

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М. П. ДРАГОМАНОВА

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОРОСТЕЛЬОВА ЄВГЕНІЯ ЮРІЇВНА

УДК 373.5.016.091.313 – 047.22:53(043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ В ПРОЄКТНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ
ОСНОВНОЇ ШКОЛИ ЯК ОСНОВА КОМПЕТЕНТНІСНОГО
НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

011 Освітні, педагогічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Є. Ю. Коростельова

Науковий керівник:

Сиротюк Володимир Дмитрович,
доктор педагогічних наук, професор

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 011 «Освітні, педагогічні науки» – Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, 2021.

Концепцією реалізації державної політики у сфері загальної середньої освіти «Нова українська школа» (НУШ) на період до 2029 року передбачено реформування змісту й структури загальної середньої освіти України, удосконалення технологій навчання на основі компетентнісного підходу з урахуванням досвіду провідних країн світу. Перехід до компетентнісного та особистісно-орієнтованого навчання спрямований на вміння вчитися впродовж життя, критично та творчо мислити, працювати в командах, спілкуватися в полікультурному середовищі, що буде необхідним для успішної самореалізації в майбутньому, а також для формування конкурентоспроможного випускника.

Сучасний стан розвитку освіти потребує формування ключових компетентностей, яке відбувається завдяки стимулюванню розвитку природної потреби учня в дослідженні та вивченні нового, передбачає формування навичок спостереження, вміння визначати проблему, формулювати гіпотезу, аналізувати й робити висновки.

У навчальній програмі з фізики для 7 – 9 класів, яка затверджена наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804 «Про оновлені навчальні програми для учнів 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів», зазначено, що фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи й надає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу тощо. Фундаментальний характер фізичного знання як філософії науки й методології природознавства, теоретичної основи сучасної техніки й виробничих технологій визначає освітнє, світоглядне та виховне значення шкільного курсу фізики як навчального предмета.

Українські науковці Л. Благодаренко, О. Бугайов, С. Величко, С. Гончаренко, В. Заболотний, О. Іваницький, А. Касперський, І. Коробова, Є. Коршак, О. Ляшенко, М. Мартинюк, А. Павленко, М. Садовий, О. Сергєєв, В. Сергієнко, В. Сиротюк, В. Чернявський, В. Шарко, М. Шут та ін. розглядали питання змісту фізичної освіти на засадах компетентнісного підходу. Теорію інтеграції природничих наук досліджували Р. Арцишевський, М. Арцишевська, Т. Засєкіна, С. Клепко, І. Козловська, В. Ільченко, С. Гончаренко,

Ю. Мальований, І. Бех, Н. Бібік, К. Гуз, Н. Пахомова, М. Чапаєв, О. Данилюк, Т. Пушкарьова, М. Бєрулава, С. Матісон, М. Фріман та ін.

В. Краєвський, А. Хуторський, С. Гончаренко, О. Савченко, Ю. Мальований, О. Ляшенко та ін. працювали над теорією формування змісту освіти. Аналіз напрацювань науковців дає змогу констатувати, що питання реалізації міжпредметних зв'язків як засобу інтеграції у формуванні ключових компетентностей потребує подальшого вивчення.

Міжпредметні зв'язки є прикладом інтеграційних процесів, що відбуваються сьогодні в науці та в житті суспільства. Ці зв'язки відіграють важливу роль у підвищенні практичної й науково-теоретичної підготовки учнів, особливістю якої є оволодіння ними узагальненим характером пізнавальної діяльності.

У роботі за основу взято результати українських школярів, виявлені 2018 року в процесі міжнародного порівняльного дослідження PISA. Відповідно до показників природничо-наукова та математична грамотність українських підлітків 15-річного віку є на нижчому рівні, ніж у середньому серед країн OECD. Середній бал компетентності в природничих науках становив в Україні 469, а у країни-лідера – 590 (у середньому в країнах OECD – 489). Середній бал математичної компетентності в Україні – 453, в країни-лідера – 591 (у середньому в країнах OECD – 489).

Під час вивчення стану проектної діяльності з фізики учнів основної школи з використанням міжпредметних зв'язків виявлено суперечності між:

- вимогами, визначеними навчальною програмою з фізики для 7 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів, затвердженою наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804 «Про оновлені навчальні програми для учнів 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів» щодо реалізації проектної діяльності в навчанні фізики, і недостатнім її теоретико-практичним забезпеченням;
- бажанням учнів виконувати самостійні творчі проекти, які б задовольняли їхні освітні потреби, відображали не лише навчальні, а й життєві ситуації, та незабезпеченістю освітнього середовища відповідними засобами, методами й технологіями навчання;
- потенціалом міжпредметної проектної діяльності й відсутністю відповідних методів і технологій, які б забезпечували формування природничо-наукової компетентності учнів основної школи на уроках фізики засобами міжпредметних зв'язків.

Беручи до уваги наведене вище, можна стверджувати, що проблема використання міжпредметних зв'язків у проектній діяльності з фізики учнями основної школи є недостатньо дослідженою в теорії й практиці навчання фізики. Це зумовило вибір теми дисертаційного дослідження «Міжпредметні зв'язки в

проектній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики».

Мета дисертаційного дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробленні та експериментальній перевірці стратегій компетентнісного навчання фізики учнів основної школи на основі міжпредметних зв'язків з використанням проектної технології.

Об'єктом дослідження є процес компетентнісного навчання фізики учнів основної школи.

Предмет дослідження – компетентнісне навчання фізики учнів основної школи засобами проектної діяльності з використанням міжпредметних зв'язків.

Мета дослідження визначила такі **завдання**:

1. Дослідити стан розв'язання досліджуваної проблеми в педагогічній теорії й практиці.

2. Уточнити зміст понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «компетентність», «міжпредметні зв'язки», «проектна діяльність», з'ясувати їхню роль, значення й місце в компетентнісному навчанні фізики.

3. Визначити дидактичні засади й умови використання міжпредметних зв'язків у проектній діяльності учнів основної школи в процесі компетентнісного навчання фізики.

4. Удосконалити й алгоритмізувати методи проектної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики в основній школі.

5. Експериментально перевірити ефективність формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проектної діяльності учнів основної школи з використанням міжпредметних зв'язків.

Проведене дослідження щодо використання міжпредметних зв'язків у проектній діяльності учнів основної школи як основи компетентнісного навчання фізики, зокрема у формуванні ключових (науково-природничої та математичної) компетентностей, дає підстави стверджувати таке:

1. На основі аналізу нормативно-правових документів і науково-методичних праць, а також досвіду викладання фізики в основній школі визначено теоретичні, психолого-педагогічні та організаційні засади компетентнісного навчання фізики учнів основної школи та проектної діяльності з використанням міжпредметних зв'язків. Виявлені суперечності між вимогами, визначеними навчальною програмою з фізики для 7 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів щодо реалізації проектної діяльності в навчанні фізики, і недостатнім їй теоретико-практичним забезпеченням; бажанням учнів виконувати самостійні творчі проекти, які б задовольняли їхні освітні потреби (зокрема, які б відображали не лише навчальні, а й життєві реальні ситуації), та незабезпеченістю освітнього середовища відповідними засобами, методами й технологіями навчання.

2. Проаналізовано та узагальнено зміст понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «компетентність», «міжпредметні зв'язки», «проектування», «метод проєктів» у науковому та навчальному пізнанні. Уточнено поняття «міжпредметні зв'язки у проєктній діяльності». Уперше запропоновано алгоритм визначення структури предметних компетенцій та компетентностей, показано співвідношення між ключовими й предметними компетенціями й компетентностями.

3. Визначено психолого-педагогічні засади й організаційні умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів основної школи в процесі компетентнісного навчання фізики, якими передбачено визначення ролі, значення й місця предметних і ключових компетенцій як вимог до його організації та виявлення можливостей фізики як навчального предмета у формуванні ключових (природничо-наукової та математичної) компетентностей і наскрізних умінь. Запропоновані структури, що нагадують піраміди, унаочнюють співвідношення основи, граней і вершини як складників компетентнісного навчання фізики, метою якого є формування ключових (науково-природничої та математичної) компетентностей засобами проєктної діяльності учнів основної школи з використанням міжпредметних зв'язків.

4. Удосконалення та алгоритмізація проєктних методів (наукового, інженерного та кейс) з використанням міжпредметних зв'язків полягає в детальному описі кожного етапу проєкту за стратегіями «згори – вниз» та «знизу – вгору», які забезпечують ітераційність проєктної діяльності для виявлення причинно-наслідкових та міжпредметних зв'язків.

5. За результатами педагогічного експерименту доведено, що використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів основної школи в процесі компетентнісного навчання фізики дає змогу отримати суттєву різницю між учнями контрольної та експериментальної груп з високим та низьким рівнями сформованості ключових (природничо-наукової та математичної) компетентностей.

Наукова новизна та теоретичне значення дослідження полягає в наступному:

- уперше обґрунтовано, що міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи є основою компетентнісного навчання фізики;
- визначено дидактичні умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів основної школи в процесі навчання фізики, якими передбачено алгоритмізацію проєктних методів – наукового та інженерного проектування з детальним описом кожного етапу; інтеграцію знань з фізики учнів основної школи.

Удосконалено й алгоритмізовано методи проєктної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики в основній школі.

Набули подальшого розвитку теоретичні засади компетентнісного підходу завдяки алгоритмізації визначення структури предметних компетенцій та компетентностей на основі співвідношення між ключовими й предметними компетенціями і компетентностями; форми й методи проєктної діяльності.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень і висновків ґрунтується на: фундаментальних психолого-педагогічних концепціях навчання фізики; системному аналізі теоретичних і практичних аспектів досліджуваної проблеми; виборі методів дослідження, адекватних його меті й завданням; упровадженні в освітній процес проєктної технології на визначених теоретико-методичних засадах; апробації основних положень дисертації під час педагогічного експерименту в процесі широкого обговорення результатів дослідження на науково-практичних конференціях і семінарах; урахуванні висновків викладачів, які брали участь у педагогічному експерименті.

Практичне значення одержаних результатів. Використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів основної школи в процесі компетентнісного навчання фізики дає змогу простежити суттєві відмінності між високим та низьким рівнями сформованості досліджуваних компетентностей в учнів контрольної та експериментальної груп. Констатовано, що після проведення формувального експерименту контрольна та експериментальна групи помітно відрізняються високим та низьким рівнями сформованості досліджуваних компетентностей, що впливає на підвищення рівня якості навчальних досягнень учнів з фізики, підвищення рівня формування науково-природничої та математичної компетенції учнями основної школи.

Матеріали дослідження мають практичну цінність для вдосконалення професійної підготовки вчителів природничого циклу; слугують основою для розробки навчальних проєктів, інформаційних матеріалів; концепції державної політики щодо професійної підготовки майбутніх учителів.

Ключові слова: *фізика, проєктна діяльність, метод проєктів, міжпредметні зв'язки, науково-природнича компетентність, математична компетентність, ключові й предметні компетентності, компетентнісний підхід, інтегративний підхід.*

Список публікацій здобувача.

Основні наукові результати дисертації опубліковані:

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*: Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. Вип.177, С.199 – 204.

2. Коростельова Є. Ю. Реалізація міжпредметних зв'язків між дисциплінами природничого циклу в проєктній діяльності учнів основної школи

як основа компетентнісного навчання фізики. *Освітні Обрії* : Науково-педагогічний журнал. Івано-Франківськ: РВВ ОППО, 2020. Том 51 №2, С. 90 – 96.

3. Коростельова Є. Ю. Застосування методу кейсів у проєктній діяльності для реалізації завдань нової української школи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*: зб. наук. пр. Київ: НПУ, 2017. Вип. 59. С.74 – 79.

4. Коростельова Є. Ю. Організація та результати педагогічного експерименту з формування науково-природничої та математичної компетентностей при реалізації міжпредметних зв'язків в проєктній діяльності з фізики учнів основної школи. *Вісник Черкаського національного університету. Серія Педагогічні науки*, Черкаси, 2021. Вип.2, С. 168 – 176.

Стаття у науковому періодичному виданні іншої держави:

5. Korostelova Y. Project approach in the realization interdisciplinary connections in teaching physics. *KELM*, Wydawca Fundacja Instytut Spraw Administracji Publicznej w Lublinie. 2018. №1 (21). P. 107 – 121 (зарубіжне видання Польщі).

Публікації, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

6. Коростельова Є., Голуб О. Використання бінарних уроків фізика-біологія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №4. 2016. С. 2 – 5.

7. Коростельова Є. Проектна діяльність учнів у процесі вивчення фізики як засіб здобуття ключових компетенцій. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №5. 2016. С. 23 – 29.

8. Коростельова Є., Цимбал К. Використання бінарних уроків фізика-хімія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №6. 2017. С.11 – 14.

9. Коростельова Є. Компетенції ХХІ століття: формування в освітньому процесі. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №1. 2018. С. 9 – 11.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

10. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матеріали Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф., м. Кропивницький, 05 – 23 квітня 2019р. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. Винниченка. 2019. С. 93 – 95.

11. Коростельова Є.Ю. Формування ключових компетентностей учнів основної школи на уроках фізики. *Сучасні інформаційні технології в освіті та науці*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. уч., м. Житомир, 05 – 08 листопада 2019р. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2019. С. 41 – 44.

12. Коростельова Є.Ю. Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності з фізики учнів основної школи. *Інноваційний потенціал сучасної освіти та науки* : матеріали Міжнар. наук.- практ. конф., м. Київ, 29 травня 2020р. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2020. С.142 – 146.

13. Коростельова Є., Сиротюк В. Міждисциплінарні зв'язки в проектній діяльності з фізики учнів основної школи. *Міждисциплінарний дискурс: теорія, практика, досвід*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 14 травня 2021. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2021. С.73 – 77.

Публікації, які додатково відображають наукові результати дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

14. Кузьмініх В. О., Хаустов Д. В., Коростельова Є. Ю. Аналіз ризиків у корпоративній системі управління проектами. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2010. Т.12. №3. С. 99 – 107.

15. Кузьмініх В. О., Коваль О. В., Хаустов Д. В., Коростельова Є. Ю. Управління агрегованими групами проектів. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2011. Т. 13, № 3. С.106 – 116.

16. Коростельова Є. Застосування методу кейсів у проектній діяльності. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №2. 2018. С.15 – 19.

ABSTRACT

Korostelova Ye.Yu. Interdisciplinary links in the project activities of secondary school students as a basis for competence teaching of physics. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty «011 Educational, pedagogical sciences» – National Pedagogical Dragomanov University, Kyiv, 2021.

The concept of the state policy implementation in the field of general secondary education reform "New Ukrainian School" (NUS) for the period up to 2029 provides for the content and structure of general secondary education reform in Ukraine, improvement of learning technologies based on a competency approach taking into account the experience of leading countries. The transition to competence and personality-oriented teaching is aimed at the ability to learn throughout life, think critically and creatively, work in teams, communicate in a multicultural environment, which will be necessary for successful future self-realization and the formation of a competitive graduate.

The current state of educational development requires the formation of key competencies that are formed by stimulating the development of the student's natural

need to research and learn everything new, the formation of observation skills, the ability to identify problems, formulate hypotheses, analyze and draw conclusions.

The physics curriculum for grades 7 – 9, approved by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 07.06.2017 № 804 "On updated curricula for students in grades 5 – 9 of secondary schools" states that physics is a fundamental science that studies general laws of natural phenomena, lays the foundations of worldview at different levels of knowledge of nature and provides a general justification of the natural-scientific picture of the world and so on. The fundamental nature of physical knowledge as a philosophy of science and methodology of science, the theoretical basis of modern technology and production technologies determines the educational, philosophical and educational value of the school course of physics as a subject.

Ukrainian scientists L. Blagodarenko, O. Bugayov, S. Velychko, S. Honcharenko, V. Zabolotny, O. Ivanytsky, A. Kaspersky, I. Korobova, E. Korshak, O. Lyashenko, M. Martyniuk, A. Pavlenko, M. Sadovy, O. Sergeev, V. Sergienko, V. Syrotiuk, V. Chernyavsky, V. Sharko, M. Shut and others considered the content of physical education on the basis of a competency-based approach. The theory of integration was studied by R. Artsyshevsky, M. Artsyshevskaya, T. Zasekina, S. Klepko, I. Kozlovskaya, V. Ilchenko, S. Goncharenko, Y. Malovany, I. Bekh, N. Bibik, K. Guz, N. Pakhomova, M. Chapaev, O. Danyliuk, T. Pushkareva, M. Berulava, S. Mathison, M. Freeman and others.

V. Kraevsky, A. Khutorsky, S. Honcharenko, O. Savchenko, Y. Malovany, O. Lyashenko and others worked on the theory of formation of the content of education. Analysis of the works of scientists enables to state that the issue of implementation of interdisciplinary links as a means of integration in the formation of key competencies needs further study.

Interdisciplinary links are an example of the integration processes taking place today in science and in society. These connections play an important role in improving the practical and scientific-theoretical training of students, an essential feature of which is their mastery of the generalized nature of cognitive activity.

The work is based on the results of the international comparative study of Ukrainian schoolchildren PISA conducted in 2018, according to which the indicators of the formation of scientific and mathematical literacy of Ukrainian adolescents aged 15 appeared to be at a lower level than the average among OECD countries: competence in natural sciences (average score in Ukraine – 469 points (in the leading country – 590, on average in OECD countries – 489) and mathematical competence (average score in Ukraine – 453 points (in the leading country – 591, on average in OECD countries – 489).

As a result of studying the state of use of interdisciplinary connections in students' project activities, contradictions were revealed between:

- requirements defined by the initial program in physics for 7 – 9 grades of secondary schools, approved by the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine from 07.06.2017 № 804 "On updated curricula for students of 5 – 9 grades of secondary schools" on the implementation of project activities in teaching physics and insufficient theoretical and practical support;
- students desire to carry out independent creative projects that would meet their educational needs, reflect not only educational but also real life situations and the lack of educational environment with appropriate means, methods and technologies of teaching;
- the potential of interdisciplinary project activities and the lack of appropriate methods and technologies that would ensure the formation of natural science competence of secondary school students in physics lessons by means of interdisciplinary links.

Given the above, it can be argued that the problem of using interdisciplinary links in the project activities of secondary school students is insufficiently studied in the theory and practice of teaching physics. This led to the choice of the topic of **the dissertation research: "Interdisciplinary links in the project activities of secondary school students as a basis for competency-based teaching of physics."**

The purpose of the dissertation research is to theoretically substantiate, develop and experimentally test strategies for competency-based teaching of physics to secondary school students on the basis of interdisciplinary links using project technology.

The object of research is the process of competency-based teaching of physics to secondary school students.

The subject of the research is the competence teaching of physics to secondary school students by means of project activities with the use of interdisciplinary connections.

The purpose of the study identified **the following tasks**:

1. To investigate the state of development of the research problem in pedagogical theory and practice.
2. To clarify the meaning of the concepts "competence approach", "competence", "interdisciplinary links", "project activities", to clarify their role, meaning and place in the competence teaching of physics.
3. To determine the didactic principles and conditions for the use of interdisciplinary links in the project activities of secondary school students in the process of competence teaching of physics.
4. To improve and algorithmize methods of project activity of students in the process of competence teaching of physics in secondary school.
5. To test experimentally the effectiveness of the formation of scientific and natural and mathematical competencies by means of project activities of secondary school students using interdisciplinary links.

The carried-out study on the use of interdisciplinary links in the project activities of secondary school students as a basis for competency-based teaching of physics, namely in the formation of key (scientific, natural and mathematical) competencies gives grounds to formulate **the following conclusions**:

1. Theoretical, psychological-pedagogical and organizational principles of competency-based teaching of physics for secondary school students and project activities using interdisciplinary links are determined on the basis of the analysis of legal documents and scientific-methodical works and experience of teaching physics in secondary school. Contradictions between the requirements defined by the initial program in physics for 7 – 9 grades of secondary schools regarding the implementation of project activities in the teaching of physics and its insufficient theoretical and practical support were revealed; the desire of students to carry out independent creative projects that would meet the educational needs, reflect not only educational but also real life situations and the lack of educational environment with appropriate means, methods and technologies of teaching.

2. The content of the concepts "competence approach, competence, interdisciplinary connections, design, project method" in scientific and educational knowledge has been analyzed and generalized. The essence of the concept of "interdisciplinary links in project activities" has been clarified. For the first time, an algorithm for determining the structure of subject competencies and competencies is proposed, the relationship between key and subject competencies and competencies is shown.

3. Psychological and pedagogical principles and organizational conditions for the use of interdisciplinary links in the project activities of secondary school students in the process of competency education in physics, which provide for determining the role, importance and place of subject and key competencies, as requirements for its organization and identification of physics as subject in the formation of key (scientific and mathematical) competencies and cross-cutting skills. The proposed structures in the form of pyramids illustrate the relationship between the base, faces and vertices, as components of competence training in physics, which aims to form key (scientific and mathematical) competencies by means of project activities of secondary school students using interdisciplinary links.

4. Improvement and algorithmization of design methods of design (scientific, engineering and case) using interdisciplinary links is a detailed description of each stage of the project strategies "top – down" and "bottom – up", which provide iteration of project activities to identify causal -heritage and interdisciplinary links.

5. According to the results of pedagogical experiment it is proved that the use of interdisciplinary links in the project activities of secondary school students in the process of competence teaching of physics allows to obtain a significant difference between students of control and experimental groups at high and low levels of key (science and mathematics) competencies.

The scientific novelty and theoretical significance of the study is that for the first time:

- it has been substantiated that interdisciplinary connections in the project activity of secondary school students are the basis of competence teaching of physics;
- didactic conditions for the use of interdisciplinary links in the project activities of secondary school students in the process of teaching physics have been determined, which provides for the algorithmization of project methods – scientific and engineering design with a detailed description of each stage; integration of knowledge in physics of secondary school students.

The methods of project activity of students in the process of competence teaching of physics in secondary school have been improved and algorithmized.

Theoretical principles of the competence approach have been further developed due to the algorithmization of determining the structure of subject competencies and competencies based on the relationship between key and subject competencies and competencies; forms and methods of project activity.

The validity and reliability of scientific statements and conclusions are based on: fundamental psychological and pedagogical concepts of teaching physics, systematic analysis of theoretical and practical aspects of the problem, the choice of research methods adequate to its purpose and objectives, the introduction of project technology in the educational process, the use of the main provisions of the dissertation during the pedagogical experiment, a broad discussion of the results of research at scientific conferences and seminars, the conclusions of teachers who participated in the pedagogical experiment.

The practical significance of the obtained results. The proposed methods of project activities of secondary school students based on the implementation of interdisciplinary links in the process of teaching physics allowed to obtain a significant difference between high and low levels of formation of the studied competencies in students of control and experimental groups. After the formative experiment, the control and experimental groups differ significantly in the high and low levels of formation of the studied competencies. Therefore, there has been a significant impact on improving the quality of educational achievements of students in physics, increasing the levels of scientific and natural and mathematical competence of secondary school students.

The research materials have practical value for improving the professional training of teachers of the natural sciences; serve as a basis for the development of educational projects, information materials; concepts of state policy on professional training of future teachers.

Keywords: *physics, project activity, project method, interdisciplinary connections, scientific and natural competence, mathematical competence, key and subject competences, competence approach, integrative approach.*

List of applicant's publications.

The main scientific results of the dissertation are published:

Articles in scientific professional publications of Ukraine

1. Korostelova Ye.Yu. Interdisciplinary links in the project activities of secondary school students as a basis for competency-based teaching of physics. *Proceedings. Series: Pedagogical sciences: Kropyvnytskyi: RVV TsDPU named after V. Vinnichenko*, 2019. Issue.177, P.199 – 204.

2. Korostelova Ye.Yu. Implementation of interdisciplinary links between the disciplines of the natural cycle in the project activities of secondary school students as a basis for competency based teaching of physics. *Educational Horizons: Scientific and pedagogical journal*. Ivano-Frankivsk: RVV OIPPO Ivano-Frankivsk. 2020. Issue. 51. №2, P. 90 – 96

3. Korostelova Ye.Yu. Application of the case method in project activities for the implementation of the tasks of the new Ukrainian school. *Scientific journal of the National Pedagogical University named after MP Drahomanov. Series 5. Pedagogical sciences: realities and prospects: a collection of scientific works* Kyiv: NPU, 2017. Issue. 59. P.74 – 79

4. Korostelova Ye.Yu. Organization and results of pedagogical experiment on the formation of scientific natural and mathematical competencies in the implementation of interdisciplinary links in project activities in physics of secondary school students. *Bulletin of Cherkasy National University. Series Pedagogical Sciences*, Cherkasy, 2021. Issue 2, P. 168 – 176.

Article in a scientific periodical of another country:

5. Korostelova Ye.Yu. Project approach in the realization interdisciplinary connections in teaching physics. *KELM*, Wydawca Fundacja Instytut Spraw Administracji Publicznej w Lublinie. 2018. №1 (21). P.107 – 121

Publications certifying the approbation of the dissertation materials:

Articles in scientific periodicals:

6. Korostelova Ye., Golub O. The use of binary lessons in physics and biology as a means of achieving quality results in education. *Physics and astronomy in the native school*. №4.2016. P.2 – 5

7. Korostelova Ye. Project activities of students in the process of studying physics as a means of acquiring key competencies. *Physics and astronomy in the native school*. №5. 2016. P.23 – 29

8. Korostelova Ye., Tsymbal K. The use of binary lessons in physics and chemistry as a means of achieving quality results in education. *Physics and astronomy in the native school*. №6. 2017. P.11 – 14

9. Korostelova Ye. Competences of the XXI century: formation in the educational process. *Physics and astronomy in the native school*. №1. 2018. P.9 – 11

Materials of scientific and practical conferences, abstracts:

10. Korostelova Ye.Yu. Interdisciplinary links in the project activities of secondary school students as a basis for competency-based teaching of physics. *Problems and innovations in natural-mathematical, technological and professional education: materials International science-practice. Online internet conference, Kropyvnytskyi, April 05-23, 2019. Kropyvnytskyi: RVV of the Vinnychenko Central State Pedagogical University. 2019. P.93 – 95.*

11. Korostelova Ye.Yu. Formation of key competencies of secondary school students in physics lessons. *Modern information technologies in education and science: Materials All-Ukrainian. Science practice conference with international studies, Zhytomyr, November 05-08, 2019. Zhytomyr: ZhSU Publishing House. I. Franko. 2019. S.41 – 44.*

12. Korostelova Ye.Yu. Interdisciplinary links in secondary school physics project activities. *Innovative potential of modern education and science: materials International. Science practice conference, Kyiv, May 29, 2020 Kyiv: Drahomanov National Pedagogical University. 2020. P.142 – 146.*

13. Korostelova Ye., Syrotiuk V. Interdisciplinary connections in project activity in physics of secondary school students. *Interdisciplinary discourse: theory, practice, experience: materials International. Science practice conference, Kyiv, May 14, 2021. Kyiv: Drahomanov National Pedagogical University. 2021. P.73 – 77*

Publications that additionally reflect the scientific results of the dissertation:

14. Kuzminykh VO, Khaustov DV, Korostelova Ye.Yu. Risk analysis in the corporate project management system. *Registration, storage and data processing. 2010. Vol.12. №3. P.99 – 107*

15. Kuzminykh VO, Koval OV, Haustov DV, Korostelova Ye.Yu. Management of aggregate project groups. *Registration, storage and data processing. 2011. T. 13, № 3. P.106 – 116*

16. Korostelova Ye. Application of the case method in project activities. *Physics and astronomy in the native school. №2. 2018. P.15 – 19*

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	17
ВСТУП	18
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАСОБАМИ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ЯК ОСНОВА КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ	
1.1. Розкриття понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «міжпредметні зв'язки» в науково-методичних дослідженнях, їхня роль, значення, місце у науковому та навчальному пізнанні.....	30
1.2. Розкриття понять «проектна діяльність», «проектування» та «метод проектів» у науковому та навчальному пізнанні.....	58
1.3. Психолого-педагогічні особливості проектної діяльності.....	65
Висновки до першого розділу	82
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ	
2.1. Засади компетентнісного навчання фізики.....	84
2.2. Умови використання міжпредметних зв'язків у проектній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі компетентнісного навчання фізики.....	94
2.3. Методи проектної діяльності учнів ЗЗСО II ступеня на основі реалізації міжпредметних зв'язків у процесі компетентнісного навчання фізики	
2.3.1. Науковий метод.....	109
2.3.2. Метод інженерного проектування.....	120

2.3.3. Метод кейсів.....	133
2.4. Формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проєктної діяльності учнів гімназій з використанням міжпредметних зв'язків.....	136
Висновки до другого розділу	143
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ПРИРОДНИЧОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ЗЗСО ІІ СТУПЕНЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ	
3.1. Організація педагогічного експерименту	146
3.2. Результати педагогічного експерименту та його аналіз.....	171
Висновки до третього розділу.....	177
ВИСНОВКИ	180
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	183
ДОДАТКИ.....	212

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

НУШ – Нова українська школа

PISA (англ. Program for International Student Assessment) – Міжнародна програма з оцінки освітніх досягнень учнів

OECD (англ. Organization for Economic Co-operation and Development) – Організація економічного співробітництва та розвитку

STEM-освіта (англ. Science, Technology, Engineering and Mathematics) – наука, технології, інженерія та математика.

ЮНЕСКО (англ. UNESCO; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) – спеціалізована установа Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури

ЄФО – Європейський форум освіти

pH (лат. pondus Hydrogenii) – Водневий показник – величина, що показує міру активності іонів водню (H^+) в розчині, тобто ступінь кислотності або лужності цього розчину.

МФО – метод фокальних об'єктів

УЦОЯО – Український центр оцінювання якості освіти

ДСЯО – Державна служба якості освіти

CAD (англ. Computer Aided Design) – система автоматизованого проектування

ПЗ – програмне забезпечення

АЕС – атомна електростанція

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Концепцією реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» (НУШ) на період до 2029 року передбачено реформування змісту й структури загальної середньої освіти України, удосконалення технологій навчання на основі компетентнісного підходу з урахуванням досвіду провідних країн світу. Перехід до компетентнісного та особистісно-орієнтованого навчання спрямований на вміння вчитися впродовж життя, критично та творчо мислити, працювати в командах, спілкуватися в полікультурному середовищі, що буде необхідним для успішної самореалізації в майбутньому та формування конкурентоспроможного випускника.

Сучасний стан розвитку освіти вимагає формування ключових компетентностей, які розвиваються завдяки стимулюванню розвитку природної потреби учня до дослідження та вивчення всього нового, формування навичок спостереження, вміння визначати проблему, формулювати гіпотезу, аналізувати й робити висновки.

У навчальній програмі з фізики для 7 – 9 класів, затвердженій наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804 «Про оновлені навчальні програми для учнів 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів» зазначено, що фізика є фундаментальною наукою, яка вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи й надає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу тощо. Фундаментальний характер фізичного знання як філософії науки й методології природознавства, теоретичної основи сучасної техніки й виробничих технологій визначає освітнє, світоглядне та виховне значення шкільного курсу фізики як навчального предмета [143].

Українські науковці Л. Благодаренко, О. Бугайов, С. Величко, С. Гончаренко, В. Заболотний, О. Іваницький, А. Касперський, І. Коробова,

Є. Коршак, О. Ляшенко, М. Мартинюк, А. Павленко, М. Садовий, О. Сергєєв, В. Сергієнко, В. Сиротюк, В. Чернявський, В. Шарко, М. Шут та ін. розглядали питання змісту фізичної освіти на засадах компетентнісного підходу. Теорію інтеграції досліджували Р. Арцишевський, М. Арцишевська, Т. Засєкіна, С. Клепко, І. Козловська, В. Ільченко, С. Гончаренко, Ю. Мальований, І. Бех, Н. Бібік, К. Гуз, Н. Пахомова, М. Чапаєв, О. Данилюк, Т. Пушкарьова, М. Берулава, С. Матісон, М. Фріман та ін.

В. Краєвський, А. Хуторський, С. Гончаренко, О. Савченко, Ю. Мальований, О. Ляшенко та ін. працювали над теорією формування змісту освіти. Аналіз напрацювань науковців дає змогу констатувати, що питання реалізації міжпредметних зв'язків як засобу інтеграції у формуванні ключових компетентностей потребує подальшого вивчення.

Міжпредметні зв'язки наочно демонструють інтеграційні процеси, що відбуваються сьогодні в науці і в житті суспільства. Ці зв'язки відіграють важливу роль у підвищенні практичної й науково-теоретичної підготовки учнів, істотною особливістю якої є оволодіння ними узагальненим характером пізнавальної діяльності. Формування уявлень про сучасну наукову картину світу можливе лише на міжпредметній основі, тому що кожен предмет робить свій внесок в розв'язання цього завдання.

Шляхів реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні досить багато, зокрема:

- інтеграційний розгляд фактичного матеріалу з навчальних предметів;
- виділення спільних знань у предметах єдиного циклу;
- постановка навчальних проблем і проблемних ситуацій міжпредметного характеру, виконання міжпредметних проєктів;
- формування загальнонавчальних й узагальнених умінь;
- розв'язання задач міжпредметного змісту;
- проведення інтегрованих та комплексних уроків.

Нами було проведено дослідження, чи справді виконання проєктної діяльності з фізики з використанням міжпредметних зв'язків допоможе формувати науково-природничу та математичну компетентності учнів ЗЗСО II ступеня.

За основу взято результати українських школярів, здобуті 2018 року в міжнародному порівняльному дослідженні PISA, згідно з якими показники сформованості природничо-наукової та математичної грамотності українських підлітків 15-річного віку знаходяться на рівні нижчому, ніж у середньому серед країн OECD: компетентність у природничих науках (середній бал в Україні – 469 балів (у країні-лідера – 590, у середньому в країнах OECD – 489) та математична компетентність (середній бал в Україні – 453 бали (у країні-лідера – 591, у середньому в країнах OECD – 489).

Високих результатів досягають учні тих країн, де навчально-дослідницька діяльність зміщує акценти освітньої діяльності із засвоєння знань, умінь на дослідницькі навички та досвід, які сприяють прояву природничо-наукової грамотності як здатності пояснювати явища з погляду науки, розробляти наукове дослідження, інтерпретувати дані з погляду науки.

В Україні в умовах відокремленого предметного навчання природничих предметів не існує єдиних підходів формування природничо-наукової грамотності засобами усіх природничих предметів. Вирішення проблеми формування природничо-наукової грамотності досліджується в теорії й практиці навчання. Прикладом цього є експериментальні системи навчання природничих предметів. Зокрема, згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 13.04.2018 № 366 «Про реалізацію інноваційного освітнього проєкту всеукраїнського рівня за темою «Я – дослідник» на 2018-2021 роки» формування дослідницьких компетентностей учнів у закладах загальної середньої освіти відбувається через:

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

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

- застосування педагогами методу навчально-дослідницьких завдань як на уроках, так й у позаурочній роботі, що дозволить органічно інтегрувати знання, навички з різних галузей, застосовувати їх на практиці, спонукати учнів до генерування нових ідей та пошуку шляхів їх реалізації;

- створення інноваційного освітнього середовища, в якому відбувається дослідження реальних проблем через упровадження та активне застосування інновацій;

- надання учням ініціативи у створенні власної траєкторії навчально-пізнавальної діяльності, виховання учня-дослідника із системним типом мислення.

Перехід до навчально-дослідницької діяльності висуває принципово нові вимоги до професійних якостей вчителя, зокрема він повинен мати творчий потенціал і власний дослідницький досвід, бути творчою особистістю, готовою до постійного вдосконалення свого професійного рівня. Використання сучасних креативних рішень і технологій сприяє організації та координації навчально-дослідницької діяльності учнів, оскільки пошук інформації, її збір, відбір, аналіз, збереження, поширення є предметом, інструментом і засобом зазначеної діяльності та процесу пізнання. Сучасні засоби інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) доповнюють наочні посібники та моделі, дозволяють організувати віртуальні лабораторні, практичні роботи, стають зручним інструментом учителя та учня. Інтернет як сучасний комунікаційний засіб і джерело інформації дає змогу учням швидко знаходити потрібну інформацію, яка є ресурсом для дослідження, оцінювати її, проводити групові дослідження в

режимі онлайн, поширювати результати навчально-дослідницької діяльності на власних сайтах та обговорювати в блогах і чатах.

Використання вчителем міжпредметної інтеграції дасть змогу здійснювати модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу, використовувати сучасні технології під час навчання з метою формування ключових компетентностей.

Це також сприяє більш якісній підготовці молоді до успішного працевлаштування та подальшої освіти, яка вимагає різних і більш складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Ключові компетентності, зазначені в концепції НУШ, а саме: спілкування державною та іноземними мовами, математична грамотність, компетентності в природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова грамотність, уміння навчатися впродовж життя, соціальні й громадянські компетентності, підприємливість, загальнокультурна, екологічна грамотність і здоровий спосіб життя – гармонійно входять в систему STEM-освіти, створюючи основу для успішної самореалізації особистості і як фахівця, і як громадянина.

Навчально-дослідницька діяльність є ефективною формою навчання, що дає змогу педагогу виявляти та розвивати особистісні інтелектуальні здібності учнів. Педагогічною умовою організації навчально-дослідницької діяльності учнів є створення середовища, у якому в тісній взаємодії представлена єдність дидактичних, психологічних, загальнопедагогічних чинників, що забезпечують можливість організації активної (саморегульованої та самоконтрольованої) навчально-пізнавальної діяльності учнів. Таке середовище створюється з урахуванням дидактики та вимог до організації освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти. Вивчення та вирішення цих питань зумовлює пошук та наукове обґрунтування інноваційних підходів, а також створення психолого-педагогічних умов навчально-дослідницької діяльності учнів у закладах загальної середньої освіти на уроках предметів природничого циклу.

При проведенні методичних семінарів для вчителів фізики та астрономії Шевченківського району м. Києва 04 жовтня 2016 року «Використання ІКТ в проєктній діяльності як засіб здобуття ключових компетенцій» та 09 жовтня 2017 року «Формування ключових компетентностей в проєктній діяльності, здатних забезпечити життєвий успіх молоді 21 ст. у суспільстві знань» було проведено опитування вчителів щодо використання проєктних технологій в навчанні. Опитування показало, що проєктна діяльність використовується частіше, ніж 1 раз на рік – 10%, потребують знань з використання міжпредметних зв'язків в проєктній діяльності з фізики – 60,9% вчителів району.

