й обов'язково зазначати термін виконання; пояснювати краще за допомогою наочності; частіше відзначати успіхи учнів, мотивувати їх до навчання, заохочувати.

Комунікативний компонент. Для розвитку цієї компетентості вчителю варто зосередитися на опануванні таких видів робіт, виконання яких потребує **командної діяльності** учнів – найрозповсюдженій у STEM-освіті. У результаті в учнів виробляються вміння домовлятися, досягати врегулювання існуючих розбіжностей, тобто досягати

компромісу або угоди без суперечок і конфліктів, на підставі принципів справедливості, взаємної вигоди.

Організація навчання учнів у команді потребує від учителя *емоційного інтелекту*. На думку ученого Р. Бар-Она, структура емоційного інтелекту виглядає так:

- саморозуміння (усвідомлення власних емоцій, впевненість у собі, самоповага, самоактуалізація);
- комунікативний потенціал (емпатія, соціальна відповідальність);
- власні адаптаційні здібності (уміння вирішувати проблеми, долати труднощі, емоційна лабільність);
- антистресовий потенціал (стійкість до стресів, самоконтроль);
- загальний настрій (оптимістичність).

Багаторічний педагогічний досвід автора посібника спілкування із учителями та їх учнями свідчить про те, що інколи учні, які не мали високих успіхів у навчанні, не менш кмітливі, ніж відмінники. Тобто існує відмінність між шкільними знаннями та винахідливістю.

Стівен Дж. Стейн та Говард І. Бук у книзі «Переваги EQ: емоційний інтелект та ваші успіхи» відзначають це як здатність жити в гармонії зі світом, орієнтуватися в ситуаціях, уміти спілкуватися з людьми, брати на себе відповідальність за власне життя [30, с. 4].

Адаптивний компонент. Адаптивний, за визначенням Великого тлумачного словника, «здатний пристосовуватися» [31, с. 8]. Адаптивна компетентність передбачає швидке пристосування до змін у соціальному середовищі, уміти використовувати нові технології інформації та комунікації; доводити гнучкість перед викликами швидких змін; показувати стійкість перед труднощами; уміти знаходити нові

рішення, а також уміння навчати й навчатися за принципом STEM-освіти *будь-де і будь-коли*.

Прогнозувально-рефлексивний компонент – уміння вчителя будувати траєкторію розвитку як кожного учня, так і всього класу, а також конструювати освітній процес. Стосовно рефлексії: учені педагогі пропонують учителям здійснювати такі види рефлексії, що відображають чотири сфери людської суті або за її функціями. За сферами людської суті це:

- фізична (встиг – не встиг);
- сенсорна (самопочуття: комфортно – дискомфортно);
- інтелектуальна (що зрозумів, – що не зрозумів, які ускладнення відчув);
- духовна (став кращим – гіршим).

Фізична, сенсорна та інтелектуальна рефлексія можуть бути як індивідуальна, групова й командна. Остання здійснюється засобами STEM-освіти, а саме: демонстрація дослідів, які пояснюють і підтверджують суть наукових положень, вивченої на уроці теорії; пошук відповідей на якісні запитання; переконаність учня в тому, що він правильно зрозумів (завдяки моделі) принцип дії якогось приладу тощо. Класифікація рефлексії за функціями:

- рефлексія настрою й емоційного стану;
- рефлексія діяльності;
- рефлексія змісту навчального матеріалу. Отже, рефлексія дозволяє учневі:
- усвідомити здобуті знання та вміння;
- навчитися вільніше висловлювати як негативні свої почуття, так і позитивні;
- набути вміння рефлексувати в реальному житті, усвідомлюючи свої дії та прогнозувати подальші кроки;
- порівняти своє сприйняття з думками, поглядами, почуттями інших тощо навчитися дивитися «вглиб» себе.

Аксіологічний компонент. «Аксіоло́гія (від грец. *Αξία* – цінність) – наука про цінності, учення про природу духовних, моральних, естетичних та інших цінностей, їх зв'язок між собою, із соціальними, культурними чинниками та особистістю людини; розділ філософії. Зокрема наука про цінності освіти, у яких представлена система значень, принципів, норм, канонів, ідеалів, які регулюють взаємодію в освітній сфері та формують компонент відносин у структурі особистості» [32] .

Нам імпонує думка В. Д. Шарко щодо представлення ціннісних характеристик освіти це: освіта як цінність держави; освіта як цінність суспільства; освіта як цінність особистісна. У STEM-освіті вони взаємопов'язані, бо обираючи об'єкт для виготовлення якихось пристроїв, моделей конструкцій, роботів тощо дитина намагається втілити в ньому своє рішення вирішення важливої для власного життя проблеми або для життя інших людей своєї країни чи всієї планети.

Соціальний компонент. Учитель усвідомлює соціальні проблеми, запити суспільства; бере на себе відповідальність; використовує всі можливі методи для виховання в учнів патріотичних почуттів; поваги до свого народу та його традицій; знає історію науки, яку викладає і навчає цього учнів. Основою соціальної компонентності вважається продуктивна мотивація – переконувати учнів знаходити такі напрями своєї діяльності після закінчення школи, які мають перспективу розвитку в Україні.

Один із принципів STEM-освіти – гендерний підхід у навчанні. Соціологи дослідили кількість дівчат та молодих жінок у STEMі: у світі $\leq 33\%$, США $\leq 25\%$, Великобританії $\leq 13\%$. У зазначених країнах жінки складають:

- у коледжах 75 % від загальної кількості учнів, 45 % отримують STEM-освіту;

- в університетах 60 % (20 % займаються комп'ютерними науками), 12% отримують STEM-освіту

(бакалавр);

- 3 % отримують STEM-роботу.

GEMS – (англ.) «дівчата в інженерії, математиці й науці». В Україні працює проект «Дівчата- STEM», спрямований на заохочення жінок до здобуття STEM-освіти і подальшої роботи у галузях STEM.

Інноваційний компонент. Серед багатьох характеристик STEM-учителя однією із суттєвих вважається інноваційність. На наш погляд, це *відхилення від шаблону*, яке базується на високій працездатності та самоорганізації, ініціативності, наполегливості. *Особливо такі якості вчитель може виявити під час організації роботи учнів над дослідженнями та в ході проектної діяльності.*

Інтегровальний компонент – здатність учителя інтегрувати знання з різних дисциплін, наук, а отже володіти трансдисциплінарними та метапредметними знаннями; використовувати їх у професійно-педагогічній діяльності, професійно-педагогічному спілкуванні та реалізації особистості.

Інтелектуальний компонент. Концепція «Нова українська школа» акцентує увагу освітян на формування в учнів 10-ти основних компетентностей, серед яких ми виділяємо такі, що *потребують від учителя бути інтелектуалом: спілкування іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, загальнокультурна грамотність.*

У 2018 році Україна вперше взяла участь у Програмі міжнародного оцінювання PISA, якою передбачається визначення вектора освітніх реформ. Якщо у 2012 році взяли участь 65 країн світу, то у 2018 разом із Україною – 80.

Тестування відбувалося з 3-х предметних галузей: **читання, математики, природничих наук**. Дослідження зосереджується не на знанні програмового матеріалу, а на усвідомленні загальних принципів та ідей із наукової проблеми, певного явища, використання наукових доведень. **Іншими словами перевіряється науковий кругозір учнів.**

Інтелектуальна компетентність – це значуща якість педагога, що виявляється в перманентному оновленні власних прикладних знань, умінні застосовувати свій інтелектуальний потенціал для налагодження педагогічних взаємовідносин і вироблення способів інноваційної діяльності.

Інформаційно-технологічний компонент.

Поняття інформаційно-технологічної та інформатичної компетентностей на сьогоднішній день є дискусійним. У підручнику інформатики надається визначення «*Інформатична компетентність* – передбачає здатність людини орієнтуватися в інформаційному просторі, оперувати інформаційними даними на основі використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій відповідно до потреб ринку праці для ефективного виконання професійних обов'язків» [33, с. 23].

На думку Н. В. Баловсяк, інформаційна компетентність включає три компоненти: інформаційну (здатність ефективної роботи з інформацією в усіх формах її представлення); комп'ютерну або комп'ютерно-технологічну (що визначає вміння та навички щодо роботи із сучасними комп'ютерними засобами та програмним забезпеченням); процесуально-діяльнісну (що визначає здатність застосовувати сучасні засоби інформаційних і комп'ютерних технологій до роботи з інформацією та розв'язання різноманітних задач) [34].

Головань М. С. розглядає компетентність у галузі предмета інформатики і називає її інформатичною компетентністю. Інформатична компетентність – це

інтегративне утворення особистості, що інтегрує знання, про основні методи інформатики та інформаційних технологій.

В. Д. Шарко компонентний склад *інформатичної компетентності* вчителя-природничника представляє так:

«- інформаційно-пошукова компетентність, пов'язана з діяльністю в бібліографічних відділах, опрацюванням інформації в довідниках, пошуком інформації в мережі Інтернет;

- інформаційно-аналітична компетентність, яка передбачає аналіз знайденої інформації у відповідній літературі, ЗМІ, мережі Інтернет;

- інформаційно-комунікативна компетентність, що пов'язана з умінням отримувати й обробляти інформацію, прийняту від комуніканта, зі звичайного, мобільного та радіотелефонів, комп'ютерної мережі;

- інформаційна компетентність зі збереженням інформації, що передбачає вміння зберігати інформацію під паролем, сканувати й ксерокопіювати її;

- інформаційно-оцінна (рефлексивна) компетентність, пов'язана з критичним аналізом якості отриманої інформації та дій з її обробки, перекодування, збереження і передачі;

- інформаційно-етична та інформаційно-правова компетентності, що передбачають володіння нормативною базою щодо змісту інформації і володіння нею;

- інформаційно-екологічна компетентність, пов'язана з оцінкою умов роботи з інформацією, оцінкою впливу на здоров'я і працездатність змісту інформації та технічних пристроїв [35].

Тож інформаційно-технологічна компетентність полягає в уміннях учителя отримувати інформацію із будь-яких джерел, у тому числі використовуючи високі технології електронних пристроїв – гаджетів (смартфони, КПК, мобільні

телефони, портативна гральна приставка, мультимедійний програвач, GPS-навігатор, електронна книга).

2.4. Предметна компетентність – складова професійної компетентності вчителя.

На думку В. Шарко, пошуки шляхів підвищення якості природничої освіти обумовили необхідність виявлення відмінностей між ЗУНівським (знання, уміння, навички) і компетентнісним підходами до навчання школярів. Аналіз особливостей кожного з цих підходів дозволив установити, що ЗУНівський та компетентнісний підходи близькі один до одного, але перший обмежується предметними вміннями і навичками, а другий робить акцент на застосуванні знань і вмінь у позанавчальних, життєвих ситуаціях [36].

Компетентнісний підхід повністю не заперечує знання, але видозмінює їх роль у житті людини. Знання повністю підкоряються вмінням. З цих підстав до змісту компетентнісної освіти включають лише ті знання, що необхідні для формування вмінь. Усі інші знання розглядаються як довідкові, що зберігаються в енциклопедіях, мережі Інтернет тощо. За необхідності учні повинні швидко і безпомилково скористатися цими джерелами інформації для вирішення поставлених проблем.

Незважаючи на те, що кожен по-своєму тлумачить професійну (педагогічну) компетентність, в одному думки учених збігаються: суттєвою компонентою професійної педагогічної компетентності вважають предметну компетентність. В. Пелагейченко зазначає, що до змісту предметної компетентності має входити володіння певними засобами навчання у сфері освітнього процесу (спеціальність). «Це сукупність умінь і навичок, необхідних для стимулювання

активності як окремих учнів, так і колективу в цілому. До неї входять уміння вибирати правильний стиль і тон у спілкуванні з учнями, управляти їх увагою, темпом діяльності» [37, с. 55].

Структура предметної компетентності майбутнього вчителя фізики за О. Ніколаєвим виглядає таким чином: світоглядна, експериментальна, обчислювальна, методична складові [38].

Ми згодні із В. Сидоренко, яка вважає метапредметні, поліфункціональні компетентності інваріантними структурними компонентами предметної компетентності «це – суспільно визначений комплекс універсальних знань, умінь, ставлень, цінностей для компетентного вирішення міжпредметного кола проблем, що забезпечують професійний розвиток фахівця, дають змогу ефективно брати участь у багатьох соціальних сферах і сприяють особистому успіхові» [39].

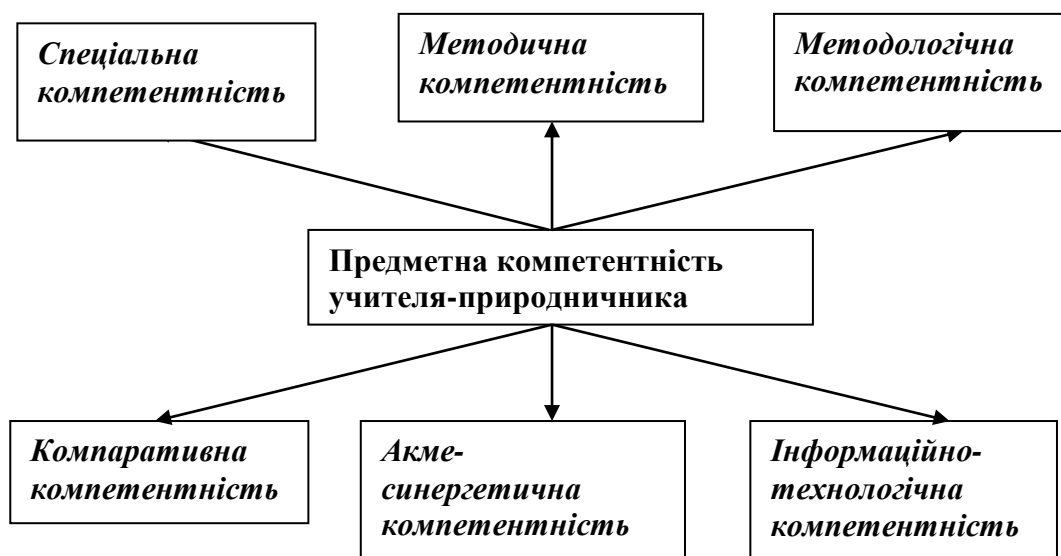


Схема 4. Компоненти предметної компетентності вчителя-природничника

Із огляду на це, у практиці підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін закладів загальної середньої освіти нами обрано структуру предметної компетентності з такими складовими: спеціальна, інформаційно-технологічна, акме-синергетична, методична, методологічна, компаративна, прогнозувально-рефлексивна (схема 4).

Формування предметної компетентності вчителя має здійснюватися відповідно до предметних компетентностей учня (необхідних знань, умінь, цінностей та здатності застосовувати їх у процесі пізнання і практичній діяльності) та наскрізних змістових ліній навчальних програм МОНУ (схема 5).

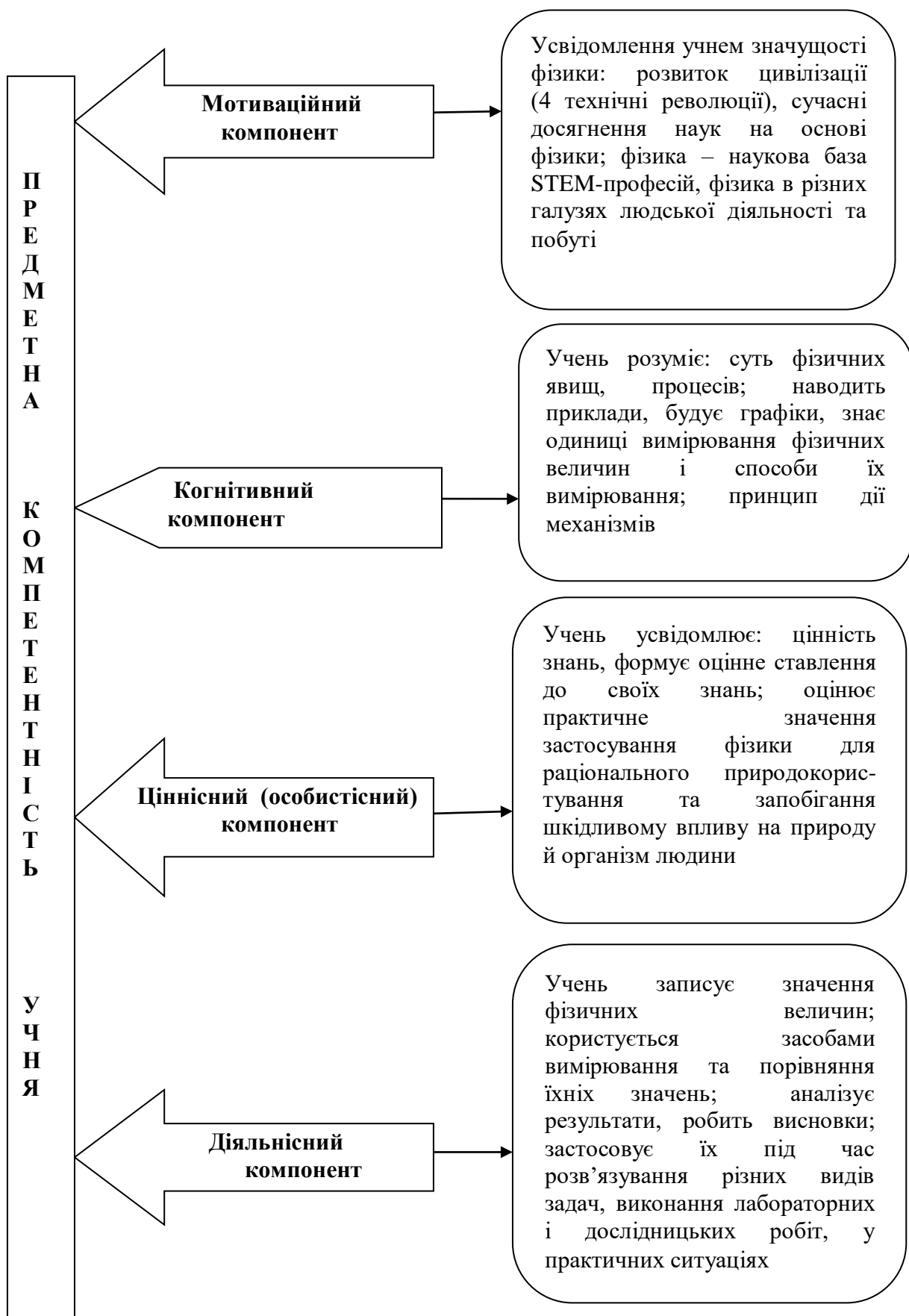


Схема 5. Компоненти предметної компетентності учня на прикладі фізики [45]

У схемі 6 зліва зазначені загальні компоненти предметної компетентності вчителя, справа – їх домінанти, що відповідають STEM-засадам.



Схема 6. Компоненти предметної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM-освіти

Спеціальна компетентність. Учитель-природничник розкриває учням значущість астрономії, фізики, хімії, біології для розвитку цивілізації як основи наукових відкриттів, наукової бази STEM-професій. Він складає задачі за STEM-принципами. Так, урахувавши актуальність використання роботів у різних галузях людської діяльності, пропонує учням порівняти швидкості переміщення живого гепарда зі швидкістю робота гепарда, виготовленого Массачусетським технологічним інститутом, знаючи час і відстань пробігу. У результаті виявляється, що швидкість робота більша і становить $V=30$ км/год (у справжнього гепарда – 21 км/год). Цей робот використовується для перенесення на собі важкого військового знаряддя масою в сотні кілограмів.

Методична компетентність – поняття багатоаспектне, його зміст змінюється згідно процесів, що відбуваються в суспільстві й освіті. На думку Т. Сясіної, **методична компетентність** має такі рівні прояву: інтуїтивний, нормативний, активний, креативний [40]. Серед рівнів сформованості методичної компетентності вчителя Т. Мамонтова виділяє емпіричний, конструктивний і творчий [41].

На нашу думку, методична компетентність передбачає володіння вчителем методами і прийомами навчання учнів природничих дисциплін взагалі, а якщо розглядати методи й прийоми відповідно до STEM-принципів, то в першу чергу, це такі сучасні технології:

- *вітагенні технології* навчання, що засновані на актуалізації життєвого досвіду особистості, її інтелектуально-психологічного потенціалу в навчальних цілях. Їх важливість для компетентнісного навчання пов'язана з тим, що формування компетентностей має здійснюватися з урахуванням життєвого досвіду школярів (грунтуватися на ньому; слугувати його збагаченню). Наприклад: який процес кип'ятіння 2 літрів

води найбільш економічний – у двохлітровому чайнику або чотири рази у півлітровому?

- **Проектна технологія** з багатьох позицій є особливо ефективною у вивченні природничих дисциплін тому, що під час її використання вчитель має можливість здійснювати навчання в команді (*групові проекти*), тобто розподіляти завдання так, щоб виконання їх кожним наступним учнем залежало від результату, отриманого попереднім учнем. Наприклад проекти, що пропонують автори програм інтегрованого курсу «Природничі науки»: «Чи побачить бджола змію», «Чому стільниковий зв'язок називають «стільниковим»?», «Що ми знаємо про безпілотник Aquila у важкодоступних місцях від Facebook» [42].

Дослідження ефекту Доплера на автомобілях із включеною сиреною. Астрологія: передбачення долі за зірками. Вірити чи не вірити? Складові частини біоресурсів: біомаса Світового океану, біомаса суходолу [43]. Оптичні явища у творах українських поетів і народному фольклорі.

Веб-квест як технологія компетентнісно зорієнтованого навчання поєднує проектну, ігрову та інформаційно-комунікативні технології і дозволяє: розвивати індивідуальні пізнавальні здібності кожної особистості; максимально виявляти, ініціювати, використовувати, вітагенний досвід особистості, допомагати їй пізнати себе та самореалізуватися. Суть її полягає в тому, щоб знайти відповіді на низку запитань, як правило, інтегрованого змісту, переробити знайдену інформацію. *Наприклад.* Молекули рухаються хаотично і безперервно. Ми не помічаємо їхнього руху. Але спостерігаємо його прояв у макросвіті. Вибери докази цього руху. А. Поширення запахів у повітрі. Б. Розчинення барвників у воді. В. Проникнення вуглекислого газу в листя у рослин. Г. Всмоктування поживчих речовин кишківником. Д. Усі перелічені явища є доказами руху молекул.

В. Д. Шарко, І. В. Коробова та Т. Л. Гончаренко відзначають компетентності, які учні набувають під час роботи над завданнями веб-квесту:

Особистісні: самовизначення; позитивне ставлення до навчання; бажання здобувати нові знання, уміння та вдосконалювати наявні; бажання освоювати нові види діяльності; бажання брати участь у творчому, процесі; усвідомлення себе як індивідуальності й одночасно як члена суспільства;

пізнавальні: уміння орієнтуватися у своїй системі знань; усвідомлювати пізнавальне завдання; читати і слухати, виділяючи потрібну інформацію; самостійно знаходити інформацію, використовуючи різні джерела; розуміти інформацію, представлену в образотворчій, схематичній, модельній формах; виражати ситуацію різними засобами (малюнками, символами, схемами, знаками); здійснювати для вирішення навчальних завдань операції аналізу, синтезу, порівняння, класифікації; робити узагальнення, висновки; набувати ІКТ-компетенції;

регулятивні: самостійно формулювати пізнавальну мету й будувати дії відповідно до неї; складати план і послідовність дій, діяти за планом; контролювати процес і результати діяльності; уносити необхідні корективи в план дій; усвідомлювати труднощі, що виникають, шукати їх причини та шляхи подолання; уміти розподіляти свій час (і приділяти час для занять); уміти виділяти необхідну інформацію;

комунікативні: уміти: слухати і вступати в діалог з учителем або іншими учнями (за допомогою форуму та чату); формулювати питання; відповідати на питання інших; висловлювати і обґрунтовувати власну точку зору [41].

Методологічна компетентність.

Методологія – це система принципів наукового дослідження; учення про науковий метод пізнання законів природи за допомогою сукупності методів дослідження, що застосовуються в будь-якій науці відповідно до специфіки об'єкта її пізнання. До неї входять: індуктивний метод Френсіса Бекона, раціоналістичний метод Рене Декарта, діалектичні методи Сократа, Георга Гегеля, Карла Маркса, феноменологічний метод Едмунда Гуссерля, системні методи Людвіга фон Берталанфі, Уїльяма Ешбі, Толкотта Парсонса та ін. Методологія в цьому разі підноситься до небес філософської методології, із неї виключається величезний пласт конкретних методів і прийомів.