Таким чином, існує *невідповідність* між:

– необхідністю реалізувати проєктну діяльність в навчанні фізики, визначену вимогами початкової програми з фізики для 7 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів, затвердженою наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804 «Про оновлені навчальні програми для учнів 5 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів» і недостатнім теоретико-практичним забезпеченням її реалізації;

– бажанням учнів виконувати самостійні творчі проєкти, які б задовольняли їхні освітні потреби, відображали не лише навчальні, а й життєві реальні ситуації та незабезпеченістю освітнього середовища відповідними засобами, методами і технологіями навчання;

– потенціалом міжпредметної проєктної діяльності і недостатнім використанням міжпредметних зв'язків у навчанні фізики учнів ЗЗСО II ступеня як засобу формування їхньої природничо-наукової компетентності.

Вказана невідповідність обумовлена тим, що традиційна методична система неспроможна забезпечити компетентнісне та особистісно-орієнтоване навчання. З метою розв'язання зазначеної суперечності у 2017 році була розпочата дослідно-експериментальна робота, спрямована на використання

міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в теорії й практиці навчання фізики. Це зумовило вибір теми дисертаційного дослідження: «**Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики**».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною наукового дослідження кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова «Зміст, методи, засоби і форми підготовки майбутнього вчителя» (протокол № 5 від 24 грудня 2008 року).

Тему дисертації затверджено на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 7 від 28 лютого 2019 року).

Мета дисертаційного дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробленні та експериментальній перевірці стратегій компетентнісного навчання фізики учнів основної школи на основі міжпредметних зв'язків з використанням проєктної технології.

Об'єктом дослідження є процес компетентнісного навчання фізики учнів основної школи.

Предмет дослідження – компетентнісне навчання фізики учнів основної школи засобами проєктної діяльності з використанням міжпредметних зв'язків.

Мета дослідження визначила такі **завдання**:

1. Дослідити стан розроблення проблеми дослідження в педагогічній теорії й практиці.
2. Уточнити зміст понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «міжпредметні зв'язки», «проєктна діяльність», з'ясувати їхню роль, значення й місце в компетентнісному навчанні фізики.

3. Визначити дидактичні засади й умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі компетентнісного навчання фізики.
4. Удосконалити й алгоритмізувати методи проєктної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики в ЗЗСО II ступеня.
5. Експериментально перевірити ефективність формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проєктної діяльності учнів ЗЗСО II ступеня з використанням міжпредметних зв'язків.

Нормативно-правовою та теоретико-методологічною базою проєктної діяльності є такі документи, як: Закон України «Про освіту» (2017 р.), Закон України «Про повну загальну середню освіту» (2020 р.), Укази Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (№ 344/2013 від 25.06.2013), «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» (№ 926/2010 від 30.09.2010), «Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні» (№ 928/2000 від 31.07.2000); Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності, затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 07 листопада 2000 р. № 522 (у редакції наказу Міністерства освіти і науки України від 11 липня 2017 р. № 994), зареєстроване в Міністерстві юстиції України 22 вересня 2017 р. № 1171/31039; Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» (2016 р.); Державні стандарти освіти, навчальні плани і програми, а також нормативно-правові акти ЮНЕСКО, Загальноєвропейські рекомендації, Основні компетенції ОЕСР, Рамки для навчання 21 століття Р2 (Framework for 21st Century Learning), Навички для сучасної України (звіт Світового банку), звіт ОЕСР «Школярі, їх навички та інформаційні технології» та ін.

Серед основних стратегічних завдань реформи загальної середньої освіти в Україні є розроблення технологій і засобів навчання для формування ключових компетентностей і наскрізних умінь як інтегративних якостей особистості. Нами розроблялись механізми реалізації зазначених ідей в проєктній діяльності з фізики в закладах загальної середньої освіти II ступеня.

У процесі дослідження використовувалися такі **методи**:

– теоретичні: аналіз наукової, навчальної та методичної літератури з теми дослідження (параграфи 1.1, 1.2, 1.3); вивчення та аналіз нормативних документів, що регламентують структуру і зміст навчання предметів природничого циклу в середній школі (параграфи 1.1, 1.2, 2.1, 2.2, 2.4, 3.1, 3.2);

– практичні: розробка наукових та інженерних проєктів (параграф 2.3); спостереження за діяльністю вчителя й учнів, анкетування, тестування, бесіда, інтерв'ювання (параграф 3.1), опитування для визначення сфери для міжпредметного проєкту з фізики (Додаток А), планування, підготовка та проведення педагогічного експерименту (параграф 3.1);

– статистичні: для визначення рівня поведінкових характеристик, таких як пізнавальні, мотиваційні, творчі, лідерські, ми використовували шкалу рейтингу за Дж. Рензуллі (параграф 3.1). Під час статистичної обробки результатів використано t -критерій Стьюдента (параграф 3.2). Статистична перевірка сформульованих гіпотез виконувалась за допомогою кутового перетворення φ (критерію Фішера) (параграф 3.2), який використовується для зіставлення двох рядів вибірових значень за зсувом частоти появи певної ознаки. Цей критерій застосовуємо для оцінювання розбіжностей в будь-яких двох вибірках як залежних, так і незалежних, а також для порівняння показників однієї вибірки, виміряних в різних умовах.

Наукова новизна та теоретичне значення дослідження полягає в тому, *що вперше:*

–обґрунтовано дидактичні засади формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проєктної діяльності учнів ЗЗСО II ступеня з використанням міжпредметних зв'язків;

–визначено дидактичні умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі навчання фізики, якими передбачено алгоритмізацію проєктних методів – наукового та інженерного проєктування з детальним описом кожного етапу; інтеграцію знань з фізики учнів гімназій, що створює можливості для усвідомлення ролі фізичного знання в подальшій діяльності; ітераційність проєктної діяльності з фізики для виявлення причинно-наслідкових зв'язків, що сприяє формуванню науково-природничої та математичної компетентностей;

– доведено, що міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів гімназій є основою компетентнісного навчання фізики.

Удосконалено й алгоритмізовано методи проєктної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики в ЗЗСО II ступеня.

Набули подальшого розвитку теоретичні засади компетентнісного підходу завдяки алгоритмізації визначення структури предметних компетенцій та компетентностей на основі співвідношення між ключовими й предметними компетенціями і компетентностями; форми і методи проєктної діяльності.

Особистий внесок здобувача в статті Аналіз ризиків у корпоративній системі управління проєктами. (*Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2010. Т.12. №3. С. 99 – 107) полягає в розробці класифікації можливих ризиків у проєктній діяльності.

В статті Управління агрегованими групами проєктів. (*Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2011. Т. 13, № 3. С.106 – 116) здобувачем запропонована ідея групової обробки інформації за проєктами.

В статті Використання бінарних уроків фізика-біологія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. (*Фізика та астрономія в рідній школі*. №4. 2016.

С. 2 – 5) здобувачем запропонована фізична складова бінарних уроків фізика-біологія.

В статті Використання бінарних уроків фізика-хімія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. (*Фізика та астрономія в рідній школі*. №6. 2017. С.11 – 14) здобувачем надана фізична складова бінарних уроків фізика-хімія.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення одержаних результатів полягає в створенні та впровадженні в освітній процес викладання фізики методичних рекомендації для вчителів, які були висвітлені в публікаціях і які забезпечують реалізацію проєктної діяльності з використанням міжпредметних зв'язків; передбачено алгоритмізацію проєктних методів, ітерацій, що сприяє впровадженню компетентнісного підходу в навчання фізики в цілому.

Матеріали дослідження мають практичну цінність для вдосконалення професійної підготовки вчителів природничого циклу; слугують основою для розробки навчальних проєктів, інформаційних матеріалів; концепції державної політики щодо професійної підготовки майбутніх учителів.

Апробація та впровадження результатів дисертації (Додаток И) проводились у процесі навчання фізики учнів 7 – 9 класів загальноосвітніх шкіл м. Києва, зокрема: в школі I-III ступенів № 25 Шевченківського району м. Києва (довідка №55/04-02 від 25.03.2019р.), в школі I-III ступенів № 78 Печерського району м. Києва (довідка №113 від 16.06.2021р.), в школі I-III ступенів №89 Печерського району м. Києва (довідка №01-10/272 від 27.05.2019р.), у школах України – Згурівському навчально-виховному комплексі «Гімназія-загальноосвітня школа I ступеня» Згурівської селищної ради Броварського району Київської області (довідка №250 від 17.04.2021р.), Комунальному закладі загальної середньої освіти I-III ступенів «Варвинський ліцей №2» (довідка №63 від 17.06.2021р.), Запорізької спеціалізованої школи фізичної культури I-III ступенів №18 Запорізької міської ради Запорізької області (довідка №01-

25/289 від 22.06.2021р.) та впроваджені в освітній процес на фізико-математичному факультеті в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка (довідка №735-33/03 від 18.06.2021р.). Результати дослідження на різних його етапах були предметом обговорення на Всеукраїнській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (м. Житомир, 2019р.) та Всеукраїнських науково-методичних семінарах «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії в середній і вищій школі» (Київ, 2020р, 2021р.). та висвітлювалися на міжнародних науково-практичних конференціях, зокрема: Міжнародній науково-практичній онлайн-інтернет конференції «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» (м. Кропивницький, 2019р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційний потенціал сучасної освіти та науки» (м. Київ, 2020р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Міждисциплінарний дискурс: теорія, практика, досвід» (м. Київ, 2021);

Вірогідність результатів дослідження забезпечується методологічною обґрунтованістю його основних положень; використанням комплексу методів, що відповідають меті та завданням дослідження; репрезентативністю вибірки досліджуваних та отриманих експериментальних даних; застосуванням методів математичної статистики.

Публікації. Результати дисертаційного дослідження висвітлено в 12 публікаціях, серед яких: 4 – у наукових фахових виданнях України, 1 – у закордонному науковому фаховому виданні (Додаток 3).

Обсяг і структура дисертації. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (246 найменувань, з них 4 – іноземними мовами). Повний обсяг дисертації становить 242 сторінок, з них 182 сторінки займає основний текст. У роботі міститься 14 таблиць і 30 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗАСОБАМИ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ЯК ОСНОВА КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1.1. Розкриття понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «міжпредметні зв'язки» в науково-методичних дослідженнях, їхня роль, значення, місце в науковому та навчальному пізнанні

В Україні, як і в розвинених країнах світу, компетентісно зорієнтований підхід є одним із важливих напрямів розвитку змісту освіти. Усе більше науковців і педагогів-практиків звертаються до ідей компетентісного підходу як одного з провідних напрямів удосконалення системи освіти.

Значний внесок у дослідження цього процесу зробили Н. Бібик [24], [22], Н. Софій [148], М. Бурда, В. Кремень [95], О. Локшина [94,с.25], О. Ляшенко [128,с.3], О. Пометун [165,с.16], О. Савченко [94,с.33] та ін. Вони дослідили засади компетентісного підходу до визначення цілей і змісту освіти, вивчали проблеми вибору технологій навчання, співвідношення компетенцій і компетентностей.

Наукові дослідження М. Головка [42, с.123], Л. Величко, Н. Голуб, О. Пометун [94, с.64], О. Топузова [94, с.16] та ін. спрямовані на пошук інноваційних шляхів добору, структурування та реалізації змісту шкільної освіти в програмах, підручниках і навчально-методичних посібниках на засадах компетентісного підходу. Л. Непорожня, О. Пінчук та ін. зосередили свою увагу на пошуках форм і методів формування ключових і предметних компетентностей.

О. Ляшенко [94, 115], Ю. Жук, Т. Лукіна та ін. досліджують технології оцінювання компетентностей, В. Сиротюк, М. Шут, М. Мартинюк,

Л. Благодаренко [1, с.149] – актуальні проблеми модернізації базової фізичної освіти.

Початком оновлення методичної системи компетентнісного підходу в фізичної освіти можна вважати вимоги Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [159], затвердженого у 2011 році. Зміст фізичного компонента освітньої галузі «Природознавство» і вимоги щодо його засвоєння спрямовані на забезпечення усвідомлення учнями основ фізичної науки, засвоєння ними основних фізичних понять і законів, формування наукового світогляду й стилю мислення, розвиток здатності пояснювати природні явища й процеси та застосовувати здобуті знання під час розв'язування фізичних задач, удосконалення досвіду експериментальної діяльності, формування ставлення до фізичної картини світу, оцінювання ролі знань фізики в житті людини й суспільному розвитку.

Реалізацію вимог компетентнісного підходу, окреслених Державним стандартом базової середньої освіти від 30 вересня 2020 року, конкретизує навчальна програма [143], в якій запропоновано таке визначення головної мети: «Головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості, становленні наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формуванні предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей (уміння вчитися, спілкуватися державною, рідною та іноземними мовами, математичної, соціальної, громадянської, загальнокультурної, підприємницької і здоров'язбережувальної) учнів засобами фізики як навчального предмета».

Визначальними підходами в освіті є поняття «компетенція» і «компетентність», які у сучасній педагогіці науковці систематично вивчають. Зокрема, підходи до визначення цих понять всебічно досліджували М. Головань [41, с.23], І. П'янковська [94] та ін. Специфіка компетентнісно орієнтованої освіти стала предметом наукового пошуку Н. Бібік [23, с.45], В. Краєвського

[115], О. Локшиної [96], О. Пометун [165, с.16], Т. Засєкіної [72], О. Савченко [188] та ін. Прикладні аспекти впровадження компетентнісного підходу в процесі підготовки майбутніх фахівців розглядаються у працях М. Вятютнева [36,с.38], М. Заброцького [65,с.31], С. Мартиненко [130, с.85], О. Хуторського [228] та ін.

У словнику іншомовних слів поняття «компетенція» потрактовано так: «1. добра обізнаність із чим-небудь. 2. коло повноважень якої-небудь організації, установи або особи» [21].

Автори «Педагогіка. Сучасна енциклопедія» поняття «компетенція» кваліфікують як: «ступінь відповідності знань, вмінь і досвіду осіб певного соціально-професійного статусу реальному рівню складності виконуваних ними завдань» [158]. Компетенція на відміну від терміна «кваліфікація» містить, крім професійних знань і вмінь, які характеризують кваліфікацію, такі якості, як: ініціатива, співпраця, здатність працювати в групі, комунікативні здібності, уміння вчитися, оцінювати, логічно мислити, відбирати й використовувати інформацію.

В англomовних джерелах поняття «компетентність» (competence) та «компетенція» (competency) в змістовому плані переважно ототожнюються. Oxford Advanced Learners Dictionary of Current English (7-е видання) [245] тлумачить поняття «competence/ competency» як «competence (in doing something) the ability to do something well», що в перекладі «здатність виконати щось успішно чи ефективно» або як «the power that a court, an organization or a person has to deal with something», «уміння, що необхідне для виконання певної задачі». Терміни «компетентність» та «компетенція» є синонімами. Англійський дослідник, професор університету Болтона та школи підготовки та навчання вчителів Тері Хайленд (Т. Hyland) трактує поняття «компетенція/competence» [246] як «здатність виконати специфічну діяльність відповідно до запропонованого стандарту». У Глосарії термінів ЄФО

(Європейський форум освіти, 1997) компетенція ототожнюється із компетентністю і визначається як:

- здатність робити що-небудь добре або ефективно;
- відповідність вимогам, що ставляться під час працевлаштування;
- здатність виконувати особливі трудові функції.

Водночас акцентується увага на тому, що термін «компетентність» уживається в тих самих значеннях, що й «компетенція». Отже, у працях зарубіжних дослідників не розмежовуються поняття «компетенція/компетентність». У зв'язку з цим цілком слушно відзначити, що поняття «компетентність» та «компетенція» мають синонімічне значення для дослідників і включають характеристику діяльності.

Протилежної думки дотримується А. Хуторський [224,225], який розрізняє поняття «компетенція» і «компетентність», пропонуючи такі визначення:

- «компетенція» – сукупність взаємопов'язаних якостей особи (знань, умінь, навичок, способів діяльності), що задаються щодо певного кола предметів і процесів, необхідних для якісної продуктивної діяльності щодо них.
- «компетентність» – володіння людиною відповідною компетенцією, що містить її особистісне ставлення до неї й предмета діяльності, а також поєднання відповідних знань і здібностей, що дають змогу обґрунтовано висловлювати свої судження про предмет діяльності й ефективно діяти.

Компетентність, на думку науковця, є результатом набуття компетенцій. «Компетенція» є поняттям багатозначним і включає коло питань, в яких людина добре орієнтується і може працювати в тій чи тій галузі; єдність знань, умінь, навичок і професійного досвіду; сукупність повноважень, прав і обов'язків службовця, наприклад, судова, законодавча тощо компетенція.

Більш ґрунтовно поняття «компетенція» розглядає М. Головань. Проаналізувавши наукові джерела, автор виділив ключові слова, що характеризують феномен компетенції, а саме:

- низка питань, якими особа володіє завдяки пізнанням, досвіду;
- низка повноважень, наданих законом, статутом або іншим актом конкретному органу або посадовцю;
- предметна галузь, у якій індивід добре обізнаний і в якій він виявляє готовність до виконання діяльності;
- знання, досвід у тій чи тій галузі;
- особливий інформаційний ресурс індивіда, організації;
- досвід, знання і навички про спосіб організації й управління діяльністю для досягнення поставленої мети (тобто йдеться про метазнання, що керують іншими знаннями);
- інтегрована сукупність характеристик (знання, вміння, навички, здібності, мотиви, переконання, цінності), що забезпечує виконання професійної діяльності на високому рівні й досягнення певного результату;
- базова характеристика особи;
- деякі внутрішні, потенційні психологічні новоутворення, які потім проявляються в діяльності;
- інтегративна характеристика якості підготовки випускника, категорія результату освіти;
- відкрита система, передусім, процедурних і ціннісно-смыслових знань, що містить собою компоненти, які взаємодіють між собою, активізуються й збагачуються в процесі виникнення життєво важливих проблем, з якими стикається носій компетенції [41,с.23].

Аналіз вітчизняної наукової літератури (Н. Бібік, Ю. Вторнікова, Л. Коваль, О. Овчарук, Л. Петухова, О. Пометун, О. Савченко, С. Скворцова та ін.) засвідчив диференціацію українськими науковцями понять «компетенція» та «компетентність».

Так, О. Овчарук подає такі визначення цих понять [151, с.5]:

- «компетентність» – це інтегрована характеристика якості особистості, результативний блок, сформований через досвід, знання, вміння, ставлення, поведінкові реакції. Компетентність побудована на комбінації взаємовідповідних пізнавальних відношень та практичних навичок, цінностей, емоцій, поведінкових компонентів, знань та вмінь, усього того, що можна мобілізувати для активної дії;
- «компетенція» – об'єктивна категорія, суспільно визнаний рівень знань, умінь, навичок, ставлень тощо в певній сфері діяльності людини як абстрактного носія.

Як визначено в роботі М. Голованя «Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду», компетентність – це володіння компетенцією, що виявляється в ефективній діяльності і включає особисте ставлення до предмету і продукту діяльності; компетентність – це інтегративне утворення особистості, що інтегрує в собі знання, вміння, навички, досвід і особистісні властивості, які обумовлюють прагнення, здатність і готовність розв'язувати проблеми і завдання, що виникають у реальних життєвих ситуаціях, усвідомлюючи при цьому значущість предмета і результат діяльності [41].

Поняття компетентності у світовій освітній практиці є ключовим, адже компетентність:

- охоплює і знання, і навички діяльності;
- складає основу інтерпретації змісту освіти, який сформований відповідно до очікуваного результату;
- має інтегративний характером, адже поєднує низку вмінь і навичок, які належать до широких сфер культури й діяльності.

Сучасні вітчизняні науковці під компетентністю розуміють інтегровану характеристику якостей особистості, результат підготовки до виконання діяльності в певних галузях (компетенціях). Компетентність, так само як і

компетенція, містить в собі когнітивний (пізнавальний), мотиваційно-ціннісний й емоційно-вольовий компоненти.

Компетентність – це ситуативна категорія, оскільки виражається в готовності до здійснення діяльності в конкретних професійних (проблемних) ситуаціях. Компетентність проявляється в особистісно-орієнтованій діяльності [106].

Поняття компетентності, на переконання В. Краєвського та О. Хуторського, є значно ширшим, ніж поняття «знання», «вміння» чи «навички», адже охоплює мотиваційну, когнітивну, операційно-технологічну, етичну, соціальну і поведінкову складові, результати навчання тощо [115]. Отже, освітня компетенція передбачає засвоєння не окремих один від одного знань та умінь, а оволодіння комплексною процедурою, яка охоплює сукупність освітніх компонентів.

М. Головань відзначає такі основні характеристики компетентності:

- ефективне використання здібностей, що дозволяє плідно здійснювати професійну діяльність згідно з вимогами робочого місця;
- володіння знаннями, вміннями й здібностями, необхідними для роботи за фахом при одночасній автономності й гнучкості в частині розв'язання професійних проблем;
- розвинена співпраця з колегами і професійним міжособистісним середовищем;
- інтегроване поєднання знань, здібностей і установок, оптимальних для виконання трудової діяльності в сучасному виробничому середовищі;
- здатність робити що-небудь добре, ефективно в широкому форматі контекстів із високим ступенем саморегулювання, саморефлексії, самооцінки;
- швидка, гнучка й адаптивна реакція на динаміку обставин і середовища.

Характеризуючи основні ознаки компетентності людини, автор наголошує, що вони:

- постійно змінюються (зі зміною світу, зі зміною вимог до «успішного дорослого»);
- мають діяльнісний характер узагальнених умінь у поєднанні з предметними вміннями й знаннями в конкретних галузях (ситуаціях);
- виявляються в умінні здійснювати вибір, адекватно оцінювати себе в конкретній ситуації; пов'язані з мотивацією на неперервну самоосвітню діяльність [41, с. 25 – 26].

У багатьох європейських країнах сьогодні переглянуто та внесено зміни до навчальних програм, спрямовані на створення підґрунтя для того, щоб основні результати навчання базувались на досягненні особистістю необхідних компетентностей. Більшість науковців говорять про необхідність визначити, відібрати та ґрунтовно ідентифікувати обмежений набір компетентностей, які є найважливішими, інтегрованими, ключовими.

Такий підхід дав підстави зарубіжним науковцям зробити висновок про те, що ключові (найвагоміші та найбільш інтегровані) компетентності сприяють досягненню успіхів у житті; сприяють підвищенню якості суспільних інститутів; відповідають різноманітним сферам життя. На думку експертів, створення умов для набуття необхідних компетентностей протягом усього життя сприятиме продуктивності та конкурентності людини на ринку праці; скороченню безробіття завдяки розвитку гнучкої (адаптивної) та кваліфікованої робочої сили; розвитку середовища для інноваційних перетворень в умовах глобальної конкуренції.

Ключові компетентності характеризуються багатофункціональністю, надпредметністю, міждисциплінарністю, багатовимірністю тощо (В. Краєвський, В. Сериков та ін.). Їхня структура має містити:

- компетентність у сфері самостійної пізнавальної діяльності;

- компетентність у сфері суспільно-громадської діяльності;
- компетентність у сфері соціально-трудової діяльності;
- компетентність у побутовій сфері;
- компетентність у сфері культурно-дозвільної діяльності.

З. Решетова [180] вважає, що до професійної компетентності входять спеціальна, соціальна, особистісна та індивідуальна складові. На її думку, професійна компетентність передбачає здатність особи проєктувати діяльність на достатньо високому рівні; соціальна компетентність свідчить про володіння прийомами професійного спілкування й соціальну відповідальність за результати праці; особистісна компетентність репрезентована прийомами особистісного самовираження й саморозвитку; індивідуальна передбачає володіння прийомами саморозвитку, індивідуальності в межах професії.

На думку В. Сластьоніна, ефективність будь-якої діяльності залежить від компетенцій. Так, до педагогічної компетенції він відносить готовність до творчого розв'язання педагогічних завдань на основі методологічних і предметних знань, володіння теорією й практикою переведення учнів із позиції об'єкта в суб'єкт власного розвитку, забезпечення єдності педагогічного керівництва й самовиховання учнів, а також методичні навички організації різнопланової освітньої діяльності [199].

Американський лінгвіст Н. Хомський вводить в активний науковий обіг термін «мовна компетенція», під якою розумів «систему інтелектуальних здібностей, систему знань і переконань, яка розвивається в ранньому дитинстві у взаємодії з багатьма іншими чинниками визначає ... види поведінки» [208, с. 15]. Компетентний говорить, слухає і повинен, на думку Н. Хомського, утворювати й розуміти необмежену кількість пропозицій та мати судження про висловлювання.

Н. Бібік, визначаючи переваги й ризики запровадження компетентнісного підходу, зауважує, що, передусім долаються бар'єри між освітніми системами

країн, які посідають високі рангові позиції за оцінками якості освіти, забезпечуються передумови входження України в європейську систему координат [23, с. 51]. На думку Н. Бібік, «компетентність – це оцінна категорія, що визначає людину як суб'єкт професійної діяльності, її здатність успішно виконувати свої функції». Важливо, що компетентнісний підхід дає змогу задіяти не тільки досвід вчителя, але й досвід учня, що охоплює ті складові якості освіти, що лише декларувались, а насправді не були об'єктом контролю, зокрема державного. Компетентнісно орієнтована освіта логічно впливає з попереднього етапу освоєння особистісно орієнтованого, діяльнісного базису. Водночас посилюється результативний компонент, який наповнює мету, зміст, процес, мотивацію, результати реалістичним змістом, орієнтованим на необхідну компетентність як інтегроване втілення рівня освіченості. За такої умови кардинально змінюються всі складові: мета, зміст, система оцінювання, тип педагогічної взаємодії.

Процеси глобалізації, а також міжнародної співпраці в галузі освіти ставлять перед середньою освітою завдання підготовки учня, який володів би всіма необхідними компетенціями. З огляду на це актуалізується необхідність підготовки учнів на новій концептуальній основі в межах компетентнісного підходу. На думку І. Онищенко, «компетентнісний підхід до дослідження проблем педагогічної освіти – це сукупність теоретико-методологічних положень і організаційно педагогічних заходів, спрямованих на створення умов щодо освоєння і трансляції педагогічних цінностей та технологій, що забезпечують творчу самореалізацію особистості вчителя в професійній діяльності» [152, с.183]. Дослідниця упевнена, що вибір такого підходу зумовлений новими критеріями якості сучасного вчителя, які включають не стільки професійні знання, засвоєні вміння навчання і виховання, скільки професійну компетентність, яка забезпечує професійно-особистісний розвиток,

творчий підхід до навчання учнів, здатність надавати компетентну підтримку їхнього інтелектуального та особистісного розвитку.

Компетентнісний підхід передбачає зміщення акцентів зі знань на вміння їх здобувати та застосовувати на практиці. Я. Сікорі на основі аналізу науково-педагогічної літератури вдалося визначити низку його особливостей [196, с. 99 – 101]:

- він не заперечує традиційний підхід, поглиблює, розширює і доповнює його, проте зміщується акцент з процесу навчання на його результати, якими є компетентності. Цитуючи А. Андреева, автор зазначає, що цей підхід «виступає як опонент до понятійної тріади знання – уміння – навички («зуни»), що утвердились в радянській педагогіці»;
- в основі компетентнісного підходу лежить ідея діяльнісного характеру освіти: на відміну від діяльнісного підходу навчальна діяльність спрямована на формування в суб'єктів навчання компетентностей, знання підпорядковуються умінню й практичній потребі;
- зміст компетентності містить особистісне ставлення суб'єктів навчання до предметів та процесів, необхідних для продуктивної діяльності, набуваючи значення власних цінностей суб'єктів навчання, що є характерним і для особистісного підходу;
- варто оцінювати рівень сформованості в школярів визначеного переліку компетентностей, тобто «важливим стає не тільки наявність в індивіда внутрішньої організації знань, особистих якостей та здібностей, а здатність застосовувати компетентності в житті та навчанні»;
- за цим підходом навчання зорієнтоване на учня.

Я. Сікора, погоджуючись з О. Субетто, зазначає, що компетентнісний підхід за своєю функцією доповнює системно-діяльнісний, знаннево-орієнтований підходи до розкриття якості освіти, він може тлумачитися як одна

з експлікацій системного підходу, як більш загального. «Зунівський» підхід» занурений у компетентнісний [184, с. 101].

Як стверджує О. Заблоцька [66, с. 66 – 67], компетентнісний підхід до навчання реалізується в сучасній освіті поряд із традиційними та інноваційними підходами. О. Заблоцька [66, с.66 – 67] зробила порівняльний аналіз різних підходів до навчання, який подано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Порівняння компетентнісного підходу з традиційним та інноваційними підходами до навчання

Риси порівняння	Підходи до навчання			
	Традиційний	Особистісно орієнтований	Діяльнісний	Компетентнісний
Суб'єкти навчання	Учитель	Учитель – учень	Учитель – учень	Учитель – учень
Об'єкт навчання	Досвід пізнання й перетворення предметів навколишньої дійсності, нагромаджений людством; учень	Досвід пізнання й перетворення предметів навколишньої дійсності, нагромаджений людством	Досвід пізнання й перетворення предметів навколишньої дійсності, нагромаджений людством	Досвід пізнання й перетворення предметів навколишньої дійсності, нагромаджений людством
Функція учителя в процесі навчання	Передача навчальної інформації «середньому» учню	Створення умов для самореалізації кожного учня	Організація активної навчальної діяльності учнів	Організація процесу навчання, спрямованого на формування в учнів компетенцій
Функція учня в процесі навчання	Відтворення навчальної інформації	Формування власних знань, умінь, навичок	Формування власних знань, умінь, навичок	Формування компетенцій
Рівень активності учнів як суб'єктів навчання	Переважає репродуктивно-наслідувальний і пошуково-виконавчий	Пошуково-виконавчий та творчий	Пошуково-виконавчий та творчий	Пошуково-виконавчий та творчий
Мета	Виконання	Оволодіння	Оволодіння	Формування

навчальної діяльності	навчальних програм	змістом освіти з урахуванням особистісних можливостей учнів	змістом освіти в процесі діяльності	компетенцій
Результати навчання	Знання, уміння, навички	Знання, уміння, навички, особисті якості учнів	Знання, уміння, навички, особисті якості учнів	Система компетенцій

Аналіз таблиці показує, що учитель від створення умов для самореалізації кожного учня, від організації активної навчальної діяльності учнів переходить до організації процесу навчання, спрямованого на формування в учнів компетенцій. На думку В. Химинця, компетентнісний підхід зміщує акценти з процесу накопичення нормативно визначених знань, умінь і навичок у площину формування й розвитку в учнів здатності практично діяти й творчо застосовувати набуті знання і досвід у різних ситуаціях. Це вимагає від учителя змістити акценти у своїй освітній діяльності з інформаційної до організаційно-управлінської площини. Тому слід змінити функції вчителя з «ретранслятора знань» на організатора освітньої діяльності. Логічно зміниться й модель поведінки учня – від пасивного засвоєння знань до дослідницько активної, самостійної та самоосвітньої діяльності. Процес навчання стане інтегрованим і розвивальним, включатиме знання, уміння, навички, ставлення, досвід діяльності й поведінкові моделі особистості [110], [221].

Дослідження питань упровадження компетентнісного підходу в українській освіті систематизовано в працях І. Беха [18], Н. Бібік [23, с. 47-52], О. Пометун [165], О. Савченко [188, 189], В. Химинця [221] та ін. Вони охоплюють як загальні питання компетентнісного підходу щодо формування ієрархії компетентностей (ключових, галузевих, предметних), так і детальну розробку цих питань для освітніх галузей. Поняття «ключові компетентності» виступає в цьому контексті як центральне поняття, оскільки компетентність має

інтегрований характер, бо об'єднує професійні знання, інтелектуальні навички, уміння й способи діяльності. О. Пометун до складових компетентності відносить знання, уміння, навички і ставлення [165]. Натомість А. Андреев переконаний, що компетентність складають знання та їхнє застосування, уміння, навички, здібності, цінності та особистісні риси [6].

Як зазначає І. Бех, принциповим моментом компетентності вищого рівня є те, що він безпосередньо залежить від якості навчальних здобутків, які повинні трансформуватися в систему компетентностей суб'єкта. Лише власні наукові (теоретичні) надбання мають достатній потенціал для такої компетентності [19]. На думку вченого, тільки педагогіка розвитку (а не педагогіка знань) може забезпечити розвиток у суб'єкта компетентності вищого рівня. Варто зауважити, що в основі реалізації компетентнісного підходу в професійному відборі майбутніх учителів лежить розуміння їхньої придатності до педагогічної діяльності як основи формування в них системи діяльнісних операцій, дій (компетенцій) та системи діяльностей, що складають психологічну структуру педагогічної праці (компетентність).

Визначальним чинником у реалізації компетентнісного підходу О. Савченко вважає зорієнтованість на розвиток системного комплексу умінь, смислових орієнтацій, адаптаційних можливостей, досвіду і способів трансформаційної діяльності з отриманням конкретного продукту [188, 189].

Н. Бібік наголошує на необхідності переходу в навчанні «з процесу на результат у діяльнісному вимірі, забезпечення спроможності випускника відповідати новим запитам ринку, мати відповідний потенціал для практичного розв'язання життєвих проблем, пошуку свого «Я» в професії» [24, с. 47].

На думку Л. Коваль, у професійно-педагогічній освіті перехід на компетентнісно орієнтовану підготовку розглядають в двох аспектах. По-перше, відбувається модернізація змісту професійної освіти, що передбачає його відбір і структурування з одночасним визначенням результативної складової

освітнього процесу – набуття учнями компетентностей. По-друге, постає потреба навчити майбутніх учителів цілеспрямовано формувати в учнів ключові та предметні компетентності [88, с. 46].

На думку Н. Нагорної, компетентнісний підхід ставить на перше місце не поінформованість учня, а вміння розв'язувати проблеми, що виникають у пізнавальній, технологічній і психічній діяльності, у сферах етичних, соціальних, правових, професійних, особистих взаємовідносин. З огляду на це зазначений підхід передбачає такий вид змісту освіти, який не зводиться до знаннєво-орієнтованого компонента, а передбачає цілісний досвід розв'язання життєвих проблем, виконання ключових функцій, соціальних ролей, компетенцій [144, с. 267].

А. Вербицький [32] впевнений, що для розв'язання основних завдань побудови освітнього процесу на компетентнісній основі необхідно:

- здійснити концентрацію зусиль на головному, тобто цілях, що визначатимуть першочергові завдання, зміст, порядок і перспективи подальшого формування компетентності учнів;
- дотримуватись ясності й відкритості в спільній діяльності «учитель – учень»;
- створення й дотримання еталону оцінки рівня сформованості компетентності.

Важливим в умовах компетентнісного навчання є питання вибору форм і методів навчання, коли формування знань й умінь здійснюється в практичній діяльності; використання активних форм і методів навчання; інноваційних технологій продуктивного навчання тощо [109].

Аналіз літератури, проведений Л. Рибалко, свідчить про те, що компетентнісний підхід зорієнтовано на кінцевий результат освітнього процесу, і він спрямовується на формування готовності ефективно використовувати потенційні можливості (знання, вміння, навички, цінності, психологічні

особливості) та зовнішні ресурси (інформаційні, людські, матеріальні) для досягнення поставленої мети [170].

В основі компетентнісного підходу лежить ідея діяльнісного характеру освіти: знання підпорядковуються вмінням і практичній потребі. Роберт Хілборн, Майкл Фріландер [222] приділяють особливу увагу розвитку компетентності застосування кількісних міркувань і відповідних розділів математики для опису та пояснення явищ у світі природи та демонстрація розуміння процесу наукового дослідження й пояснення, як відкриваються і підтверджуються наукові знання. Для компетентності застосування кількісних міркувань і відповідних розділів математики для опису або пояснення явищ у світі природи ставиться мета навчання продемонструвати кількісні навички рахунку й здатність володіти математичною мовою. Приклад: проаналізуйте природні явища в кількісному вираженні. Для компетентності демонстрації розуміння процесу наукового дослідження й пояснення, як відкриваються і підтверджуються наукові знання ставиться мета навчання вміти формулювати (у межах дослідження на основі проєктів) наукові питання й гіпотези, планувати експерименти, збирати дані, виконувати аналіз даних і представляти результати. Приклад: розробити план проєкту й скласти звіт: сформулювати гіпотезу, розробити протокол експерименту, розглянути можливість управління відповідними змінними, зібрати й проаналізувати кількісні дані, зробити висновки та представити результати (наприклад, захист на науковому семінарі). Для компетентності демонстрації знання основних фізичних принципів і їх додатків для розуміння живих систем завдання навчання: продемонструвати розуміння механіки щодо людини й діагностичної системи, продемонструвати знання основних фізичних принципів та їх застосування для розуміння живих систем. Приклад: застосуйте знання про роль доцентрового прискорення в пристроях «g-force», які використовуються для навчання пілотів реактивних літаків та космонавтів.

Компетентнісний підхід дає змогу задіяти досвід учня, висуваючи на перше місце вміння розв'язувати проблеми, що виникають у пізнавальній, технологічній і психічній діяльності, у сферах етичних, соціальних, правових, професійних, особистих взаємовідносин.

Класики педагогічної думки Я. Коменський, І. Песталоцці, І. Герbart, А. Дістервег, К. Ушинський приділяли увагу використанню в освітньому процесі міжпредметних зв'язків. Так, критикуючи недоліки методів викладання і навчання свого часу, Я. Коменський відзначав, що все, що перебуває у взаємозв'язку, слід викладати в такому ж зв'язку:

- «у тому, що освіта дуже багатьох, якщо не більшості, полягає в чистій номенклатурі, тобто в тому, що вони, правда, можуть назвати терміни й правила мистецтв, але скористатися ними по-справжньому не можуть»;
- «в тому, що ні в кого освіта не є цілісною сукупністю знань, які один одного підтримують, підкріплюють і збагачують, але містять в собі щось штучне пов'язане: шматок звідси, шматок звідти, щось таке, що ніде досить не пов'язане і не приносить ніякого ґрунтового плоду. Знати що-небудь – це означає пізнавати річ в причинному зв'язку» [93].