Методологія – це тип раціонально-рефлексивної свідомості, спрямований на вивчення, удосконалення і конструювання методів. Поняття «методологія» має два основні значення: по-перше, це – система певних правил, принципів і операцій, що застосовуються в тій чи іншій сфері діяльності (науці, політиці, мистецтві тощо); по-друге, це – учення про цю систему, загальна теорія метода.

«Метод – це інструмент для вирішення головного завдання науки – відкриття об'єктивних законів дійсності. Метод визначає необхідність і місце застосування індукції й дедукції, аналізу й синтезу, абстракції, формалізації, моделювання, порівняння теоретичних та експериментальних досліджень» [44].

Методологічна компетентність поєднує *праксеометодологічну компетентність та гносеологічну. Праксеометодологічна компетентність* дозволяє вчителю оперувати теоретичними аспектами своєї практичної професійно-педагогічної діяльності (розробляти методи і конкретні прийоми її здійснення). Учитель, який володіє

гносеометодологічною компетентністю, уміє застосовувати принципи пізнання, моделей і механізмів пізнавальної діяльності (Сидоренко) у вивченні живої та неживої природи.

Компаративна компетентність. Під час курсів підвищення кваліфікації учителів-природничників нами з'ясовано, що із усіх зазначених у схемі 4 компонентів предметної компетентності вчителя слухачі майже не обізнані у сутті компаративної компетентності. Сучасне високотехнологізоване суспільство диктує потребу у творчому підході до всього процесу навчання, а компаративність значною мірою забезпечує розширення світогляду учнівської молоді, формування життєво необхідних компетенцій. У ході тестування слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін на запитання «Що означає компаратив?» позитивно відповіли 32 % опитаних респондентів, а на запитання «Чим відрізняється використання міжпредметних зв'язків в освітньому процесі від компаративного підходу?» відповіли лише 29 % опитаних. Зазначене дає підстави для активізації роботи з учителями щодо підвищення рівня їхньої компаративної компетентності.

До компаративної компетентності вчителя входить уміння здійснювати міжпредметну взаємодію у більш позитивному ступені, застосовуючи матеріали суміжних дисциплін для ефективною реалізації визначуваних освітніх завдань [45]. Міжпредметні зв'язки – це вираження фактичних зв'язків, що встановлюються в процесі навчання або у свідомості учня, між різними навчальними предметами. Вони класифікуються за змістом навчального матеріалу, за уміннями, що формуються, за методами та засобами навчання, але компаратів (лат. *Comparativus* – від *compare* – «порівнюю») – це вищий, порівняльний ступінь [46].

Акме-синергетична компетентність. Аналізуючи стан системи освіти й перспективи її розвитку, значна частина дослідників звертаються до синергетики як міждисциплінарного напрямку вивчення складних систем. Синергетика – теорія самоорганізації складних систем.

Термін «синергетика-sinergia-співробітництво» був уведений у 1969 році німецьким фізиком і математиком Германом Хакеном, професором Штудгарського університету. Самоорганізація виникає в ускладненні структури системи, яку вивчають, що виникає, коли зовнішній вплив на систему перевищує деякі критичні значення. При цьому в системах з'являються нові структурні елементи, які починають виконувати нові функції.

«Сьогодні синергетика, долаючи міждисциплінарний статус, швидко перетворюється на відповідального носія нової парадигми стилю мислення. Нова методологія втілюється в техніці, мистецтві, економіці і, безумовно, повинна проникати в освіту», – вважає В. Кремінь [47, с. 4].

У нових соціокультурних умовах педагог також має оволодіти системою знань у галузі педагогічної акмеології і синергетики (закономірностями та механізмами індивідуально-особистісного й професійно-фахового зростання). І акмеологія, і синергетика націлені на розвиток творчої особистості. Цим займалися чимало вчених, серед них: В. О. Моляко, М. М. Пташник, С. О. Сисоєва, Я. О. Пономарьов та інші.

Розкриємо цю складову предметної компетентності на прикладі діяльності Патранюк Ірини Петрівни, учителя інформатики Южноукраїнської гімназії № 1 Южноукраїнської міської ради та Чолака Сергія Івановича, учителя фізики Снігурівської опорної школи Снігурівської районної ради, переможця Всеукраїнського конкурсу «Учитель року – 2009» у номінації «Фізика», учителя-методиста. Активне

упровадження засад STEM-освіти Україна розпочала у 2015 році, акцентуючи увагу на заняттях із робототехніки, для яких у більшості шкіл необхідне обладнання було відсутнє. Щоб його придбати, указані вище вчителі за власним бажанням узяли участь у Всеукраїнському конкурсі грантів за програмою FIRST LEGO – 2016.

Вони потрапили до списку 10 шкіл-переможців із 150 учасниць конкурсу й отримали потрібну техніку, що дозволило їм відкрити гуртки з робототехніки для учнів і вчителів, а Чолак С. І. ще й організував гурток для дітей дошкільників та початківців.



*Фото 6. Ірина Патранюк із Дарією Шаповал.
Южноукраїнська гімназія Южноукраїнської міської ради*



***Фото 7. Чолак С. І. із своєю командою «ROBOTTEAM»
Промінського НВК Снігурівської районної ради***

Інформаційно-технологічна компетентність. STEM-фахівець на високому рівні використовує сучасні комп'ютерні системи, мобільні додатки; матеріали інтернет-сайтів освітянських проєктів, видавництва, електронні платформи для вчителів, електронні бібліотеки.

STEM-якості вчителя-природничка або портрет STEM-вчителя-природничка (наше бачення).

Інтелектуальний. Слідкує за розвитком усіх фундаментальних наук, ознайомлює з їх досягненнями учнів; розуміє планетарні проблеми людства та регіону проживання, намагається народжувати ідеї щодо їх вирішення, а також залучає до цього учнів.

Технічно розвинений – здатний самостійно, без додаткової допомоги, визначити принцип дії більшості технічних

пристроїв: як побутових, так і промислових.

Приклад. Чолак Сергій Іванович, організував гурткову роботу з дітьми різними віковими категоріями. У результаті утворилися команди із дошкільників та початківців «Квант – суперблискавка» (фото).



Фото 8. 2018. Команда «Квант-суперблискавка» в Києві на ROBOfirst



Фото 9 . Модель Інгулецької насосної станції – робота команди «Квант-суперблискавка»

Команді малих Сергій Іванович запропонував виготовити

модель Інгулецької насосної станції (на Снігурівщині) для представлення на Всеукраїнському фестивалі з робототехніки (ROBOFirst-2018).

Винахідливий, творчий, креативний – народжує оригінальні науково-технічні ідеї, що не мають аналогів.

Приклади винахідливості вчителів- керівників команд.

На Всеукраїнському ROBOFirst-2018 у Києві учнівські команди з багатьох з областей України представили роботів, які мали виконувати певні дії, спрямовані на вирішення деяких екологічних проблем, оскільки тема сезону «Вода в житті людини». Так, команда Полтавської області представила робота-аератора, який здатний насичувати киснем воду Дніпра, але цьому передувало тривале учнівське дослідження, у ході якого учні виявили нестачу кисню в ній (фото 10). виявив винахідливість.

Завжди існувала проблема в країні очистки підземних труб. Для спрощення цієї процедури команда із міста Дніпра виготовила робота-очищувача підземних труб (фото 11). Винахідливість керівників зазначених команд і самих учнів очевидна.

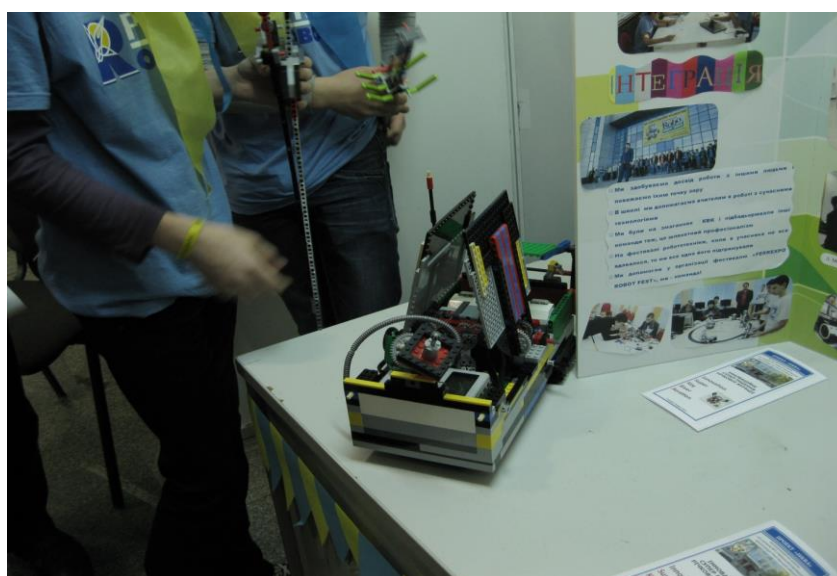


Фото 10. Робот - аератор, виготовлений командою із м. Полтава.



Фото 11. Робот-очищувач підземних труб. (м. Дніпро)

Майстровитий – уміє конструювати, виготовляти власні вироби та навчати цього дітей.



Фото 12. Демонстрація саморобного приладу для підтвердження залежності опору провідника від температури
Висококласний експериментатор –STEM-учитель



Фото 13. Експеримент з оптики – отримання в дзеркалі декілька зображень одного предмета



Фото 14. Демонстрація існування атмосферного тиску



Фото 15. Під час семінару-практикуму з методики навчального фізичного експерименту на курсах підвищення кваліфікації

Розвинена антиципація – уміння влучно і надійно прогнозувати, передбачати розвиток можливих ситуацій, навіть нестандартних, під час роботи з дітьми та спілкування з

колегами.

Висока й адекватна мотивація досягнень, самокритичний, що виявляється в бажанні передати свої вміння, знання тим, кого навчає, та розвинути їхні здібності.

Високий рівень саморегуляції, що виявляється в умінні управляти своїм станом; висока працездатність; постійна готовність до дій; здатність мобілізувати свої ресурси в необхідний момент.

Сміливий у прийнятті рішень, може забезпечити їх надійність, своєчасність і точність, неординарність та ефективність (фото 17).

Приклад. Учитель фізики Єланецької ЗОШ І–ІІІ ступенів Єланецької районної ради Невідомий Леонід Васильович, вивчаючи із п'ятикласниками в курсі «Природознавство» звукові (механічні) явища, спонукав учнів до народження оригінальної ідеї: використання перетворення механічних коливань у електричну енергію.

Діти дійшли думки, якщо на стовпі біля дороги, якою пересуваються транспортні засоби, зафіксувати магніт, то він буде вібрувати. Коливання через ґрунт, бетонний стовп передаються на пристрій (катушка намотана на пластикову трубу і закріплена через гумові шнури до кільця більшого діаметра), який також починає коливатися, але в напрямі, протилежному коливанням магніту.

У результаті в катушці утворюється індукційний струм і діодний міст, пристосований на виході з катушки, світиться. Отже, під час наближення транспортного засобу до приладу, що розташований на стовпі, починає спрацьовувати пристрій і чим ближче до приладу, тим яскравіше світло (Фото 16).

Фото 16. Єланецькі п'ятикласники виготовляють пристрій для перетворення звукових коливань в електричну енергію



**Фото 17. Невідомий Л. В.,
учитель фізики Єланецької
ЗОШ І–ІІІ ступенів Єланецької**



**районної
ради
доводить
членам
журі
обласного
конкурсу
«Енергія–
2018»**

**суть
учнівського
дослідження**

Розділ III. Розвиток професійної STEM-компетентності вчителя-природничника в системі післядипломної педагогічної освіти.

Аналіз схем 3 і 6 дозволяє стверджувати, що крім самостійного підвищення свого професіоналізму в системі післядипломної педагогічної освіти уможлиблюється розвиток професійної компетентності вчителя-природничника як під час проходження курсів (курсівий період), так і в міжкурсівий період. Якщо розглядати це відповідно до засад STEM-освіти, то ми вважаємо, що, у першу чергу, розвитку потребують окремі домінанти предметної складової професійної компетентності (таблиця 1), а саме:

- володіння трансдисциплінарними й метапредметними знаннями та здійснення їх перманентного оновлення;
- використання міждисциплінарних знань на вищому порівняльному ступені;
- знання методів підготовки учнів до інтелектуальних змагань із фундаментальних природничих наук;
- використання вітагенних технологій, веб-квестів із природничої тематики;
- використання сучасних комп'ютерних систем та мобільних додатків.

Так, доктор педагогічних наук, професор Л. М. Калініна зазначає, що післядипломна педагогічна освіта має певні переваги для забезпечення професійного розвитку сучасного вчителя [48, с. 84].

Ми не ставили за мету детально описати всі шляхи розвитку професійно-педагогічної компетентності вчителя-природничника за всіма її складовими, вони надані в схемі 7.

Володіння трансдисциплінарними та метапредметними знаннями, здійснення їх перманентного оновлення – одна із засад STEM-освіти.

Реалізацію таких принципів STEM-освіти, як перманентне оновлення знань учнів та надання їм трансдисциплінарних і метадисциплінарних знань, учитель має можливість здійснювати на прикладі досягнень нобелівських лауреатів. Про суть відкриттів йдеться під час курсів. У 2018 році присуджена премія з фізики Артуру Ешкіну за *розробку оптичних пінцетів та їхнє застосування в біологічних системах*.

Артур почав експериментувати з лазером у 60-х роках – одразу після того, як ця форма світла була винайдена. Ешкін згадує, коли він світив лазером на крихітні прозорі кульки, його не дивувало, що вони рухалися в напрямі світлового променя. Вражало інше: кульки постійно дрейфували до середини лазерного променя. Після тривалих експериментів із лазером Ешкін зі своєю командою винайшов оптичний пінцет. У 1986 році за допомогою цього пінцета вченому вперше вдалося схопити окремі атоми та прицільно ними ворушити. Незабаром технологія була настільки вдосконалена, що дослідникам вдавалося зловити віруси, бактерії та інші живі клітини. Нині за допомогою цього пінцета учені можуть маніпулювати молекулами ДНК, будувати наноконструкцію з атомів і досліджувати процеси всередині клітин.

Цей приклад є очевидним прикладом метапредметного підходу до навчання не тільки фізики, бо таке відкриття ґрунтується на знаннях, що стоять за кількома предметами, знаходяться в їх основі й одночасно в кореневому зв'язку з ними).

Використання міждисциплінарних знань на вищому порівняльному ступені (компаративна компетентність).

Найефективнішими методами та прийомами під час проходження курсів, на думку слухачів, є : ознайомлення на лекційних заняттях саме з такими науковими досягненнями, що спираються на закони декількох природничих наук одночасно і які вивчаються в шкільних курсах природничих дисциплін.

Наприклад, ознайомлюючи слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики із сучасними досягненнями фундаментальних наук, надається інформація про теоретичне відкриття топологічних фазових переходів і топологічних фаз матерії [49]. Учителі повинні дослідити різницю між топологією у фізиці й топологією в математиці. Топологія – це розділ математики (топос–місце, логос–наука), що пояснює, наприклад, чим куля відрізняється від бублика – одне не можна перетворити на друге за допомогою неперервної деформації, тому що в бублика є дірка, а в кулі її немає. У фізиці топологія описує не форму предмета, а певну форму фізичних законів, за допомогою яких можна описати деякі ефекти, які без цих законів описати не можна. Американець Девід Таулес, британець Дункан Холдейн, шотландець Майкл Костерлітц використали передові математичні методи для вивчення незвичайних фаз матерії (надпровідники, суперрідини або тонкі магнітні плівки). Результатом тривалої роботи став опис незвичайних фізичних ефектів, які виникають у речовинах у деяких екзотичних станах.

Топологічні ізолятори самі по собі не проводять електричний струм, але на тонкому шарі поверхні перетворюються у провідники. Такий стан виникає через специфіку розподілу енергії електронів діелектрика. Наприклад, перехід металу в надпровідний стан.

У ході нашого дослідження ми переконалися в тому, що,

використовуючи в освітньому процесі з природничо-математичних дисциплін саме такі факти, відбувається мотивація учнів до навчання.

Зі слухачами курсів підвищення кваліфікації вчителів хімії на практиці відпрацьовано метод навчання учнів у команді, який є також суттєвим принципом STEM-освіти, через виконання проекту, суть якого полягає в порівнянні економічної вигоди від використання кремнію та перовскіту в конструкції сонячних батарей. Минулого року в галузі розроблення фотоелектричних систем у традиційного кремнію з'явився дешевший конкурент – перовскіт. Цей мінерал, титанат кальцію каркасної будови (CaTiO_3), було описано в першій половині XIX ст., але саме в 2013 р. було опубліковано цілу низку результатів досліджень, які показали перспективність перовскіту для виготовлення сонячних батарей. Новий матеріал дає надію на можливість істотно здешевити альтернативні джерела енергії.

Схема 7. Заходи кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій МОШПО з розвитку предметної компетентності вчителя-природничника в межах STEM-освіти

Курсовий період

Заняття лекційні, практичні

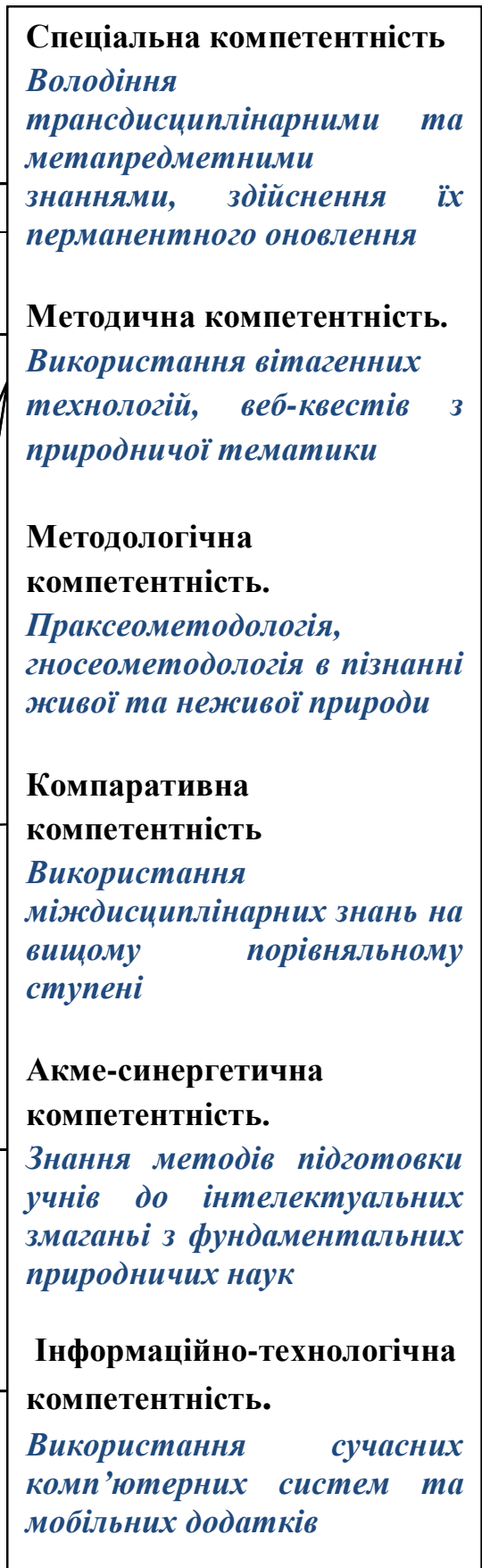
Семінар-практикум із методики навчального експерименту

Скулворки з робототехніки

«Колосок» - учителю

Стажкування в науково-дослідних лабораторіях

Тренінги з використання мобільних додатків, ІКТ



Міжкурсний період

Студія «Наука і ми»,
віїзний лекторій «Людина у Всесвіті»

Обласний фестиваль «Моя STEM – ідея»,
форум юних шанувальників фізики/астрономії,
конкурс для учнів 5 –11 кл. «Енергія»

Майстер-класи, майстерні з досвіду впровадження STEM-освіти

Добутий у 1839 році в Уральських горах Густавом Розе (Швейцарія), названий на честь графа Л. А. Перовського (колекціонер мінералів), він зустрічається у талькових і хлоритових сланцях на Уралі, Тиролі (Австрія), у Швейцарії, Фінляндії.

Опрацювавши факти, учителі дійшли висновку: незважаючи на те, що сонячні елементи, створені на основі перовскіту, поки що відстають за ефективністю від кремнієвих панелей, які вже широко застосовують у всьому світі, новий матеріал дає надію на можливість істотно здешевити ці альтернативні джерела енергії [50].

Отримання інформації за допомогою інформаційних комп'ютерних технологій, аналізування її змісту на нефейковість (наукову достовірність) упроваджується на курсах подвійної спеціалізації слухачів. Так, вивчаючи новий матеріал, учителі фізики та хімії повідомили про виготовлення складеревини хіміками з Мерілендського університету (США). В Коледж-Парку для створення цього матеріалу використовувалася звичайна деревина, яка оброблялася майже до повного видалення кольорових домішок. На першому етапі деревину піддавали двогодинній високотемпературній обробці у водному розчині натрієвого лугу та сполук, які розщеплюють лігнін, молекули якого і надають деревині характерний колір. На другому етапі на отриману прозору «розм'якшену» деревину вчені нанесли прозору епоксидну смолу, яка підвищує міцність прозорої деревини у 4–5 разів. У результаті вийшов матеріал підвищеної міцності, із електропровідністю ще меншою, ніж у скла, він зберігає здатність до біорозкладання, чого не можна сказати про пластик. Матеріал зберігає пористу природну структуру, яку можна заповнити газом або рідиною для отримання потрібних додаткових властивостей. Учителі отримали завдання:

запропонувати власні ідеї використання нового матеріалу, у результаті представили ідеї запровадження його саме в нашій країні – це заміна скла та пластику в майбутньому в будівництві різних споруд [51]. Подібний підхід у педагогічній освіті сприяє розвитку вмінь для реалізації діяльнісного компонента предметної компетентності учнів та такої змістової лінії навчальних програм, як «Підприємливість та фінансова грамотність» .

Природничі дисципліни здійснюють суттєвий внесок у формування як вмінь навчатися, так і у формування особистісних цінностей учнів, одним із основних чинників цього є, насамперед, свідома інтелектуальна робота ...особистості з більш повного і глибокого відображення дійсності [52]. Стимулюючи учнів до порівнянь, зіставлень різних явищ, учитель має дати учням матеріал для цих розумових операцій, навчити їх бачити, обирати, порівнювати схожі, аналогічні факти або явища. Подібні уроки потрібні як учням, так і вчителям. Бачити світ, кожен його феномен у порівнянні з іншим, уміти розрізняти несхожі явища та знаходити типологічне у схожому є життєво необхідною компетенцією випускника сучасної школи.

Обравши форму порівняльного методу, визначаємося з елементами компаративного аналізу, що виокремлюються під час дискусій на курсах. Слухачі курсів підвищення кваліфікації учителів астрономії познайомилися із матеріалами про виявлення гравітаційних хвиль детектором LIGO, утворення яких передбачав у свій час А. Ейнштейн [53]. Причину їх виникнення він убачав у якійсь катастрофічній події: вибух грандіозної потужності, як наприклад, злиття чорних дір, колапс ядра наднової або нейтронних зір. Уперше в світі зафіксовано сигнал про пряме спостереження гравітаційних сил відразу на двох детекторах LIGO,

розташованими на відстані 3000 км (у Лівінгстоні, штат Луїзіана, та Хенфорд, штат Вашингтон) американськими вченими Райнером Вайсом, Баррі К. Баришем та Кипом С. Торном. Особливий інтерес у слухачів викликало те, що у сімдесятих роках у Києві випробовувався перший український гравітаційно-хвильовий детектор. Завдання: з'ясувати та проаналізувати, з яких причин українські вчені не досягли успіху у цій справі.

Використання зазначених вище можливостей підвищення рівня компаративної компетентності вчителів природничих дисциплін закладів загальної середньої освіти активізує їхню діяльність щодо формування в учнів предметної компетентності за усіма компонентами (мотиваційним, когнітивним, ціннісним, діяльнісним). Такий підхід забезпечує узгодженість із принципами STEM-освіти в Україні та в світі: посилення прикладних знань; навчання через трансдисциплінарні та міждисциплінарні знання; перманентне оновлення змісту навчального матеріалу відповідно до розвитку науки та технології; продуктивна мотивація учасників освітнього процесу до здійснення науково-дослідницької та проектної діяльності, винахідництва. Матеріал для підвищення рівня своєї компаративної компетентності вчителі отримують у міжкурсовий період у ході таких обласних заходів, як відкрита педагогічна студія «Наука і ми» або виїзний лекторій «Людина у Всесвіті».