І. Песталоцці, вказуючи на небезпеку відриву одного предмета від іншого, писав про те, що потрібно приводити у своїй свідомості всі взаємопов'язані між собою предмети в той самий зв'язок, у якому вони дійсно знаходяться в природі [202]. «Справа навчання й мистецтва полягає ще і в тому, щоб знищити безладність чуттєвих сприйнятів, розмежувати між собою предмети, знову об'єднати в нашій свідомості схожі й споріднені, вносячи в такий спосіб велику ясність в наші уявлення й після повного їх з'ясування підняти до чітких понять» [190].

Навчання «не повинне приводити до неувважності; і останнім залишиться той, хто легко охоплює одним поглядом добре впорядковане знання, уміє бачити його в усіх відношеннях і, утримуючи його в усіх його частинах,

зробити своїм надбанням», – вважав А. Дістервег. Також важливо досліджувати найретельніше ті пункти, де різні галузі людського знання пов'язані одна з одною [78, с.178.].

А. Дістервег вказував, що «знання однієї частки, тобто безліч окремих частковостей без об'єднання їх у вищу єдність і без розуміння їх залежності від загальних законів і основних правил, тобто без загального, призводить у кращому разі до правильно встановлених досвідом даних (емпіризму), але ніколи не може ... осягнути джерела і причини окремих явищ» [198, с.168.].

К. Ушинський вважав неприйнятним такий освітній процес, «де одна наука йде услід за іншою, ніде не стикаючись, ... але виходить хаос в голові учня, або ще гірше: той мертвий стан ідей, коли вони лежать в голові, як на кладовищі, не знаючи про існування один одного» [215]. Він звертався безпосередньо до вчителя, вважаючи, що подолати хаос в голові учня можна завдяки злагодженій роботі вчителів, коли кожен з них піклується не тільки про свій предмет, а й про розумовий розвиток дітей. У теорії К. Ушинського процес засвоєння знань розглядається як встановлення зв'язку між раніше придбаними і новими знаннями. При цьому він підкреслював, що системність у навчанні забезпечується розвитком провідних ідей та загальних понять за допомогою внутрішніх предметних і міжпредметних зв'язків [215].

У 70-90 рр. ХХ століття у зв'язку з переходом загальноосвітньої середньої школи на новий зміст освіти в роботах О. Бугайова, С. Гончаренка, І. Зверева, І. Козловської, Л. Момот, П. Самойленка, О. Сергєєва, А. Усової, В. Федорової [38], [172], [74], [121], [140], [225] чітко висвітлювалися теоретичні концепції, присвячені різним аспектам інтеграції знань учнів.

М. Харченко [220] робить такі висновки:

- як результат інтеграції отримуємо відновлення у свідомості учня цілісної картини світу в усьому його різноманітті;

- існує багато видів інтеграції: у методах, прийомах, способах, рівнях, напрямках. Це структурна методологія інтеграції, але пряме накладання концептуального апарату різних дисциплін рідко призводить до успіху;
- сучасна система освіти дозволяє використовувати в практичній діяльності учителя далеко не всі види інтеграції;
- результати інтегрованості навчання проявляються в розвитку абстрактного мислення учнів, що сприяє інтенсифікації, систематизації, оптимізації навчально-пізнавальної діяльності.

Потенціал міжпредметних зв'язків ми бачимо у підвищенні практичної й науково-теоретичної підготовки учнів, істотною особливістю якої є оволодіння ними узагальненим характером пізнавальної діяльності. Формування уявлень про сучасну наукову картину світу можливе лише на міжпредметній основі. Тому процес побудови інтегрованих курсів, мета предметів, збільшення одиниць пізнання розвивається емпіричним шляхом. Усе це можна простежити в програмах інтегрованого курсу «Природознавство» С. Макшинського і А. Хуторського [226]; В. Голвнера «Образ цілісної природи»; В. Шубинського «Уроки діалектики»; К. Гуза освітня модель «Логіка природи», Ю. Громико «Світогляд» [50] та ін. Зазначені роботи присвячені створенню нових інтегрованих курсів різної спрямованості.

До 80-х років ХХ ст. «інтеграція» в педагогіці мала інтуїтивний характер. За Ю. Тягуною, в «інтеграцію» потрапили специфічні ознаки, притаманні соціальним, економічним, політичним інтеграційним процесам, такі як: багатогранність (виступати в різних ролях), мати різні форми й рівні/ступені прояву; неможливість відособленого розвитку; бажання стати одиницею цілого, зберігаючи свою індивідуальність; набуття нової якості в об'єднанні, порівняно із вхідними якостями окремих компонентів; взаємозалежність із диференціацією. Звідси пояснюються такі поняття, як: соціалізація – інтеграція

людини із зовнішнім світом; персоналізація – інтеграція людини з іншими людьми; індивідуалізація – інтеграція людини із самою собою [212].

Т. Засекіна [72] проаналізувала різні аспекти педагогічної інтеграції в педагогічних дослідженнях зарубіжних і вітчизняних вчених:

- *за етапами розвитку й становлення інтеграційних процесів в освіті:* О. Білик [221], І. Большакова [26], Ю. Козловський [90], І. Козловська [90], І. Непрокіна та К. Ташкіна [147], І. Пастирська [155], [156], Н. Пахомова [157], О. Петрук [161], В. Собко [201], О. Топузов та Т. Пушкарьова [177], В. Цюпка [230] ;
- *за філософськими, психолого-педагогічними аспектам:* С. Гончаренко [45], [46], О. Данилюк [56], В. Ільченко [208], С. Клепко [83], І. Козловська [45], [89], Я. Кміт [86], Д. Корчевський [113], Ю. Мальований [46], Н. Пахомова [157], Ю. Тюнніков [138], Р. Степанець [203], Ю. Тягунова [212] , М. Чапаєв [231];
- *за апаратом категорій, за теорією інтеграції:* М. Берулава [15], [16], [17], О. Данилюк [56], Є. Зарецький [69], І. Козловська [89], О. Кубасов [118] та ін.;
- *за видами й рівнями інтеграції з різними параметрами і критеріями, технологіями і механізмами функціонування:* О. Барановська [13], К. Крутій [117], М. Лазарева [123], М. Арцишевська [5], В. Ільченко [137], Т. Пушкарьова [174], О. Топузов [163], І. Хавіна [219], Т. Бородіна [27] та ін.;
- *за змістом загальної середньої освіти в цілому:* С. Гончаренко, Ю. Мальований, І. Бех, Н. Бібік, О. Савченко [187], Є. Медведок [136], І. Пастирська [155], Ю. Калягін [79], О. Алексеєнко [79] *й за галузями: у природничій освіті:* В. Ільченко [76], К. Гуз [51], [52], [76], В. Бак [12], М. Данюк [12], А. Степанюк [12], Л. Дольнікова [59], О. Мітрясова [141], О. Пентин [160], А. Фадєєва, Л. Пивоварова [162], Т. Пушкарьова [174],

- Н. Симакова [194], С. Старченко, А. Хрипкова, А. Усова [214], О. Топузов [211]; *мистецькій*: Л. Масол [133], О. Просіна [173]; *суспільно-історичній*: Р. Арцишевський [5], М. Арцишевська [5]; *філологічній*: Г. Клочек [84], Л. Курач [122], Т. Яценко, О. Фідкевич [216];
- *за цілісним і системним пізнанням світу, інтеграцією і синтезом наукових знань, цілісністю знань*: Л. Гризун [48], Л. Джулай [57], Т. Усатенко, О. Повстин, Т. Пушкарьова [174], В. Ільченко, К. Гуз [51], [52], А. Степанюк [204], [205], І. Сечкіна, Г. Сечкін [192], Л. Рибалко [182], [183], [184];
 - *за інтегрованими курсами*: І. Алексашина [2], Н. Алієва [3], М. Арцишевської [9], М. Гриньова [49], Ю. Кисельов [82], В. Коваленко, Н. Колясникова [92], О. Король [97], Л. Масол [133], Н. Стець, К. Корсак [112], Я. Собко [189], Л. Черногор [232] А. Усова [214], О. Яворук [239],[240];
 - *за інтеграцією фахової і загальної підготовки фахівців за рівнями освіти: у професійно-технічній* (І. Козловська [89], Ю. Сьомін [191]), *у вищій* (С. Гільмйорова, Л. Матвєєва [40], М. Мартинюк, М. Декарчук, Ю. Краснобокий, А. Сільвейстр [197], Н. Подопрігора [164], А. Степанюк [206], В. Хитрук [131], [132], Г. Шишкін [237], Т. Шаргун [233], Г. Шатковська [236];
 - *за інтегративним підходом*: О. Антонова, О. Ващук [4], В. Загвязинський [67], В. Ільченко [76], [77], В. Ледньов [124], М. Опачко [153], М. Пак [154], Ю. Ткач [210], В. Хитрук [223].

Проведений аналіз показує відсутність єдиного погляду на педагогічні інтеграційні підходи. Т. Засекіна [72] вважає, що «взагалі кожен, хто досліджує педагогічну інтеграцію тією чи іншою мірою презентує реалізацію інтегративного підходу в теоретичному або практичному значенні як такий, що пов'язаний з інтеграційними процесами».

Специфіка інтеграції фізики з іншими дисциплінами була визначена В. Ільченко [77], К. Гузом [51], [52] за допомогою аналізу змісту курсу, форм, методів і засобів навчання, що використовуються при здійсненні інтеграції. С. Терещук [209] поширив наукові знання про методичні системи початкового вивчення будови речовини в курсі фізики, зробив порівняльний аналіз та дослідив проблему міжпредметних зв'язків між фізикою і хімією в ЗЗСО II ступеня. Аналіз зв'язку змісту фізики як предмета зі змістом інших природничо-наукових дисциплін, проведений М. Мирзаєвою, А. Гайдаєвим [139] також встановив зв'язок між викладанням фізики та хімії. «Курси фізики й хімії тісно пов'язані. Те, що починає вивчатися на одному курсі, продовжується на іншому, а потім знову поглиблюється в першому (будова атома, періодична система). При вивченні біології (ботаніки та зоології) учні використовують такі фізичні поняття, як температура, світло, вологість та ін. Розглядають прояви властивостей газів, рідин і твердих тіл, капілярні явища, дифузію, отримують початкові вміння користуватися вагами, збільшувальним склом, мікроскопом й іншими приладами та інструментами. Фізичні знання дадуть змогу учням глибше зрозуміти роль електричних зарядів і електричного поля в життєдіяльності клітин. Вивчення географії також вимагає звернення до інших природничих наук: вплив водойм на клімат і мікроклімат, адже погодні явища передусім фізичні, пов'язані з поняттями теплоємності, атмосферного тиску, випаровування, конденсації, конвекції тощо» [139].

Такі галузі, як біологічна й медична фізика [179] (анатомія й фізіологія людини, функціональна та лабораторна діагностика патологічних станів людини, медична механіка й гемодинаміка, медична електроніка, прикладна термо- й електродинаміка в медицині, медична оптика, прикладна акустика в медицині та ін.) перетворились на самостійні дисципліни медичних освітніх навчальних закладів.

Зміст навчального матеріалу – різноманітна інформація, яка містить:

- інформацію, що є науковим знанням (наукове й міжнаукове). Наукове знання включає відомості з конкретних наук, історико-наукові, філософські, логіко-методологічні, технічні, оцінні та інші знання;
- інформацію про способи діяльності на уроці й поза ним, відомості про способи вирішення задач і завдань репродуктивного й творчого характеру, прийоми й способи роботи з інструментами, приладами та картами, про способи виконання спостережень і експериментів, лабораторних робіт і практикумів, про способи роботи з навчальною книгою й додатковою літературою;
- інформацію про способи організації учнів і своєї пізнавальної діяльності, відомості про методи навчання, прийоми й способи підготовки розповіді, про участь у бесіді, організацію домашньої роботи, зокрема про роботу з підручником, способи засвоєння матеріалу й виділення в ньому головного та ін.;
- інформацію про ціннісні орієнтації, норми відношень людей до суспільства й один до одного.

Міжпредметні зв'язки вчені розглядають в різних аспектах: філософському, педагогічному, психологічному, логічному тощо. У педагогіці їх трактують як: міжнаукові зв'язки; принципи дидактики; умова, що забезпечує послідовне відображення в змісті предметів об'єктивних взаємозв'язків, які діють у природі; умова виховного й розвивального навчання тощо. Враховуючи, що «поняття є знанням суттєвих властивостей предметів і явищ навколишнього світу, а також знанням суттєвих зв'язків між ними» [34, с.12], Г. Варковецька дає таке визначення поняттю «зв'язки»: «те, що об'єднує поняття в різних предметах, характеризує їхні відношення [7, с.7]. Тому, на її думку, міжпредметні зв'язки можна розглядати як одну з форм інтеграції знань, яка зводить знання в систему. Як зазначає І. Козловська, розвиток досліджень з міжпредметних зв'язків є лише «спробою *відремонтувати* недосконалу систему

освіти, перенести частину знань з одного навчального предмета в інший, встановити зв'язки між близькими поняттями, що вивчаються в різних предметах» [90], але вони є першим рівнем інтеграції, комплексні зв'язки – другим, цілісність – третім (Ш. Амонашвілі [8], І. Козловська [89]). Суть інтеграції в освітньому процесі полягає у взаємопроникненні елементів одного об'єкта в структуру іншого, унаслідок чого з'являється новий об'єкт зі своїми властивостями організованості (М. Борулава, Р. Гуревич, М. Махмутов). Саме інтеграція знань і вмінь спроможна забезпечити єдиний підхід до пізнавальних прийомів під час вивчення суміжних предметів.

Враховуючи складну природу міжпредметних зв'язків, Л. Виготський за основу взяв різні ознаки їх класифікації [34, с.84 – 85]. За *змістовною ознакою* виділяють такі *типи* міжпредметних зв'язків:

1) теоретичні, засновані на єдності закономірностей, що вивчаються й використовуються в різних предметах. Наприклад, закони збереження маси та збереження енергії вивчаються в хімії, фізиці, на цих законах ґрунтуються технологічні розрахунки; на основі атомно-молекулярної теорії й теорії хімічної будови речовини вивчаються властивості речовини, синтезуються матеріали з наперед заданими властивостями, визначаються способи обробки й галузі використання матеріалів;

2) об'єктні зв'язки, тобто один і той же об'єкт вивчають у різних предметах. Так, наприклад, полімери вивчаються в хімії, біології, фізиці та спеціальних предметах;

3) зв'язки, засновані на єдності наукового підходу, методу в різних предметах. Наприклад, методи якісного й кількісного аналізу, фізико-хімічні методи аналізу використовуються в хімії, фізиці, медицині.

Міжпредметні зв'язки засновані на використанні одного і того самого прийому діяльності у процесі навчання різних предметів. Так, уміння працювати з книгою, приладами, таблицями, схемами, уміння вирішувати

якісні й розрахункові задачі тощо – усі ці уміння необхідні як на уроках загальноосвітніх предметів, так і на уроках предметів природничого циклу.

Для виявлення міжпредметних зв'язків і визначення їхніх типів проводиться порівняльний дидактичний аналіз навчальних планів і програм, підручників й навчальних посібників та збірників задач з предметів фізика, хімія, біологія, географія. Необхідність тимчасового узгодження матеріалу між розділами та предметами, між якими встановлюються необхідні міжпредметні зв'язки, дала можливість Ю. Вайткявічусу, Н. Ворзеляну, В. Корсунській та ін. провести класифікацію зв'язків за *часовою ознакою* та виділити такі *типи*:

1. Попередні (наступні) зв'язки, коли раніше засвоєні знання з суміжних предметів використовуються (застосовуються) для вивчення навчального предмету. Водночас взаємозв'язані між собою теми предметів вивчаються в різний час і навчальна дисципліна, яка вивчалася раніше, є ніби джерелом інформації і опорою для предмету, який вивчатиметься пізніше.

2. Супутні (паралельні, або синхронні) зв'язки, коли взаємозв'язані між собою теми різних предметів вивчаються одночасно. Знання, що в цьому випадку набуваються, і уміння взаємно збагачуються, доповнюються й розвиваються вже відомими знаннями і уміннями з іншого навчального предмету, що вивчається синхронно (паралельно).

3. Перспективні (подальші) зв'язки, коли при вивченні конкретної теми певного предмету застосовуються знання з інших суміжних дисциплін, які вивчатимуться в майбутньому (перспективі).

Між змістовними і тимчасовими типами зв'язків існують певні відносини. Так, теоретичні міжпредметні зв'язки не повинні використовуватися як перспективні, тобто розгляд питань застосування певних законів, теорій не повинен випереджати вивчення суті самого закону.

Для виявлення міжпредметних зв'язків і визначення шляхів їхнього здійснення В. Безпалько [14] використовує тематичний і поелементний аналіз

змісту навчальних предметів. Аналіз змісту дає змогу дослідити структурно-логічні схеми, мережеві графіки навчального плану, внаслідок чого виявляються схожі теми різних предметів [14, с.15].

Варто зазначити, що в результаті тематичного аналізу неможливо виявити всієї глибини взаємозв'язків цих предметів. Результати аналізу дають змогу погоджувати послідовність вивчення зв'язаних тем різних предметів (або самих предметів) в часі і більш цілеспрямовано планувати міжпредметні зв'язки. Виявлені під час порівняльного аналізу навчальних планів і програм взаємозв'язані теми цих предметів піддають потім детальнішому поелементному аналізу з метою встановлення аналогії в змісті дисциплін.

Метод поелементного аналізу змісту навчальних предметів призводить до визначення структурних елементів знань, умінь і навичок, виявлення їх підпорядкування і встановлення внутрішньопредметних і можливих міжпредметних зв'язків на основі тотожності елементів. Це досягається при здійсненні порівняльного аналізу підручників, навчальних посібників, задачників цих предметів, водночас виявляється їх наступність, ступінь єдності тотожних елементів знань, визначається тип можливих зв'язків. Далі розглядається роль навчального предмету, що має міжпредметний характер, у внутрішньо- і міжпредметній системі знань.

Наступним етапом організації міжпредметних зв'язків в освітньому процесі є фіксація виявлених понятійних зв'язків і зв'язків за способами діяльності, а також планування їх реалізації. Існує декілька способів фіксації і планування виявлених міжпредметних зв'язків: текстовий опис взаємозв'язаних елементів знань; табличні засоби, у яких у графах розміщується перелік питань, тем базисної навчальної дисципліни та інших предметів; плани-карти; зведено-тематичні плани з віддзеркаленням в них міжпредметних зв'язків; мережеві графіки та ін. Вибір тих чи тих способів

фіксації й планування міжпредметних зв'язків залежить від їх характеру й цілей навчання.

В працях А. Андреева [6], А. Біне [25], Л. Вигодського [34] вказані такі правила реалізації принципу міжпредметних зв'язків за змістом:

- 1) Необхідно побудувати структурно-логічну схему освітнього процесу в закладі освіти. Структурно-логічна схема дає змогу з'ясувати, які дисципліни вимагають взаємного узгодження робочих програм, виявити взаємозв'язані теми суміжних предметів.
- 2) Виявлені в результаті структурно-логічного аналізу планово-програмної документації взаємозв'язані теми потім піддають детальнішому поелементному аналізу з урахуванням змісту навчального матеріалу кожного уроку.
- 3) Відповідно до виявленого змісту міжпредметних зв'язків відбирають прийоми, засоби й форми їх реалізації.

Також А. Андреев [6], А. Біне [25], Л. Вигодський [33,34] сформулювали такі правила реалізації міжпредметних зв'язків при навчанні:

- 1) Учитель збагачує програмним матеріалом дисципліни природно-математичного циклу, включає в свою розповідь – лекцію, історичний матеріал, елементи техніки й виробництва; демонструє досліди, макети промислових установок, схеми, креслення, малюнки, конкретизує загальні закони фізики, хімії та ін. на навчальному матеріалі предметів, нагадує учням вивчений раніше в суміжному предметі матеріал, пов'язує його з новим, нагадує способи вирішення задач (виконання завдань), сформульовані в суміжному предметі, показує практичне застосування знань з цієї теми в майбутній виробничій діяльності тощо.
- 2) Учитель вказує, інструктує, які прийоми діяльності, які знання, у якому суміжному предметі, у якій послідовності і як повинні бути привернуті на конкретному етапі виконання лабораторної або практичної роботи,

вирішенні задачі та ін. Учитель домагає єдності у використанні науково-технічної термінології, символічних позначень в суміжних предметах.

- 3) Учитель ставить проблемні й інформаційні питання; дає завдання на спостереження, зіставлення фактів; пропонує задачі, завдання на підготовку учнями доповіді, повідомлення до певної теми, виконання комплексних завдань з міжпредметними зв'язками, виконання проєкту. Форми реалізації міжпредметних зв'язків також можуть бути різні: поряд зі звичайним уроком це можуть бути диспути, технічні конференції, тематичні вечори, вікторини, захист проєктів тощо. [33, с.84].

Активізація розумової діяльності учнів на уроках фізики відбувається завдяки застосуванню сучасних підходів до навчання, методів навчання, індивідуалізації та диференціації навчальної діяльності на основі міжпредметних зв'язків, застосуванню інноваційних форм навчання, використанню комплексних завдань, формуванню прийомів розвитку творчих здібностей учнів тощо. Міжпредметні зв'язки реалізуються відповідно до дидактичних принципів навчання, відбувається відбір форм, методів і прийомів їх здійснення залежно від цілей уроку, його змісту, пізнавальних можливостей учнів та рівня підготовки учнів до сприйняття матеріалу [104].

Проведені нами дослідження [103] показують, що найефективнішим методом реалізації міжпредметних зв'язків є проєктний метод.

Своїм змістом курс фізики з погляду компетентнісного підходу спрямований на предмет навчання: не «що потрібно вивчити», а «для чого це потрібно знати». Особливістю самого навчального матеріалу з фізики є те, що він має унікальний компетентнісний та прогностичний потенціал, оскільки за кожним проявом того або того фізичного явища стоїть методологія його вивчення, конкретна специфічна діяльність (історичні потреби й мотивація, зміст і методи досліджень, обмеженість теорій і їхня прогностична функція), яка

сама стає предметом засвоєння як системи прийомів і способів пізнавальної діяльності як універсальних, так і специфічних для фізики.

1.2. Розкриття понять «проектна діяльність», «проектування» та «метод проєктів» у науковому та навчальному пізнанні

Окресливши мету і завдання курсу фізики з позицій компетентнісного підходу та потреби у використанні міжпредметних зв'язків, оцінимо його прояв у доборі й формуванні проєктної діяльності.

Психолого – педагогічні дослідження навчальної діяльності загалом, а також проєктної діяльності учнів, організованої в процесі навчання, які виконували В. Гузеєв [53], В. Давидов [54, 218], І. Єрмаков [64], Г. Ільїн [75], О. Коберник [87], Н. Матяш [135], Є. Полат [149], С. Сисоєва [195] та Г. Гаджиєв [37], П. Лернер [125], Н. Масюкова [134], А. Пентин [159], [160], І. Підласий [163], В. Шарко [235], Г. Щедровицький [238] дають змогу стверджувати, що проєктна діяльність є ефективною методичною формою забезпечення діяльнісного підходу до розвитку творчості та виділити проєктну діяльність учнів як тип навчальної діяльності, що має власні якісні особливості.

Ретроспективний аналіз проєктної діяльності в освітньому процесі та результати досліджень Н. Поліхун [167], дали змогу спиратися на такі означення:

Таблиця 1.3.

Проектна діяльність учня

Дослідники	Роки	Ключові характеристики
Д. Дьюї, В. Кілпатрік, Е. Пархерст, Е. Колінгс	1884 -1916 рр. США	«Навчання в дії» «Природна дія» «Цільовий акт» «Від усього серця», «Діяльність по застосуванню засобів до поставленої мети на дослідницькому принципі»

С. Шацький Б. Ігнат'єв	1920 - 1930-ті рр.	«Поєднує теорію з практикою та різними життєвими справами», «навчає жити», «колективна суспільно корисна цільова діяльність»
Г. Льїн, Н. Матяш, Є. Полат, Г. Гаджієв О. Коберник І. Єрмаков, В. Логвін	Кінець ХХ – початок ХХІ ст.	«за власним задумом», «проект = проблема+продукт», «що має суб'єктивну цінність», «формує проектну взаємодію із світом», «розв'язок прикладної проблеми, доведений до логічного кінця», «інтелектуальна і предметно-перетворювальна діяльність», «набуття компетентності» в процесі «поступово ускладнених практичних завдань-проектів»

Отже, у психологічній науці та педагогічній практиці кінця ХІХ – початку ХХ століть, проектна діяльність учня представлена як навчальна діяльність, а комплекс пошукових, дослідницьких, організаційних та інших видів робіт, самостійно виконані учнем (у парах, групі чи індивідуально) з метою практичного або теоретичного вирішення значимої для нього проблеми, означений як навчальний проєкт. Задля уникнення термінологічної плутанини результат проєктної діяльності учнів будемо означати як навчальний проєкт з фізики. Як зазначає О. Коберник [87, с.42] проєктна діяльність учня – «це активізація пізнавальних і практичних складових, у результаті яких школяр виробляє продукт, що має суб'єктивну (і іноді об'єктивну) новизну».

Визначимо навчальний проєкт як методичну форму організації знань, що передбачає комплексний інтегрований характер діяльності всіх його учасників з отримання самостійно запланованого результату за певний проміжок часу в умовах консультативної підтримки вчителя відповідно навчальний проєкт з фізики – самостійно розроблений і створений учнем або групою учнів, предметний результат (продукт) навчальної діяльності, що має суб'єктивну цінність.

Є. Колінгс [91, с.270] наголошує, що «форма виконання навчального проєкту може змінюватись залежно від передбачуваного одного або декількох видів діяльності, а саме: конструювання, спостереження, обстеження, гра,

експериментування, спілкування, артистичне представлення», а також [91, с. 107] «виготовлення, приготування, дослідження, організація» тощо. Зазначимо, що робота в навчальному проєкті з фізики пов'язана з проєктуванням, дослідженням, інформаційним пошуком та організаційною діяльністю. *Проєктування*, як уже зазначалось, є процесом розробки й створення *проєкту* (прообразу, прототипу передбачуваного або можливого об'єкту чи стану). Під *дослідженням* розуміють процес створення нових знань, тобто один з видів пізнавальної діяльності людини, який не передбачає на відміну від проєктування отримання певного запланованого об'єкту. Проєктування та дослідження різні за направленістю, логікою, змістом види діяльності. Щодо освіти психологи пропонують «вільне», що базується на допитливості, та «проблемне» як виконання певного практичного завдання дослідження [159]. Розв'язування усвідомленої проблеми наближає «проблемне» *дослідження* до *проєктування*. Проєктування й дослідження пов'язані з прогнозуванням. При побудові прогнозів майбутнє, як відомо, розкладається на три складові : I – *передбачуване* (зумовлене дією відомих причин і спирається на знання та логіку), II – *вірогідне* (передбачуване з більшою часткою вірогідного, потребує альтернативного мислення, вміння виробляти гіпотези), III – *випадкове* (принципово не піддається будь-якому прогнозуванню, спирається на інтуїцію). Проєктування розгортається переважно в межах першої складової, дослідження в полі третьої. Друга складова, через своє проміжне положення поєднує проєктування і так звані «проблемні» дослідження. Наголошується також на особливостях характеру дослідницької поведінки: вона може бути спонтанною, на основі інтуїтивних потреб з використанням методу «спроб і помилок», та свідомою, конструктивною, логічною, вивіреною, проєктна діяльність носить свідомий характер.

Наголосимо також на відмінностях дослідницького та проєктного підходів до організації освітнього процесу з фізики. Дослідницький підхід спрямований на розвиток в учнів навичок та умінь наукового, інформаційного пошуку, пов'язаного з вивченням об'єкта або розв'язанням проблемної ситуації на рівні ідеї, тобто на формування «теоретичного розуму». Пошукова активність учнів базується на «орієнтувально-дослідницькому рефлексі» (за І. Павловим). Проєктний підхід спрямований на формування «практичного розуму», розвиток «проєктного мислення», навичок та умінь розв'язання навчальних проблем шляхом свідомої діяльності з отримання предметного результату, на прагматичне сприйняття навчання. Пошукова активність учнів обумовлена зовнішньою практичною потребою, при цьому «навчальний проєкт» розглядається як дидактичний засіб пізнавальної діяльності учня (як мета і предмет активної роботи з навчальним матеріалом). Як зазначалось Н. Поліхун [169], навчальний проєкт з фізики може включати в себе передусім дослідницьку, пошукову та організаційну діяльність, що поєднується з проєктною, але кожна з яких має свою логічну структуру, тобто послідовність її основних етапів (рис.1.4).



Рис. 1.4. Сміслове подання компонентів навчального проєкту з фізики [169].

Проектна діяльність учня за Н. Поліхун [169] полягає у створенні суб'єктивно нового предметного об'єкту за власним задумом та його поданні іншим. Дослідження починається зі спостереження деякого об'єкта чи явища навколишнього світу, що викликає певні суперечності, потім його описують, що дає змогу створити модель, яка перевіряється під час спостережень чи експериментів. Вихідним пунктом інформаційно-пошукової діяльності є текст, що підлягає аналізу, в результаті якого вибудовується власна позиція щодо запропонованої інформації. Організаційна діяльність полягає в поданні творчого продукту та після відповідного оцінювання його впровадження в життя.

Отже, проектна діяльність учнів носить комплексний характер, тобто поєднує різні види діяльності. Так, на етапі розгляду й уточнення проблеми проекту наявні елементи проблематизації, під час формування мети проекту спостерігаємо цілепокладання, планування діяльності щодо етапів з формулюванням завдань на кожному з них, на етапі виконання використовуємо елементи дослідницької, пошукової, організаційної діяльності тощо, на етапі звіту виконуються презентаційні елементи та ін.

Зазначимо, що навчальний проєкт з фізики розгортається за певним алгоритмом і логікою проєктної діяльності. Саме логіка є формоутворюючою складовою, інші компоненти не обов'язково входять до складу кожного навчального проєкту в повному обсязі, оскільки залежать від типу проєкту або навчальної ситуації, яку створює вчитель.

Проведений аналіз дав змогу означити проєктну діяльність учня як форму навчально-пізнавальної активності, що полягає в мотиваційному досягненні свідомо поставленої мети зі створення навчальних проєктів, має комплексний характер, забезпечує активний процес дії учня з навчальним матеріалом і є засобом розвитку особистості як суб'єкта навчання [169].

Метою проєкту за типами навчальної діяльності є продукт (за В. Давидовим) [54],[55]. З одного боку, це матеріальний (зовнішній) освітній продукт проєктної діяльності учня, що завершує певний етап його навчання, з іншого – ідеальний (внутрішній) продукт, це психологічні й соціальні зміни особистості, знань, досвіду, удосконалення пізнавальних здібностей, способів діяльності тощо. Саме внутрішній продукт виокремлює навчальну від будь-якого іншого типу проєктної діяльності (конструкторської, інженерної тощо).

Зміст проєктної діяльності містить декілька істотно відмінних фаз: генерування проєктних ідей та ідеальне перетворення об'єкта (суб'єктивізація), матеріалізація ідеальних побудов у матеріалі проєкту (об'єктивізація), коригування об'єкта діяльності, контроль, перевірка на практиці реальності задумів, доцільність проєктних рішень, презентація проєкту, захист результатів. Наявність третього етапу є характерним тільки для проєктної діяльності учнів. Він має ті відмінні риси, які дають змогу визначати певний професіоналізм і кваліфікацію проєктної діяльності учнів як самостійної творчої діяльності [168].

Зазначимо, що структура проєктної діяльності створює можливості її повторення, переходу на внутрішній план, перетворює на мисленнєвий процес, формує *навички прийняття рішень, розв'язування навчальних проблем* [107]. Робота щодо усвідомлення проблемних ситуацій з метою виділення та формулювання головної навчальної проблеми або тієї, яка найбільше зацікавила, встановлення проблемних зв'язків, формулювання власної мети – один з етапів проєктування, оволодіння яким є необхідним для самостійної пізнавальної діяльності в процесі навчання фізики, самоорганізації навчання. Отже, Н. Поліхун ставить за мету [169] навчити учня самостійному прояву активності в пізнанні, учінні, самоформуванні як суб'єкта, творця власного «Я».

Для цього подивимося, як відбувається формування навичок та як ми володіємо знаннями (одним із складників інтелекту)? Це утворення нейронних зв'язків [146]. Ланцюжки утворюються завдяки тому, що один нейрон за

допомогою аксона передає інформацію іншому нейрону, який її приймає завдяки дендритам. Ця схема є дуже важлива, адже завдяки таким «ланцюжкам» утворюються нервові зв'язки, у яких кодується інформація. Наприклад, коли ми вчимося кататись на велосипеді, наш головний мозок отримує інформацію від очей, рук і ніг і формує зв'язки між нейронами. Ці зв'язки зберігаються, і коли ми сідаємо знову на велосипед, то ми вже автоматично починаємо їхати. Тобто зв'язки будуються відповідно до міри взаємодії з навколишнім світом і зрештою створюють нас такими, які ми є. Активна мієлінізація починається в підлітковому віці, коли відсіюються старі, дитячі, непотрібні зв'язки, а зміцнюються важливі. Проте в учня 11 – 12 років ще залишаються «вільні нейрони», які здатні до утворення нових, активних зв'язків. Це оптимальний вік для збільшення об'єму інформації, бо підліток вже володіє знаннями та навичками, здатен прораховувати кроки наперед, проте ще може навчатись. Синапс – це місце контакту (невеликий проміжок) між двома нейронами. Імпульс, що несе інформацію передається через синапс завдяки медіаторам, пропускаючи лише важливі сигнали. Ці бар'єри допомагають нам фільтрувати важливу вхідну інформацію від менш значимої. У мозку людини більше 100 трильйонів синаптичних зв'язків, і наш життєвий досвід відіграє важливу роль в тому, щоб провести по них нервові імпульси так, щоб це відповідало інтересам виживання. Ці зв'язки формуються двома основними способами:

- 1) поступово, шляхом багатократного повторення;
- 2) одночасно, під впливом сильних емоцій.

Синаптичні зв'язки будуються на основі повторення або емоцій, пережитих в минулому. Наш розум існує за рахунок того, що наші нейрони утворили зв'язки, які відображають успішний та невдалий досвід. Деякі епізоди з цього досвіду були «завантажені» в наш мозок завдяки «молекулам радості» або «молекулам стресу», інші були закріплені в ньому завдяки постійним повторенням. Ці зв'язки «кодують» наші знання та звички. Завдяки такій будові

мозку нам не потрібно все записувати. Стає зрозумілим, для чого при навчанні використовується процес багаторазового повторення.

Потенціал проєктної діяльності в формуванні науково-природничої та ключових компетентностей полягає в умінні самостійно розв'язувати проблеми пізнавальної навчальної діяльності, формувати навички спостереження, в умінні визначати проблему, формулювати гіпотезу, аналізувати й робити висновки, планувати і проводити експерименти, умінні самоорганізації власного учіння.

1.3. Психолого-педагогічні особливості проєктної діяльності

Психологи зазначають, що для проєктної діяльності визначальною є не кількість знань, а їхня структура, психологічний тип засвоєних знань, що визначається типом діяльності, у якій вони були набуті [55], [116], [241].

Я. Пономарьова [170, с.99] визначила, що психологічний механізм творчої пізнавальної діяльності складається з таких компонентів:

- потреба в новому знанні;
- засіб для забезпечення потреби;
- якісний стрибок у наявному знанні (досвіді).

Визначаючи процес розв'язання проблемної ситуації в ідеальній сфері як проєктування, Н. Поліхун [169] представляє його схематично так (рис.1.5).

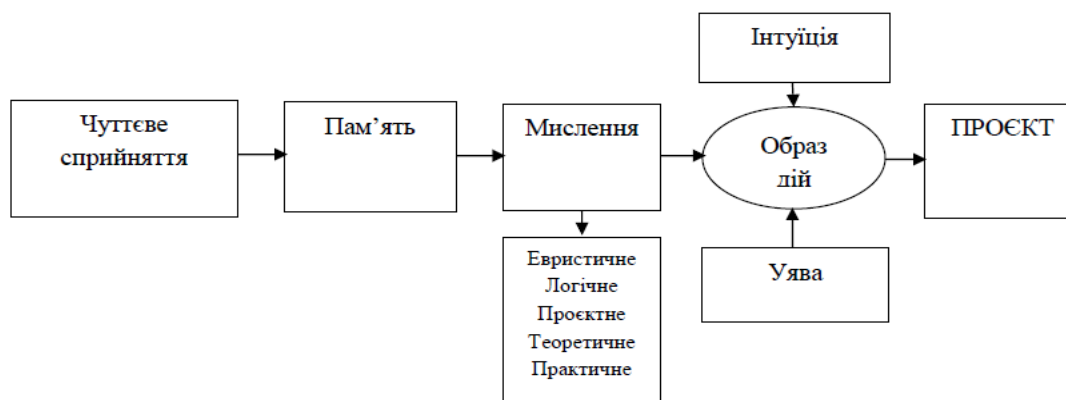


Рис.1.5. Схематичне представлення ідеального процесу проєктування

Отже, діяльність з розв'язання навчальних проблем спирається на роботу свідомості й підсвідомості. Умовою її розвитку є вплив на емоційну сферу учня, розвиток пам'яті, мислення, а також формування образу дій, (*внутрішнього плану дій, розумових стратегій*), що, за нашими висновками, є особливо важливим завданням дослідження. В умовах проєктної діяльності формується особливий тип мислення – проєктне мислення, що базується на властивості передбачення невідомого, функцією якого є прийняття творчих рішень.

Наразі психологи приділяють велику увагу стратегіям мислення в процесі навчання, тобто інструментам переробки інформації. За визначенням С. Гончаренка [44, с.208], «прийоми мислення – це система мисленнєвих операцій, організованих для розв'язування конкретного завдання». Визначають також «когнітивні стратегії», інструменти інтелектуальної діяльності, які допомагають навчатися, розв'язувати задачі, впізнавати й розуміти об'єкти вивчення. Пізнавальні стратегії – це досить абстрактний набір тактик і процедур, якими користується учень в пізнавальній діяльності. Існують загальні й спеціальні стратегії, які специфічні для певного виду діяльності [39, с.147]. Визначимо проєктування як прийом мислення, однією із стратегій прийняття творчих рішень. Зазначимо, що воно складається з низки мисленнєвих операцій, процедур, які здійснюються в певній послідовності. За В. Клименком [85], етапи означених розумових операцій поділяють на такі послідовні дії:

- формування завдання, яке виникає при зіткненні людини з невідомим серед відомого. Початком його виконання є відчуття дискомфорту;
- нагромадження інформації та енергії. У процесі перетворення невідомого на відоме виникає особлива нова думка, не схожа на інші – гіпотеза;
- народження рішення – осяяння, прозріння. Щоб воно сталося, треба мати зародок – усвідомлення невідомого, знайти засоби й способи перетворення невідомого на відоме, створити нову думку, образ, новий предмет, матеріальну або ідеальну конструкцію.