Використання вітагенних технологій, веб-квестів з природничої тематики. В Україні з 2002 року проходить Міжнародний інтерактивний природничий конкурс «Колосок». Із 2016 року конкурс став невід'ємною частиною національної системи STEM-освіти в Україні. Він має потужні ресурси для розвитку інтересу учнів до природничих наук,

формування компетентностей учнів у природничих науках в освітніх процесах із більшості навчальних дисциплін у закладах загальної середньої освіти відповідно до Концепції «Нова українська школа», а також він має великий потенціал для підвищення рівня предметної компетентності вчителя як складової його професійної компетентності. Ресурси проекту – конкурс «Колосок»:

- завдання конкурсу для учнів 1 –11 класів;
- журнал «КОЛОСОК»;
- газета «Колосочок»;
- сторінка у Facebook:
<https://www.facebook.com/Konkurs.Kolosok/> ;
- конкурс «Учитель року» за версією журналу «КОЛОСОК»;
- маленькі лайфхаки та великі секрети учителів-переможців конкурсу.

Журнал «Колосок» – єдиний в Україні науково-популярний природничий журнал, що забезпечує інтеграційні підходи в навчанні природознавства та процесі здійснення пропедевтики природничих дисциплін. Удало структурований, охоплює широкий віковий діапазон читачів, сучасний та актуальний.

У всіх зазначених вище ресурсах знаходиться інформація, яку вчитель може використовувати на уроках, під час складання питань веб-квестів та залучення вітагенних технологій навчання. Вона має інтегрований, метапредметний

зміст із актуальних питань природознавства та життєвих ситуацій.

Достатньо ознайомитися з розділами, з яких вони складаються, щоб зробити такий висновок: Жива фізика. Патенти природи. Жива хімія.



Рух – це життя. Чудесна сімка.
Життя лісу.

Наступну інформацію можна сприймати і як результат роботи кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та інформаційних технологій щодо залучення учнівської молоді загальної середньої освіти, вихованців інтернатних закладів освіти, закладів позашкільної та дошкільної освіти до експериментально-дослідницької роботи; поширення досвіду та здобутків у галузі STEM-освіти та реалізації Концепції «Нова українська школа» і як матеріал для професійного зростання вчителя на засадах STEM.

На перший Всеукраїнський LEGO-турнір (2016 рік) із теми «Сміття – прихований скарб», організований відділом STEM-освіти Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти» Міністерства освіти і науки України, з'їхалися понад 1000 дітей: дошкільників та школярів із 19 областей, крім Миколаївської. Після масштабної популяризації ідей STEM-освіти кафедрою теорії й методики природничо-математичної освіти МОШПО (*читання лекцій з питань STEM-освіти, проведення педагогічної практики для слухачів курсів підвищення кваліфікації, скул-ворків у закладах освіти, де впроваджуються STEM-засади*) в усіх наступних Всеукраїнських інтелектуальних змаганнях 2016 – 2019 років постійними учасниками стали команди Снігурівщини ROBOteam та «Совенята» Южноукраїнської гімназії.



Фото 18. 2019. Збірна команда Снігурівщини – учасниця Черкаського регіонального турніру FIRST LEGO LEAGUE



Фото 19. Утретє учениці Южноукраїнської гімназії № 1 отримують перемогу у Всеукраїнському проекті «Дівчата-STEM»



Фото 20. 10 переможців Всеукраїнського стем-хауз «Розумні пристрої». У центрі Тетяна Шаповал, учениця Южноукраїнської гімназії. 2018

17 жовтня 2018 року нами вперше проведено обласний фестиваль «Моя STEM-ідея» на базі Центральної бібліотеки ім. М. Л. Кропивницького. У кожній із секцій (1 секція – «Мої перші кроки у STEM-освіті»; 2 секція – «STEM-лабораторія власними руками»; 3 секція – «Розумні пристрої»; 4 секція – «Робототехніка») проходило представлення власних конкурсних виробів учнів у вигляді їх презентації та в майстер-класах. У фестивалі взяли участь 79 учнів закладів загальної середньої освіти області (2–11 класів), 53 учителя.

Відвідувачів виставки особливо вразили роботи, виготовлені учнями Снігурівської опорної школи Снігурівської районної ради, Южноукраїнської гімназії № 1 Южноукраїнської міської ради, Вознесенської гімназії № 1 Вознесенської міської ради.



Фото 21. Відкриття обласного фестивалю «Моя STEM- ідея», 2018

Нас тішить, що збільшується кількість учнів, обізнаних у можливостях навчальної платформи «Arduino», що підтверджується представленими ними власними виробами на його основі (Новохристофорівська ЗОШ І–ІІІ ступенів Новобузької районної ради, Миколаївська ЗОШ І–ІІІ ступенів № 31 Миколаївської міської ради).

Не дивлячись на те, що педагоги здебільшого вважають STEM – прерогативою фізиків, інформатиків, значну кількість конкурсних робіт їх підготували учні під керівництвом учителів біології та хімії (школи м. Миколаєва: №№ 19, 28, 37, 40, 57, економічний ліцей № 2, муніципальний колегіум ім. В. Д. Чайки).



Фото 22. Виставкові матеріали економічного ліцею № 2 м. Миколаєва: доменна пічка, роботи



Фото 23. Учні початкових класів Снігурівщини проводять майстер-клас з опанування LEGO-конструктора

Відвідувачі фестивалю отримали задоволення від участі в майстер-класах, вони навчилися виготовляти: корисні речі з пінопласту, STEM-іграшку дзигу з LEGO-конструктора, дрон та оригамі, «овочеві батарейки», прикраси з фоамірану та навіть складати автомоделі.



Фото 24. Шуляр В. І., директор МОІППО, професор, доктор педагогічних наук, заслужений учитель України фотографує дрона, який виготовлений командою «Совенята» Южноукраїнської гімназії Южноукраїнської міської ради

Інтерес до фестивалю виявили науковці кафедри теоретичної електротехніки Національного університету кораблебудування імені адмірала С. О. Макарова, які підготували цікавий майстер-клас із виготовлення роботів.

За своїм призначенням обласний інститут післядипломної педагогічної освіти має займатися андрагогічною освітою педагогів. Кафедра щороку організовує обласні заходи і для учнів, деякі з яких стали традиційними: форум юних шанувальників фізики та астрономії (із 1988 року), «Енергія 2006 –2018». Багаторічна практика автора посібника дає підстави вважати, що така робота з учнівською молоддю є ефективним методом підвищення рівня підготовки учителів до розвитку в учнів винахідливості, інтересу до конструювання, науково-дослідницької діяльності тощо.



Фото 25. Учасники прилюдного захисту робіт конкурсу «Енергія-2018»



Фото 26. Переможці конкурсу «Енергія-2018»

Розділ IV. Висновки.

Створення моделі професійної компетентності вчителя фізики, хімії, біології на засадах STEM-освіти є інноваційним продуктом обласного рівня автора цього посібника.

Модель розроблялася та впроваджувалася у період 2017 – 2018 років. У ході розроблення моделі:

- вивчено науково-теоретичні основи і засади STEM – освіти;
- проаналізовано педагогічні праці з питання формування професійної компетентності вчителя-природничника за принципами STEM-освіти у системі підвищення кваліфікації;
- систематизовано матеріали для створення моделі розвитку професійної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM – освіти.

У результаті:

- визначено якості, якими має володіти STEM-учитель;
- з'ясовано компоненти професійної компетентності вчителя-природничника на засадах STEM-освіти; компоненти предметної компетентності (та їх домінанти) вчителя-природничника та учня;
- створено умови для розвитку предметної компетентності вчителів-природничників у межах STEM-освіти, а саме – проведено певні заходи кафедри теорії й методики природничо-математичної освіти та ІТ МОШПО, система яких висвітлена у схемі 7.

Все зазначене вище сприяло активізації STEM-діяльності науково-педагогічних та педагогічних працівників кафедри, учителів природничих дисциплін закладів загальної середньої освіти та збільшенню кількості учнів – учасників конкурсів,

розрахованих на розвиток технічного мислення та сфери інновацій та високих технологій.

Додаток 1.

**Методичні рекомендації відділу STEM-освіти Державної наукової установи «ІНСТИТУТ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЗМІСТУ ОСВІТИ» Міністерства освіти і науки України
19.07.2018 № 22.1/10 - 2573**

Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти України у 2018/2019 навчальному році

Високий рівень освіти, особливо зі STEM-спеціальностей, є визначальним для розбудови наукового та інноваційного потенціалу держави. Готувати майбутніх новаторів необхідно ще під час навчання у закладах освіти. Особливого значення набуває формування компетентностей особистості, її здатності до творчого, креативного мислення, вміння ефективно вирішувати складні проблеми власної життєдіяльності, що визначає конкурентоспроможність особистості у сучасних економічних умовах. Тому вкрай важливим є забезпечення розвитку напрямів STEM-освіти в закладах освіти.

Відділ STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» визначив пріоритетні напрями розвитку STEM-освіти на всеукраїнському рівні у 2018/2019 навчальному році, а саме:

- розроблення нормативно-правових, науково-методичних засад впровадження STEM-освіти;

- сприяння розвитку STEM-освіти: аналіз результативності процесу і динаміки розвитку, шляхи підвищення ефективності упровадження інновацій, виявлення проблем та прогнозування подальших тенденцій розвитку напрямів STEM-освіти;

- проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 роки (наказ МОН від 17.05.2017 № 708),

- реалізація заходів Програми інноваційно-освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Я – дослідник» на 2018-2021 роки (наказ МОН від 13.04.2018 № 366);

- проведення просвітницько-профорієнтаційної роботи серед молоді з метою ознайомлення зі STEM-професіями;

- організація та проведення освітніх заходів, спрямованих на популяризацію STEM-навчання: конкурси, змагання, STEM-фестивалі, наукові пікніки, STEM-екскурсії тощо;

- поширення досвіду та здобутків у галузі STEM-освіти шляхом публікацій, презентацій під час освітніх заходів різного рівня: міжнародних, всеукраїнських, регіональних науково-практичних конференцій, семінарів, вебінарів, тренінгів, круглих столів, конкурсів, хакатонів тощо;

- ініціювання, фандрайзинг та координація інноваційних освітніх проектів;

- підвищення рівня фахової майстерності науково-педагогічних працівників і представлення педагогічного досвіду роботи, зокрема, у рамках STEM-школи.

Регіональним освітнім установам бажано спланувати роботу з урахуванням вищезазначених пріоритетних напрямів діяльності.

Нормативна база Запровадження STEM-освіти здійснюється відповідно до законів України «Про освіту», «Про дошкільну освіту», «Про загальну середню освіту», «Про позашкільну освіту», «Про професійно-технічну освіту», «Про вищу освіту», «Про наукову та науково-технічну діяльність», «Про інноваційну діяльність»; Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти на період до 2029 року «Нова українська школа», затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 року № 988-р; Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 року № 67-р; Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 07 листопада 2000 року № 522, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 26 грудня 2000 р за № 946/5167 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 30 листопада 2012 року № 1352), наказів Міністерства освіти і науки від 17 травня 2017 року № 708 «Про проведення дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою: «Науково- методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково- методичного віртуального STEM-центру (ВНМВ STEM-центр)» на 2017-2021 роки», від 13 квітня 2018 року № 366 «Про реалізацію інноваційно-освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Я– дослідник» на 2018-2021 роки; рішення колегії Міністерства освіти і науки України «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньостроковому (до

2020 року) і довгостроковому (до 2030 року) часових горизонтах (в контексті підготовки людського капіталу)» від 21 січня 2016 року; Плану заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016- 2018 роки, затвердженого Міністерством освіти і науки України 05 травня 2016 року, нормативних документів ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (<https://imzo.gov.ua/stem-osvita/>) та інших законодавчих актів.

Організаційна, навчально-методична робота

У своїй діяльності педагогічні працівники керуються глосарієм термінів, який створено ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» з метою популяризації та узгодження розуміння значення і сутності поняття «STEM», науково-методичних підходів до розбудови напрямів STEM-освіти (режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/glosarij/>).

Для ознайомлення з переліком науково-практичних публікацій, що висвітлюють результати теоретичних і експериментальних досліджень у галузі STEM-освіти педагоги користуються анотованим каталогом «STEM-освіта: проблеми та перспективи» режим доступу: <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/anotovanyj-kataloh/>).

Педагогічні працівники закладів загальної середньої та позашкільної освіти здійснюють освітню діяльність у 2018/2019 навчальному році відповідно до чинних навчальних програм, з якими можна ознайомитися на сайті Міністерства освіти і науки України та ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (режим доступу: www.mon.gov.ua; www.imzo.gov.ua). Проте програма не обмежує творчу ініціативу педагогів, передбачаючи гнучкість у відборі та розподілі навчального

матеріалу відповідно до потреб, психолого- педагогічного розвитку, досвідченості вихованців, а також у застосуванні методів і засобів навчання (навчально-методичні комплекти, підручники, програми спецкурсів, посібники, аудіо-, відеоматеріали тощо).

Перехід до компетентнісної моделі STEM-навчання та застосування нових методичних підходів, перш за все, передбачає:

- принципово нове цілепокладання у педагогічному процесі, зміщення акцентів в освітній діяльності з вузькопредметних на загальнодидактичні;

- оновлення структури та змісту навчальних предметів, спецкурсів тощо; - визначення та оцінювання результатів навчання через ключові та предметні компетентності учня/учениці;

- запровадження наскрізного STEM-навчання, компетентнісно орієнтованих форм і методів навчання, системно-діяльнісного підходу;

- запровадження інноваційних, ігрових технологій навчання, технологій case-study, інтерактивних методів групового навчання, проблемних методик з розвитку критичного і системного мислення тощо;

- корегування змісту окремих тем навчальних предметів з акцентом на особистісно розвивальні, ігрові методики навчання, ціннісне ставлення до досліджуваного питання;

- створення педагогічних умов для здобуття результативного індивідуального досвіду проектної діяльності та розроблення стартапів.

Особливою формою наскрізного STEM-навчання є інтегровані уроки/заняття, які спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків і сприяють формуванню в учнів цілісного, системного світогляду, актуалізації особистісного ставлення до питань, що розглядаються на уроці/занятті.

Інтегровані уроки/заняття можуть проводитися шляхом об'єднання схожої тематики кількох навчальних предметів або формування інтегрованих курсів чи окремих спецкурсів шляхом об'єднання навчальних програм таких курсів/предметів. Основою ефективності даних уроків/занять є чітке визначення мети і їх планування для забезпечення різнобічного розгляду учнями певного об'єкта, поняття, явища, що вивчаються на різних предметах.

Особливість планування і проведення інтегрованих, бінарних уроків полягає в тому, що вони можуть проводитись як одним учителем, який викладає предмети, що інтегруються, так і декількома. Через складність координації діяльності педагогів у другому випадку таких уроків проводиться необґрунтовано мало, тому необхідно планувати їх заздалегідь усім учителям паралелі або педагогічним колективом.

У випадках, коли програмовий матеріал різних навчальних предметів дозволяє інтегрувати його в межах одного навчального дня, можуть організовуватися «тематичні дні», «хвильові занурення», «тематичні декади», в процесі яких уроки, позаурочні заходи спрямовують на реалізацію єдиної навчально-виховної мети.

Використання вчителем провідного принципу STEM-освіти – інтеграції (міжпредметної, трандисциплінарної) дозволяє здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу, застосовувати

сучасні технології під час навчання з метою формування компетентностей якісно нового рівня, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.

Ознайомитися з досвідом педагогів-новаторів, які здійснюють освітній процес на засадах інтеграції можна в матеріалах STEM-школи (режим доступу: <http://yakistosviti.com.ua/uk/Litnia-stem-shkola-2018>).

З метою залучення учнів до практичної діяльності, бажано розширити діапазон організаційних форм та методів навчання уроків/занять, способів навчальної взаємодії та надати пріоритет засвоєнню навчального матеріалу, формуванню компетентностей під час екскурсій, квестів, конкурсів, фестивалів, хакатонів, практикумів тощо. Водночас, для формування і перевірки предметних знань, умінь та навичок учитель має спиратися на систему інтегрованих завдань, змодельованих із життєвих ситуацій. З матеріалами для розробки таких уроків/занять можна ознайомитись за посиланнями: <https://drive.google.com/drive/u/2/folders/11Pber2l0kj1b0nUyyWHtfmU8fblBSkxI?ogsrc=32>; <http://stemua.science/>

Ефективним засобом формування компетентностей є проектна діяльність, яка змінює акценти освітньої діяльності: засвоєння знань, вмінь і навичок, що в умовах глобальної інформатизації надзвичайно швидко втрачають актуальність, не може бути самоціллю, в той час як дослідницькі навички та практичний досвід, набуті у процесі проектною діяльністю, сприятимуть прискоренню адаптації молоді до мінливого соціально-економічного життя.

Виконання навчальних проектів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на

отримання самостійних результатів під керівництвом учителя-ментора. У процесі вивчення різних тем окремі діти або групи упродовж певного часу розробляють навчальні проекти. Учитель здійснює управління такою діяльністю і спонукає до пошукової діяльності вихованців, допомагає у визначенні мети, завдань навчального проекту, орієнтовних методів/приймів дослідницької діяльності та пошуку інформації для розв'язання окремих навчально-пізнавальних завдань. Учні самостійно або разом з учителем обирають форму презентації, захисту отриманих результатів. Оцінювання проектної діяльності здійснюється індивідуально, за довільною системою.

Під час виконання навчальних проектів вирішується ціла низка різнорівневих дидактичних, виховних і розвивальних завдань: набуваються нові знання, уміння і навички; розвиваються мотивація, пізнавальні інтереси;

формується вміння самостійно орієнтуватися в інформаційному просторі, висловлювати власні судження, виявляти компетентність.

Проектна робота сприяє формуванню соціальних компетенцій, дозволяє пройти технологічний алгоритм від виявлення проблеми, зародження ідеї до створення комерційного продукту – стартапу, а також навчитися презентувати його потенційним інвесторам. У перспективі це сприяє зміні ціннісних пріоритетів та світоглядної позиції в молоді у напрямі формування відповідальної, соціально-активної, громадсько-патріотичної поведінки.

З метою забезпечення та створення педагогічних умов для впровадження дослідницького методу навчання, у рамках реалізації інноваційного *освітнього проекту всеукраїнського*

рівня «Я - дослідник» (<https://imzo.gov.ua/innovatsijnyj-osvitnij-proekt-vseukrajinskoho-rivnya-ya-doslidnyk/>), на допомогу вчителю розроблено навчально-методичні рекомендації, навчальні посібники з різних предметів та для різних вікових груп. Ознайомитись з матеріалами можна за посиланням: <http://yakistosviti.com.ua/uk/IA-doslidnik>

Відділ STEM-освіти виступає ініціатором реалізації освітніх проектів, які сприяють популяризації та розробці науково-методичних матеріалів щодо забезпечення освітнього процесу. *З матеріалами можна ознайомитися за посиланням:*

<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/11Pber2l0kj1b0nUyyWHtfmU8fblBSkxI?ogsrc=32>

Створення та функціонування STEM-лабораторій/центрів **Конкуренція** на ринку праці вимагає посилення підготовки учнівської молоді з предметів природничо-математичного циклу і технічної творчості в усіх ланках освіти, що передбачає збільшення кількості закладів, у яких запроваджується STEM-навчання, та створення науково-дослідних STEM-лабораторій/центрів (п. 18 Плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки», затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 року No 67-р).

STEM-лабораторії/центри надають освіту наукового спрямування, що базується на дослідно-орієнтованому навчанні, спрямованому на поглиблене вивчення профільних предметів та набуття компетентностей, необхідних для подальшої дослідно-експериментальної, конструкторської, винахідницької діяльності.

Метою діяльності STEM-лабораторії/центру є створення організаційно-педагогічних умов для поглибленої наукової та науково-технічної підготовки дітей та молоді відповідно до пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки; формування компетентностей, які визначають конкурентоспроможність особистості на ринку праці. Відповідно, STEM-лабораторія/центр повинен формувати STEM-грамотність учнівської молоді, що є характеристикою ступеня оволодіння як знаннями у межах багатьох дисциплін, так і навичок у використанні міждисциплінарних підходів до розв'язання практичних задач.

Профіль освітньої діяльності закладу визначають напрями STEM-освіти (один або декілька), які передбачають наявність високотехнологічних засобів навчання та обладнання, пов'язаних із технічним моделюванням, електротехнікою, ІТ-технологіями, науковими дослідженнями в області біо-, нано-, нейро-енергозберезувальних технологій, телемеханіки, біомеханіки, робототехніки й інтелектуальних систем, радіотехніки й електроніки, аерокосмічної техніки, астрофізики, біохімії тощо.

STEM-лабораторія/центр забезпечує освіту наукового спрямування на принципах диференційованого та індивідуального підходів до навчання з урахуванням віку, індивідуальних можливостей, інтересів, нахилів, здібностей, стану здоров'я дітей та молоді, з використанням різних організаційних форм роботи.

Наукова та науково-технічна діяльність STEM-лабораторії/центру здійснюється за участю науково-педагогічних працівників базового закладу освіти, профільних закладів вищої освіти, закладів післядипломної педагогічної

освіти, обласних осередків Малої академії наук України із залученням представників бізнес-структур тощо.

Невід’ємною складовою організаційно-методичної роботи закладів, що запроваджують напрями STEM-освіти, є участь у діяльності Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру (режим доступу: <http://stemua.science/>)

Діяльність здійснюється за алгоритмом:

1. Ознайомлення: увійти в мережу Інтернет за посиланням <http://stemua.science/> ⇒ ознайомитися з рубриками головного меню: «Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України», «Наукові інструменти», «Освітнє середовище STEM–лабораторії МАНЛаб», «Дослідницькі роботи», «Методики», «Віртуальні моделювальні середовища» ⇒ при активації кнопки «Інструкції для роботи із системою» (розташована під рядком слайдів) завантажити відео з детальною інструкцією щодо роботи на сайті.

2. Завантаження науково-дослідного проекту: при активації кнопки «Розпочати роботу с порталом як автор» необхідно зареєструватися, на зареєстровану пошту буде надіслано логін та пароль, за якими можна авторизуватися та завантажити науково-дослідний проект ⇒ ввести заголовок науково-дослідного проекту ⇒ відповідно до блоків, опис проекту.

Матеріально-технічне та інформаційне забезпечення Ефективність STEM-навчання, запровадження інноваційних методик Нової української школи залежить від оновлення матеріально-технічного забезпечення вивчення предметів природничо-математичного циклу, так і закладу освіти в

цілому. Навчальні, сучасні інформаційні засоби навчання, вимірювальні комплекси мотивують учнів до навчально-дослідної, інтелектуальної та творчої діяльності учнів, сприяють розвитку пізнавальних інтересів та формуванню предметних компетентностей, створюючи водночас відповідні умови для розвитку профільного навчання.

З метою забезпечення єдиних вимог до рівня знань з предметів природничо-математичного напрямку та створення рівних умов для здобуття якісної освіти всіма дітьми, педагогам необхідно розробити план оновлення матеріально-технічної бази навчальних кабінетів з предметів природничо-математичного циклу, керуючись Типовим переліком засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів.

У рамках модернізації змісту освіти оновлення матеріально-технічної бази закладів освіти здійснюється переважно за кошти державного та місцевого бюджетів.

З найбільш поширених засобів, які використовуються для STEM-навчання, є конструктори, робототехнічні системи, моделі, вимірювальні комплекси та датчики, лабораторні прилади, електронні пристрої (3D-принтери, комп'ютери, цифрові проектори, проекційні екрани різноманітних моделей, оверхед-проектори, копі-дошки, інтерактивні дошки, документ-камери, проекційні столики тощо), які допомагають учням у проектній та дослідницькій діяльності, моделюванні різноманітних процесів і явищ та усвідомленому засвоєнню якісно нових трансдисциплінарних знань.

Практика показує, що відкриті освітні інтернет-ресурси є доповненням до традиційних засобів навчання і забезпечують рівний доступ до якісної освіти дітям та молоді різних вікових груп, можливостей, зокрема й з особливими потребами, а також дають можливість використовувати різні форми навчання (індивідуальне навчання, групова робота, фронтальна робота, проектна діяльність).