П. Енгельмейер [62] дав характеристику стадіям процесу творчості: 1 – бажання, 2 – знання, 3 – вміння. Подібні три акти були означені як 1 – виникнення ідеї, 2 – її доведення, 3 – реалізація [62, с.188]. Ж. Пуанкаре виділив періоди творчого процесу, які приймаються всіма дослідниками творчості. Перший – підготовчий: створення проблемної ситуації, постановка проблеми, її аналіз. Другий – процес розв’язання проблеми. Результатом активності підсвідомих сил є третій період творчого процесу – інсайт (осяяння). Крім того, для підготовки осяяння важливим є стан спокою нервової системи (можливо, що й цей відпочинок наповнений «підсвідомою» роботою). Четвертий період – упорядкування інтуїтивно отриманих результатів [176]. Аналогічні стадії виділяються й іншими сучасними авторами [39], [166], [186]. Ця модель найбільш адекватно визначає концептуальні рамки для аналізу творчої діяльності. Н. Поліхун [169] подає схематично етапи творчого процесу (рис.1.6).

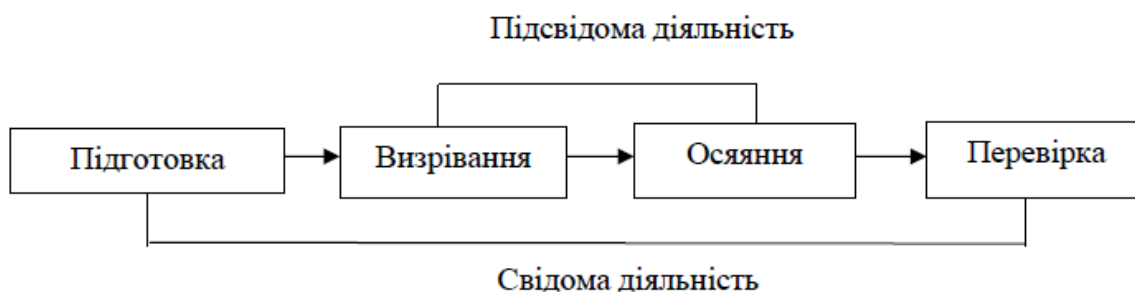


Рис.1.6. Схематичне подання етапів творчого процесу

Для цілей нашого дослідження подивимося, якими методами генеруються ідеї [28]. Генерування винахідницької ідеї може відбуватися кількома методами:

- аналогії;
- інверсії;
- об’єднання;
- поділу;
- трансформації;

- транслокації;
- інтенсифікації.

Згідно з Г. Буш [28,29,30] існує сім видів евристичної аналогії:

- імітація (моделювання);
- псевдоморфізація. Під псевдоморфізацією розуміємо виконання одного технічного об'єкта у формі іншого, який має зовсім інше призначення, з метою створити неправильне уявлення, а також подібні методи аналогії з формами тварин і рослин;
- технічний еквівалент (здійснюється заміщення еквівалентним відповідно до принципу роботи технічного об'єкта, або його конструкції, або ж матеріалу, з якого він виготовлений. Так, англійський винахідник Еверітт створив автомат для продажу сірників за аналогією до автомата для продажу «священної води», винайденим ще в I ст. до н.е. Героном Олександрійським);
- масштабне копіювання (збільшення або зменшення);
- каузальна аналогія;
- функціональна аналогія;
- аналогія з природою (методи біоархітектури, біомеханіки, біокібернетики, біохімії, палеобіоніки, аналогії з об'єктами неживої природи).

Ці методи аналогії можна далі поділяти або доповнювати іншими, бо сам Г. Буш описує 23 різновиди аналогії.

Метод інверсії добре відомий в теорії винахідництва, але, як правило, при його аналізі Г. Буш обмежується інверсією положення технічного виробу (вертикально працюючий об'єкт розташовують горизонтально або ж взагалі перевертають «догори ногами») або інверсією взаємного розташування і руху його частин (нерухома частина стає рухомою, і навпаки рухома – нерухомою).

Основну групу складають методи *інтеграції* – поєднання в новому виробі об'єктів, що мають самостійне значення.

Метод дублювання за Г. Буш – це подвоєння робочих органів, робочих позицій, технологічних процесів. Інший важливий різновид евристичного комплексу – мультиплікація робочих органів і позицій. До цього різновиду можуть належати зараховані також методи багатопверхових і багатосарових конструкцій, метод гірлянд, методи каскадних і багатоступеневих конструкцій.

З методів евристичного комплексу, описаних Г. Бушем, відзначимо кілька простих, але дуже ефективних прийомів. Перший – **метод об'єднання** (змішування) матеріалів і речовин. Цим способом Альберт Нобель отримав динаміт, змішавши рідкий нітрогліцерин з твердим пористим піроксиліном. Його різновидом є ефективний спосіб створення нових сплавів – метод легування.

Наступним тактичним засобом методики семиразового пошуку є **трансформація**. Її різновидами є раціональний підбір форми розроблювального виробу, зміни стильових трафаретів і ступеня динамізації форми, пропорцій і масштабів об'єкта. До трансформації Г. Буш відносить також зміну фактури технічного об'єкта й пристосування його форми до матеріалу у середовищі.

Наступний тактичний засіб – **транслокація**, що містить перестановку елементів технічного виробу, перенесення технічного елемента з одного об'єкта на інший, перенесення технічного елемента з однієї галузі в іншу з одночасною зміною його функцій.

Останній тактичний засіб – **інтенсифікація**. Її перелік містить метод збільшення різних параметрів системи аж до гіперболізації.

Оцінюючи загалом методику семиразового пошуку, потрібно наголосити, що Г. Бушу вдалося згрупувати близько трьохсот практичних прийомів винахідництва, пошуку нових ідей, які утворюють ніби абетку творчості.

Мозковий штурм. За допомогою методу колективної генерації ідей проблема повинна бути сформульована в основних термінах з виділенням центрального питання [28,29,30]. Крім того, передбачається відсутність будь-

якої критики, щоб не перешкоджати формулюванню ідей; вільна інтерпретація ідей в межах питання, прагнення до отримання максимальної кількості ідей з огляду на принцип підвищення ймовірності корисних пропозицій зі збільшенням загальної їх кількості і заохочення різних комбінацій ідей і шляхів їх удосконалення.

Процес висунення ідей протікає лавиноподібно: висловлювана одним із членів групи ідея породжує творчу реакцію у інших. Дослідження ефективності методу колективної генерації ідей показали, що групове мислення виробляє на 70% більше цінних нових ідей, ніж сума індивідуальних мислень. Найбільш продуктивними визнані групи з 10 – 15 осіб, хоча для учнівського проєкту з фізики ми пропонуємо групу з 3 – 5 осіб. Оскільки результати цього методу представляють не сукупність незв'язаних висловлень, а систему ідей, жодна пропозиція не персоніфікується. Результати обговорення вважаються результатом колективної праці всієї групи, адже будь-яка ідея, висловлена в той чи той момент одним з учасників опитування, могла вже раніше «подумки» належати його колезі, що очікує слова. Крім того, конкретна пропозиція може бути прямо підказана ідеєю, подану кимось кількома хвилинами раніше.

Процес генерації складається з двох важливих складових: висунення ідей, що показують нові напрямки вирішення проблеми; висунення ідей, що розвивають вже наявні напрямки. Гармонійне чергування обох складових дає змогу генераторам працювати ефективно. Внутрішній зміст того, що відбувається, може бути представлено як висунення нової ідеї, яка ламає наявне уявлення про організацію цієї системи, про обмеження її можливості; подальше «звикання» до цієї ідеї, що супроводжується висуненням її застосування, різнобічної реалізації закладеного в ній принципу. Важливу роль в управлінні цим процесом відіграє керівник мозкового штурму. Саме він, контролюючи те, що відбувається на узагальненому рівні, може і повинен регулювати співвідношення між новими і розвиваючими ідеями. Ідеї, висунуті на етапі

генерації, оформлюються в протоколі, після чого відбувається їх первинна розшифровка. Вона полягає в розширеному описі висловлювань учасників, надання їм правильної завершеної форми. На цьому етапі генерація завершується.

Далі здійснюють аналіз ідей. Як і на етапі генерації, на етапі аналізу відбувається широкомасштабне висування нових ідей. Різниця полягає в тому, що на першому етапі більш прийнятні генератори інтуїтивного плану, які легко орієнтуються в постійно мінливих схемах діяльності, водночас як на етапі аналізу відбувається усвідомлене висунення пропозицій, що розвивають і конкретизують наявні пропозиції. Отже, цей процес полягає в узагальненні ідеї, оцінці її перспективності та наповненні змістом.

Мінімальність логіко-психологічних засобів методу «мозкового штурму» обумовлює істотну обмеженість сфери його застосування.

Існує низка різновидів цього методу, в яких пропонується чергувати п'ятихвилинні штурми з обмірковуванням його результатів, чергувати періоди генерації з дискусіями і груповим прийняттям рішень, застосовувати послідовні етапи висунення пропозицій та їх обговорення тощо.

Синектика – метод, спрямований на подолання традиційних поглядів і звичок, що заважають справді свіжому погляду на проблему. Цей метод генерування нових ідей був розроблений Вільямом Гордоном в 1961 р. [243]. Базисний принцип синектики полягає в поступовому відході від вихідної проблеми шляхом побудови аналогій з іншими галузями життя. Синектика заснована на принципах «мозкового штурму».

Оригінальність нових ідей в методі «мозкового штурму» забезпечувалася різноманітними аналогіями, що виникають у представників різних спеціальностей. В. Гордон систематизував процес «штурму». У синектиці генерування ідей здійснюється в чіткій послідовності використання чотирьох аналогій з іншими галузями життя:

- пряма аналогія;
- особиста аналогія (емпатія);
- символічна аналогія;
- фантастична аналогія.

Пряма аналогія полягає в тому, що при вирішенні дослідницької або винахідницьких задач підказкою є її схожість з деякою відомою ситуацією, об'єктом, його окремою властивістю. Пряма аналогія дає змогу побачити нерозпізнану відповідність (співвідношення) між двома різними об'єктами або процесами (структурами), відійти від традиційних поглядів на проблему. Наприклад, виявленням і використанням «механізмів природи» займається наука біоніка. Вона досліджує об'єкти живого й рослинного світу та виявляє принципи їх дії й конструктивні особливості з метою застосування цих знань в науці й техніці.

На початковому етапі синектики аналогії використовують для найбільш чіткого виявлення і засвоєння учасниками суті вирішуваної проблеми. У процесі спеціально організованого обговорення визначають головні труднощі і протиріччя, що перешкоджають вирішенню. Виробляють нові формулювання проблеми, цілі. Надалі за допомогою спеціальних питань, що викликають аналогії, здійснюють пошук ідей і рішень. Отримані рішення піддають оцінці й перевірці. При необхідності відбувається повернення до проблеми для повторного її обговорення й розвитку отриманих раніше ідей.

Історія науки, детальний аналіз конкретних відкриттів показують, що ланцюжок аналогій наводить від звичного, добре відомого до несподіваного, «фантастичного» результату. В роботі А. Уємова [213] показано, що всі без винятку фундаментальні відкриття природознавства з часів Архімеда й Аристотеля до відкриттів Максвелла і Ейнштейна мають прямі аналогії із сучасними науковими уявленнями.

Особиста аналогія передбачає ідентифікацію цієї особистості з об'єктом або процесом. Це допомагає змінити погляд і рівень, на якому розглядають проблему. Тобто особиста аналогія може бути результатом спроби відповіді на питання типу: «Що я відчував би, ставши чимось зовсім іншим (молекулою, тортом, парасолькою)». Чим глибше ототожнювати себе з проблемою (товаром, явищем, об'єктом), тим вища ймовірність знаходження нетривіального рішення.

Символічна аналогія використовує об'єктивні й безособові образи для опису проблеми. Будь-яка хороша поетична метафора може слугувати прикладом символічної аналогії. Символічна аналогія вимагає в парадоксальній формі сформулювати фразу, що відображає суть явища.

Фантастична аналогія – розв'язання задачі відбувається за помахом чарівної палички, за допомогою фантастичних коштів або персонажів, настільки популярних в міфах і народних казках.

Отже, розв'язання задачі починається зі спроб застосування схем вирішення найбільш близьких завдань, і лише через невдачі подібних спроб, через зростання складності завдання дослідник інколи змушений звертатися до дальших аналогій, «диких» ідей. Прикладом використання синектики може слугувати створення планерів, крила яких махають, як у птахів.

Метод фокальних об'єктів. Будь-яка винахідницька задача прямо або опосередковано містить згадку про наявний прототип – об'єкт, який необхідно вдосконалити. З цим прототипом пов'язані певні укорінені уявлення. Тому в основі однієї з перших спроб підвищити ефективність методу спроб і помилок лежала ідея штучного наділення прототипу сторонніми ознаками. У 20-х роках минулого століття Ф. Кунце запропонував «метод каталогу»: потрібно навмання відкрити будь-який каталог (словник, книгу, журнал), взяти будь-яке слово і «зістикувати» з вихідним словом (назвою прототипу). У 50-х роках минулого століття Ч. Вайтінг удосконалив цей метод, який отримав назву «метод фокальних об'єктів» (МФО). Мета методу – удосконалення об'єкта за рахунок

отримання великої кількості оригінальних модифікацій об'єкта з несподіваними властивостями. Суть методу полягає в перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на об'єкт, що вдосконалюється та лежить ніби у фокусі перенесення і тому називається фокальним [28, 145].

З умовної задачі виділяють прототип, який підлягає удосконаленню (фокальний об'єкт), потім навмання вибирають зі словника, книги або журналу 4–6 випадкових об'єктів. Складають перелік властивостей (5 – 8 найменувань) кожного випадкового об'єкта. Випишують для кожного з них кілька характерних ознак (властивостей). Отримані ознаки переносять на прототип (фокальний об'єкт) і виходять нові поєднання. Отримані поєднання розвивають, користуючись асоціаціями. Фіксують усі цікаві ідеї. Оцінюють нові ідеї й відбирають найбільш ефективні з погляду їх реалізації. Формулюють завдання на розробку нових модифікацій об'єкта.

Результати МФО виходять досить скромними. Відповіді на складні винахідницькі завдання являють собою поєднання різних змін прототипу, проте МФО дає прості (переважно одинарні) зміни.

Морфологічний аналіз створений швейцарським астрофізиком Ф. Цвіккі, який застосував цей підхід в 30-х роках минулого століття до вирішення астрофізичних проблем і передбачив завдяки цьому існування нейтронних зірок. Морфологія – це розділ біології, який вивчає форми й будову живих організмів без розгляду їхнього функціонування. Вивчення форми й будови об'єктів (продуктів), запозичене з морфології, успішно застосовують для широкого кола завдань, зокрема маркетингових, пов'язаних з проектуванням нових продуктів. Аналіз ведуть за допомогою багатовимірної таблиці, що отримала назву «морфологічний ящик», в якій перераховують усі основні елементи, які є об'єктом, і вказують якомога більшу кількість відомих варіантів реалізації цих елементів. Комбінуючи варіанти реалізації елементів об'єкта, можна отримати найнесподіваніші нові рішення [145]. Морфологічний аналіз

полягає в тому, що в широкому й загальному формулюванні ставлять завдання – розробити нову систему (продукт). Потім перераховують всі незалежні змінні бажаної системи. Ці змінні будуть координатами морфологічної таблиці. Далі знаходять значення, яке може приймати кожна змінна (варіанти її можливого виконання). Однак для складних об'єктів, що мають велике число елементів, таблиця стає занадто великою. З'являється необхідність розгляду значного числа варіантів, велика частина яких виявляється позбавленою практичного сенсу, що робить використання методу дуже трудомістким. Таким чином, головними недоліками методу є спрощення підходу до аналізу об'єкта й можливість отримати багато варіантів. Морфологічний аналіз легко реалізується за допомогою комп'ютерних засобів. Цей вид аналізу використовує більш сувору логіку пошуку нових ідей, які не носять настільки випадкового характеру, як в МФО.

Латеральний зсув – це зміна думки в ланцюзі звичного логічного мислення (використання латерального мислення). Латеральне мислення призначене для генерування творчих ідей. Це поняття було введено в обіг в 1970 році у зв'язку з розвитком методів творчого мислення [114].

Головним у процесі генерування нових ідей є подолання стандартності в мисленні. Фокусом може бути все що завгодно, на чому ми бажано сконцентруватися. Творче мислення в цьому випадку розвивається трьома простими етапами:

- вибір фокусу;
- створення латерального зсуву для генерування стимулів;
- здійснення зв'язку.

При використанні латерального зсуву зміна думки здійснюється шляхом переміщення перешкоди в середину послідовного ланцюга логічного мислення. Латеральний зсув щодо фокусу зазвичай створює певний розрив.

Цей розрив, який представляє проблему, фактично є джерелом творчості. Він є наш стимул. Якщо в нас є дві розірвані думки, мислення буде проводити необхідні додаткові переміщення доти, поки не знайде логічний зв'язок між ними.

Метод «шести капелюхів» мислення. Цей метод був розроблений Едвардом де Боно [30]. Метод «шести капелюхів» дає змогу структурувати й зробити набагато ефективнішою будь-яку розумову роботу, як особисту, так і колективну. Під час творчого процесу людина по черзі метафорично надягає шість капелюхів різного кольору.

Білий капелюх використовується для того, щоб звернути увагу на інформацію. У цьому режимі мислення нас цікавлять тільки факти. Ми думаємо про те, що вже знаємо, яка ще інформація необхідна і як її отримати.

У режимі червоного капелюха в учасників сесії з'являється можливість висловити свої почуття й інтуїтивні здогади щодо розглянутого питання, не вдаючись у пояснення.

Чорний капелюх дає змогу дати волю критичним оцінкам, побоюванням й обережності. Він захищає нас від нерозважливих і непродуманих дій, вказує на можливі ризики й підводні каміння.

Жовтий капелюх вимагає від нас переключити свою увагу на пошук кращих якостей, переваг і позитивних сторін розглянутої ідеї.

Перебуваючи під зеленим капелюхом, ми придумуємо нові ідеї, модифікуємо вже наявні, шукаємо альтернативи, досліджуємо можливості, тобто даємо творчості зелене світло.

Синій капелюх відрізняється від інших капелюхів тим, що він призначений не для роботи із змістом завдання, а для управління процесом роботи. Зокрема, його використовують на початку сесії для визначення того, що треба зробити, і в кінці, щоб узагальнити досягнуте і позначити нову мету.

При зміні одного капелюха на іншій відбувається перемикання на інший тип мислення. Для позначення своєї думки можна просто назвати капелюх і тим самим показати, який тип мислення передбачається використовувати. Наприклад, просто сказавши, що надягаєте чорний капелюх, ви отримуєте можливість обговорювати ідею, не нападаючи на людину, яка запропонувала її.

Метод «шести капелюхів» – це спроба навчити привертати увагу різним аспектам мислення по одному за раз. В основі методу «шести капелюхів» лежить ідея паралельного мислення – конструктивного мислення, при якому різні точки зору й підходи не стикаються, а співіснують. Одягаючи капелюх мислення, ми граємо ту роль, на яку цей капелюх вказує.

Цей метод простий і практичний спосіб, що дає змогу подолати три фундаментальні проблеми, пов'язані з практичним мисленням: емоції, безпорадність, плутанину. Розподіл мислення на шість типів дає змогу весь процес мислення зробити більш сфокусованим і стійким. Кольорові капелюхи – це добра метафора, яку легко застосовувати.

Завдяки структуруванню роботи і виключення безплідних дискусій мислення стає більш сфокусованим, конструктивним і продуктивним. Метод дає змогу уникнути плутанини, оскільки тільки один тип мислення використовується всією групою в певний проміжок часу. Метод визнає значимість усіх компонентів роботи над проектом (емоцій, фактів, критики, нових ідей) і включає їх в роботу в потрібний момент, уникаючи деструктивних чинників.

Метод термінологічного й лексичного аналізу. Цей метод ґрунтується на тому, що при зародженні принципово нових напрямків у науці й техніці відбувається поява нових термінів і лексичних одиниць (словосполучень). Аналіз цього явища дає змогу виявити зародження нових напрямків у науці й техніці на ранніх етапах розробки принципових новацій.

Проведення термінологічного й лексичного аналізу в сучасних умовах ґрунтується на можливостях контент-аналізу, кількісного методу аналізу документів, заснованого на об'єктивному й систематичному виявленні характеристик тексту. Суть контент-аналізу полягає в тому, щоб знайти такі легко підраховувані ознаки, риси, властивості документа (наприклад, така ознака, як частота вживання певних термінів), які відображали б суттєві сторони змісту. Одним з видів вихідної інформації при проведенні термінологічного й лексичного аналізу є патентна інформація. Це правова інформація, що повідомляє про зміст рішення, про обсяг прав патентовласника, авторів. В описах патентів технічна інформація відображена найбільш докладно. Тоді якісний зміст стає вимірним, доступним точним обчислювальним операціям. Результати аналізу стають об'єктивними. Є. Голубков показує, що обмеженість формалізованого аналізу полягає в тому, що не весь зміст документа може бути вимірним за допомогою формальних показників [43].

Етапи творчого процесу містять свідому й підсвідому діяльність. Дослідники Л. Овсяницька [150], В. Рибалка [181], В. Романець [186] свідому діяльність визначають як адаптивну. Підсвідому діяльність визначають як творчу, спонтанну, некеровану. Д. Дьюї визначив п'ять операційних етапів в межах проблемної ситуації: відчуття перешкоди, її усвідомлення та визначення меж, уявлення про можливий результат, обговорення й розробка способів його досягнення, оцінювання результату, тобто висновок про рівень його досконалості [61, с. 68]. Означені етапи покладено в основу будь-якого навчального проєкту з фізики. Н. Поліхун [169] поєднала їх із загальною психологічною структурою навчальної діяльності та представила проєктну діяльність учня як циклічну модель. (рис. 1.7)



Рис. 1.7. Психологічна модель проєктної діяльності учня

Ця структура містить мотиваційний, операційний та оцінювальний компоненти. Очевидно, що для засвоєння учнями змісту будь-якої діяльності, необхідно опинитись віч-на-віч з суб'єктивно новими для нього проблемами, які потрібно розв'язати в процесі пошуку [227]. Водночас на думку В. Шарко «у процесі формування ефективної й самостійної навчальної діяльності учні повинні засвоювати усі форми й види навчальних дій з урахуванням специфіки відповідного навчального предмета» [205, с36.]

Н. Поліхун [169] визначила основні вимоги до цілісного процесу організації проєктної діяльності учнів у процесі навчання фізики, акцентувала увагу на те, що для учня необхідне розуміння, сприйняття проблемної ситуації, або навчального завдання, яке пропонує вчитель у межах навчального матеріалу з фізики, а також переформування завдання учнем для самого себе, що саме самостійно сформульовані цілі сприяють формуванню готовності до роботи й безпосередньо пов'язані з формуванням мотивів означеної діяльності. В своїх дослідженнях А. Касперський [80], Б. Сусь [207] акцентують увагу на самостійному формулюванні мети практичних робіт з фізики. Проблему цілепокладання в проєктах з фізики розглядає В. Шарко [234].

А. Морозов [142, с.488] аналізував здійснення активних навчальних дій з текстом, навчальним матеріалом з фізики, «отримання знань з інформації».

І. Войнович [35], Г. Касянова [81], А. Касперський [80], В. Смагин [200], Б. Сусь [193] проводили дослідження щодо аналізу, порівняння, моделювання, планування, проєктування, перетворення предмету вивчення і самого процесу навчання фізики. Дослідники зробили висновок, що оволодіння способами цих дій ставить учня в активну позицію до предмету вивчення і самого процесу навчання фізики. П. Атаманчук [10], О. Ляшенко [127], Р. Малафєєв [129], В. Разумовський [178], Н. Зверева [73], Б. Сусь [207] розробляли теорію і практику проблемного навчання фізики.

Н. Поліхун [169] визначила основні дії учня в навчальному проєкті з фізики (табл. 1.4).

Таблиця 1.4.

Структурні компоненти проєктної діяльності учня [169]

Структурні компоненти проєктної діяльності учня	Пов'язаний з цим характер діяльності учня
Проблема Потреба Мотив Мета, завдання	Виділити, визначити, ознайомитись, побачити, знайти, відчуті, зрозуміти, усвідомити. Визначити, висунути, сформулювати, навчитися, освоїти, дослідити, систематизувати
Засоби	Визначити, спланувати, домовитись, залучити, розробити стратегії, алгоритми, використати технології, знайти ресурси
Дії, операції	Дослідження, моделювання, винахід, прогноз, аналіз, систематизація, створення, переробка, удосконалення та інші дії підпорядковані меті
Результат	Створення ідеального продукту. Вироблення матеріального продукту
Презентація	Захист роботи
Оцінювання	Оцінка, самооцінка, рефлексія

Завданням проєктної діяльності є розвиток уміння виконувати кожний елемент її структури і самостійно переходити від одного етапу до іншого. О. Ляшенко стверджує, що за умови проблемного навчання фізики, всі засоби і методи навчання спрямовані на залучення учня до самостійного усвідомлення нового матеріалу [127, с.6].

Л. Закота, О. Ляшенко [68] спиралась на ідеї проблемного навчання фізики та визначили такі етапи формування творчої навчальної діяльності: I етап – учитель формує творчі завдання й сам розв’язує їх, а учням пропонує роль виконавця своїх вказівок, II етап – учитель ставить завдання, але способи виконання пропонує знайти учням, учитель підводить підсумок роботи, III етап – учитель ставить творчі завдання, а учні самостійно проходять усі етапи пошуку до висновків, IV етап – учні самостійно формулюють завдання та здійснюють пошук.

А. Хуторський [229] стверджує, що успіх творчої діяльності визначається «стартовим» завданням. В. Шарко [222, с.16] каже про необхідність дослідницького характеру діяльності учнів, «кожне завдання має бути проблемою, яку обере учень для самостійного розв’язання. За формою це може бути завдання теоретичного та практичного характеру, але незалежно від цього, вони мають бути дослідницькими». Отриманий же учнем результат є завжди унікальним [105].

Висновки до розділу 1

З метою виявлення стану розробки проблеми реалізації міжпредметних зв’язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня як основи компетентнісного навчання фізики нами здійснено аналіз філософських, педагогічних, психологічних досліджень, нормативних освітніх документів. Зважаючи, що об’єктом дисертаційної роботи є процес компетентнісного навчання фізики учнів ЗЗСО II ступеня під час аналізу ми виконали такі

завдання: уточнили зміст понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «міжпредметні зв'язки», «проектна діяльність», з'ясували їхню роль, значення й місце в теорії й методиці навчання фізики.

Результати аналізу засвідчують, що наукове вивчення компетенції, компетентності, міжпредметної інтеграції й проектної діяльності як педагогічних категорій спрямоване на вивчення їхнього термінологічного поля, генезису та розвитку в історичному плані.

На основі досліджень теоретичних засад компетентнісного підходу нами обрано ті, які дадуть змогу здійснити алгоритмізацію визначення структури предметних компетенцій та компетентностей на основі співвідношення між ключовими й предметними компетенціями й компетентностями. Такий підхід забезпечить принципово нове цілепокладання в процесі компетентнісного навчання фізики, зміщення акцентів у формуванні компетентностей із предметних на ключові.

Виявлено, що переважна більшість дослідників вважає проектну діяльність учнів основою компетентнісного навчання. Серед ефективних засобів формування компетентностей, передусім дослідники називають міжпредметні зв'язки.

Міжпредметні зв'язки є конкретним виразником інтеграційних процесів, що відбуваються сьогодні в науці і в житті суспільства. Ці зв'язки відіграють важливу роль у підвищенні практичної й науково-теоретичної підготовки учнів, істотною особливістю якої є оволодіння ними узагальненим характером пізнавальної діяльності. Формування уявлень про сучасну наукову картину світу можливе лише на міжпредметній основі, тому що кожен предмет робить внесок у розв'язання цієї проблеми.

Активізація розумової діяльності учнів на уроках фізики відбувається завдяки застосуванню сучасних підходів до навчання, методів навчання, індивідуалізації та диференціації навчальної діяльності на основі

міжпредметних зв'язків, застосуванню інноваційних форм навчання, використанню комплексних завдань, формуванню прийомів розвитку творчих здібностей учнів тощо. Міжпредметні зв'язки реалізуються відповідно до дидактичних принципів навчання, водночас відбувається відбір форм, методів і прийомів їх здійснення залежно від конкретної мети уроку, його змісту, від пізнавальних можливостей учнів та рівня підготовленості учнів до сприйняття матеріалу. Найефективнішим методом реалізації міжпредметних зв'язків є проєктний метод – це організована пошукова, дослідницька діяльність учнів, індивідуальна або групова, яка передбачає не тільки досягнення результату і його оформлення, але організацію процесу досягнення цього результату. Така робота дає змогу учням не тільки краще засвоїти навчальний матеріал, розвинути пізнавальні навички, а й спробувати себе в різних ролях громадської взаємодії, що важливо для соціальної адаптації в суспільстві. Сучасний проєкт учня – це дидактичний засіб активізації пізнавальної діяльності, формування відповідних особистісних якостей. Це спільна діяльність вчителя й учня, спрямована на пошук вирішення проблеми, проблемної ситуації. Метод проєктів передбачає необхідність інтегрування знань, умінь з різних галузей фізики як науки, техніки, технології, творчих сфер. Реалізація міжпредметних зв'язків в проєктній діяльності учнів висуває принципово нові вимоги до організації процесу навчання фізики в ЗЗСО II ступеня, які можливо задовольнити відповідними методами й технологіями навчання.

РОЗДІЛ 2.

ОРГАНІЗАЦІЯ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ КОМПЕТЕНТНІСНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

2.1. Засади компетентнісного навчання фізики

Компетентнісне навчання дає змогу задіяти досвід учня, висуваючи на перше місце вміння розв'язувати проблеми, що виникають у пізнавальній, технологічній і психічній діяльності, у сферах етичних, соціальних, правових, професійних, особистих взаємовідносин. У зв'язку із чим закладаються принципово нові вимоги щодо використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів гімназій в процесі компетентнісного навчання фізики, якими передбачається зміщення акцентів у формуванні компетентностей із предметних на ключові. Змінюються вимоги до змістового, процесуального й контрольного-оцінювального компонентів компетентнісного навчання фізики. У змістовому плані здійснюється акцент на виявлення міжпредметних зв'язків у навчанні фізики; у процесуальному – акцент на застосуванні проєктної діяльності; у контрольному-оцінювальному – виявлення й оцінювання сформованості природничо-наукової та математичної компетентностей учнів ЗЗСО II ступеня.

За основу компетентнісного навчання фізики нами обрано запропоновані Т. Засекіною підходи у визначенні співвідношення предметної компетенції та компетентності. На думку дослідниці, «... з позиції компетентнісного підходу вимогами виступають компетенції, а досягнутими учнями результати – рівні сформованості компетентностей» [70, с.364].

Компоненти компетентнісного навчання фізики (цільовий, змістовий, процесуальний та контрольний-оцінювальний) є пірамідою (рис. 2.1), що формують структуру предметної компетенції [108].

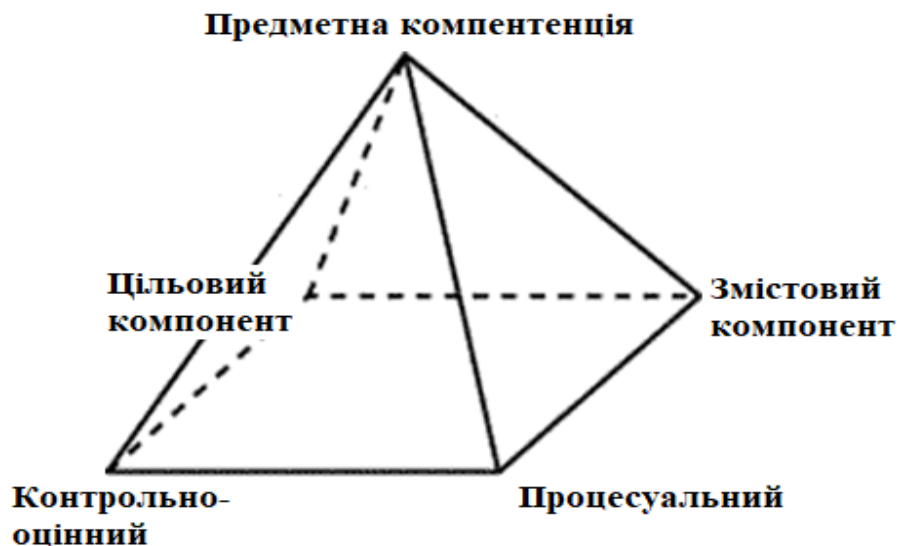


Рис. 2.1. Компоненти компетентнісного навчання фізики

Такий підхід полягає в тому, що *предметна компетенція вводитьься як загальна вимога* до засвоєння учнями сукупності знань, способів діяльності, досвіду й ставлення, а саме (рис. 2.2):

- знати й розуміти основи фізичного тезаурусу (поняття, величини, закони, закономірності, моделі, формули, рівняння) для опису й пояснення основних фізичних властивостей та явищ навколишнього світу, засад сучасного виробництва, техніки й технологій;
- уміти застосовувати методи наукового пізнання й мати навички проведення дослідів, вимірювань, опрацьовувати дані (обчислення, побудова графіків);
- розв’язувати фізичні задачі; використовувати здобуті знання в повсякденній практичній діяльності;
- виявляти ставлення й оцінювати історичний характер становлення знань з фізики, внесок видатних учених, роль і значення знань для пояснення життєвих ситуацій, застосування досягнень фізики для розвитку інших природничих наук, техніки й технологій, раціонального

природокористування та запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та організм людини.

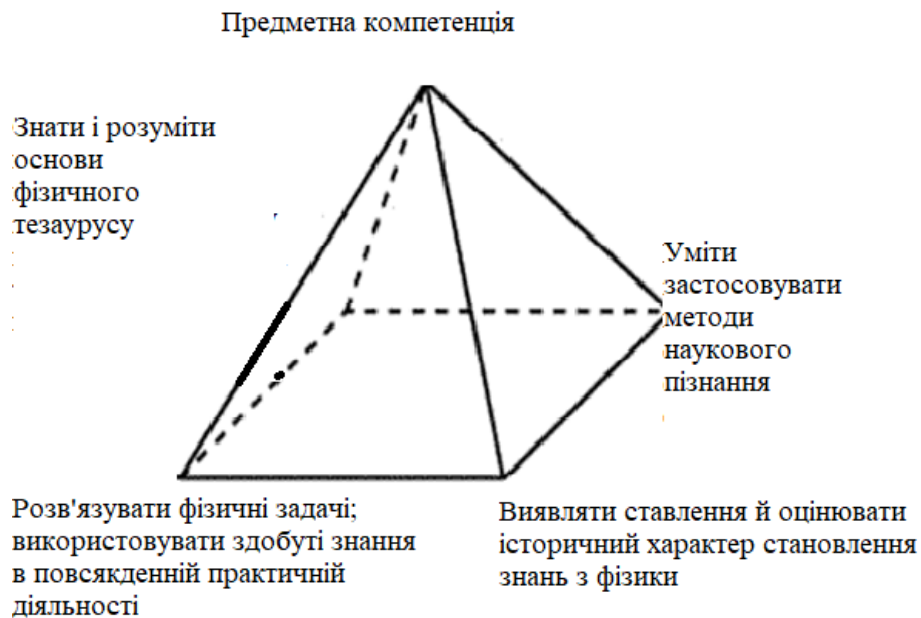


Рис. 2.2. Структура предметної компетенції

Структура предметної компетенції формує структуру предметних компетентностей учнів – набутий учнями в процесі навчання фізики досвід діяльності, пов'язаний із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань.

Фізика разом з іншими предметами робить свій внесок у формування ключових компетентностей (рис. 2.3). Зокрема, науково-природнича компетентність (рис. 2.7), що є базовою в галузі природознавства, сприяє розвитку математичної компетентності (рис. 2.6) під час розв'язування розрахункових та графічних задач, інформаційно-комунікаційна (рис. 2.8), що передбачає вміння використовувати інформаційно-комунікаційні технології, електронні освітні ресурси та відповідні засоби для виконання навчальних проєктів, творчих, особистісних і суспільно значущих завдань. Громадянська (рис. 2.11), загальнокультурна (рис. 2.12) й здоров'язбережувальна (рис. 2.13) компетентності формуються під час вивчення історично-наукового матеріалу,

що розкриває процес становлення й перспективи розвитку фізичної науки в Україні та світі. Саме в процесі навчання фізики забезпечується становлення наукового світогляду й відповідного стилю мислення учнів як основи формування активної життєвої позиції в демократичному суспільстві, орієнтованій на загальнолюдські цінності, дбайливе ставлення до власного здоров'я та здоров'я інших людей, до навколишнього світу. Як зазначає навчальна програма з фізики для учнів 7–9 класів для загальноосвітніх навчальних закладів [143] «такі ключові компетентності, як: вміння вчитися, ініціативність і підприємливість, екологічна грамотність і здорове життя, соціальна та громадянська компетентності – можуть формуватися відразу засобами всіх навчальних предметів і є метапредметними».