Освітні сайти, віртуальні лабораторії, імітаційні тренажери, інтерактивні музеї роблять проведення дослідних експериментів доступними, а процес навчання творчим. Так, використання якісних освітніх інтернет-ресурсів, з одного боку, створює позитивну мотивацію до опанування учнями STEM- дисциплін, з іншого, сприяє колективній навчальній діяльності всіх суб'єктів освітнього процесу.

У разі використання таких ресурсів учителю необхідно ознайомити учнів з можливостями ресурсу та провести бесіду щодо дотримання правил Інтернет- безпеки, етичної поведінки та авторських прав.

Участь дітей та молоді у заходах Зкладам освіти, які працюють за напрямками STEM-освіти, доцільно включити у плани роботи на 2018/2019 навчальний рік, окрім участі вихованців у традиційних інтелектуальних заходах (конкурси, олімпіади, турніри), проведення науково-просвітницьких акцій, STEM-тижнів/декад, наукових пікніків, фестивалів з мейкерства тощо.

Багато організувати та проводити заходи, тренінги, екскурсії профорієнтаційного спрямування, ***використовуючи нові форми, інструменти навчання для зацікавлення молоді щодо свідомого вибору майбутньої професії з урахуванням регіональних особливостей ринку праці та можливостей***

підприємств, бізнес-структур. Для проведення профорієнтаційних позаурочних заходів для учнів 5-10 класів педагоги можуть використовувати методичні матеріали навчальної програми **«Бесіди про кар'єру»** (завантажити матеріали: <http://careerhub.in.ua/karierni-poradi/biblioteka>). Педагогічні працівники можуть ознайомити молодь та запропонувати їм взяти участь у популярних проектах: «STEM: професії майбутнього», «Моя майбутня професія: планування і розвиток», «Дівчата STEM». *Дізнатися більше та слідкувати за подіями реалізації проектів можна за посиланням та www.careerhub.in.ua*

З метою подолання гендерних стереотипів при виборі професії та підвищення можливостей побудови STEM кар'єри для дівчат, значна кількість компаній пропонує програми/заходи, що сприяють ознайомленню молоді з гідними прикладами для наслідування та розвитку здібностей майбутньої професії.

Педагогам бажано сприяти участі учнівської молоді у заходах, що організовує ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» за напрямом «Від навчання до успішної кар'єри» спільно з ВНЗ, провідними ІТ-компаніями (ІТ-інтегратор, Cisco), ГО «STEM–коаліція», наприклад: «Дівчата STEM», «ІТ-дівчата», менторські програми, хакатони, «Дні відкритих дверей», екскурсії тощо. Анонси заходів розміщуються на сайтах ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (www.imzo.gov.ua) або компаній-партнерів. До деяких подій учні можуть долучитися онлайн. Наприклад, ініціативні дівчата можуть ознайомитися з умовами участі у заходах «Дівчата STEM» (вересень-квітень), **«Хакатон для дівчат» (жовтень-грудень)** за посиланням: <http://csr-ua.info/csr-ukraine/>

З кожним роком до відзначення Дня безпечного інтернету в Україні, як і у всьому світі, приєднується все більше організацій, які проводять різноманітні заходи та акції заради просування ідеї шанобливого онлайн-спілкування, відповідального використання онлайн-технологій та мобільних приладів. З нагоди Дня безпечного інтернету та з метою підвищення освіченості з питань безпеки використання цифрових технологій ***05 лютого 2019 року педагоги та учні можуть взяти участь у безкоштовному онлайн-уроці, який буде організовано за сприяння компаній Cisco, ERC та Кіберполіції України.***

Заклади освіти можуть взяти участь, представити досвід роботи або проекти вихованців на заходах: Всеукраїнський фестиваль «STEM-весна» («Festival STEM-spring – 2019»), Європейський «STEM-тиждень», «Наукові пікніки», «День науки», Всеукраїнський фестиваль з робототехніки («Robotika – 2019»), фестиваль «MakerFaire – 2019», фестиваль стартапів «Class ідея» тощо або на власних заходах у рамках зазначених фестивалів, чи подібного формату в своєму регіоні.

У 2018/19 навчальному році учні різних вікових категорій можуть взяти участь у заходах, які проводитимуться за підтримки Міністерства освіти і науки України, наприклад: олімпіадах з предметів природничо-математичного циклу, технічної творчості, робототехніки, комплексній олімпіаді з математики, фізики та інформатики «Турнірі чемпіонів»; міжнародних: математичний конкурс «Кенгуру», природознавча гра «Геліантус», дистанційна гра-конкурс «Олімпіс– 2018», інтерактивний природничий конкурс «Колосок», науково-пізнавальний марафон «День комети»; всеукраїнських: фізичний конкурс «Левеня», Інтернет- турнір «Відкрита природнича демонстрація»,

інтерактивний конкурс «МАН-Юніор Дослідник» і «МАН-Юніор Ерудит», науково-технічна виставка-конкурс молодіжних інноваційних проектів «Майбутнє України», конференція-конкурс науково-дослідних робіт «Зоряний шлях»; змаганнях «CybersecChallenge», змаганнях з робототехніки «DRON», «Robotika», програмах-конкурсах «FIRST LEGO League», «FIRST LEGO League Jr.» тощо. Також, у змаганнях, які є практичною реалізацією впровадження сучасних освітніх та інформаційних технологій, пошуку і відбору талановитої учнівської молоді, надання їй усебічної підтримки з вибору STEM-професій, а саме: Всеукраїнських змаганнях «Роботрафік -2019» (<https://imzo.gov.ua/zmahannya-robotrafik-2018/>), змаганнях з моделювання «розумних» пристроїв «STEAM-House» (<https://imzo.gov.ua/zmahannya-z-modelyuvannya-rozumnyh-prystrojiv-steam-house/>).

Більш детальну інформацію про порядок, терміни проведення заходів можна дізнатися на веб-сайті Міністерства освіти і науки України (www.mon.gov.ua), ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» (www.imzo.gov.ua) та безпосередньо на однойменних сайтах заходів.

З метою забезпечення рівного доступу до якісної освіти учнівської молоді педагогам бажано інформувати вихованців та їх батьків про можливість участі в заходах, конкурсах, онлайн-уроках, пропонувати використовувати ресурси інших освітніх установ, організацій для підвищення якісного рівня освітнього процесу. Наприклад, запросити мобільну лабораторію «RoboBUS» для вивчення робототехніки, програмування і 3D-технологій (режим доступу: <http://www.robo.house/uk/robobus-mobil%CA%B9na-laboratoriya-robototekhniky>), організувати заняття у партнерстві

з місцевими позашкільними закладами, технічною студією «Винахідник», творчою майстернею «Сверлик», компанією «Інноваційні освітні рішення» та іншими.

Професійна майстерність педагогів

Якість запровадження STEM-освіти багато в чому визначається компетентністю та рівнем професійної діяльності науково-педагогічних працівників і тим, наскільки вони активно використовують новітні педагогічні підходи до викладання й оцінювання, інноваційні практики міждисциплінарного навчання, методи та засоби навчання з акцентом на розвитку дослідницьких компетенцій. У зв'язку з цим, останнім часом посилена увага приділяється питанню якісної підготовки педагогів, реалізації довгострокових ініціатив щодо їх професійного розвитку на курсах підвищення кваліфікації в закладах післядипломної педагогічної освіти та міжкурсовий період.

Розвитку професійної компетентності педагогічних працівників буде сприяти участь у різнопланових заходах регіонального, всеукраїнського, міжнародного рівнів: науково-практичні конференції, семінари, вебінари, фестиваль «STEM-освіта», «Марафон STEM-уроків», конкурси, навчання у «STEM-школі» тощо. На таких заходах освітяни не тільки отримують нові знання, доступ до нових ресурсів, але й мають змогу презентувати власні напрацювання та обмінюватися новими думками, ідеями, досвідом. Учителям, відповідно до вектора свого фахового зростання, бажано використовувати всі пропозиції і долучатися до проектів, які реалізують не тільки державні освітні установи, а й громадські, міжнародні структури. Наприклад, з метою підвищення рівня викладання предмета, якісного проведення практичних робіт, дослідів з використанням сучасних вимірювальних комплексів,

педагогічні працівники можуть консультуватися та пройти стажування у міжпредметному лабораторному комплексі «МАНЛаб», STEM-центрі «Сократ».

Значна кількість педагогічних працівників під час участі у заходах, які організовує відділ STEM-освіти, знайшла рішення щодо розробки моделі STEM-освіти для системного розвитку закладів освіти. Зокрема, педагоги можуть поділитися напрацьованим досвідом за принципом «вчитель-вчителю» або розвивати фахову компетентність у рамках:

- соціального освітнього проекту «STEM-школа» (протягом 3-х сесій навчання пройшло понад 8 тис освітян);
- заходу «Марафон STEM-уроків» (організовано у 18 областях); - науково-практичних семінарів, навчальних тренінгів за програмою інноваційно-освітнього проекту всеукраїнського рівня за темою «Я – дослідник».

З метою підвищення фахової ерудованості, суспільного визнання, підвищення професійної майстерності педагоги можуть взяти участь у всеукраїнських конкурсах/змаганнях: «Кращий STEM-урок» (серпень- листопад) (<http://csr-ua.info/csr-ukraine/>), «Наука на сцені» (<http://sons-ua.com/>), інтернет-конкурс «Учитель року» за версією науково-популярного природничого журналу «Колосок» (www.kolosok.org.ua), «Геліантус – учитель» (<http://helianthus.com.ua/>), конкурс на здобуття премії «Global Teacher Prize Ukraine» (<https://globalteacherprize.org.ua/>) та інших (<https://imzo.gov.ua/>

)

ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» спільно з фаховим

науково- педагогічним журналом «Рідна школа» проводить Всеукраїнський захід «Краща STEM-публікація – 2018» з метою сприяння розвитку досліджень у галузі STEM-освіти та написання актуальних наукових статей; підтримки авторів, які працюють за напрямками STEM-освіти, та представлення результатів їхніх досліджень широкій педагогічній громадськості.

Публікації необхідно подати до 25 грудня 2018 року на електронну адресу: stem@imzo.gov.ua Детальніше з умовами участі у заході можна ознайомитись на сайті ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» <https://imzo.gov.ua/>

Суттєву допомогу у підвищенні фахового рівня та якісній підготовці до уроків педагогам надають фахові науково-методичні видання Міністерства освіти і науки України, науково-популярні, фахові журнали з природничих дисциплін.

Інформацію з питань організації навчання за напрямками та проблематикою STEM-освіти, яке проводить Міністерство освіти і науки України у 2018/2019 навчальному році, педагогічні працівники можуть отримувати з офіційних сайтів Міністерства освіти і науки України, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» та зі сторінок соціальних мереж, наприклад, приєднавшись до групи на сторінці facebook – відділ STEM- освіти.