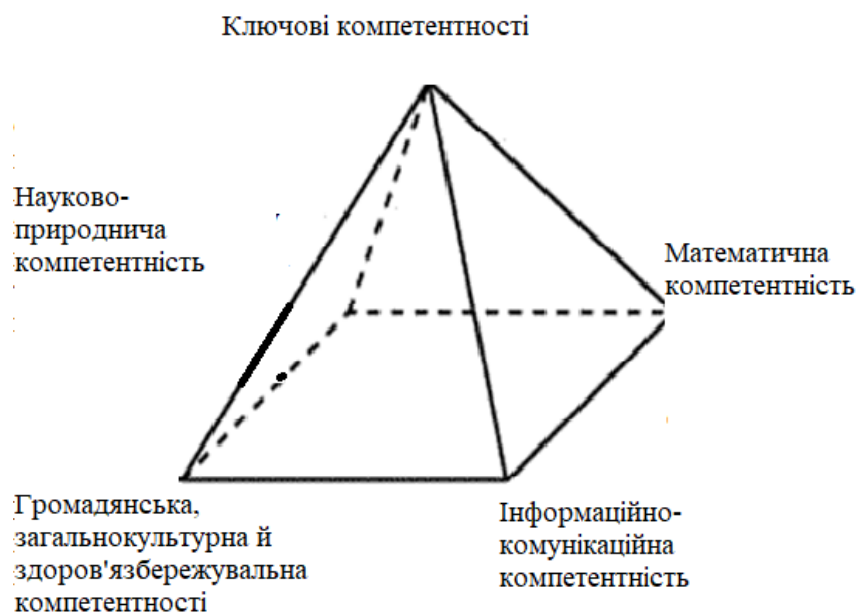


Рис. 2.3. Ключові компетентності, що формуються засобами фізики як навчального предмету

Далі проаналізуємо, як уміння з фізики роблять свій внесок у формування кожної ключової компетентності (рис. 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13).

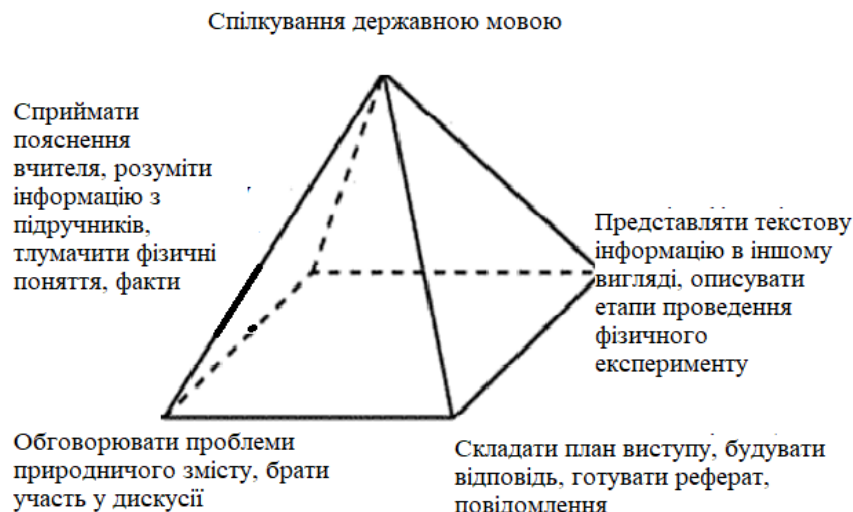


Рис. 2.4. Формування ключової компетентності спілкування державною мовою засобами фізики

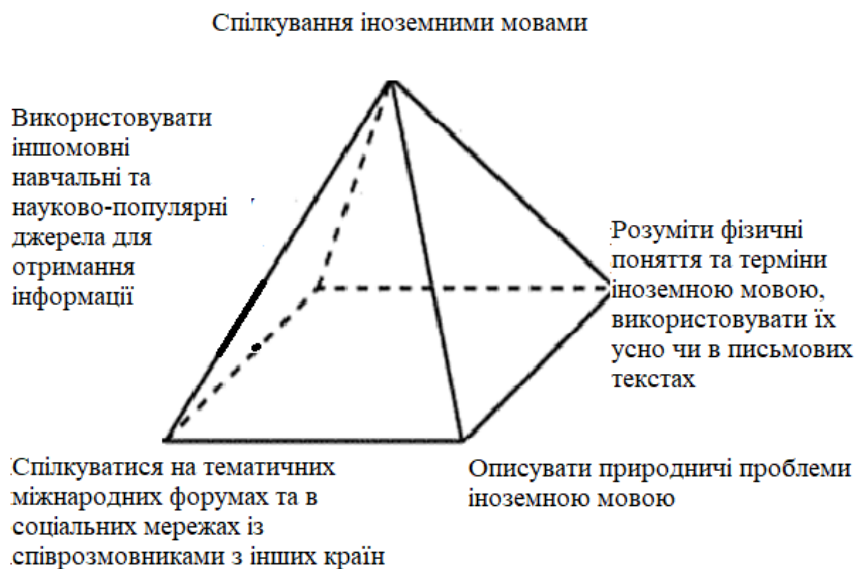


Рис. 2.5. Формування ключової компетентності спілкування іноземними мовами засобами фізики

Фізичні компоненти при формуванні перших двох компетентностей (рис. 2.3, 2.4) сприяють наскрізному умінню аналітично мислити [242], розвивають мовний апарат учня, сприяють вмінню виражати себе в слові, в графіці, перекладах на інші мови, у символічних образах, поступовому напрацюванню

інтелекту, освоєнню логічного й абстрактного мислення. Уміння переконувати й проводити переговори дає змогу учням займати виважену позицію в груповій роботі, дотримуватися цивілізаційних принципів ведення діалогів.

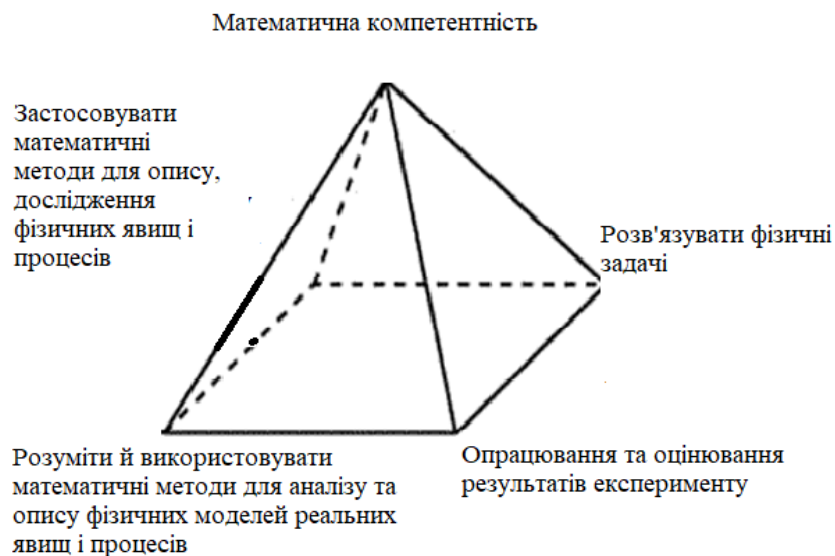


Рис. 2.6. Формування ключової математичної компетентності засобами фізики

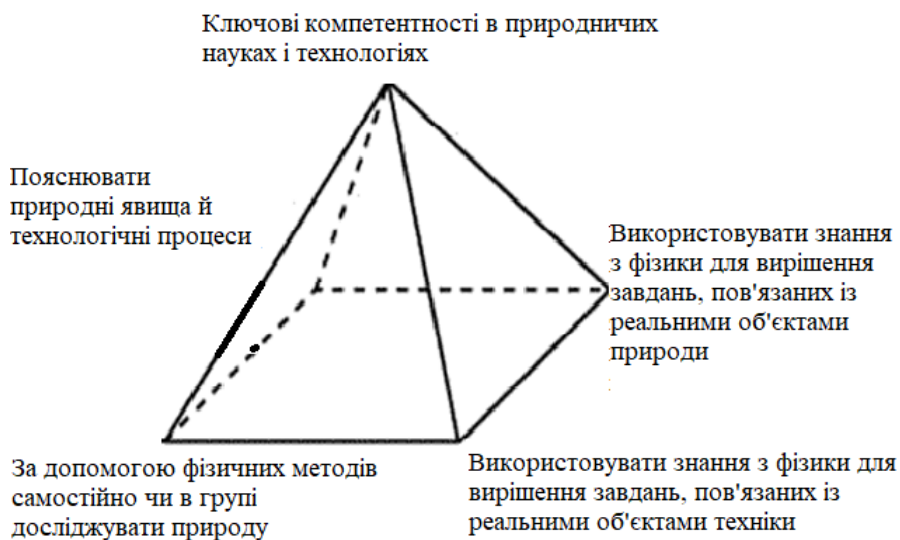


Рис. 2.7. Формування компетентності в природничих науках і технологіях засобами фізики

Фізичні складники математичної та природничої компетентності сприяють напрацюванню наскрізних умінь: міркування, вирішення проблем та генерація ідей, комплексне вирішення проблем, аналітичне мислення та інновації [242].

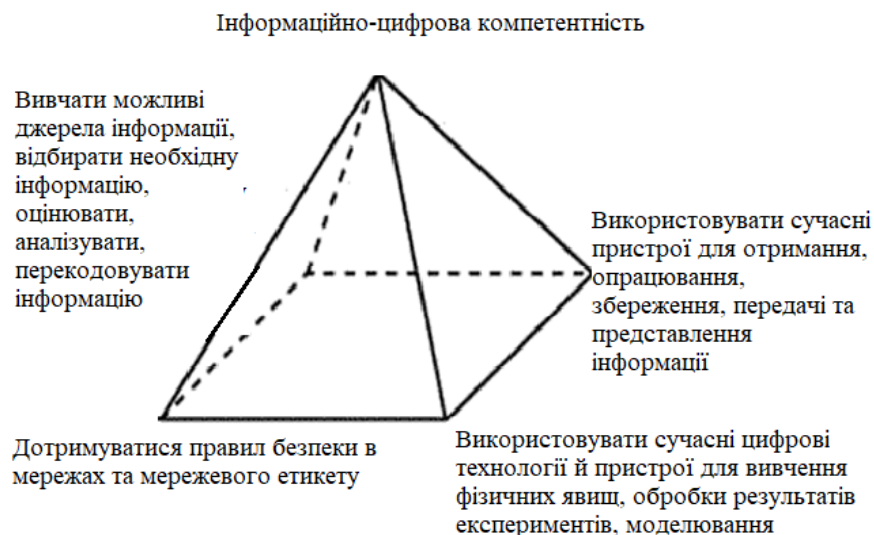


Рис. 2.8. Формування інформаційно-цифрової компетентності засобами фізики

Системний аналіз та оцінка напрацьовуються при використанні засобів ІКТ в навчанні.



Рис. 2.9. Формування компетентності уміння вчитися впродовж життя засобами фізики

Наскрізне уміння активного навчання та будови власної навчальної стратегії [242] містить швидкість реакції в життєвих ситуаціях, здатність до навчання з усіх наукових дисциплін.



Рис. 2.10. Формування ініціативності й підприємливості засобами фізики

Наскрізне уміння ініціативності й підприємливості (рис. 2.10) відкриває перспективи розвитку особистості, нові горизонти реалізації творчих проєктів.

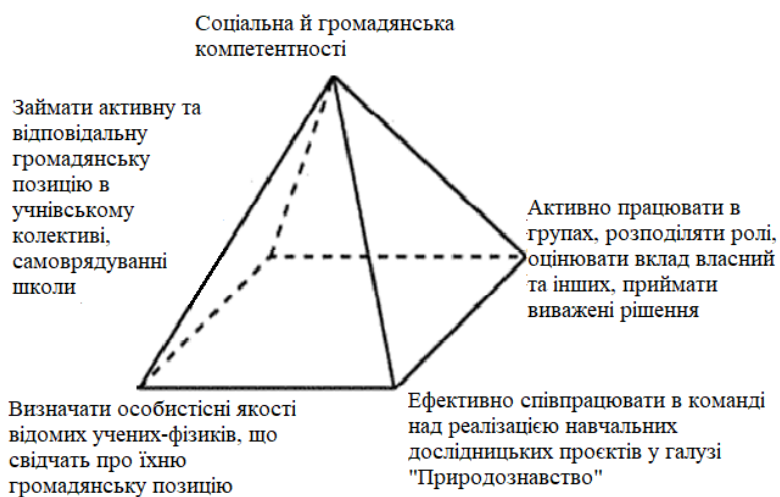


Рис. 2.11. Формування соціальної й громадянської компетентності засобами фізики

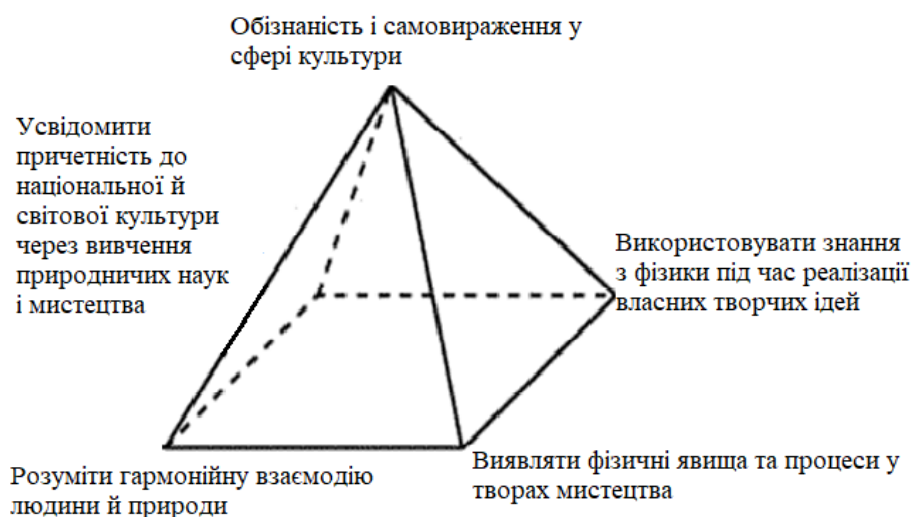


Рис. 2.12. Формування обізнаності й самовираження у сфері культури засобами фізики

Наскрізне уміння творчості (рис. 2.12) призводить до потреби об'єднуватися з іншими, до створення колективів з односторонців, до самовираження у сфері культури.

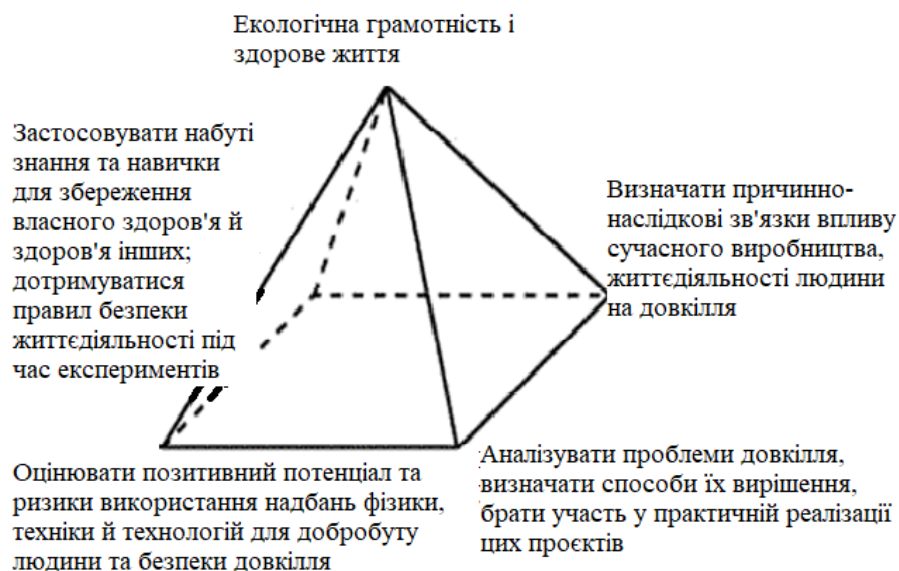


Рис. 2.13. Формування екологічної грамотності й здорового життя засобами фізики.

Фізичні здібності є продовженням здорового способу життя, екологічної поведінки в суспільстві.

Кожна піраміда посідає відповідне місце (рис. 2.14) в кристалі здібностей учня, посилюючи його особистісні характеристики. Вибудовуючи кристал особистості як узагальнену модель формування ключових компетентностей учнів, ми привертаємо увагу, що реалізація міжпредметних зв'язків є предметом подальшого розгляду в дисертаційній роботі.

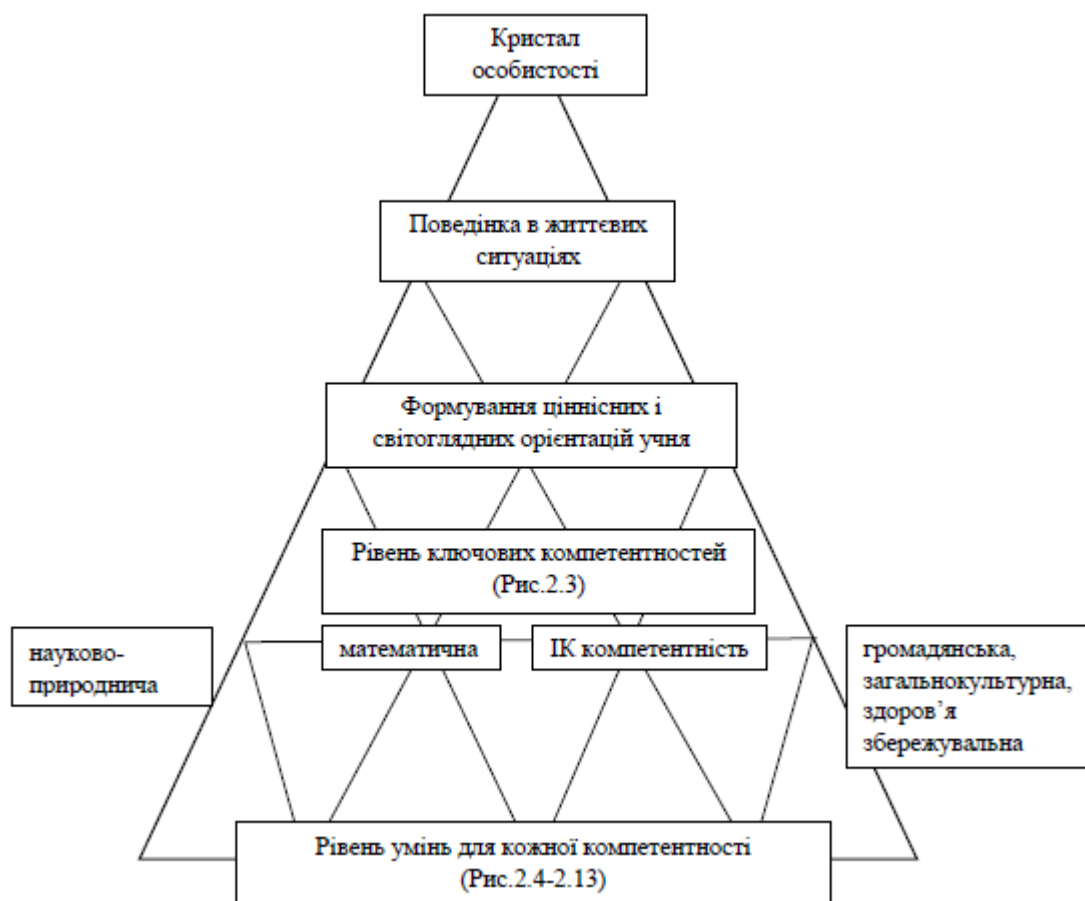


Рис. 2.14. Кристал особистості

Людина володіє п'ятьма органами чуттів, і на основі обробки інформації від органів чуттів у неї формується *світовідчуття*. При *світопізнанні за допомогою природничих дисциплін* людина починає володіти механізмами

світорозуміння. Отже, залежно від якості освіти ми будемо мати в учнів сформоване «цілісне уявлення про світ» [244] (рис. 2.15).

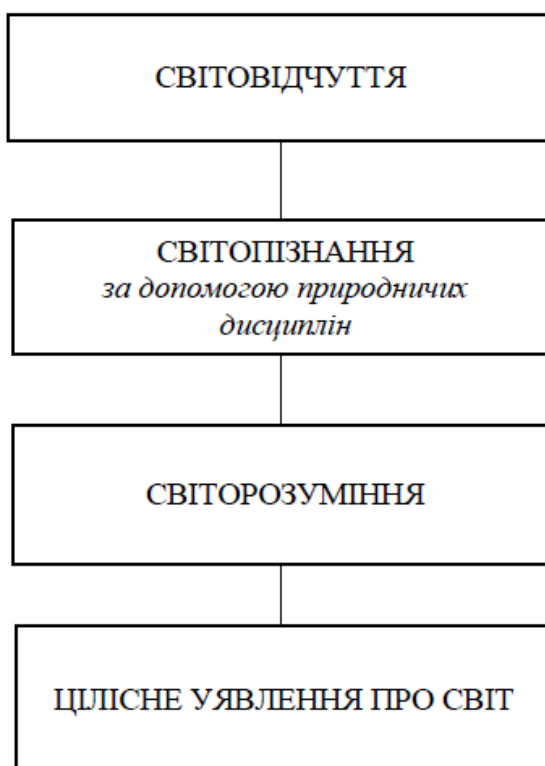


Рис. 2.15. Формування цілісного уявлення про світ.

2.2. Умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі компетентнісного навчання фізики

Реалізація міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів висуває принципово нові вимоги до організації компетентнісного навчання фізики в ЗЗСО II ступеня, головною метою якого є формування науково-природничої та математичної компетентностей учнів ЗЗСО II ступеня шляхом використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності.

Умовами використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів гімназій в процесі компетентнісного навчання фізики є :

–інтегративний підхід,

- поелементний аналіз проєктної діяльності,
- алгоритмізація методів проєктної діяльності,
- формулювання критеріїв оцінювання сформованості науково-природничої та математичної компетентностей.

Однією із умов досягнення поставленої мети є використання інтегративного підходу в організації компетентнісного навчання фізики як чинника реалізації міжпредметних зв'язків.

У Державному стандарті базової середньої освіти (від 30.09.2020) немає поділу на предмети, натомість є освітні галузі. Це означає, що розробники освітніх та навчальних програм зможуть як втілювати певну навчальну галузь через окремий предмет, так і комбінувати їх для інтеграції. Зміст проєктної діяльності з фізики може здійснюватися через упорядкування в логічній послідовності результатів навчання кількох інтегрованих освітніх галузей. У природничій галузі (Державний стандарт базової середньої освіти від 30.09.2020 р.) для компонентів загальноприродничий, астрономічний, біологічний, екологічний, географічний, фізичний, хімічний, предметами ЗЗСО II ступеня, які реалізують зміст освіти, є природознавство, біологія, географія, фізика, хімія. У галузі технології для компонентів інформаційно-комунікаційний і технологічний предметами в ЗЗСО II ступеня, які реалізують зміст освіти, є трудове навчання, інформатика.

Результат аналізу законів України «Про освіту», «Про повну загальну середню освіту», державні стандарти освіти, Концепцію Нової української школи і похідні нормативні документи дає змогу стверджувати, що «результати навчання» і «компетентності» стають системоутворювальними елементами освітнього процесу [71]. Вони наскрізно інтегровані в системі документів, що їх визначають (стандарти освіти, освітні й навчальні програми), в системі документів, що визначають якість освіти (документи Українського центру оцінювання якості освіти – УЦОЯО, Державної служби якості освіти – ДСЯО), і

є основою планування й провадження освітньої діяльності в закладах загальної середньої освіти. У Державному стандарті базової середньої освіти упорядковано чотири групи обов'язкових результатів навчання, за якими має формуватися зміст освіти в освітніх програмах. Вимоги передбачають, що учень:

- пізнає світ природи засобами наукового дослідження;
- опрацьовує, систематизує й представляє інформацію природничого змісту;
- усвідомлює закономірності природи, роль природничих наук і техніки в житті людини; відповідально ставиться до сталого розвитку;
- розвиває власне наукове мислення, набуває досвіду розв'язання проблем природничого змісту (індивідуально та у співпраці).

У роботі використовується інтегративний підхід до формування в учнів ключових компетентностей різними предметами, який відображає специфіку формування ключових компетентностей, що забезпечує узгодженість змісту освітніх галузей по вертикалі й міжгалузеву узгодженість по горизонталі.

Практичне використання інтеграції в проєктній діяльності можливо в двох напрямках. По-перше, це стратегія «зверху – вниз» – від досліджуваної проблеми до усіх можливих перетинів з іншими предметами, з іншими галузями знань. По-друге, це стратегія «знизу – вгору» – від бажання дослідити зв'язки між предметами шкільної програми до пошуку навчального матеріалу, який буде це реалізовувати, та оцінку такого впливу на компетентності.

Однією з умов організації проєктної діяльності учнів на основі використання міжпредметних зв'язків є поелементний аналіз, який полягає в розробленні відповідних карток.

Для відстеження кроків проєкту ми пропонуємо картку вчителя для стратегії побудови проєктної діяльності «зверху – вниз» (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Картка вчителя для стратегії «зверху – вниз»

Дія на етапі	Мета	Для вчителя	Для учня
1 етап – підготовчий			
Визначити тему проєкту	Сформулювати проблему та можливі завдання дослідження	Визначити сферу інтересів учня. Запропонувати у разі потреби та узгодити тему проєкту	Анкетування для визначеності сфери зацікавленості. Пошук теми проєкту (критичне мислення)
Визначити компетентності та навички, які будуть напрацьовані й будуть у фокусі дослідження	Визначити досліджувані компетентності, навички	Визначити компетентності та навички, які будуть напрацьовані, будуть у фокусі дослідження	
Визначення міжпредметних зв'язків	Відстежити всі можливі зв'язки	Показати учням багатогранність досліджуваної теми	Побачити взаємозв'язок природничих предметів, технологій
Визначити можливі об'єднання учнів в групи з урахуванням ризиків. Проєкт – індивідуальний чи колективний?	Сформувати групи учнів	Доповісти учням про проєктну діяльність, її мету та етапи. Запропонувати індивідуальну або групову роботу	Визначитись з кількістю учасників проєктної діяльності
Визначення термінів виконання проєкту, визначення методу	Термін виконання проєкту, мета та питання дослідження,	Доповісти про терміни проєктів, алгоритмізацію дій.	Визначити для групових проєктів термін

проєкту (науковий, інженерне проєктування), складання дорожньої карти проєкту	дорожня карта проєкту	Консультативна допомога	проєктування, сфери особистої відповідальності кожного (хто за що відповідає)
Техніка безпеки	Уникнути травмування учнів під час проєктної роботи	Розробити інструкції та провести інструктаж з техніки безпеки при роботі з обладнанням лабораторії	Ознайомлення з ТБ
Фонове дослідження. Створення лабораторного зошита	Зробити фонове дослідження. Створити лабораторний зошит	Розповісти про важливість фонового дослідження для того, щоб знову не «винаходити велосипед». Показати необхідність створення лабораторного зошита для зберігання послідовності всіх дій та змін проєкту	Зробити фонове дослідження. Створити лабораторний зошит
Прогнозування, створення гіпотези дослідження	Сформулювати прогноз, гіпотезу дослідження	Доповідь про висування гіпотез, про необов'язковість «правильності» гіпотез	Прогнозування Генерація гіпотези
Огляд літератури,	Зробити огляд	Розповісти про	Зробити огляд

дотримання авторських прав	літератури. Формувати правову культуру використання ресурсів, зокрема Інтернет-ресурсів	кількість літературних джерел, правила цитування, аналіз інформації джерела (нова, стара, упереджена)	літератури з фіксуванням джерел. Розуміти відповідальність за недотримання авторських прав
Підключення фізичних законів, математичного апарату	Застосувати відповідні фізичні закони, математику. Зробити спробу моделювання	Відстежити застосування математики	Знайти відповідні фізичні закони, математичний апарат. Спроба моделювання (описового, математичного, комп'ютерного)
Створити мережу	Створити мережу з батьками, учителями, ученими	–	Створити мережу з батьками, учителями, ученими
Визначити перелік матеріалів для проведення дослідження	Визначити докладний перелік необхідних та достатніх матеріалів	Консультаційна допомога	Визначити перелік матеріалів, обладнання
Розробка критеріїв формульовального та підсумкового оцінювання результатів проектної діяльності	Сформулювати принципи й критерії оцінювання в проєкті	Розробити критерії й стратегію оцінювання. Обговорити питання оцінювання в проєкті з учнями	Брати участь в розробці критеріїв оцінювання
Розробити критерії оцінювання та завдань, за	Розробити завдання самостійних і контрольних робіт, які	Розробити завдання самостійних і контрольних робіт,	Розуміти, що оцінювання обов'язково

допомогою яких досліджуємо зростання компетентностей	покажуть зміну в напрацюванні компетентностей	які покажуть зміну в напрацюванні компетентностей	
Організаційна діяльність	Створити умови для самостійної винахідницької діяльності	Підготувати необхідне обладнання, узгодити терміни проведення експериментів	Завершити підготовчий етап
2 етап – практичний			
Виготовлення креслення експериментальної установки (у разі потреби), а також самої експериментальної установки або використання наявної	Виготовлення (у разі потреби) експериментальної установки або використання наявної	Консультаційна допомога	Створення або використання наявної експериментальної установки
Спостереження за самостійною дослідницькою діяльністю учнів	Спонукає учнів до аналізу діяльності за проектом та її коригування в разі потреби	Консультаційна допомога	Робота за планом, проведення досліджень
Проведення щонайменше 5 ітерацій	Проведення щонайменше 5 ітерацій	Консультаційна допомога	Проведення щонайменше 5 ітерацій
Збирання експериментальних даних	Зібрати експериментальні дані	Консультаційна допомога	Зібрати експериментальні дані
Здійснення	Забезпечити зворотний	Забезпечити	Розуміння, що

формульованого оцінювання	зв'язок з учнями щодо успішності їхнього просування в проєкті. Аналіз ризиків невиконання проєктів. Дії в разі виникнення ризиків	зворотний зв'язок з учнями щодо успішності їхнього просування в проєкті. Аналіз ризиків невиконання проєктів. Дії в разі виникнення ризиків	проєктна діяльність оцінюється
Формулювання висновків, написання звіту про виконаний проєкт, анотації та перспектив наступної діяльності	Сформулювати висновки, написати звіт, анотацію, визначити перспективи	Консультаційна допомога	Написати висновки, звіт, анотацію, визначити перспективи
Захист проєкту	Продемонструвати результати проєктної діяльності	Забезпечити умови представлення результатів дослідження. Проаналізувати досягнення мети проєкту	Участь у представленні проєктних робіт
Підсумкове оцінювання	Підсумкове оцінювання учнів	Оцінити проєкт згідно з критеріями	Розуміти критерії оцінювання та своє оцінювання проєктної діяльності
3 етап – підсумковий			
Подяка всім учасникам проєкту	Подяка всім учасникам проєкту	Подяка всім учасникам проєкту	Подяка всім учасникам проєкту
Відстеження	Проведення	Проведення	–

напрацьованих компетентностей	відповідної самостійної, контрольної роботи щодо відстеження напрацьованих компетентностей	відповідної самостійної, контрольної роботи щодо відстеження напрацьованих компетентностей. Аналіз результатів	
Робота над удосконаленням міжпредметної проєктної діяльності	Аналіз помилок. Збагачення досвіду проєктної діяльності	Розробка наступних стратегій	–

Стратегія «згори – вниз» допомагає учню бачити аналогію в усіх процесах, розуміти динамічні закони й можливість їх наслідувати. Інтеграція відбувається і в горизонтальному, і у вертикальному напрямі.

Стратегія «знизу – вгору» полягає в дослідженні зв'язків між предметами освітньої програми та пошуку навчального матеріалу, який буде це реалізовувати (табл. 2.2), та оцінки впливу на компетентності.

Таблиця 2.2.

Картка вчителя для стратегії «знизу – вгору»

Дія на етапі	Мета	Для вчителя	Для учня
I етап – підготовчий			
Визначення досліджуваних міжпредметних зв'язків	Визначити предмети, зв'язки між якими будемо досліджувати (наприклад, фізика-хімія, фізика-біологія)	Визначити предмети, зв'язки між якими будемо досліджувати	–
Визначення навчального	Визначити навчальний матеріал, теми, які	Показати зв'язки навчального	Побачити зв'язки навчального

матеріалу та теми проекту	вивчаються в курсах різних предметів. Сформулювати тему та можливі завдання дослідження	матеріалу в різних предметах	матеріалу
Визначення компетентностей та навичок, які будуть напрацьовані й будуть у фокусі дослідження	Визначити досліджувані компетентності, навички	Визначення компетентностей та навичок, які будуть напрацьовані та будуть у фокусі дослідження	–
Визначити можливі об'єднання учнів в групи з урахуванням ризиків. Проект – індивідуальний чи колективний?	Сформувати групи учнів	Доповісти учням про проектну діяльність, її мету та етапи. Запропонувати індивідуальну або групову роботу	Визначити кількість учасників проектної діяльності
Визначення термінів виконання проекту, визначення методу проекту (науковий, інженерне проектування), складання дорожньої карти проекту	Термін виконання проекту, мета та питання дослідження, дорожня карта проекту	Доповісти про терміни проектів, алгоритмізацію дій. Консультативна допомога	Визначити для групових проектів термін проектування, сферу особистої відповідальності кожного (хто за що відповідає)
Техніка безпеки	Уникнути травмування учнів під час проектної роботи	Розробити інструкції та провести інструктаж з техніки безпеки при роботі з обладнанням	Ознайомлення з ТБ

		лабораторії	
Фонове дослідження. Створення лабораторного зошита	Зробити фонове дослідження. Створити лабораторний зошит	Розповісти про важливість фонового дослідження для того, щоб знову не «винаходити велосипед». Показати необхідність створення лабораторного зошита з метою збереження послідовності всіх дій та змін проекту	Зробити фонове дослідження. Створити лабораторний зошит
Прогнозування, створення гіпотези дослідження	Сформулювати прогноз, гіпотезу дослідження	Доповідь про висування гіпотез, про необов'язковість «правильності» гіпотез	Прогнозування. Генерація гіпотези
Огляд літератури, дотримання авторських прав	Зробити огляд літератури. Формувати правову культуру використання ресурсів, зокрема Інтернет-ресурсів	Розповісти про кількість літературних джерел, правила цитування, аналіз інформації джерела (нова, стара, упереджена)	Зробити огляд літератури з фіксуванням джерел. Розуміти відповідальність за недотримання авторських прав
Застосування фізичних законів, математичного апарату	Підключити відповідні фізичні закони, математичний апарат. Зробити спробу	Відстежити застосування математики	Знайти відповідні фізичні закони, математичний апарат.

	моделювання		Спроба моделювання (описового, математичного, комп'ютерного)
Створити мережу	Створити мережу з батьками, учителями, ученими	–	Створити мережу з батьками, учителями, ученими
Визначити перелік матеріалів для проведення дослідження	Визначити докладний перелік необхідних та достатніх матеріалів	Консультаційна допомога	Визначитись із переліком матеріалів, обладнанням
Розробка критеріїв формульованого та підсумкового оцінювання результатів проектної діяльності	Сформулювати принципи й критерії оцінювання в проєкті	Розробити критерії й стратегію оцінювання. Обговорити питання оцінювання в проєкті з учнями	Приймати участь в розробці критеріїв оцінювання
Розробити завдання, за допомогою яких досліджуємо зростання компетентностей	Розробити завдання самостійних і контрольних робіт, які покажуть зміну в напрацюванні компетентностей	Розробити завдання самостійних і контрольних робіт, які покажуть зміну в напрацюванні компетентностей	–
Організаційна діяльність	Створити умови для самостійної винахідницької діяльності	Підготувати необхідне обладнання, узгодити терміни проведення експериментів	Завершити підготовчий етап
2 етап – практичний			
Спостереження за самостійною	Спонукаючи учнів до аналізу діяльності за	Консультаційна допомога	Робота за планом: проведення

дослідницькою діяльністю учнів	проєктом та її коригування в разі потреби		досліджень
Проведення щонайменше 5 ітерацій	Проведення щонайменше 5 ітерацій	–	Проведення щонайменше 5 ітерацій
Збирання експериментальних даних	Зібрати експериментальні дані	–	Зібрати експериментальні дані
Здійснення формульованого оцінювання	Забезпечити зворотний зв'язок з учнями з приводу успішності їх просування по проєкту. Аналіз ризиків невиконання проєктів. Дії в разі виникнення ризиків	Забезпечити зворотний зв'язок з учнями щодо успішності їхнього просування в проєкті. Аналіз ризиків невиконання проєктів. Дії в разі виникнення ризиків	Розуміння, що проєктна діяльність оцінюється
Формулювання висновків, написання звіту про виконаний проєкт, анотації та перспектив наступної діяльності	Написати висновки, звіт, анотацію, визначити перспективи	Консультаційна допомога	Написати висновки, звіт, анотацію, визначити перспективи
Захист проєкту	Продемонструвати результати проєктної діяльності	Забезпечити умови представлення результатів дослідження. Проаналізувати досягнення мети	Участь в представленні проєктних робіт

		проєкту	
Підсумкове оцінювання	Підсумкове оцінювання учнів	Оцінити згідно з критеріями	Розуміти критерії оцінювання та своє оцінювання проєктної діяльності
3 етап – підсумковий			
Подяка всім учасникам проєкту	Подяка всім учасникам проєкту	Подяка всім учасникам проєкту	Подяка всім учасникам проєкту
Відстеження напрацьованих компетентностей	Проведення відповідної самостійної, контрольної роботи щодо відстеження напрацьованих компетентностей	Проведення відповідної самостійної, контрольної роботи щодо відстеження напрацьованих компетентностей. Аналіз результатів	–
Робота над удосконаленням міжпредметної проєктної діяльності	Аналіз помилок. Збагачення досвіду проєктної діяльності	Розробка наступних стратегій	–

Друга стратегія «знизу – вгору» відрізняється від першої стратегії «зверху – вниз» тим, що вона не спрямована на особистість учня, на сферу його інтересів, тобто всі працюють у спеціально створених однакових умовах.

Якщо дотримуватися певної послідовності дій, проєктна діяльність збагачує учнів навичками критичного мислення, умінням застосовувати кількісні міркування і математичний апарат для опису або пояснення явищ природи, розуміти процес наукового дослідження й пояснення, формулювати (у межах дослідження на основі проєктів) наукові питання й гіпотези, планувати

експерименти, збирати дані, виконувати аналіз даних і представляти результати. Наприклад: уміти розробити план проєкту й скласти звіт, сформулювати гіпотезу, розробити протокол експерименту, розглянути можливість управління відповідними змінними, зібрати й проаналізувати кількісні дані, зробити висновки й представити результати (наприклад, захист роботи на уроці), демонструвати знання основних фізичних принципів і їх додатків для розуміння живих систем.