Пропозиції відділу STEM-освіти ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» до плану роботи закладів освіти на 2018/2019 навчальний рік

No	Назва заходів	Строки виконання
----	---------------	------------------

1. III Міжнародний науково-практичний семінар «STEM-

освіта - проблеми та перспективи»

Партнерська взаємодія Успішному розвитку STEM-освіти сприяє залучення ресурсів та співробітництво між педагогічними колективами і зовнішніми учасниками: закладами вищої освіти, академічними науковими установами, науково-

жовтень 2018

2. Всеукраїнська конференція «STEM – світ інноваційних можливостей» (у рамках X Міжнародного форуму «Інноватика в сучасній освіті - 2018»)

жовтень 2018

3. IV Міжнародна науково-практична конференція «STEM – освіта: стан впровадження та перспективи розвитку»

листопад 2018

4. Захід «Краща STEM-публікація – 2018» січень – квітень 2019

5. Змагання «Роботрафік - 2019»:

- обласний рівень - всеукраїнський рівень

жовтень 2018 лютий 2019

6. Змаганнях з моделювання «розумних» пристроїв «STEAM-House»

протягом 2018-2019

7. Онлайн-урок з нагоди Дня безпечного інтернету 05 лютого 2019 8. Всеукраїнська конференція «STEM – світ інноваційних можливостей» (у рамках XI Міжнародної виставки «Сучасні заклади освіти - 2019»)

березень 2019

9. II Міжнародна науково-практична конференція «Актуальні аспекти розвитку STEM-освіти у навчанні природничо-наукових дисциплін»

травень 2019

10. Заходи у рамках дослідно-експериментальної роботи всеукраїнського рівня за темою «Науково-методичні засади створення та функціонування Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM – центру»

протягом 2018-2019

11. Заходи у рамках інноваційного освітнього проекту всеукраїнського рівня «Я – дослідник»

протягом 2018-2019

12. STEM-весна березень-травень

2019

13. Фестиваль «STEM-освіта» квітень-травень 2019

14. Марафон STEM-уроків протягом 2018-2019 15. IV Всеукраїнський Інтернет-конкурс «УЧИТЕЛЬ РОКУ – 2019» за версією науково-популярного природничого журналу «КОЛОСОК»

I, II квартал 2019

16. STEM-школа- 2019: - зимова сесія; - літня сесія

січень 2019 червень 2019

Використана література

1. Науково-технічна революція. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki>.
2. Беззубова О. О. СМС-повідомлення як тип електронної комунікації / О. О. Беззубова. – Режим доступу : www.philology.kiev.ua/library/zagal/Studia.
3. Олег Гірний. Що таке STEM-освіта / Олег Гірний // Інформаційний посібник. – вид. друге. – Львів: ОППО, 2018. – 35 с.
4. Про освіту – Закон України «Про освіту» / Розділ І. ст. 1. Законодавство України – Верховна Рада України: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2145-19>. 2017. – № 12. – С. 63–72.
5. Заблоцька О. С. Реалізація компетентнісного підходу у вітчизняній освіті / О. С. Заблоцька // Вісник Житомирського державного педагогічного університету. – 2009. – С. 58–62. – Серія «Педагогічні науки» ; вип. 43.
6. Овчарук О. В. Компетентнісний підхід в освіті : загальноєвропейські підходи / О. В. Овчарук // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2009. – № 5 (13). – Режим доступу : <http://www.ime.edu-ua.net/em.html>.
7. Пінчук О. П. Предметна компетентність з фізики у системі спеціальних компетентностей учнів загальноосвітніх навчальних закладів / О. П. Пінчук // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка.– 2011. – С. 165–167. – Серія педагогічна «Інноваційні технології управління компетентнісно-світоглядним

становленням учителя : фізика, технології, астрономія» ; вип. 7.

8. Пометун О. І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посібник / О. І. Пометун, Л. В. Пироженко. – Київ: А.С.К., 2004. – 192 с.

9. Родигіна І. В. Дидактичні умови реалізації компетентнісного підходу в навчанні / І. В. Родигіна // Біологія і хімія в школі. – 2007. – № 3. – С. 7–10.

10. Савченко О. Я. Взаємозв'язок ключових і предметних компетентностей у контексті формування у молодших школярів уміння вчитися / О. Я. Савченко // Імідж сучасного педагога. – 2012. – № 6. – С. 3–6.

11. Хуторской А. В. Ключевые компетентности как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования / А. В. Хуторской // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58–65.

12. Атаманчук П. С. Компетентнісний підхід у становленні майбутнього вчителя фізики / П. С. Атаманчук, О. М. Ніколаєв // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету. – 2012. – Ч. 4. – С. 9–17.

13. Гончаренко Т. Л. Особливості післядипломної педагогічної освіти в Україні / Т. Л. Гончаренко // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі : матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (Херсон, 13–14 вересня 2012 р.). – Херсон, 2012. – С. 13–15.

14. Заболотний В. Ф. Формування методичної компетентності

учителя фізики засобами мультимедіа : монографія / В. Ф. Заболотний. – Вінниця, 2009. – 454 с.

15. Зимняя И. А. Ключевые компетентности – новая парадигма результата образования / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – №5. – С. 34–42.

16. Коробова І. В. Модель методичної компетенції вчителя фізики / І. В. Коробова // Формування та розвиток професійної компетентності сучасного педагога в умовах неперервної освіти : матеріали всеукр. наук.-практ. конф., (Миколаїв, 12–14 травня 2011 р.). – Миколаїв, 2011. – С. 86–88.

17. Сидоренко В. В. Акмеологічні технології в освіті дорослих / В. В. Сидоренко // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. – 2016. – С. 38–42. – Серія 16 «Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики» ; вип. 26 (36).

18. Шарко В. Д. Технології компетентісно-орієнтованого навчання природничих дисциплін / В. Д. Шарко // Теоретико-методичні основи вдосконалення системи освіти : дидактичний аспект : монографія ; за ред. Г. С. Юзбашевої. – Херсон: КВНТЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2014. – С. 13–78.

19. Ціпан Т. С. Професійна компетентність сучасного вчителя / Т. С. Ціпан. – Режим доступу : www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis.

20. Anderson L. V. (1987) The decline of teacher autonomy : tears or cheers? International Review of Education 33. – P. 357–373.

21. Айзікова Л. В. Проблема автономності учителя в роботах зарубіжних дослідників / Л. В. Айзікова // Формування професійно успішної особистості як ключова домінанта розвитку сучасної університетської освіти : матеріали між нар. наук.-практ. конф., (Миколаїв, 23–24 листопада 2012 р.). – Миколаїв, 2012. – С. 16–18.
22. Гончарова Н. О. STEM-освіта: професійна компетентність вчителя. – Режим доступу: yakistosviti.com.ua/.../STEM-osvita_profesiyna_kompetentn.
23. Пригодій М. А. Формування моделі майбутньої професійної діяльності та ефективної підготовки до неї / М. А. Пригодій, П. Ф. Васюченко. – Режим доступу : www.confcontact.com/20100916/pe_prigod.htm
24. Енциклопедія освіти / Гол. ред. В. Г. Кремень. – К.: Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с. – С. 5.
25. Модель. Філософський словник / За ред. В.І. Шинкарука. – 2-ге вид., перероб. і доповн. – К.: Голов. ред. УРЕ, 1986. – 800 с.
26. Модель. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К. : Ірпінськ : Перун, 2004. – С. 535.
27. Картава Ю. К. Модель розвитку професійної компетентності вчителів-філологів у системі післядипломної освіти / Ю. К. Картава. – Режим доступу : www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?...

28. Грищенко Г. О. Компетентнісна модель професійної діяльності вчителя фізики / Г. О. Грищенко, В. О. Ніжегородцев // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Чернігівські методичні читання з фізики, 2011; Комплексний підхід до вирішення проблем модернізації фізичної освіти в Україні»; Вісник Чернігівського національного педагогічного університету [гол. ред. М. О. Носко]. – Чернігів : ЧНПУ, 2011. – Вип. 89. – С. 234–237.

29. Концепція STEM-освіти в Україні. Проект // Інформаційний збірник для директора школи та завідувача дитячого садка. – № 10 (79). – Київ : РА «Освіта України», 2018. – С. 60–72.

30. Стейн С. Дж. Переваги EQ : емоційний інтелект та ваші успіхи / С. Дж. Стейн, Г. І. Бук ; [пер. з англ.] // Баланс Бізнес Букс. — 2007. – 384 с.

31. Адаптивний. Великий тлумачний словник сучасної української мови / Уклад. і голов. ред. В. Т. Бусел. – К. : 32, Ірпінь : Перун, 2004. – С. 8.

32. Аксіологія. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/Аксіологія>.

33. Морзе Н. В. Інформатика: підручник для 9 клас / Н. В. Морзе, В. П. Вембр, О. Г. Кузьминська / К.: УВЦ «Школяр», 2009. – 208 с.

34. Баловсяк Н. Інформаційна компетентність фахівця / Н. Баловсяк // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2004. – № 5. – С. 21–28.

35. Шарко В. Д. Інформатична компетентність як складова професійної компетентності вчителя / В. Д. Шарко // Інформаційні технології в освіті. – 2010. – № 6. – С. 48–55.
36. Шарко В. Д. Нові технології в шкільній і вузівській дидактиці фізики : [монографія] / В. Д. Шарко, І. В. Коробова, Т. Л. Гончаренко ; за ред. В. Д. Шарко. – Херсон : ФОП Грінь Д. С., 2015. – 258 с.
37. Пелагейченко В. О. Ключові компоненти компетентності вчителя / В. О. Пелагейченко // Відкритий урок : розробки, технології, досвід. – 2009. – № 2. – С. 55–56.
38. Ніколаєв О. М. Формування предметної компетентності майбутнього вчителя фізики / О. М. Ніколаєв // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. В. Винниченка. Ч. 2. – 2013. – С. 170–174. – Серія «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти» ; вип. 4.
39. Сидоренко В. В. Розвиток професійної компетентності сучасного педагога в умовах відкритої освіти : кластерний аналіз / В. В. Сидоренко // Професійна компетентність педагога в умовах оновленого змісту освіти та вимог ринку праці : матеріали III регіональної наук.-практ. конф. (Вінниця, 2017 р.). – Вінниця, 2017. – С. 8–17.
40. Сясина Т. В. Формирование методической компетентности будущего учителя : на примере подготовки будущего учителя математики : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. пед. наук / Т. В. Сясина. – Комсомольск-на-Амуре, 2005. – 21 с.

41. Тетяна Бондаренко. Визначення змісту, структури та етапів формування методичної компетентності у майбутніх вчителів біології / Тетяна Бондаренко // Проблеми підготовки сучасного вчителя. Ч. 2. – 2012. – № 5. – С. 150–155. – Режим доступу :

irbis-nbuv.gov.ua/.../cgiirbis_64.exe?

42. Дьоміна І. О. Програма інтегрованого курсу «Природничі науки» для 10–11 класів гуманітарного профілю загальноосвітніх навчальних закладів / Дьоміна І. О., Задоянний В. А., Костик С. І.

43. Засєкіна Т. М. Природничі науки 10-11/ М. М. Буняк, В. К. Бухтіяров, О. В. Григорович, С. Л. Капіруліна, О. Г. Козленко, Т. Г. Ньюкало, І. Б. Семененко, Т. К. Сокол, Д. А. Шабанов, Р. Р. Шагієва // Природничі науки. 10–11 класи. Інтегрований курс : навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. – Режим доступу :<https://osvita.ua/.../prirodnichi-nauki-10-11-avtorskij-kolekt..>

44. Метод. // Вікіпедія: – Режим доступу :
<https://uk.wikipedia.org/wiki/>.

45. Клименко Л. О. Підвищення рівня компаративної компетентності вчителя-природничника в системі післядипломної педагогічної освіти / Л. О. Клименко // Збірник наукових праць. – Т. 2. – 2018. – С. 141–146. – Серія : Пед. Науки ; вип. LXXXIII.

46. Вищий ступінь // Вікіпедія : вільна енциклопедія. – Режим доступу : URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/>.

47. Кремень В. Г. Синергетична модель розвитку освіти як відповідь на вимоги сьогодення / В. Г. Кремень // Рідна школа. – 2010. – № 6 – С. 3–6.

48. Калініна Л. М. Розвиток творчого потенціалу сучасного вчителя у системі післядипломної педагогічної освіти / Л. М. Калініна // Формування професійно успішної особистості як ключова домінанта розвитку сучасної університетської освіти : матеріали всеукр. наук.-практ. конф. (Миколаїв, 23–24 листопада 2012 р.). – Миколаїв, 2012. – С. 82–84.

49. *Нобелівська премія з фізики : чим важливе відкриття з топологічних фазових переходів. – Режим доступу : [URL:https://dt.ua/.../nobelivska-premiya-z-fiziki-chim-vazhlive-vi](https://dt.ua/.../nobelivska-premiya-z-fiziki-chim-vazhlive-vi).*

50. Перовскиты начнут менять экономику уже в 2018 году. – Режим доступа : [URL:https://hightech.fm/2018/01/08/2017-perovskite](https://hightech.fm/2018/01/08/2017-perovskite).

51. Прозора деревина замінить скло? – Science Ukraine. – [URL:https://scienceukraine.com/.../prozora-derevina-zaminit-sklo/](https://scienceukraine.com/.../prozora-derevina-zaminit-sklo/).

52. Клименко Л. О. Гуманітаризація навчання фізики в загальноосвітній школі при вивченні оптичних явищ : дис. ... канд. пед.-наук : 13.00.02 / Л. О. Клименко. – Київ, 2003. – 210 с.

53. Великі перспективи слабого сигналу // Вісник НАН України. – 2017. – № 12. – С. 63–72.