Компетентнісне навчання передбачає спрямованість на особистість кожного учня. Оскільки найкращі результати учні отримують у проєктах, які відповідають їхній зацікавленості (стратегія «зверху – вниз»), то ми використовуємо опитування для визначення сфери проєктної діяльності для кожного (Додаток А). Учні можуть працювати як окремо, так і в невеликих групах, у які вони об'єднуються за схожими інтересами. Після завершення проєкту відбувається публічний виступ. Далі до проєктів залучаються інші діти.

Міжпредметні проєкти ми робимо, об'єднуючи фізику з математикою, інформатикою, хімією, біологією, зоологією, географією, екологією, технологіями, кулінарією та ін.

2.3. Методи проєктної діяльності учнів ЗЗСО II ступеня на основі реалізації міжпредметних зв'язків у процесі компетентнісного навчання фізики

Практична інтеграція в проєктній діяльності з фізики досліджувалась за допомогою таких методів [99], [101], [105]:

- наукового методу;
- інженерного методу;
- метод кейсів.

Критеріями вибору наукового та інженерного методів є їх популяризація, допрофільне орієнтування учнів гімназій до профільного навчання з подальшою реалізацією в науковій та інженерній галузях.

2.3.1. Науковий метод

Науковий метод – це система регулятивних принципів, прийомів і способів, за допомогою яких досягається об'єктивне пізнання дійсності в межах науково-пізнавальної діяльності. Незалежно від типу науково-пізнавальної діяльності в основі будь-якого наукового методу лежать три основні принципи: об'єктивність, систематичність і відтворюваність.

Об'єктивність передбачає відчуження суб'єкта пізнання від його об'єкта, тобто дослідник не дає суб'єктивним уявленням упливати на процес наукового пізнання.

Систематичність передбачає впорядкованість науково-пізнавальної діяльності, тобто процес наукового пізнання виконується системним, упорядкованим способом.

Відтворюваність передбачає, що всі етапи і фази процесу наукового пізнання можна повторити (відтворити) під керівництвом інших дослідників, отримавши подібні, несуперечливі результати, і в такий спосіб перевірити їхню достовірність. Якщо результати не відображаються, то вони ненадійні і, отже, не можуть уважатися достовірними.

Мета наукового методу – виявляти причинно-наслідкові зв'язки, ставлячи питання, ретельно збираючи та аналізуючи докази й бачити, чи можна об'єднати всю доступну інформацію в логічну відповідь. Ми показуємо науковий метод у фізичній проєктній діяльності як послідовність кроків та вважаємо, що можемо зробити ітерацію [101], як на блок-схемі наукового методу (рис.2.16).

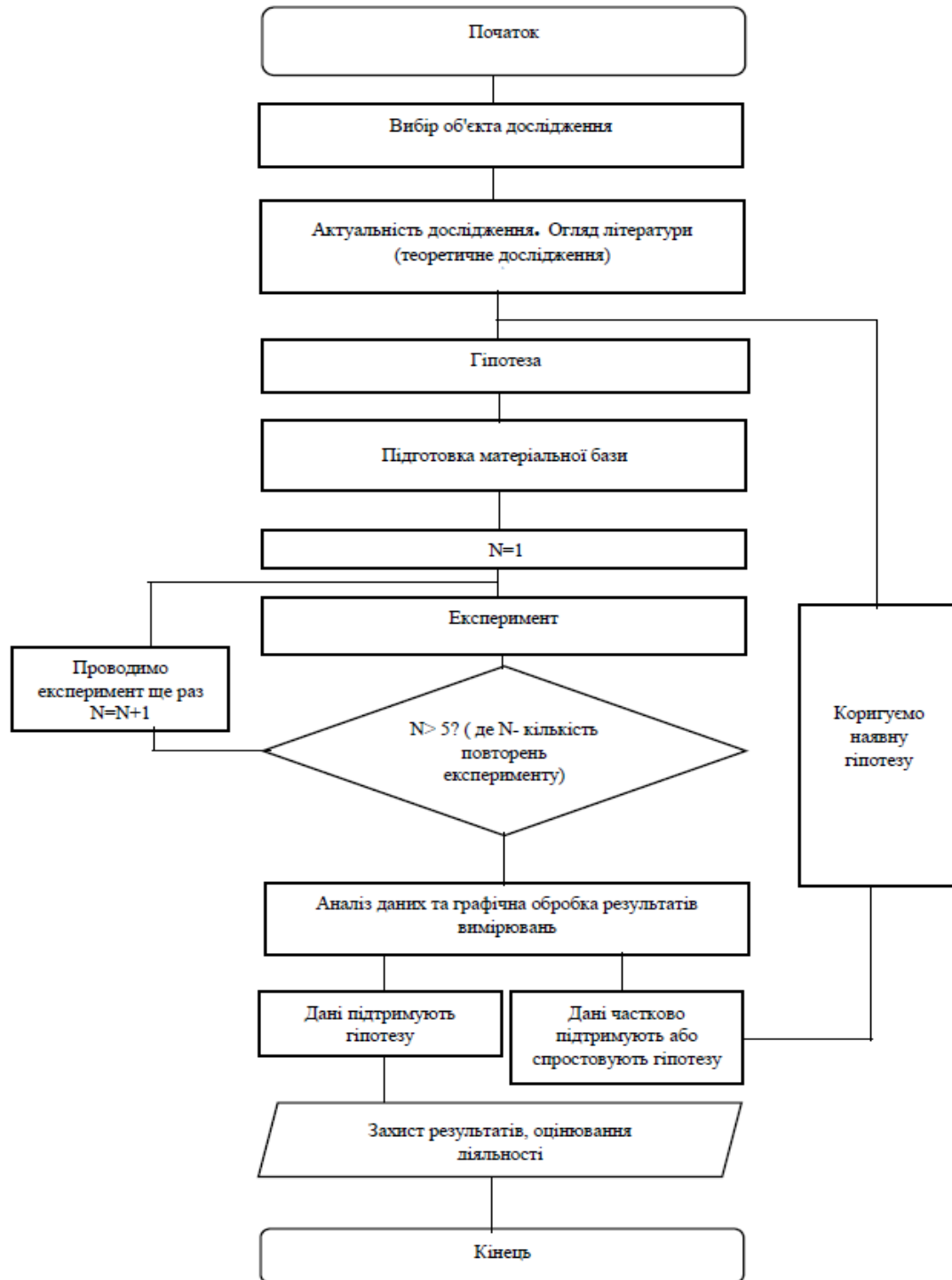


Рис. 2.16. Блок-схема наукового методу в міжпредметній проєктній діяльності з фізики

Таблиця 2.3.

Кроки наукового методу

Кроки наукового методу	Інформація для кожного кроку
Вибір об'єкта дослідження Постановка питань: що? коли? як? хто? який? чому? де? Передбачаємо чисельні вимірювання	Відповіді на питання
Огляд літератури, актуальність дослідження	Пошук інформації Бібліографія
Створення гіпотези. Прогнозування	Гіпотеза
Підготовка матеріальної бази дослідження	Підготовка матеріалів
Виконання експерименту не менш ніж 5 разів. Перевірка гіпотези	Виконання експерименту
Аналіз даних, графічне відображення результатів. Відповідь на питання: дані підтримують гіпотезу?	Аналіз даних та графіки. Висновки
Доповідь на уроці, на захисті МАН	Анотація. Захист

Пошук ідеї для міжпредметної проєктної діяльності з фізики – це одне з найважливіших міркувань. Ми знаємо, що пошук теми є найважчою частиною проєктної діяльності, і пропонуємо допомогти учням визначити галузь, яка

найкраще підходить їм, за допомогою простих питань щодо повсякденних інтересів (Додаток А).

Крім того, треба визначитись з питанням часу та навчальним матеріалом. Коли має бути науковий проєкт? Варіанти відповідей: завтра, за тиждень, за 2 – 4 тижні, більше 4 тижнів. У якому класі в школі навчається учень: 7, 8, 9 класи.

Дорожня карта дослідження (алгоритм дій) складається з етапів.

Формулюємо назву фізичного проєкту, питання або тему. Актуальність вирішення проблеми пов'язана не тільки з відсутністю інформації про подібні дослідження в науковій літературі, але із потенційним значенням цієї проблеми. Визначаємо об'єкт дослідження – це явище, процес, який підлягає вивченню. Визначення об'єкта дослідження відповідає на питання: що вивчається? Визначаємо предмет дослідження – це об'єкт або окремі властивості, особливості об'єкта, які підлягають розгляду в цьому дослідженні. Мета дослідження – це кінцевий результат після закінчення дослідження. Зазвичай метою наукового дослідження виступає виявлення будь-яких причинно-наслідкових зв'язків. Завдання дослідження – це ті питання, на які повинні бути отримані відповіді при досягненні мети дослідження.

Визначаємо ключові слова в запитанні проєкту. Проводимо «мозковий штурм» ключових слів і концепцій.

Формулюємо відповідне наукове питання, яке вимагає відповіді або подальшого дослідження. На цьому етапі відповідаємо на питання: чому? як? хто? що? коли? де? Наприклад: Чому _____ відбувається? Як відбувається _____? Як _____ працює? Як _____ визначає _____? Як виміряти _____? Як ми використовуємо _____? Хто потребує _____? Хто відкрив _____? Хто винайшов _____? Що викликає _____ збільшення (або зменшення)? Яка композиція _____? Які властивості та характеристики _____? Який взаємозв'язок між _____ та _____? Що ми використовуємо _____ для _____? Коли _____ викликає _____?

Коли було _____ відкрито чи винайдено? Де _____ відбувається? Де ми використовуємо _____? Ці питання дадуть змогу зробити деякі прогнози щодо експерименту.

Проведемо попередній огляд відповідної наукової літератури (**фонове дослідження**). Уточнимо питання дослідження, визначимо, що вже відомо про нашу проблему. Визначимо, наскільки проблема вже вирішена іншими дослідниками, чи потрібно проведення досліджень за обраною нами проблемою або вже є готові рішення проблеми в раніше проведених дослідженнях? Для того, щоб не «винаходити велосипед», краще витратити деякий час на пошук інформації на самому початку. Довідкові дослідження необхідні для знання, для того щоб спроектувати та зрозуміти експеримент. Додаємо до фонового дослідження перелік математичних формул або рівнянь, які нам потрібно буде описати під час експерименту.

Плануємо огляд літератури (**теоретичне дослідження**) з історії подібних експериментів. Фундаментальні дослідження важливі, щоб допомогти зрозуміти теорію експерименту. Ми проводимо час у бібліотеці та досліджуємо матеріал в Інтернеті, щоб зможти спрогнозувати, що відбудеться в експерименті, щоб зрозуміти, що викликало перебіг подій, який ми спостерігали. Для правильного розуміння своїх подальших кроків з проведення дослідження (формування цілей і завдань, вибору методів дослідження та ін.) проводимо критичний аналіз наукових публікацій, оглядів, іншої літератури з баз даних доказової (наукової) інформації. Огляд літератури, пов'язаний з проблемою, дасть змогу:

- розробити теоретичні передумови проблематики теми;
- зрозуміти статус дослідження в проблемній галузі;
- визначити ключові точки в методології та інструментах дослідження;
- оцінити потенціал для успіху пропонованого дослідження;
- сформулювати свою гіпотезу й на її основі визначити мету та основні завдання дослідження.

Для більшості проєктів вимагаємо знайти щонайменше три джерела інформації. Ми знаходимо і читаємо загальну інформацію, що міститься в енциклопедії, словнику чи підручнику для кожного з ключових слів. Використовуємо бібліографію та джерела, щоб знайти додаткові джерела інформації. Розширюємо пошук, обмежуємо свій пошук, робимо оцінку, відповідаючи на питання: Інформація прийшла з надійного джерела? Не надто стара? Не упереджена? Без помилок? Правильно наведений оригінал джерела інформації? Дослідження об'єктивно написано, не звужено до однієї думки?

Далі створюємо колектив однодумців, тобто створюємо мережу. Радимося з іншими людьми, які мають більше досвіду: батьками, учителями та науковцями. Ми запитуємо їх: Які наукові поняття слід вивчати, щоб краще зрозуміти мій проєкт? Який напрям науки охоплює мій проєкт? Іноді існує навіть спеціалізована галузь науки, яка вивчає питання фізичного проєкту.

Гіпотезу ми отримуємо з постановки мети, огляду літератури та теоретичної основи. Вона передбачає можливі результати дослідження, описуючи взаємозв'язок між змінними. Дослідження має містити:

- історію подібних експериментів або винаходів;
- визначення всіх важливих слів і понять, які описують наш експеримент;
- відповіді на всі питання, що стосуються нашого дослідження;
- математичні формули;
- еталонне цитування.

Проведення тесту. Ми проводимо тест, переконавшись, що ми одночасно змінюємо один фактор, зберігаючи всі інші умови однаковими. Речі, які змінюються в експерименті, називають змінними. Змінною є будь-який фактор, ознака або стан. Експеримент зазвичай має три види змінних: незалежні, залежні й контрольовані. Незалежна змінна – це те, що змінюється під час експерименту. Якщо ми змінили більше однієї змінної, буде важко з'ясувати, яка змінна викликає те, що ми спостерігаємо. Залежні змінні – це те, на що ми

фокусуємо свої спостереження, щоб побачити, як вони реагують на змінні, внесені до незалежної змінної. Якщо існує прямий зв'язок між двома типами змінних (незалежними та залежними), ми можемо виявити причинно-наслідкові зв'язки. Кількість залежних змінних в експерименті коливається, але може бути більше одного. Експерименти також мають контрольовані змінні. Контрольовані змінні – це величини, які треба залишати постійними, і ми повинні дотримуватися їх так само ретельно, як і залежних змінних.

Формулювання робочих гіпотез – висунення припущень про наявність залежності між окремими поняттями і їх кількісними характеристиками. Гіпотез може бути кілька, їх ділять на описові, пояснювальні й прогнозні. Гіпотеза є орієнтовною, випробувальною відповіддю на наукове питання. Іноді орієнтовну відповідь називають як «освічену здогадку». Однак маємо на увазі, що гіпотеза також повинна бути перевірена, оскільки наступний крок – зробити експеримент, щоб визначити, чи правильна гіпотеза. Гіпотеза веде до одного або декількох передбачень, які можна перевірити експериментами. Прогнози часто складаються з формули Якщо ____ тоді ____ . Наукові прогнози повинні включати як незалежну змінну (фактор, який ми змінюємо в експерименті), так і залежну змінну (фактор, який ми спостерігаємо або виміряємо в експерименті). Одна гіпотеза може призвести до чисельних прогнозів, але достатньо одного або двох прогнозів для проведення наукового проєкту.

Підготовка необхідних матеріалів та обладнання для проєкту. Склавши повний список матеріалів, ми переконаємось, що в нас є все необхідне. Деякі матеріали потребують часу для отримання, тому створення списку матеріалів означає попереднє планування. До списку матеріалів ставимо такі питання: ми перерахували всі необхідні матеріали? Ми докладно описали матеріали?

Вимоги для безпеки проведення експерименту. Далі переконуємось, що неможливо травмуватися перед початком експерименту, для цього тримаємо робочий простір у чистоті, використовуємо захисні рукавички при роботі з

агресивним середовищем, прибираємо волосся з обличчя, уникаємо попадання довгого волосся в обертальні частини механізмів та ін. Якщо тема вимагає небезпечних, важкодоступних, дорогих або незаконних матеріалів, якщо вивчання тем передбачає біль або травми живої хребетної тварини, якщо тема створює неприйнятний фізичний або психологічний ризик для людини, то зрозуміло, що такої теми краще уникати.

Чи достатньо часу для проведення експерименту перед захистом?
Наприклад, більшість рослин вирощують багато тижнів. Якщо ми робимо проєкт з рослинами, потрібно починати дуже рано.

Експеримент – метод вивчення об'єктів у контрольованих і керованих умовах. Експеримент повинен вимірювати зміни важливих факторів (змінних), використовуючи число. Може бути експеримент, який вимірює фактор (змінну), який просто присутній або відсутній. Ми повинні мати змогу керувати іншими факторами, які можуть вплинути на наш експеримент, щоб потім змогли провести справедливу перевірку. Причини та наслідки пояснюють, чому все відбувається, і дають змогу точно передбачити, що станеться, якщо ми щось зробимо. Вимірюючи будь-яку фізичну величину, ми завжди отримуємо результат з деякою похибкою. Інакше кажучи, отримане в результаті вимірів значення фізичної величини завжди відрізняється від її справжнього значення. Для того, щоб зменшити похибку вимірювань, використовуємо багаторазові повторення дослідів (зазвичай 5 повторень). Розуміємо, що в умовах експерименту при невеликому ($N=3..10$) числі вимірювань обчислення похибок завжди мають характер оцінки. Водночас чим менше число вимірювань, тим грубіше ця оцінка.

Далі ми пишемо експериментальну процедуру. Завжди існує дві пробні групи: експериментальна та контрольна. Експериментальна група має дослідження, де ми змінюємо незалежну змінну. У контрольній групі ми залишаємо незалежну змінну без змін.

В інших видах експерименту випробування виконуються за різними значеннями незалежної змінної. Водночас ми порівнюємо експериментальну групу з самою собою, а не порівнюємо з контрольною. Пам'ятаємо, що контрольовані змінні повинні бути однаковими в кожному дослідженні та в кожній групі випробувань.

Далі готуємо детальний експериментальний алгоритм, щоб ми могли забезпечити послідовність від початку до кінця. До алгоритму ставляться такі питання: Чи вказаний опис та розмір для всіх експериментальних та контрольних груп? Чи включений покроковий список усіх процедур? Описано, як змінити незалежну змінну та як виміряти цю змінну? Як контрольовані змінні будуть підтримуватися на постійній величині? Скільки разів повторюємо експеримент, кількість повторів достатня для отримання надійних даних? Чи може інший учень дублювати експеримент на основі експериментальної процедури?

Для цього використовуємо лабораторний зошит, щоб уся інформація зберігалася в одному місці. В учнівському лабораторному зошиті є звіт про кожний крок проекту від початкового «мозкового штурму» до остаточного аналізу даних та звіту про дослідження. Готуємо таблицю даних у зошиті, щоб структурувати свої дані. Таблиця даних має перелік спроб (не менше 5), значення незалежної змінної та значення залежної змінної. Якщо потрібно ввести зміни в процедуру, то записуємо зміни саме так, як ми їх зробили. Робимо фото та відеозапис свого експерименту для використання на захисті проекту.

Аналіз даних та складання висновку. Робимо критичний аналіз даних. Ставимо питання: Чи експеримент завершено? Потрібно зібрати більше даних?

Визначаємо середнє значення для різних випробувань експерименту, будуємо графіки для відображення результату з позначенням рядків та стовпців з одиницями виміру. Розрахунки з фізичних формул, які описують відносини,

робимо в програмі електронних таблиць, наприклад, Microsoft Excel. Крім того, будуємо щонайменше один графік. Аналізуючи результати, відповідаємо на питання: Чи достатньо даних для того, щоб знати, чи є наша гіпотеза підтвердженою? Чи точні дані? Чи містить наш графік одиниці виміру для всіх даних?

Висновки узагальнюють, результати підтверджують або суперечать оригінальній гіпотезі. Ми кажемо, що дані «підтримують» або «не підтримують» гіпотезу. Залучаємо основні факти з фонового дослідження, вказуємо зв'язок між незалежною та залежною змінною, підбиваємо підсумки та оцінюємо експериментальну процедуру, коментуючи її успішність та ефективність. Якщо результати показують, що гіпотеза є помилковою, пояснюємо, чому все не вийшло, як очікувалося. Якщо результати не підтримують гіпотезу, то ми використовуємо ці несподівані результати як перший крок у побудові нової гіпотези. Якщо ми думаємо, що нам потрібні додаткові експерименти, описуємо, що має трапитися далі, пропонуємо зміни в експериментальній процедурі (проекті) та можливість подальшого вивчення.

Наукове дослідження є постійним процесом, і, виявивши, що наша гіпотеза не відповідає дійсності, ми вже зробили великі успіхи в нашому навчанні, що допоможе поставити більше питань, які призведуть до нових експериментів.

Анотація – це скорочена версія кінцевого звіту про наукову роботу. Для більшості наукових проектів анотація обмежується 250 словами. Анотація повинна мати п'ять частин:

1. Вступ. Описуємо мету для здійснення наукового проекту.
2. Постановка проблеми. Визначаємо гіпотезу, яку дослідили.
3. Процедури. Який був наш підхід до розслідування проблеми? Не вдаємося в деталі щодо матеріалів, якщо вони не є критичними для нашого успіху. Описуємо найбільш важливі змінні.
4. Результати. Яку відповідь ми отримали?

5. Висновки. Указуємо, як наш науковий проєкт сприяє галузі, у якій ми працювали. Чи досягли ми своєї мети?

Анотація дає змогу швидко визначити, чи є потреба читати весь звіт.

Захист результатів проєктної роботи на уроці або на засіданні МАН.

Остаточний звіт містить такі розділи:

1. Титульна сторінка.
2. Анотація.
3. Зміст.
4. Питання, змінні та гіпотези.
5. Довідкові (фонові) дослідження. Це дослідницький документ, який учні написали перед початком експерименту.
6. Список матеріалів.
7. Експериментальна процедура.
8. Аналіз даних. Цей розділ являє собою підсумок того, що ми виявили у експерименті, зосереджуючись на спостереженнях, таблиці даних та графіки.
9. Висновки.
10. Ідеї для майбутніх досліджень.
11. Подяка. Наша можливість подякувати всім, хто допоміг нам у науковому проєкті, від однієї особи до всієї сім'ї.
12. Бібліографія.

Приклади виконаних наукових проєктів наведені в Додатку Б.

2.3.2. Метод інженерного проєктування

Метод інженерного проєктування використовується при виконанні навчальних проєктів з фізики учнями ЗЗСО II ступеня для допрофільного орієнтування учнів з подальшої реалізацією в інженерних галузях.

Якщо ми працюємо над винаходом нового пристрою, процедури, рішення, алгоритму, то повинні мати декілька кроків вирішення проблеми, тобто мати можливість проводити ітерації.

Етапи процесу проєктування:

1. аналіз проблемної ситуації, громадських і особистих потреб; складаємо список оточуючих проблем;
2. довідкове дослідження;
3. формулюємо вимоги; аналіз наявного продукту;
4. генерування ідей, вибір і використання евристичних засобів;
5. конкретизація ідей;
6. оцінка альтернатив і вибір оптимального варіанту – кращого рішення;
7. удосконалення рішення, робота з розвитку;
8. створення прототипу;
9. тестування і редизайн;
10. кінцевий звіт, анотація;
11. захист на уроці або секції МАН.

Процес інженерного проєктування, показаний на блок-схемі (рис. 2.17) і в таблиці (табл. 2.4), використовують для вирішення проблеми шляхом створення нових продуктів або систем [101].

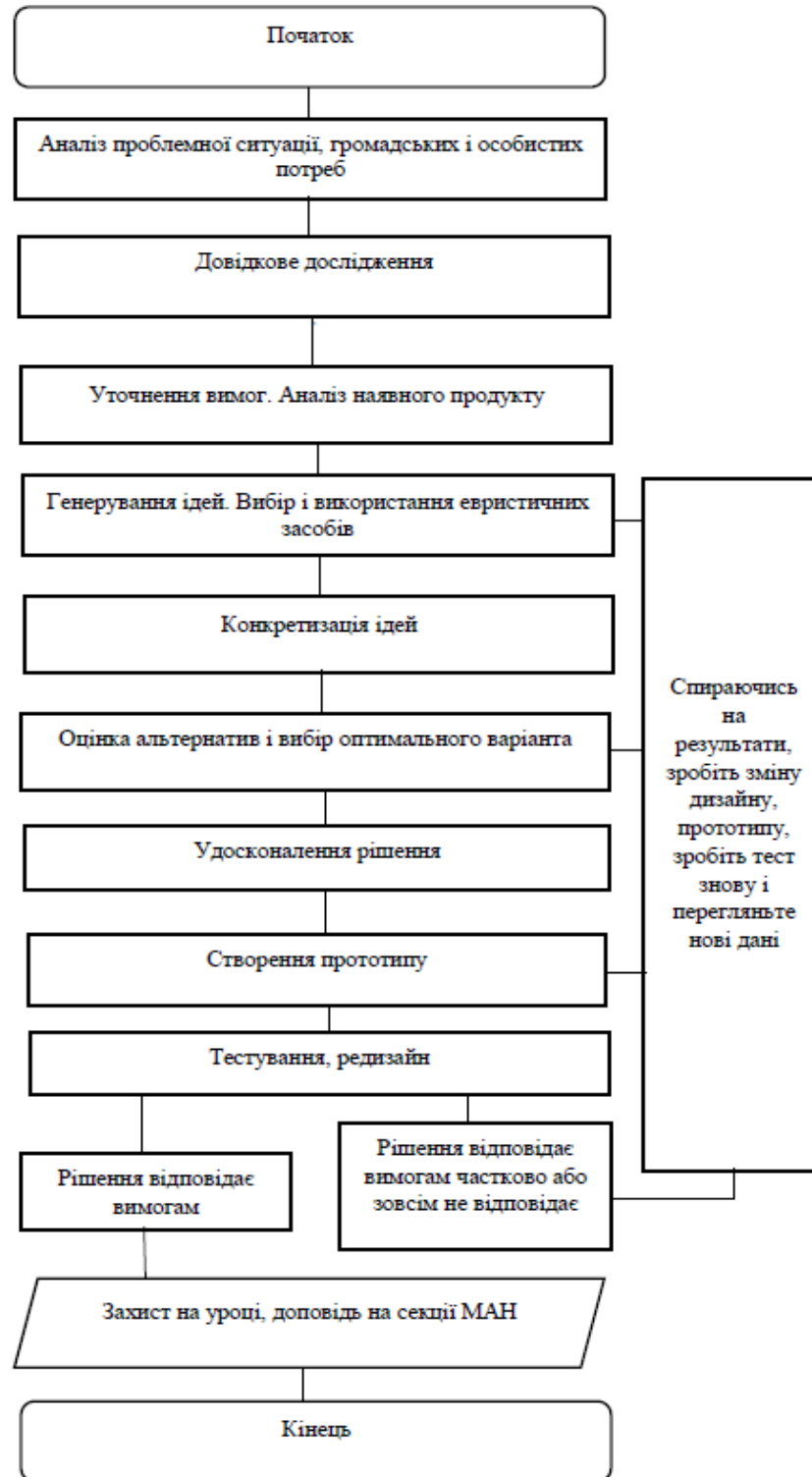


Рис. 2.17. Блок-схема процесу інженерного проектування

Таблиця 2.4

Кроки процесу інженерного проєктування

Кроки процесу інженерного проєктування	Детальна довідка для кожного кроку
Аналіз проблемної ситуації, громадських і особистих потреб	Визначаємо проблему. Будова карти пам'яті
Виконуємо довідкове дослідження в двох напрямках: користувачі та наявні рішення	Пошук інформації. Науково-дослідна робота
Задаємо вимоги. Аналізуємо аналогічний продукт. Аналіз функцій аналогів і прототипу. Виявлення оптимальних умов споживання і експлуатації. Визначення актуальних і другорядних функцій	Задаємо вимоги. Аналіз фізичного продукту. Аналіз досвіду
Генерування винахідницьких ідей, спрямованих на краще виконання об'єктом його функціонального призначення. Вибір і використання евристичних засобів	«Мозковий штурм»
Конкретизація ідей (структура, конструкція, форма, матеріал,	Конкретизація

Кроки процесу інженерного проєктування	Детальна довідка для кожного кроку
операції і їх послідовність)	
Оцінка альтернатив і вибір раціональних варіантів вирішення, відбір оптимального варіанту	Вибираємо найкраще рішення
Удосконалення рішення. Спрощення, розвиток і реалізація рішення	Робота з розвитку. Малювання
Прототипування	Макетування
Тест і редизайн	Тест і редизайн
Захист на уроці, доповідь на секції МАН	Звіт Анотація. Захист

Складаємо список наявних проблем. Ми пропонуємо учням створити список усіх речей, які дратують або турбують присутніх. Записуємо цей список помилок. Для нас, як для дослідників, важливо розвивати в учнів навички критичного мислення, яке націлене на формування аналітичного й раціонального мислення, здатності оцінювати, уникати упередженості й помилок, обґрунтовано й несуперечливо викладати власну думку. Звіт World Economic Forum з 2016 року WEF Future of Jobs відстежує крос-функціональні зростаючі навички. У 2016 році це були:

1. Комплексне вирішення проблем.

2. Критичне мислення.

3. Творчість.

World Economic Forum у 2020 році [242] передбачає зростання до 2025 року таких навичок:

1. Критичне мислення та аналіз.
2. Вирішення проблем.
3. Навички самоврядування, а саме: активне навчання, стійкість, стійкість до стресів та гнучкість.

Найбільше зростання попиту припадає на критичне мислення (див. рис. 2.18).

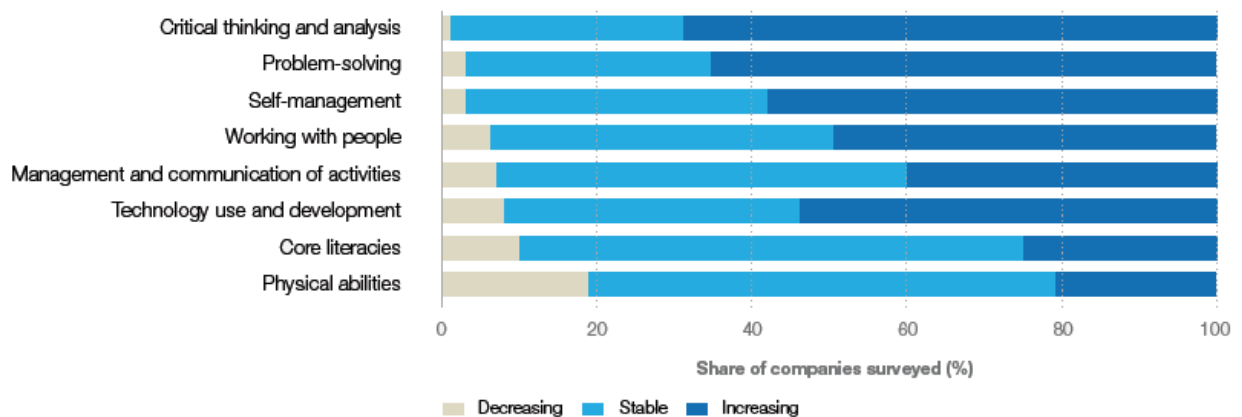


Рис.2.18. Відносне значення різних груп навичок [242].

Найкращими навичками 2025 року будуть:

1. Аналітичне мислення та інновації.
2. Активне навчання та стратегія навчання.
3. Комплексне вирішення проблем.
4. Критичне мислення та аналіз.
5. Творчість, оригінальність та ініціативність.

Саме цьому навчаються учні при виконанні проєктів з фізики.

Знайшовши ідею для інженерного проєкту, ми визначаємо потреби для себе, іншої людини або групи людей. Ми відповідаємо на питання: У чому

проблема чи необхідність? У кого є проблема чи необхідність? Чому це важливо вирішити? Кому потрібні _____, тому що _____? Ми можемо знайти принаймні три джерела письмової інформації на цю тему? Чи можемо ми придумати спосіб оцінки, чи є наше рішення кращим ніж вже існує (дешевше, швидше в часі тощо)? Чи можемо ми розробити рішення, яке є безпечним для побудови, використання, зберігання та утилізації? Чи є в нас усі матеріали та обладнання, необхідне для вирішення проблеми, чи зможемо ми швидко та недорого отримати матеріали та обладнання? У нас є достатньо часу, щоб завершити проєкт?

Довідкове дослідження для проєктно-конструкторського проєкту. Довідкові дослідження важливі для інженерних проєктів, оскільки ми можемо навчитися на досвіді інших, а не помилитися і повторити помилки інших. Щоб скласти план фонового дослідження (дорожню карту) дослідницьких питань, ми виконуємо такі дії:

- визначаємо запитання щодо цільового користувача;
- визначаємо запитання про продукти, які вже існують, щоб вирішити проблему;
- вивчаємо, як продукт буде працювати та як це зробити;
- створюємо мережу з іншими людьми, які мають більше досвіду.

Фонове дослідження. Для проєктно-конструкторської роботи проводимо фонове дослідження у двох основних напрямках.

Цільові користувачі. Дослідження нашого цільового користувача.

Наявні рішення. Досліджуємо продукти, які вже існують, щоб вирішити проблему.

Цільові користувачі. Щоб прояснити визначення цільового користувача, ставимо такі питання: Хто потребує _____? Хто хоче _____? Хто купує _____? Що таке цільовий користувач _____, які потребують _____? Який розмір слід зробити _____ для мого цільового користувача?

Наявні рішення: Які продукти заповнюють аналогічну потребу? Які сильні та слабкі сторони продуктів, які заповнюють подібну потребу? Які обов'язкові риси продуктів, які задовольняють подібну потребу? Чому інженери, які побудували ці продукти, розробляли їх так? Як я можу оцінити покращення мого рішення порівняно з наявним? Як це працює і як це зробити? Хто винайшов ____? Як працює ____? Які різні частини ____? Які важливі характеристики ____? Як вимірюється продуктивність для ____? Що ____ зроблено? Чому ____ зроблено або використовується ____? Який найкращий матеріал, компонент або алгоритм побудови ____?

Наприкінці фонового дослідження, відповідаємо на питання: Чи визначили всі важливі терміни? Ми чітко відповіли на всі наші запитання? Ми включили всю необхідну математику, яку ми розуміємо? Ми посилалися на всю інформацію, скопійовану з іншого джерела? Чи визначили ми свого цільового користувача і відповіли на запитання про потреби користувачів, продукти, що відповідають схожим потребам, критеріям проектування та важливим компромісам?

Формування вимог. Існують вимоги до проектування загальних продуктів:

- *показник ціни* (вартість придбання, вартість використання, вартість ремонту);
- *естетика* (стиль, колір, пристосування);
- *геометрія* (розмір, габарити);
- *потужність*;
- *фізичні характеристики* (вага, температура та ін.);
- *експлуатаційні характеристики* (повторюваність, вогнебезпечність та ін.);
- *входи* (споживання енергії, витрата палива);
- *виходи* (забруднення, небажані побічні ефекти);

- *виробничі міркування* (труднощі обладнання або технологія виготовлення, необхідні для створення винаходу, кількість компонентів);
- *екологічні вимоги* (діапазон робочих температур, стійкість до корозії);
- *вимоги користувача* (простота використання, простота навчання);
- *міркування щодо регулювання та ліцензування* (спортивний продукт, потребує патентування або ліцензування);
- *вимоги для підтримки* (вимоги до послуг, простота ремонту, надійність, тривалість користування, утилізація);
- *акустичні характеристики* (передача звуку, резонанс).

Ескізи та малювання. Малювання – це ідеальний спосіб висловити свої ідеї та візуально з'єднати кілька ідей одна з одною. Зробимо карту розуму. Навіть якщо ідея не повністю розроблена, спробуємо намалювати її й подивитися, який вона має вигляд. Картування розуму – це техніка, яку ми використовуємо для висловлення та створення ідей. Картографічне зіставлення допоможе випустити всі ідеї з нашої голови і дасть нам змогу побачити ці ідеї візуально. Це швидкий і простий спосіб отримати свої творчі ідеї єдиними інструментами: ручка або олівець та лабораторний зошит.

Щоб створити карту пам'яті, пишемо одну, центральну ідею або тему посередині порожньої сторінки. У всіх картах пам'яті це є початок. Потім пишемо все, що спадає на думку, коли думаємо про ідею. Ми можемо використати малюнки, питання, коментарі, рішення, проблеми тощо.

Для проєктів, які систематизують знання цілих розділів фізики, ми пропонуємо використовувати цей метод. Навички побудови інтелект-карт школярі опановують на уроках інформатики в 7 класі. Цей метод дасть змогу напрацювати такі навчальні компетенції [212, 213]:

1. досягнення результатів навчальної діяльності – виробництво нових знань;
2. самооцінка й планування;

3. використання інформаційних технологій як засобу навчання.

Метод інтелект-карт – це графічне зображення думок. Завдяки візуалізації процесів мислення метод інтелект-карт дає змогу:

- розвивати креативність;
- формувати комунікативну компетентність у процесі групової діяльності зі складання інтелект-карт;
- формувати загальнонавчальні вміння, пов’язані зі сприйняттям, переробкою й обміном інформацією (конспектування, анотування, участь в дискусіях, підготовка доповідей, написання рефератів, статей, аналітичних оглядів, проведення контент-аналізу тощо);
- покращувати всі види пам’яті (короткочасну, довготривалу, семантичну, образну та ін.) учнів;
- прискорювати процес навчання;
- формувати вміння, пов’язані з когнітивним контролем власної інтелектуальної діяльності;
- учити учнів вирішувати проблеми.

Існують кілька основних сфер застосування інтелект-карт:

- освіта (розвиток мислення, конспектування, анотування, підготовка до іспитів, повторення, організація колективної діяльності);
- професійне життя («мозковий штурм», презентації).

Основою для створення інтелект-карт є шість законів, дотримання яких у процесі побудови інтелект-карти, дає змогу найбільш повно і всебічно представити комплекс асоціацій, пов’язаних з центральним поняттям. Т. Б’юзен [31] ділить закони на дві групи: закони змісту та оформлення; закони структури.

Закони змісту та оформлення:

- використовуйте емфазу (від грец. Emphasis – виразність);
- асоціюйте;
- прагніть до ясності в натуральному вираженні думок;

- виробляйте власний стиль.

Закони структури:

- дотримуйтесь ієрархії думок;
- використовуйте номерну послідовність у викладі думок.

Розуміючи, що наведені твердження допускають множинні інтерпретації, Т. Б'юзен [31] конкретизує перші три закони змісту та оформлення. Для використання емпізи пропонуються такі рекомендації:

- завжди використовуємо центральний образ;
- якомога частіше використовуємо графічні образи;
- для центрального образу використовуємо три й більше кольорів;
- частіше надаємо зображенню обсяг, а також використовуємо опуклі букви;
- користуємося синестезією (комбінування всіх видів емоційне-чуттєвого сприйняття);
- варіюємо розміри букв, товщину ліній і масштаб графіки;
- прагнемо до оптимального розміщення елементів на інтелект-карті;
- прагнемо до того, щоб відстань між елементами інтелект-карти була відповідною.

Використовуємо метод інтелект-карт на бінарних уроках з фізики-біології при розв'язуванні задач на тему «Теплові явища» та фізики-хімії «Електричний струм в електролітах» [98], [100].

Робимо ідеацію, поки не відчуваємо, що в нас закінчилися ідеї. Потім спрямовуємо увагу на щось інше, пізніше повертаємося до ідеї: на наступний день або через кілька днів. Відповідаємо на питання: Чи використовували ми більш ніж один з цих методів для створення альтернативних рішень для нашої проблеми, робили дослідження наявних рішень, створювали та використовували аналогії, проводили сеанси «мозкового штурму», створювали ескізи та малювали? Ми придумали кілька можливих рішень для нашої проблеми?

Вибір найкращого рішення. Універсальні критерії стосуються практично кожного рішення. Це такі критерії:

- елегантність;
- надійність;
- естетика;
- вартість;
- ресурси;
- час;
- навички та вміння;
- безпека.

Визначення «Найкраще». Після того, як ми створили низку можливих рішень, нам потрібно вибрати, який з них найкращий. Для цього користуємося матрицею рішень. Матриця прийняття рішень – це схема з вимогами та критеріями на одній осі, а на іншій осі – різні рішення. Використовуємо просту числову шкалу для оцінки кожного рішення щодо кожного з критеріїв (2 – повністю відповідає критеріям, 1 – дещо відповідає критеріям, 0 – не відповідає критеріям). Підсумуємо колонки, щоб побачити, яке рішення найкраще. Якщо наші вимоги й рішення прості, іноді можна просто перерахувати плюси й мінуси для кожного рішення. Плюси – хороші речі про рішення і мінуси – погані речі.

Робота з розвитку. Розвиток передбачає уточнення та вдосконалення рішення. Метою роботи з розвитку є: *виконання роботи, зменшення ризику, оптимізація успіху*. Методи роботи з розвитку містять: малюнки, моделювання, прототипування, розкадровки, аналіз. Розвиток передбачає уточнення та вдосконалення рішення.

Зменшення ризику. Чим швидше усуваємо невизначеність, тим швидше зменшуємо ризик невиконання проєкту.

Оптимізація. Оскільки проблема проекту має кілька вимог, то вимоги можуть конфліктувати одна з одною. Якщо ми намагаємося максимізувати будь-яку характеристику рішення, вартість буде зростати. Оптимізація – це процес пошуку найкращих компромісів між різними вимогами, математична мінімаксна задача.

Методи розвитку. Малюнки. Існує кілька типів малюнків для запису ідей. Ескізи – це грубі малюнки від руки, виконані дуже швидко й зазвичай показують лише контури об'єкта. Технічний малюнок – це точний спосіб малювання, який показує справжній розмір і форму об'єкта. Це часто роблять за допомогою програмного забезпечення CAD (автоматизованого проектування) і використовують у планах і кресленнях, які показують, як побудувати об'єкт.

Моделювання. Моделями можуть бути фізичні об'єкти, наприклад, масштабна модель рішення, що показує всі частини в правильній пропорції. Зовсім інша модель – математична або комп'ютерна модель, оскільки комп'ютерна модель набагато дешевша і допомагає в знаходженні компромісів між різними вимогами.

Прототипування. Прототип – це операційна версія рішення, яку роблять з різних матеріалів. Створення прототипів може передбачати використання легкодоступних матеріалів, будівельних наборів, розкадровки або інших методів, які допоможуть нам швидко та з невеликими витратами створити своє рішення.

Розкадровки – це серія графічних ілюстрацій або зображень з метою візуалізації програми, середовища, досвіду користувача тощо.

Аналіз, керування номерами (запуск чисел). Робота з розробки може бути простою, як складання ваги всіх компонентів рішення, щоб побачити, чи відповідає загальна вага вимогам.

Тест і редизайн. Процес проектування містить декілька циклів нашого остаточного рішення. Ми перевіряємо своє рішення → знаходимо проблеми і

вносимо зміни → перевіряємо своє нове рішення → знаходимо нові проблеми і вносимо зміни тощо.

Тест користувача. Першим кроком у тестуванні є контакт з користувачами нашого рішення. Проблемне середовище – це ситуація або атмосфера, у якій виникає проблема, яку ми намагаємося вирішити. Записуємо наші спостереження в лабораторному зошиті. Після перевірки нашого рішення, ми будемо використовувати наші висновки, щоб завершити редизайн рішення.

Кінцевий звіт. Остаточний звіт буде містити такі розділи:

- титульна сторінка;
- анотація;
- зміст;
- питання, змінні та гіпотези;
- фонові дослідження;
- формулювання вимог;
- «мозковий штурм»;
- вибір найкращого рішення;
- робота з розвитку;
- прототипування;
- тест і редизайн;
- висновки;
- подяка;
- бібліографія.

Анотацію пишемо завжди останньою, хоча вона одна з перших розділів нашого остаточного звіту. Приклади виконання інженерних проєктів у Додатку В.

2.3.3. Метод кейсів

Метод кейсів [99] – різновид дослідницько-аналітичної технології. Він є технологією колективного навчання та інтегрує в собі технологію розвивального навчання. Виступає в навчанні як синергетична технологія («занурення» в ситуацію, «множення» знань, «осяяння», «відкриття»), дає змогу створити ситуацію успіху. Належить до різновидів проєктної технології.

Уперше робота з кейсами в межах освітнього процесу була реалізована в Гарвардській школі бізнесу в 1908 р.

Метод кейсів (англ. Case method, кейс-метод, кейс-стаді, case study, метод конкретних ситуацій) – техніка навчання, що використовує опис реальних ситуацій. Учні повинні проаналізувати ситуацію, розібратися в проблемі, запропонувати можливі рішення й вибрати найкраще з них. Кейси базуються на реальному фактичному матеріалі або ж наближені до реальної ситуації.

Переваги кейс-методу:

- метод, призначений для ситуацій, у яких немає однозначної відповіді на поставлене запитання, а є кілька відповідей, які можуть бути істинними;
- акцент навчання переноситься не на оволодіння готовими знаннями, а на вироблення нових;
- результатом застосування методу є не тільки знання, а й способи діяльності;
- технологія методу полягає в тому, що за певними правилами розробляється модель конкретної ситуації, що сталася в реальному житті, й виробляється той комплекс компетентностей, необхідний для формування сталих звичок вирішення проблем;
- перевагою методу ситуаційного аналізу є розвиток системи цінностей учнів, професійних позицій, життєвих установок;

- у методі case study долається класичний дефект традиційного навчання, пов'язаний з «сухістю», неемоційним викладанням матеріалу. Емоцій, творчої конкуренції і навіть боротьби в цьому методі так багато, що добре організоване обговорення кейса нагадує театральну виставу.

Варіанти кейсів за ступенем складності [111]:

- ілюстративні навчальні ситуації – кейси, метою яких є на певному практичному прикладі навчити учнів алгоритму прийняття правильного рішення в тій чи тій ситуації;
- навчальні ситуації – кейси без формування проблеми, у яких описується більш складна, ніж у попередньому варіанті ситуація, де проблема чітко не визначена, а представлена в статистичних даних; мета кейса – самостійно виявити проблему, вказати альтернативні шляхи її вирішення з аналізом наявних ресурсів;
- навчальні ситуації – кейси з формуванням проблеми, у яких описується ситуація в конкретний період часу, виявляється й чітко формулюється проблема; мета кейса – діагностування ситуації й самостійне прийняття рішення із зазначеної проблеми;
- прикладні вправи, у яких описується конкретна ситуація, що склалася, пропонується знайти шляхи виходу з неї; мета кейса – пошук шляхів вирішення проблеми.

Кейси можуть бути класифіковані відповідно до мети й завдань процесу навчання. У цьому випадку виділяють такі типи кейсів:

- навчальні для аналізу та оцінки;
- навчальні для вирішення проблем і прийняття рішень;
- ілюструють проблему, рішення або концепцію загалом.

Етапи створення кейсів:

- формування дидактичних цілей кейса: визначення місця кейса в структурі навчальної дисципліни; визначення того розділу дисципліни, якому присвячена ця ситуація; формулювання мети й завдань кейса;
- визначення проблемної ситуації;
- побудова програмної карти кейса, що складається з основних тез, які необхідно втілити в тексті;
- вибір жанру кейса;
- напис тексту кейса;
- діагностика правильності й ефективності кейса; проведення методичного експерименту (створення моделі), побудованого за тією або тією схемою, для з'ясування ефективності цього кейса;
- підготовка остаточного варіанту кейса;
- використання кейса в навчанні, його застосування при проведенні навчальних занять;
- підготовка методичних рекомендацій з використання кейса: розробка завдань для учнів і можливих питань для ведення дискусії та презентації кейса, опис передбачуваних дій учнів і вчителя під час обговорення кейса.

Вибір проблеми й шляхів її вирішення, який учні здійснюють під час роботи над кейсом, складається з шести етапів, які мають таку мету.

Таблиця 2.5

Етапи й мета кейса

Етапи	Мета
Знайомство з конкретним випадком	Зрозуміти проблемну ситуацію й шляхи прийняття рішення
Пошук і аналіз інформації для прийняття рішення	Навчитися добувати й оцінювати інформацію, необхідну для вирішення проблеми
Обговорення можливостей альтернативних	Розвивати альтернативне мислення

рішень	
Резолюція – прийняття рішення в групах	Зіставити й оцінити запропоновані варіанти вирішення
Диспут – захист своїх рішень окремими групами	Аргументовано захищати рішення
Зіставлення підсумків – порівняння рішень, прийнятих у групах, з прийнятим рішенням	Оцінити взаємозв'язок інтересів, у яких є окремі рішення

Приклади кейсів наявні в Додатку Д.

Практично будь-який вчитель, який захоче впроваджувати кейс-технології, зможе це зробити цілком професійно, вивчивши спеціальну літературу. Однак вибір на користь застосування цієї технології навчання не повинен стати самоціллю, адже кожна з названих технологій ситуаційного аналізу повинна бути впроваджена з урахуванням навчальної мети й завдань, особливостей навчальної групи, їх інтересів і потреб, рівня компетентності, регламенту та багатьох інших чинників, що визначають можливості впровадження кейс-технологій, їх підготовки й проведення.

2.4. Формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проєктної діяльності учнів гімназій з використанням міжпредметних зв'язків

Згідно з навчальною програмою для загальноосвітніх навчальних закладів (Фізика. 7 – 9 класи) [143], якщо «...виконання навчальних проєктів передбачає інтеграцію знань і має міжпредметний характер, то за рішенням методичного об'єднання вчителів природничих предметів оцінки за виконання таких робіт можуть виставлятися одночасно з різних предметів або залежно від змістового розподілу й розподілу виконавців проєкту, наприклад, одним учням за біологічні знання, іншим – за фізичні. Окрім оцінювання продукту проєктної

діяльності, необхідно відстежити і його психолого-педагогічний ефект: формування особистісних якостей, самооцінки, вміння робити усвідомлений вибір й осмислювати його наслідки». При проведенні захистів проєктних робіт доцільно запросити вчителів-предметників для отримання відповідних зауважень та комплексних оцінок.

Оцінювати можна такі критерії:

- знання з предмету та вміння їх використовувати;
- самостійність в оволодінні знань;
- будова стратегій в процесі роботи; контроль та корекція своєї діяльності;
- оформлення виконаної роботи.

Доцільно використовувати таблицю 2.6 для всебічного оцінювання.

Таблиця 2.6.

Оціночний лист навчального проєкту

Критерії	Параметри	Фактичний показник від 1 до 10 балів
Вибір теми проєкту	Актуальність теми дослідження. Чи є творчий підхід? Тема викликає інтерес в однокласників?	
Розробленість проєкту	Відповідність теми, структури, методів. Уміє виділяти об'єкт і предмет дослідження. Чи є міжпредметні зв'язки? Уміє задавати напрямок і логіку дослідження. Уміє визначати проблему й конкретизувати завдання дослідження, планувати експеримент у разі потреби. Наявність фонового дослідження. Наявність огляду літератури. Яка кількість джерел?	

	<p>Чи є гіпотеза дослідження? Прогноз?</p> <p>Наявність ітерацій при дослідженні.</p> <p>Уміє конструювати систему навчальних завдань, які забезпечують вирішення проблеми, володіє прийомами побудови математичних моделей.</p> <p>Уміє виявляти дефіцит знань, які є значущими для здійснення дослідження, знаходити, освоювати інформацію, якої бракує.</p> <p>Уміє генерувати рішення проблеми, уточнювати формулювання гіпотези, прогнозів.</p> <p>Уміє відбирати відповідні математичні знання, вміння, навички.</p> <p>Наявні математичні формули, графіки?</p> <p>Чи є розрахунок похибок?</p> <p>Якщо проєкт з експериментальної фізики, чи зроблена самостійно експериментальна установка? Чи є креслення?</p> <p>Чи підтримують експериментальні дані гіпотезу?</p> <p>Чи зроблені висновки?</p> <p>Чи є анотація?</p>	
Значимість проєкту для учня	<p>Проєкт містить індивідуальний пізнавальний стиль, показує схильності та інтереси учня?</p> <p>Учень демонструє інтерес до отриманих результатів проєкту, бачить перспективи й будує плани подальшої роботи над проєктом</p>	
Презентація проєкту	<p>Чи є комп'ютерна презентація?</p> <p>Дизайн комп'ютерної презентації допомагає сприйняттю матеріалу?</p>	

Доповідь. Захист проєкту	Учні демонструють мовні навички, критичне мислення, схильність до роботи в команді, етичні норми, уміння робити усвідомлений вибір, осмислювати його наслідки, уміння розподіляти час та обов'язки під час командної роботи, уміння знаходити нетривіальне рішення проблем Учні впевнено відповідають на питання проєкту, володіють математикою, орієнтуються в графіках, цифрах	
-----------------------------	---	--

Для того, щоб не було непередбачуваних ситуацій на захисті, на нашу думку треба контролювати проходження учнями певних значущих етапів, надати їм матеріал зі зменшення ризику від невиконання проєкту, процесів оптимізації проєктної діяльності [119]. Упевненість у результатах роботи призводить до збільшення самооцінки учнів. Ризики можуть бути у всіх проєктах, але не завжди. Ризик, що відбувся, перетворюється на проблему. Ризик – це якась подія, що негативно вплинула на виконання проєкту та його результати.

Ризики бажано виявляти якомога раніше, ще до того, як вони перетворилися на проблему (звичайно, у цьому випадку вжити заходів вимагає менше ресурсів). Після виявлення ризику необхідно прийняти рішення про відповідні дії. Задача вчителя – вибрати такі дії, які дадуть змогу зменшити ймовірність несприятливих подій або зменшити їх наслідки у разі реалізації ризику. Водночас бажано, щоб витрати ресурсів були мінімальними.

Найчастіше використовуються такі стратегії боротьби з ризиками.

Уникнути ризику. Реорганізувати проєкт у такий спосіб, щоб він не залежав від цієї події. Наприклад, при розробці програмного забезпечення (ПЗ),

яке описує фізичний процес, можна не включати функціонал, який викликає сумніви.

Переадресувати ризик. Вчитель вдається до страхування. Якщо з'являється ризик, то вчитель залучає до проекту ще певну кількість виконавців.

Погодитись із наявністю ризику. Це не означає, що не треба нічого робити, а лише пасивно чекати на реалізацію ризику. Якщо погодитись з наявністю ризику, можна вдатись до деяких заходів, спрямованих на зниження імовірності його виникнення, зменшення його наслідків, або розробити план альтернативних дій, який буде виконано при реалізації ризику.

Управління ризиками в проєктній діяльності – це процедури й дії, які дають змогу вчителю виявляти, оцінювати, відслідковувати й усувати ризики до або під час перетворення на проблеми. Найголовніша задача в управлінні ризиками – виділити події ризиків, які вимагають попередньої підготовки. Така підготовка полягає в розробці заходів реагування.

Найбільш поширеними є такі категорії ризиків:

- ризик збільшення витрат за проєктом (збільшення обсягів робіт);
- ризик затримок виконання робіт (збільшення часу виконання робіт).

Ці ризики визначають кінцеві терміни та вартість виконання робіт за проєктами. На етапі попереднього планування проводять аналіз можливих ризиків. Цей аналіз дуже важливий для оцінки показників проєкту.

Таблиця 2.7.

Класифікація ризиків за ймовірністю виникнення [119]

Рівні імовірності	Імовірність виникнення		
	Кількісний опис		Якісний опис
	I (бали)	(y %)	
Дуже малоімовірні	1	$0% < I \leq 10%$	Подія може відбутися у виняткових випадках

Малоймовірні	2	$10\% < I \leq 30\%$	Рідкісна подія, але вже мала місце
Вірогідні	3	$30\% < I \leq 60\%$	Наявність свідoctв, достатніх для припущення можливості події
Дуже ймовірні	4	$60\% < I \leq 90\%$	Подія може відбутися
Майже можливі	5	$90\% < I \leq 100\%$	Подія, яка очікується, що відбудеться

Залежно від отриманого значення індексу ризиків для кожного з можливих ризиків проводиться оцінка необхідності та форми реагування на вплив ризику (Таблиця 2.8).

Таблиця 2.8.

Уплив ризику та реакція на його вплив

Індекс ризику (R)	Уплив ризику	Категорії ризиків
$1 \leq R \leq 4$	Невпливовий Відсутність будь-якого впливу на процес реалізації проекту	Прийнятні ризики Визначаються як ризики, що не потребують термінової реакції, але можуть бути занотовані для подальшого аналізу
$5 \leq R \leq 8$	Незначний Збільшення тривалості виконання робіт, об'єми додаткових робіт у межах бюджету й планових термінів завершення	Виправдані ризики Вторинні для обробки. Кожний ризик на цьому рівні повинен враховуватися під час виконання робіт. Наявність таких ризиків вимагає виконання певних дій, що вплинуть на

$9 \leq R \leq 10$	Помірний Збільшення тривалості виконання робіт, помітні виробничі дефекти, недотримання технічних рішень, об'єми додаткових робіт вимагають узгоджень	зменшення цього ризику на кінцеві результати виконання проєкту. Ризик повинен перебувати під постійним контролем, і його рівень повинен періодично переоцінюватися.
$12 \leq R \leq 16$	Істотний Збільшення тривалості виконання робіт, виробничий брак, недотримання технічних рішень, об'єми додаткових робіт	Неприпустимі ризики Первинні для обробки. Дії з усунення впливу таких ризиків мають першочергове значення для успіху виконання всього проєкту. Тому зниження їх впливу як правило потребує втручання, залучення додаткових ресурсів (трудових, матеріальних та ін.) для виконання проєкту
$20 \leq R \leq 25$	Критичний Крайній ступінь порушення плану та технічних вимог до проєкту	

Виконання учнями міжпредметних проєктів з фізики дасть змогу напрацювати такі якості особистості, як відповідальність не лише за себе, але й за роботу колективу, здатність розставляти пріоритети між важливим і терміновим та ін.

Форми організації навчально-дослідницької діяльності на уроках:

- урок-дослідження, урок-лабораторія, урок-творчий звіт, урок винахідництва, урок «Дивне поруч», урок-розповідь про вчених;
- урок-захист дослідницьких проєктів, урок-експертиза, урок «Патент на відкриття»;

- навчальний експеримент, що дає змогу освоїти елементи дослідницької діяльності (планування та проведення експерименту, обробка та аналіз його результатів);
- домашнє завдання дослідницького характеру.

Форми організації навчально-дослідницької діяльності на позаурочних заняттях:

- дослідницька практика учнів;
- освітні експедиції-походи, поїздки, екскурсії з чітко позначеною освітньою метою, програмою діяльності, продуманими формами контролю;
- факультативні заняття;
- учнівське науково-дослідне товариство;
- участь учнів в олімпіадах, конкурсах, конференціях та ін.

Висновки до розділу 2

Засадами компетентнісного навчання фізики є визначення ролі, значення й місця предметних і ключових компетенцій як вимог до його організації та виявлення можливостей фізики як навчального предмету у формуванні ключових компетентностей і наскрізних умінь. Запропоновані нами структури як піраміди унаочнюють співвідношення основи, граней і вершини як складників компетентнісного навчання фізики, метою якого є формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проєктної діяльності учнів гімназій з використанням міжпредметних зв'язків.

Засадами використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів гімназій в процесі компетентнісного навчання фізики передбачається зміщення акцентів у формуванні компетентностей із предметних на ключові. У такий спосіб змінюються вимоги до змістового, процесуального й контрольного-

оцінювального компонентів компетентнісного навчання фізики. У змістовому здійснюється акцент на виявлення міжпредметних зв'язків у навчанні фізики; у процесуальному – акцент на застосуванні наукового, інженерного методу та кейс-методу; у контрольно-оцінювальному – виявлення й оцінювання сформованості природничо-наукової та математичної компетентностей учнів ЗЗСО II ступеня.

Критеріями вибору наукового та інженерного методів є їх популяризація, допрофільне орієнтування учнів гімназій до профільного навчання з подальшою реалізацією в науковій та інженерній галузях. Тоді, коли вчені вивчають, як працює природа, інженери створюють нові продукти. Оскільки інженери і вчені мають різну мету, то вчені проводять експерименти з використанням наукового методу, а інженери користуються процесом інженерного проєктування на основі творчості.

Умовами використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі компетентнісного навчання фізики є інтегративний підхід, поелементний аналіз проєктної діяльності, алгоритмізація методів проєктної діяльності та критерії оцінювання сформованості науково-природничої та математичної компетентностей.

Запропоновані стратегії «згори – вниз» та «знизу – вгору» визначають послідовність дій під час визначення міжпредметних зв'язків для організації проєктної діяльності, що збагачує учнів навичками використання наукового та інженерного та кейс методів, сприяє розвитку критичного мислення та аналізу, вирішення проблем, формує вміння керувати ризиками, застосовувати кількісні і якісні ознаки для опису або пояснення явищ в світі природи, розуміти процес наукового дослідження й пояснення, формулювати (у межах дослідження на основі проєктів) наукові питання й гіпотези, висувати припущення про наявність залежності між окремими поняттями і їх кількісними характеристиками, розробити протокол експерименту, розглянути можливість

управління відповідними змінними, зібрати й проаналізувати кількісні дані, зробити висновки й представити результати (наприклад, захист роботи на уроці), демонструвати знання основних фізичних принципів і їх додатків для розуміння живих систем.

Удосконалені й алгоритмізовані методи (науковий, інженерний та метод кейсів) проєктної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики в ЗЗСО II ступеня забезпечують ітераційність проєктної діяльності для виявлення причинно-наслідкових та міжпредметних зв'язків, що сприяє формуванню науково-природничої та математичної компетентностей, дасть змогу напрацювати такі якості особистості, як відповідальність не лише за себе, але й за роботу колективу, здатність розставляти пріоритети між важливим і терміновим, навички критичного мислення, які націлені на формування аналітичного й раціонального мислення, здатності оцінювати, уникати упередженості й помилок, обґрунтовано й несуперечливо викладати власну думку, вирішувати проблеми, навички самоврядування, а саме: активне навчання, стійкість до стресів та гнучкість.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФОРМУВАННЯ НАУКОВО-ПРИРОДНИЧОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ ЗЗСО II СТУПЕНЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ

3.1. Організація педагогічного експерименту

Огляд літератури з проблем організації педагогічного експерименту дає змогу охарактеризувати основні його складові.

Загальна гіпотеза дослідження полягає в тому, що реалізація міжпредметних зв'язків між предметами природничого циклу в проєктній діяльності буде забезпечувати високий рівень засвоєння учнями фундаментальної природничо-наукової теорії та дасть змогу напрацювати необхідні компетентності.

Мета проведення педагогічного експерименту відповідно до гіпотези передбачала апробацію та досягнення позитивних результатів у формуванні в учнів предметних та ключових (науково-природничої й математичної) компетентностей шляхом міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності з фізики.

Відповідно до мети нами були сформульовані такі *завдання педагогічного експерименту*:

1. Дослідити освітній процес з фізики в основній школи з метою пошуку шляхів формування ключових (науково-природничої й математичної) і предметних компетентностей.
2. Реалізувати методи використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності з фізики учнів гімназій як організаційно-практичну роботу із закріпленням та апробацією теоретичних знань на практиці.

3. Урахувати та зафіксувати зміни в процесі педагогічного експерименту з формування ключових (науково-природничої та математичної) і предметних компетентностей з фізики школярів гімназій.
4. Опрацювати результати дослідження шляхом теоретичного аналізу та методами математичної статистики [102].

Відповідно до мети і завдань педагогічного експерименту нами була складена *програма дослідження*:

1. Розроблення організаційних засад використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності з фізики для учнів ЗЗСО II ступеня.
2. Визначення початкового рівня теоретичної й практичної підготовки учнів гімназій з фізики, уміння самостійної діяльності учнів, їхньої освітньої мотивації.
3. Визначення експериментальних і контрольних груп.
4. Перевірка запропонованих методів у проєктній діяльності з використання міжпредметних зв'язків у процесі компетентнісного навчання фізики учнів ЗЗСО II ступеня.
5. Проведення початкового, проміжних та підсумкового зрізів для виявлення рівня сформованості ключових (науково-природничої та математичної) і предметної компетентності учнів ЗЗСО II ступеня за результатами реалізації міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності з фізики.
6. Аналіз й узагальнення підсумкових результатів експерименту.

Означені елементи програми реалізувалися на етапах дослідження, які детально будуть описані далі.

Використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності з фізики для учнів гімназій підпорядковується завданням навчання фізики, визначених навчальною програмою з фізики для 7 – 9 класів для загальноосвітніх навчальних закладів (Фізика. 7 – 9 класи) затверджена наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. Згідно з програмою «ефективним

засобом формування предметної й ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики є навчальні проєкти. Під час виконання навчальних проєктів вирішується ціла низка різнорівневих дидактичних, виховних і розвивальних завдань: розвиваються пізнавальні навички учнів, формується вміння самостійно орієнтуватися в інформаційному просторі, висловлювати власні судження, виявляти компетентність. У проєктній діяльності важливо зацікавити учнів здобуттям знань і навичок, які знадобляться в житті. Для цього необхідно зважати на проблеми реального життя, для розв'язання яких учням потрібно застосовувати здобуті знання» [143].

Щоб визначити ефективність формування науково-природничої та математичної компетентностей засобами проєктної діяльності учнів ЗЗСО II ступеня з використанням міжпредметних зв'язків були проаналізовані такі складники компетентностей:

1. науково-природничої, що містить таке:
 - a. знати й розуміти основи фізичного тезаурусу (поняття, величини, закони, закономірності, моделі, формули, рівняння) для опису й пояснення основних фізичних властивостей та явищ навколишнього світу, засад сучасного виробництва, техніки й технологій;
 - b. уміти застосовувати методи наукового пізнання й мати навички проведення дослідів, вимірювань, опрацьовувати дані (обчислення, побудова графіків);
 - c. розв'язувати фізичні задачі; використовувати здобуті знання в повсякденній практичній діяльності;
 - d. виявляти ставлення й оцінювати історичний характер становлення знань з фізики, внесок видатних учених, роль і значення знань для пояснення життєвих ситуацій, застосовувати досягнення з фізики для розвитку інших природничих наук, техніки й технологій, раціонального природокористування та запобігання їхнього

шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та організм людини.

2. математичної, що у межах нашого дослідження полягає в умінні застосовувати математичний апарат, проявляти аналітичні здібності під час розв'язування розрахункових та графічних задач.

Планування педагогічного експерименту здійснювалось з урахуванням вимог до його проведення, викладених у працях М. Грабарь та К. Краснянської [47], П. Дмитренка [58], Є. Сидоренка [193], А. Філіпенка [217] та ін.

На початку експерименту було визначено початковий рівень теоретичної й практичної підготовки учнів гімназії з фізики, уміння самостійної діяльності учнів, їхньої освітньої мотивації.

Початковий рівень теоретичної та практичної підготовки з фізики на початку експерименту був однаковим, тобто діти не вивчали фізику до 7-го класу. Для визначення рівня поведінкових характеристик, таких як пізнавальні, мотиваційні, творчі, лідерські, ми використовували шкалу рейтингу за Дж. Рензулі (додаток Е) та досліджували творчий потенціал особистості (додаток Ж).

Практичний результат перевірявся під час експерименту, у результаті якого були отримані експериментальні дані[103].

Вхідні дані. Розглянемо дві незалежні вибірки. Перша обсягом n_1 , яка буде контрольною групою. Друга обсягом n_2 елементів, яка названа експериментальною.

Кількість елементів у групах визначається залежно від типу вибіркового дослідження. У великій вибірці кількість елементів визначається за рівнем похибки результатів за формулою:

$$n \geq \frac{t_{\gamma}^2 \cdot \sigma^2}{\delta^2},$$

де δ – похибка результатів,

σ^2 – дисперсія,

$t_\gamma = 1,96$ при $\gamma=0,95$ – рівні надійності. При кількості елементів у контрольній групі 28, кількість елементів в експериментальній групі повинна перевищувати 123.

На констатувальному етапі обидві вибірки мають бути однорідними, суттєво не відрізнятися за рівнями досліджуваних показників:

Пряма гіпотеза H_0 : середні показники вибірки для контрольної групи $x_{\text{сер}1}$ відрізняються несуттєво від середніх показників вибірки для експериментальної групи $x_{\text{сер}2}$, а саме $x_{\text{сер}1} \approx x_{\text{сер}2}$.

Альтернативна гіпотеза H_1 : середні показники вибірки для контрольної групи $x_{\text{сер}1} \neq x_{\text{сер}2}$ відрізняються суттєво від середніх показників вибірки для експериментальної групи.

1. Вибираємо рівень надійності $\gamma=0,99$, тоді рівень значущості $\alpha=0,01$.
2. Використовуємо t-критерій Стьюдента – це загальна назва для класу методів статистичної перевірки гіпотез (статистичних критеріїв), заснованих на розподілі Стьюдента. Частіші випадки застосування t-критерію пов'язані з перевіркою рівності середніх значень у двох вибірках. Використовуючи експериментальні дані, обчислимо емпіричні (спостережувані) значення статистичного критерію за формулою:

$$t_{\text{емп}} = \frac{|x_{\text{сер}1} - x_{\text{сер}2}|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$$

$$t_{\text{емп}} = 0,66$$

3. Використовуючи теоретичні розподіли, знаходимо критичне значення, яке залежить від рівня надійності γ .

Критичне значення для розподілу Стьюдента рахуємо в Excel за допомогою формули СТЮДРАСПОБР з ймовірністю $\alpha=0,01$ та числом ступенів свободи (n_1+n_2-2) . Воно дорівнює $t_{кр}=2,65$.

4. Порівнюємо емпіричне та критичне значення й робимо висновок про прийняття однієї з двох гіпотез: $t_{емп} \leq t_{кр}$.

Висновок: приймається гіпотеза H_0 з рівнем надійності γ близьким до 1. Отже, середні показники двох груп на констатувальному етапі близькі.

Побудуємо графіки розподілу частот, візуально переконаємось, що вони показують схожу картину, попередньо нормалізувавши експериментальну групу за кількістю елементів у вибірці.

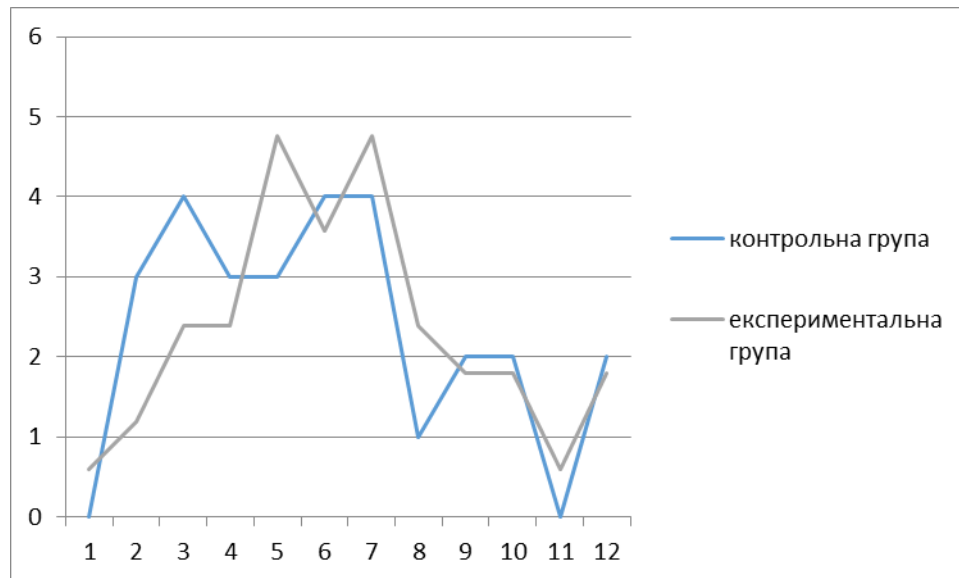


Рис. 3.1. Розподіл частот учнів в контрольній та експериментальній групі

Додаткова перевірка дисперсії щодо Фішера:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} > 1$$

У нашому випадку $F=1,13 < 2,25$ – дисперсія відрізняється несуттєво.

Використовуючи функцію Excel ФРАСПОБР з ймовірністю $\alpha=0,01$ та ступенями свободи n_1-1 та n_2-1 , отримали $F_{кр}= 2,17$.

$F \leq F_{кр}$ дисперсії вважаються рівними. Робимо висновок: контрольна та експериментальна групи на констатувальному етапі близькі.

Далі контрольна та експериментальна групи проходять формувальний етап експерименту, але контрольна група проходить його без формувального впливу.

У контрольній та експериментальній групі однаковими були такі умови: навчальний час на вивчення фізики становить 2 години на тиждень, однакова кількість самостійних, лабораторних, контрольних робіт.

В експериментальній групі здійснювалась проєктна діяльність з використанням міжпредметних зв'язків у процесі компетентнісного навчання фізики учнів ЗЗСО II ступеня.

Учні в експериментальній групі виконували проєкти залежно від сфери зацікавленості стратегією «зверху – вниз», тому ці проєкти відразу об'єднували в одному питанні декілька галузей знань та декілька предметів шкільної програми, що сприяло формуванню цілісної картини світу. Учні ділили цілісне явище на складові й розглядали їх окремо й послідовно. Учні в контрольній групі вибирали тему проєкту самостійно з переліку тем наприкінці кожного розділу підручника. Кожен учень протягом року виконував хоча б один науковий або інженерний проєкт. Терміни виконання були різними: від одного до декількох тижнів. Інженерні проєкти як техніка проєктування вибудовувалися з невідповідності реального світу й ідеальних уявлень про те, як все повинно бути влаштовано. Учням була потрібна додаткова методична допомога для напрацювання навичок комплексного вирішення проблем, критичного мислення, творчості та ініціативності. Кожний міжпредметний проєкт (науковий та інженерний) мав обов'язкову частину математики, потребував відповідних навичок з інформатики для опрацювання даних, об'єднував фізику з хімією, біологією, зоологією, географією, екологією, технологіями, кулінарією та ін.

Дослідження тривало на паралелі 7-9 класів впродовж 2016-2021 років. У першій рік проведення експерименту в ньому брали участь лише учні 7-х класів. У другий рік учні 7-8-х класів, у третій рік і далі 7-8-9-х класів. Учні 7-х класів потребували більшої уваги на початку процесу, а учні 9-х класів вже робили вибір на користь майбутньої спеціальності (робили профорієнтацію), проекти учнів 9-х класів потрапляли на захист експериментальної секції Малої академії наук України.

Учителі, які брали участь у педагогічному експерименті, мали всі матеріали щодо планування проєктної діяльності, проходження певних етапів, специфіки виконання наукових та інженерних проєктів, матеріалів самостійних, контрольних робіт. Усі учні, які брали участь в експерименті, виконували однакову кількість самостійних, контрольних, практичних робіт.

Вимірювання відбувалося до формувального етапу, двічі під час формувального етапу та підсумкове вимірювання після формувального впливу в обох групах. Успішним вважаємо експеримент, у якому відбуваються статистично підтвержені зміни в експериментальній групі.

Рівні сформованості компетентностей (науково-природничої та математичної) вимірялися під час написання самостійних і контрольних робіт, при виконанні лабораторних робіт в чотири етапи впродовж навчального року. Завдання були різними, але дозволяли перевірити досліджувану компетентність.

Паралель 7-х класів.

Компетентність 1а) науково-природнича компетентність визначає вимоги до вміння знати й розуміти основи фізичного тезаурусу (поняття, величини, закони, закономірності, моделі, формули, рівняння) для опису й пояснення основних фізичних властивостей та явищ навколишнього світу, засад сучасного виробництва, техніки й технологій, які оцінювались за допомогою таких завдань:

Типи завдань I зрізу (для компетентності 1а) до формувального етапу

1. До якого виду руху можна віднести рух математичного маятника?

- А) Рівномірний Б) Обертальний рух В) Прямолінійний Г) Коливальний рух

2. Установіть відповідність між фізичною величиною та її позначенням

- | | |
|-----------------------|------|
| А) Кількість коливань | 1. R |
| Б) Період коливань | 2. с |
| В) Частота коливань | 3. N |
| Г) Радіус кола | 4. T |
| | 5. v |

3. До якого виду руху можна віднести рух стрілки годинника?

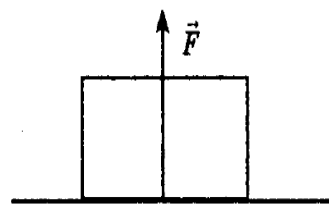
- А) Рівномірний Б) Обертальний рух В) Прямолінійний Г) Коливальний рух

4. Установіть відповідність між фізичною величиною та одиницею цієї величини

- | | |
|---------------------------|--------|
| А) Швидкість руху по колу | 1. l |
| Б) Період коливань | 2. м/с |
| В) Частота коливань | 3. с |
| Г) Кількість коливань | 4. м |
| | 5. Гц |

Типи завдань II зрізу (для компетентності 1а) впродовж формувального впливу

1. Яка сила зображена на рисунку?



- А) Вага тіла Б) Сила тяжіння В) Сила тертя Г) Сила нормальної реакції опори

2. У яких одиницях вимірюється маса тіла?

- А) кг Б) м В) Н Г) м/с

3. За допомогою якого приладу вимірюють силу?

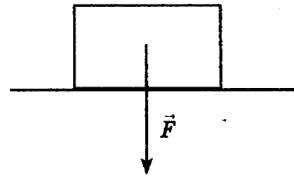
- А) Лінійка Б) Динамометр В) Терези Г) Барометр

4. Величина якої сили дорівнює нулю, якщо тіло перебуває в стані рівноваги?
 А) Вага тіла Б) Сила тертя В) Сила пружності Г) Рівнодійна сила

5. Установіть відповідність між фізичним поняттям та визначальним рівнянням

- | | |
|--------------------|--------------------|
| А) Сила пружності | 1. $F = mg$ |
| Б) Сила тяжіння | 2. $F = kx$ |
| В) Сила тертя | 3. $m = \rho V$ |
| Г) Рівнодійна сила | 4. $R = F_1 + F_2$ |
| | 5. $F = \mu N$ |

6. Яка сила зображена на рисунку?



- | | | | |
|--------------|-----------------|---------------|----------------------------------|
| А) Вага тіла | Б) Сила тяжіння | В) Сила тертя | Г) Сила нормальної реакції опори |
|--------------|-----------------|---------------|----------------------------------|

7. У яких одиницях визначається вага тіла?

- | | | | |
|-------|------|------|--------|
| А) кг | Б) м | В) Н | Г) м/с |
|-------|------|------|--------|

8. За допомогою якого приладу вимірюють масу тіла?

- | | | | |
|------------|---------------|-----------|-------------|
| А) Лінійка | Б) Динамометр | В) Терези | Г) Барометр |
|------------|---------------|-----------|-------------|

9. Величина якої сили дорівнює нулю, якщо тіло перебуває в стані невагомості?

- | | | | |
|--------------|---------------|-------------------|-------------------|
| А) Вага тіла | Б) Сила тертя | В) Сила пружності | Г) Рівнодійна сил |
|--------------|---------------|-------------------|-------------------|

10. Установіть відповідність між фізичною величиною та її одиницею

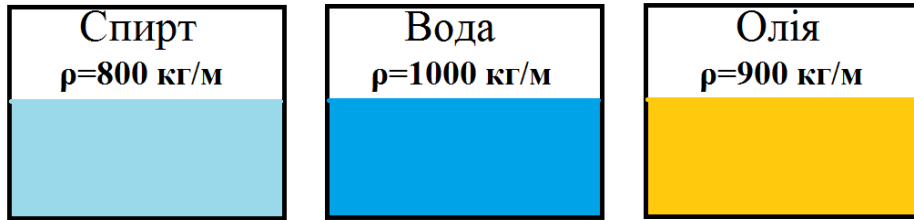
- | | |
|---------------------------------------|---------|
| А) Коефіцієнт пропорційності, g | 1. кг |
| Б) Маса, m | 2. Н/кг |
| В) Сила нормальної реакції опори, N | 3. 1 |
| Г) Коефіцієнт тертя ковзання, μ | 4. Н |
| | 5. Н/м |

Типи завдань III зрізу (для компетентності 1а) впродовж формувального впливу

1. Якщо площа опори поданого тіла зменшується, то його тиск на поверхню? (0.5 бали)

- | | | | |
|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------|
| А) Збільшується | Б) Зменшується | В) Залишається без змін | Г) Інша відповідь |
|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------|

2. У трьох однакових посудинах налиті спирт, вода, олія. Яка з рідин найменше тисне на дно посудини? (0.5 бали)



А) Спирт Б) Вода В) Олія Г) Чинять однаковий тиск

3. Тіло повністю занурене в рідину. Як зміниться сила Архімеда, якщо об'єм тіла збільшити втричі? (0.5 бали)

А) Не зміниться Б) Зменшиться втричі В) Збільшиться втричі Г) Зменшиться в дев'ять разів

4. За якої умови тіло тоне? (0.5 бали)

А) $\rho_{\text{т}} > \rho_{\text{р}}$ Б) $\rho_{\text{т}} = \rho_{\text{р}}$ В) $\rho_{\text{т}} < \rho_{\text{р}}$ Г) Інша відповідь

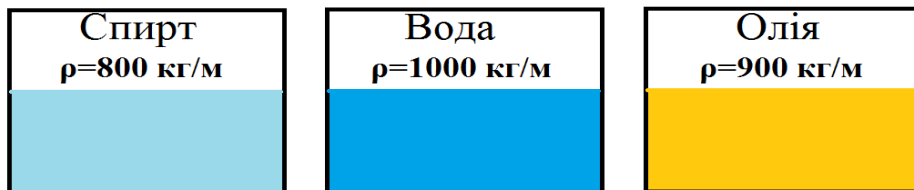
5. Установіть відповідність між фізичним поняттям та визначальним рівнянням (1 бал)

А) Тиск твердого тіла на поверхню	1. $p = \rho gh$
Б) Гідростатичний тиск	2. $F = \rho hS$
В) Сила гідростатичного тиску	3. $F_{\text{А}} = \rho_{\text{р}} V_{\text{т}} g$
Г) Сила Архімеда	4. $F = \rho ghS$
	5. $p = \frac{F}{S}$

6. Якщо площа опори поданого тіла збільшується, то його тиск на поверхню? (0.5 бали)

А) Збільшується Б) Зменшується В) Залишається без змін Г) Інша відповідь

7. У трьох однакових посудинах налиті спирт, вода, олія. Яка з рідин найбільше тисне на дно посудини? (0.5 бали)



А) Спирт Б) Вода В) Олія Г) Чинять однаковий тиск

8. Тіло повністю занурене в рідину. Як зміниться сила Архімеда, якщо об'єм тіла зменшити втричі? (0.5 бали)

А) Не зміниться Б) Зменшиться втричі В) Збільшиться втричі Г) Зменшиться в дев'ять разів

9. За якої умови тіло плаває на поверхні рідини? (0.5 бали)

А) $\rho_{\text{т}} > \rho_{\text{р}}$ Б) $\rho_{\text{т}} = \rho_{\text{р}}$ В) $\rho_{\text{т}} < \rho_{\text{р}}$ Г) Інша відповідь

10. Установіть відповідність між фізичною величиною та її одиницею (1 бал)

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| А) Сила Архімеда | 1. м ² |
| Б) Гідростатичний тиск | 2. Па |
| В) Густина рідини | 3. кг/ м ³ |
| Г) Площа поверхні | 4. Н |
| | 5. м ³ |

Типи завдань IV зрізу (для компетентності 1а) після формувального впливу

1. У якому із зазначених випадків виконується механічна робота? (0.5 бали)

- | | | | |
|---------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|
| А) На столі лежить книжка | Б) Падає крапля дощу | В) Цеглина лежить на землі | Г) Вода тисне на стінку посудини |
|---------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------------|

2. Які із зазначених тіл мають потенціальну енергію? (0.5 бали)

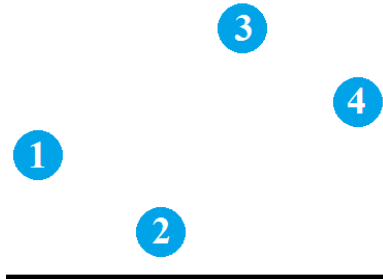
- | | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| А) М'яч, що котиться по землі | Б) Автомобіль, що рухається | В) Камінь, що лежить на землі | Г) Розтягнута пружина |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------|

3. Нерухомий блок дає (0.5 бали)

- | | | | |
|-----------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| А) Виграш у силі в два рази | Б) Виграш у роботі | В) Зміну напрямку сили | Г) Виграш у відстані |
|-----------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|

4. На рисунку зображені 4 кулі з однаковою масою. Яка куля має найбільшу потенціальну енергію? (0.5 бали)

- | | | | |
|------|------|------|------|
| А) 1 | Б) 2 | В) 3 | Г) 4 |
|------|------|------|------|



5. Установіть відповідність між фізичним поняттям та визначальним рівнянням (1 бал)

- | | |
|---|--|
| А) Потенціальна енергія тіла, піднятого на висоту h | 1. $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$ |
| Б) Кінетична енергія | 2. $\frac{A}{t}$ |
| В) Потужність | 3. $\frac{kx^2}{2}$ |
| Г) Правило важеля | 4. $\frac{mv^2}{2}$ |
| | 5. mgh |

6. У якому із зазначених випадків НЕ виконується механічна робота? (0.5 бали)

- | | | | |
|--|----------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| А) Яблуко відірвалося від гілки й падає на землю | Б) Падає крапля дощу | В) Цеглина лежить на землі | Г) Хлопчик піднімається вгору сходами |
|--|----------------------|----------------------------|---------------------------------------|

7. Які із зазначених тіл мають кінетичну енергію? (0.5 бали)

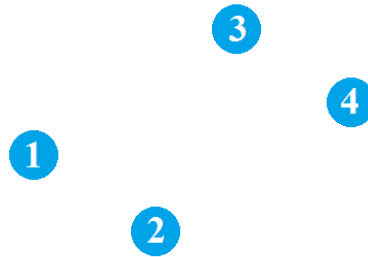
- А) Камінь, що лежить на землі Б) Розтягнута пружина В) Камінь, піднятий над землею Г) Літак, що рухається в небі

8. Рухомий блок дає: (0.5 бали)

- А) Виграш у силі в два рази Б) Виграш у роботі В) Зміну напрямку сили Г) Виграш у відстані

9. На рисунку зображені 4 кулі з однаковою масою. Яка куля має найменшу потенціальну енергію? (0.5 бали)

- А) 1 Б) 2 В) 3 Г) 4



10. Установіть відповідність між фізичним поняттям та визначальним рівнянням (1 бал)

- | | |
|---|---|
| А) ККД | 1. Fl |
| Б) Потенціальна енергія пружно деформованого тіла | 2. $\frac{A}{t}$ |
| В) Закон збереження енергії | 3. $\frac{kx^2}{2}$ |
| Г) Механічна робота | 4. $\frac{A_{кор}}{A_{повн}} \cdot 100\%$ |
| | 5. $E_{к0} + E_{р0} = E_k + E_p$ |

Компетентність 1b) науково-природничої компетентності висуває низку вимог до умінь учнів застосовувати методи наукового пізнання, мати навички проведення дослідів, вимірювань, опрацьовувати дані (обчислення, побудова графіків), що оцінювалась за допомогою таких завдань:

Типи завдань I зрізу (для компетентності 1b) до формувального етапу

Виконуючи лабораторну роботу на тему: «Дослідження коливань нитяного маятника», метою якої є визначення амплітуди, періоду й частоти коливань маятника, учні повинні переконатися на досліді, що частота й період коливань маятника не залежать від амплітуди його коливань і маси тягарця, проте залежать від довжини нитки.

Типи завдань II зрізу (для компетентності 1b) впродовж формувального впливу

При виконанні лабораторної роботи на тему: «Дослідження пружних властивостей тіл» дослідити пружні властивості гумових шнурів під час деформації розтягнення.

Типи завдань III зрізу (для компетентності 1b) впродовж формувального впливу
При виконанні лабораторної роботи на тему «З'ясування умов плавання тіл» дослідним шляхом визначити, за яких умов тіло плаває на поверхні рідини; плаває всередині рідини; за яких умов тіло тоне в рідині.

Типи завдань IV зрізу (для компетентності 1b) після формувального впливу
За аналізом та оцінкою проектної діяльності при виконанні лабораторної роботи на тему «Визначення ККД похилої площини» переконатися на досліді, що корисна робота, виконана за допомогою похилої площини, менша від повної роботи; визначити ККД похилої площини.

Компетентність 1с) науково-природничої компетентності, що висуває вимоги до уміння учнів розв'язувати фізичні задачі, використовувати здобуті знання в повсякденній практичній діяльності, оцінювалась на таких завданнях:

Типи завдань I зрізу (для компетентності 1с) до формувального етапу

1. Мопед рухається рівномірно зі швидкістю 15 км/год. Скільки часу триватиме подорож, якщо відстань між двома містами дорівнює 30 км?
2. Кулер комп'ютера за 0,7 хвилини здійснює 2000 обертів. Чому дорівнює період та частота обертання кулера?
3. Визначте, яка частота коливань гойдалки, якщо період становить 5 с. Скільки коливань зробить гойдалка за 15 секунд?
4. Знайдіть середню швидкість автомобіля, який рухається зі швидкістю 60 км/год протягом 90 хвилин, а потім зі швидкістю 20 м/с ще 36 км.
5. Із якою швидкістю рухається мотоцикліст, якщо за 2 години він проїхав 130 км?
6. Вентилятор за 0,4 хвилини здійснює 800 обертів. Чому дорівнює період та частота обертання вентилятора?
7. Визначте, який період коливань гойдалки, якщо частота коливань становить 0,5 Гц. Скільки коливань зробить гойдалка за 8 секунд?
8. Знайдіть середню швидкість літака, який рухається 468 км зі швидкістю 260 м/с, а потім 40 хвилин зі швидкістю 950 км/год.
9. Для медичних потреб використовують піпетки, на яких нанесено шкалу. Як можна виміряти об'єм краплі води з піпетки?
10. Як можна виміряти об'єм зернини рису?

Типи завдань II зрізу (для компетентності 1с) впродовж формувального впливу

1. Вага велосипеда 120 Н. Чому дорівнює маса велосипеда?
2. На пружині висить вантаж масою 4 кг. Пружина подовжилася на 5 см. Визначте жорсткість пружини.
3. У бідон масою 0,7 кг налили 5 л гасу. Яку силу треба прикласти, щоб підняти бідон?

4. На пружині жорсткістю 200 Н/м тягнуть рівномірно прямолінійно брусок масою 4 кг. Чому дорівнює коефіцієнт тертя, якщо пружина стала довшою на 8 см?
5. Маса мотоцикла 300 кг. Чому дорівнює вага мотоцикла?
6. На пружині висить вантаж і розтягує її на 0,5 м. Знайдіть масу вантажу, якщо жорсткість пружини 700 Н/м.
7. У каністру масою 0,8 кг налили 7 л бензину. Яку силу треба прикласти, щоб підняти каністру?
8. На пружині жорсткістю 100 Н/м тягнуть рівномірно прямолінійно брусок масою 2 кг. Наскільки довшою стане пружина, якщо коефіцієнт тертя зі столом дорівнює 0,3?

Типи завдань III зрізу (для компетентності 1с) впродовж формувального впливу

1. Визначте тиск рідини на дно посудини, якщо в неї налили шар нафти висотою 15 см (1 бал).
2. Подайте в кілопаскалях тиск 557 мм рт. ст. (1 бал).
3. На тіло, занурене в морську воду, діє виштовхувальна сила 0,35 кН. Обчисліть об'єм зануреного тіла (2 бали).
4. Якщо на менший поршень гідравлічного преса діє сила 80 Н, то на більший поршень площею 2400 см² передається сила тиску 32 кН. Яка площа меншого поршня? (2 бали)
5. Залізну деталь розмірами 20×20×25 см занурюють у воду. Яких потрібно докласти сил, щоб утримати цю деталь у воді? (3 бали)
6. На поверхні води плаває плоске тіло. Знайдіть об'єм тіла, якщо його маса 70 кг, а об'єм частини тіла над водою дорівнює 7 дм³ (3 бали).
7. Визначте тиск рідини на дно посудини, якщо в неї налили шар меду висотою 7 см (1 бал).
8. Подайте в міліметрах ртутного стовпа тиск 127 кПа (1 бал).
9. На тіло об'ємом 0,002 м³ діє виштовхувальна сила 0,016 кН. Обчисліть густину рідини, у яку занурене тіло (2 бали).
10. На менший поршень гідравлічної машини, площа якого 2 см², діє сила 5000 мН. Яку силу тиску буде створювати більший поршень, площа якого 100 см²? (2 бали)
11. Алюмінієву деталь розмірами 30×30×15 см занурюють в олію. Яких потрібно докласти сил, щоб утримати цю деталь в олії? (3 бали)
12. На поверхні води плаває плоске тіло. Знайдіть висоту частини тіла, що виступає над поверхнею води, якщо його густина 800 кг/м³, а товщина 50 см (3 бали).

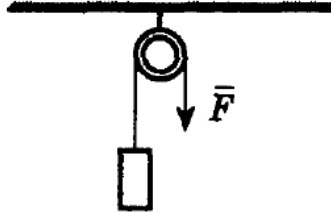
Типи завдань IV зрізу (для компетентності 1с) після формувального впливу

1. Яка робота виконується під час піднімання вантажу вагою 80 Н на висоту 3 м? (1 бал)
2. Електродвигун розвиває потужність 150 Вт. За скільки часу такий двигун виконає роботу 300 кДж? (1,5 бали)
3. «Сільвер буллет» (у перекладі з англ. «срібна куля») — один із найменших реактивних літаків. Маючи масу 196 кг, він розвиває швидкість руху близько 720 км/год. Якою є кінетична енергія літака за цієї швидкості? Відповідь запишіть у МДж. (1,5 бали)
4. Довжина одного плеча важеля 15 см, а другого – 45 см. До меншого плеча важеля прикріпили тіло масою 2,4 кг. Тіло якої маси необхідно прикріпити до більшого плеча, щоб важіль перебував у рівновазі? (2 бали)
6. Вантаж переміщують по горизонтальній поверхні на відстань 15 м, докладаючи силу 32 Н. Яка робота при цьому виконується? (1 бал)
7. Трактор розвиває потужність 15 кВт. Яку роботу виконає трактор за 2 хвилини? (1,5 бали)

8. Обчисліть кінетичну енергію автомобіля масою 1,2 т, який рухається зі швидкістю 15 м/с. Відповідь запишіть у кДж (1,5 бали).

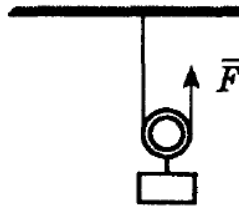
9. До меншого плеча важеля прикріпили тіло масою 5 кг, а до більшого 500 г. Довжина великого плеча 10 см. Яка повинна бути довжина малого плеча, щоб важіль перебував у рівновазі? (2 бали)

11. На яку висоту підійметься вантаж, якщо вільний кінець тросу опуститься на 1 м? (2 бали)



А. 2 м	Б. 4 м	В. 1 м	Г. 0,5 м
--------	--------	--------	----------

12. Який виграш у силі дає блок, зображений на рисунку? (1,5 бали)



А. У 2 рази	Б. У 4 рази	В. Не дає виграшу у силі	Г. У 3 рази
-------------	-------------	--------------------------	-------------

Компетентність 1d) науково-природничої компетентності, що висуває вимоги до уміння учнів виявляти ставлення й оцінювати історичний характер становлення знань з фізики, внесок видатних учених, роль і значення знань для пояснення життєвих ситуацій, застосування досягнень фізики для розвитку інших природничих наук, техніки й технологій, раціонального природокористування та запобігання їх шкідливого впливу на навколишнє природне середовище та організм людини, оцінювалась на таких завданнях:

Типи завдань I зрізу (для компетентності 1d) до формувального етапу

1. Назвіть імена відомих вам учених-фізиків. У яких галузях фізичної науки вони працювали?
2. Наведіть приклади досягнень українських вчених у галузі фізики й техніки.
3. Яких ще видатних українських фізиків ви можете назвати?

Типи завдань II зрізу (для компетентності 1d) впродовж формувального впливу

1. Сила тяжіння й вага тіла. Невагомість.
2. Як займатися спортом у невагомості?

Типи завдань III зрізу (для компетентності 1d) впродовж формувального впливу

1. Як ще називають виштовхувальну силу? Опишіть, де це використовують у техніці.
2. Чи втрачає вагу тіло, занурене в рідину або газ? Чому?

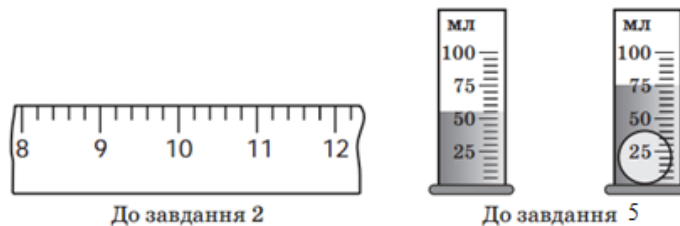
Типи завдань IV зрізу (для компетентності 1d) після формувального впливу

1. Для чого використовують прості механізми?
2. Чому на практиці корисна робота завжди менша від повної роботи?
3. Назвіть різновиди похилої площини.
4. Наведіть приклади використання простих механізмів у сучасних машинах.

Математична компетентність 2, що висуває вимоги до вмінь учнів розв'язувати розрахункові та графічні задачі, оцінювалась на таких завданнях:

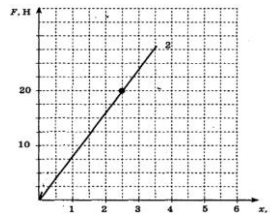
Типи завдань I зрізу (для компетентності 2) до формувального етапу

1. Кількість води в мензурках однакова (див. рисунок). Який об'єм має куля?
2. Яка ціна поділки лінійки (див. рисунок)?

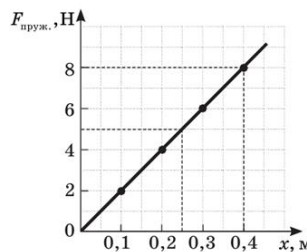


Типи завдань II зрізу (для компетентності 2) впродовж формувального впливу

1. На пружині висить вантаж масою 4 кг. Пружина подовжилася на 5 см. Визначте жорсткість пружини.

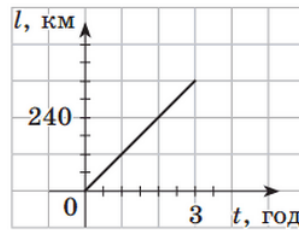


2. На пружині висить вантаж і розтягує її на 0,5 м. Знайдіть масу вантажу, якщо жорсткість пружини 700 Н/м.

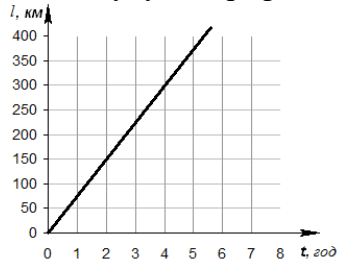


Типи завдань III зрізу (для компетентності 2) впродовж формувального впливу

1. За графіком залежності шляху від часу для рівномірного руху визначте швидкість руху тіла. Відповідь подайте в км/год і м/с. Побудуйте графік залежності швидкості руху від часу.



2. За графіком залежності шляху від часу для рівномірного руху визначте швидкість руху тіла. Відповідь подайте в км/год і м/с. Побудуйте графік залежності швидкості руху від часу.



Типи завдань IV зрізу (для компетентності 2) після формувального впливу

1. Хлопчик тягне санчата вгору, прикладаючи силу 25 Н. Якою є маса санчат, якщо висота гірки становить 3 м, її довжина — 6 м, а ККД — 80%? Зробіть пояснювальний рисунок (3 бали).
2. По похилій площині піднімають вантаж масою 60 кг, докладаючи до нього силу 250 Н, спрямовану вздовж площини. Визначте висоту площини, якщо її довжина дорівнює 10 м, а ККД 72 %? Зробіть пояснювальний рисунок (3 бали).

Приклади завдань із міжпредметними зв'язками фізики та біології для 8-х класів на тему «Теплові явища»:

1. Якщо спекотного дня листок рослини прикласти до щоки (зовсім необов'язково його зривати), то можна відчутти його прохолоду. Чому?
 - А. Рослина поглинає тепло з навколишнього середовища.
 - Б. Рослина випаровує в навколишнє середовище воду, через це внутрішня енергія листка зменшується й знижується його температура.
 - В. Лист рослини погано проводить теплоту.
2. Якщо організм переохолоджується, то м'язи починають тремтіти. Які перетворення енергії при цьому відбуваються?
 - А. Внутрішня енергія перетворюється на теплоту.
 - Б. Механічна енергія перетворюється на внутрішню енергію.
 - В. Внутрішня енергія перетворюється на механічну енергію.
3. Як змінюється внутрішня енергія людини при переохолодженні?
 - А. Змінюється незначно.
 - Б. Збільшується, тому що відбувається теплообмін з навколишнім середовищем
 - В. Зменшується енергія, знижується обмін речовин і сповільнюється діяльність мозку.

4. Чому густа шерсть верблюда захищає його від холоду й спеки?
- Між шерстинками є повітря, що має низьку теплопровідність
 - Шерсть добре відбиває теплове випромінювання
 - У верблюда великий жировий прошарок.
5. Чому «шубка» рятує джмелів від замерзання?
- «Шубка» затримує конвекційні потоки, уповільнює тепловіддачу і випромінювання.
 - Через відсутність конвекційних потоків.
 - Через відсутність теплообміну з навколишнім середовищем.
6. Для обігрівання житла в Арктиці використовують усе, що горить (жир тюленів, моржів, білих ведмедів, карликові деревця, торф'яний дерен, суху траву). Торф'яний дерен нарізають брикетами й підсушують, суху траву зв'язують у пучки. У скільки разів виділяється більше теплоти під час горіння торфугу, ніж сухої трави такої самої маси? $q_{\text{торфугу}} = 14 \cdot 10^7$ Дж/кг.
- Утричі більше.
 - Приблизно однаково.
 - У 1,5 рази менше.
7. Скільки сухих дров потрібно спалити, щоб нагріти воду в акваріумі, у якому розводять тритонів? Об'єм води становить 100л, вода нагрівається на 5°C .
- 0,21 кг.
 - 2,1 кг.
 - 0,021 кг.
8. Термотаксис в амеби звичайної негативний, вона пересувається з теплішої до менш нагрітої частини водойми. Поясніть поведінку амеби.
9. Миша тремтить не тільки від холоду, а й щоб зігрітися. Під час тремтіння зі скелетних м'язів виділяється тепло, хоча його не так і багато, але біохімічні реакції виділення теплоти різко прискорюються. Потремтить миша, постукає зубами й запустить на повну потужність власну опалювальну систему. А чому змінюється внутрішня енергія миші?
10. Прижився на архіпелазі Шпіцберген, завезений сюди в 1920 р. з Гренландії вівцебик. Кількість цих могутніх присадкуватих копитних, покритих густою та довгою (аж до землі) шерстю, помітно збільшилася за останні роки, добре, що на Шпіцбергені немає їхніх головних ворогів – вовків. Суворими зимами самки вівцебиків ховають маленьких дитинчат у себе під черевом, де в будь-яку завірюху тепло й затишно. Нині вівцебиків на Шпіцбергені є понад сотня, але спочатку було лише 17 особин. Чому малюкам під черевом матері тепло й затишно, незважаючи на низьку температуру повітря?
11. Холод впливає на фізичну активність та працездатність людини. Ціпеніють не лише м'язи, а й мозок, воля, без якої будь-яка боротьба приречена на поразку. Тому в зоні низьких температур, наприклад в Арктиці, діяльність людини починається із заходів щодо захисту від холоду: будівництва притулків, розведення багаття, приготування гарячої їжі тощо. Як змінюється внутрішня енергія організму в разі переохолодження?

12. Кудлата шуба дає змогу джмелям збирати нектар і пилок навіть у Заполяр'ї. Під таким одягом тіло джмеля за посиленої роботи м'язів нагрівається до 40°C . І чим північніше літає джміль, тим він більший і кошлатий. У тропіках джмелі не перегріваються. Чому шуба рятує джмелів від замерзання?

13. Засмагати мурашиному народу ніколи: всі дні в праці. І тільки рано навесні, коли розтане сніг, можна побачити їх на даху мурашника. Вони «засмагають». Виявляється, інша частина мурах у цей час спускається коридорами в нижні поверхи підземелля. Охолонувши, вони знову біжать нагору погрітися. Так циркулюють мурахі назустріч один одному. Поясніть поведінку мурах ранньою весною.

14. Білого ведмедя часто називають невтомним мандрівником Арктики. Найчастіше можна побачити, як він повільно йде серед безкраїх снігових полів або крижаних торосів. У цього величезного звіра «залізні» м'язи. Від холоду прикриває товстий шар жиру й біла або трохи золотиста шкура з густою шерстю. Навіть підошви лап захищено хутром. Звір здатний уплав у крижаній воді відкритого океану долати відстані в десятки кілометрів. Що рятує білого ведмедя від замерзання в умовах Арктики?

15. У стані спокою й на голодний шлунок тіло людини виробляє за добу стільки енергії, що її вистачило б для нагрівання 20 л води від 10°C до кипіння. Теплоти, що виділяється під час роботи дроворуба протягом 8 год, достатньо, щоб нагріти до кипіння 100 л води. Скільки енергії виробляє тіло людини в стані спокою і під час 8-годинного рубання дров?

16. Серед незвичайних рослин особливе місце посідає неопалима купина. Піднесіть до неї запалений сірник, і кущ спалахне яскравим полум'ям. Спалахне й відразу погасне. Проте вогонь не торкається листя. Секрет «неопалимої» давно розкритий: це ефіроносна рослина. Листя її виділяє легкі речовини, що спалахують і горять, немов порох. А якщо доторкнутися до цих листків рукою, то дрібні ефірні крапельки опалють шкіру. Палаюча і незгоряюча рослина, звичайно ж, шанувалася як надзвичайна, священна. Недарма про неопалимий чагарник розповідає Біблія. Поясніть, чому під час горіння ефірних речовин листя неопалимої купини не зазнає термічних опіків.

17. Що перешкоджає охолодженню тіла птахів під час польоту?

18. За добу організм людини отримує в середньому 10900 кДж енергії, а втрачає внаслідок теплопровідності й конвекції 2260 кДж, випромінювання – 3390 кДж, випаровування – 1880 кДж. Яка кількість енергії залишається для нормального функціонування організму?

19. Чому в тропіках, де температура океанської води є відносно високою (22°C), тривале перебування у воді спричиняє переохолодження організму, і людина гине. Яку кількість теплоти втрачає людина масою 70 кг, якщо організм її охолоджується за 1 год на $0,03^{\circ}\text{C}$?

20. Для чого киту товстий шар жиру?

21. Усі птахи – теплокровні істоти зі сталою температурою тіла. Вона вища ніж у ссавців, і становить приблизно 42°C , а в деяких видів $45,0 - 45,5^{\circ}\text{C}$. Тіло їх вкрито пір'ям, а передні кінцівки перетворилися в орган польоту – крила. Чим зумовлена сезонна зміна довжини й густоти оперення в птахів?

Учні експериментальних класів краще встановлюють причинно-наслідкові зв'язки, біологічні, природні і фізіологічні явища пояснюють з погляду фізичних теорій, показують цілісне сприйняття єдиної картини світу, уміють бачити взаємодію та взаємозв'язок між фізичними й біологічними явищами, уміють критично мислити, застосовувати здобуті знання в практичній діяльності, виявляти ставлення до довкілля на засадах екологічної культури та демонструють якісні відмінності у сформованості ключових компетентностей.

Таблиця 3.1.

Приклади використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності

Матеріал з фізики	Міжпредметні зв'язки	Приклади міжпредметних проєктів, типи зв'язків
7 клас		
Що вивчає фізика. Фізичні явища. Спостереження й досліди	Хімія: хімічні явища і їх відмінність від фізичних явищ	Явища природи (фізика-хімія)
Фізичні величини. Вимірювання фізичних величин «Визначення ціни поділки мензурки»	Математика: одиниці довжини, маси, швидкості. Десяткові дроби. Технологія: визначення ціни поділу вимірювальних приладів	Стародавні одиниці фізичних величин (фізика-історія-географія)
Рух молекул. Дифузія	Біологія. Дихання. Живлення рослин і людини	Дихання. Живлення рослин і людини. Перенос води й поживних речовин з коренів рослин до листя (фізика-біологія)
Три стани речовини. Будова речовини. Молекули	Природознавство. Три стани речовини. Розширення тіл під час нагрівання. Зміна об'єму води під час замерзання й нагрівання.	Агрегатний стан речовини. Желе – це тверде тіло чи рідина? (фізика-природознавство-кулінарія)

	Хімія. Поняття атома й розвиток знань про молекули	
Швидкість. Одиниці швидкості. Розрахунок шляху й часу руху	Математика. Обчислення фізичних величин за формулою. Рішення рівнянь з одним невідомим	Визначення середньої швидкості бігу на 100 м на уроках фізкультури. Порівняння швидкостей рухів тварин, техніки тощо. Обертальний рух у природі – основа відліку часу. Коливальні процеси в техніці та живій природі
Інерція. Явище тяжіння. Сила тяжіння	Фізкультура. Використання інерції у всіх видах спорту. Залежність від швидкості кидка або розбігу дальності й висоти стрибка, попадання м'яча та ін. Правила дорожнього руху. Безпека на вулиці	Чи можна швидко зупинитися під час бігу? (фізика-фізкультура-безпека в школі, на вулиці)
Вимірювання маси тіла на важільних терезах	Хімія: виконання лабораторних робіт під час зважування хімічних реактивів. Математика: переклад одиниць фізичних величин в кратні й частинні одиниці	Як змінювались терези з часом? (фізика-історія)
Густина. Розрахунок маси й об'єму тіла за його густиною	Математика: обчислення фізичних величин за формулами, розв'язок рівнянь з одним невідомим	Визначення густин різних речовин (фізика-математика)
Сила – векторна величина. Додавання сил	Математика: поняття вектора, його модуль. Сума векторів (матеріал з векторної алгебри). Поняття про масштаб. Географія: використання масштабу на картах	Як позбутися географічного та топографічного кретинізму? (фізика-географія)
Сила тертя. Тертя в природі й техніці	Технологія: роль мастила, заточка різців. Види тертя. Підшипники кочення. Тертя	Сила тертя – це добре чи погано? (фізика-технології)

	ковзання під час роботи напилком, рубанком	
Атмосферний тиск. Барометр-анероїд. Атмосферний тиск на різних висотах	Географія: зміна атмосферного тиску з висотою. Використання барометрів	Визначення висоти місцевості за барометром (фізика-географія)
Архімедова сила. Плавання тіл	Математика: знання про виміри й обчислення величин за формулами, про одиниці об'єму, маси	Моделювання, виготовлення та запуск парусного судна (фізика-технології)
Повітроплавання	Географія: вивчення стану атмосфери. Запуск куль-зондів. Передбачення погоди	Моделювання, виготовлення й запуск повітряного літачка (фізика-технології)
З'ясування умов плавання тіл у рідинах	Математика: обчислення фізичних величин за формулами, одиниці маси й об'єму. Переклад в кратні й частинні одиниці. Наближені обчислення, абсолютна похибка	Як, змінюючи об'єм плавального міхура, риба може занурюватися, спливати або плавати всередині рідини? Як моллюск наутилус плаває завдяки здатності змінювати об'єм внутрішніх порожнин у своєму організмі? Як повітряна оболонка на черевці дає змогу водяному павукові підніматися з глибини на поверхню? (фізика-біологія)
Важіль. Рівновага сил важеля. Важелі в техніці, побуті й природі	Біологія: будова людини. Скелет людини – сукупність важелів. Технологія: будь-яка машина складається з сукупності простих механізмів. Застосування правила рівноваги важелів під час обробки деталей, різання, заточування	Описове моделювання скелета людини (фізика- біологія-технології)
Енергія. Перетворення одного виду механічної енергії на інший	Географія: енергія річок, вітру. Будівництво на річках електростанцій	Перетворення механічної енергії на американських гірках
8 клас		

Температура. Внутрішня енергія. Теплопередача	Географія: спекотні й холодні місця Землі. Біологія: температурні межі існування білкового життя. Хімія: окисно-відновлювані реакції	Як змінюється внутрішня енергія тіла під час виконання роботи (фізика-біологія)
Зміна агрегатного стану речовини. Теплові двигуни	Природознавство: агрегатні стани речовини. Технології: будування теплових машин	Агрегатний стан речовини. Желе – це тверде тіло чи рідина? (фізика-природознавство-кулінарія)
Електричний заряд. Електричне поле. Електричний струм	Біологія: вплив електричного поля на живі істоти	Вплив електричного поля на живі істоти (фізика-біологія)
Робота й потужність електричного струму. Електричний струм у різних середовищах	Технології: чому і як використовують блискавковідводи? ОБЖ: правила техніки безпеки під час роботи з електрикою. Хімія: електроліз у хімії	Протікання струму в різних середовищах (фізика-хімія)
9 клас		
Магнітне поле	Географія: магнітні полюси Землі	Зміна магнітних полюсів. Можливо зараз? (фізика-історія-географія)
Світлові явища	Біологія: світ як чинник існування всього живого	Фотосинтез у фізиці та біології (фізика-біологія-хімія)
Розкладання білого світла на кольори. Утворення кольорів	Інформатика: моделі, за якими утворюється колір у техніці. RGB, CMYK та ін	Порівняти різні кольорові моделі, які використовуємо під час виробництв сучасних телефонів, смартфонів, планшетів
Око як оптична система. Зір і бачення. Окуляри. Вади зору та їх корекція	Біологія: будова ока	Як влаштований зір у різних істот? (фізика-біологія)
Звукові хвилі. Інфразвук і ультразвук	Біологія: будова вуха	Дослідити рівень шуму в класі в присутності та відсутності вчителя на уроці та перерві. Який вплив здійснює шум на організм людини (фізика-

		біологія)
Шкала електромагнітних хвиль. Фізичні основи сучасних бездротових засобів зв'язку. Радіолокація	Біологія: вплив на людину радіолокаційних станцій, станцій мобільного зв'язку 5G	Експериментально визначити межі сприйняття звукових сигналів людиною (фізика-біологія)
Фізичні основи атомної енергетики	Хімія: реакції поділу радіоактивних елементів у хімії	Порівняти записи ядерних реакцій у фізиці та в хімії (фізика-хімія)
Сучасна модель атома. Протонно-нейтронна модель ядра атома. Ядерні сили. Ізотопи	Хімія: принципи будови таблиці Менделєєва	Дослідити аналогії матеріалу про будову атома в фізиці та хімії (фізика-хімія)
Іонізаційна дія радіоактивного випромінювання. Природний радіоактивний фон. Дозиметри	Біологія: вплив іонізуючого випромінювання на живі істоти. Географія: поширення наслідків аварії на АЕС. Екологія: забруднення територій	Наслідки аварії на АЕС (фізика-біологія-екологія)
Другий та третій закони Ньютона	Математика: розв'язування задач	Пружні та непружні зіткнення (фізика-технології)
Закон всесвітнього тяжіння. Сила тяжіння. Прискорення вільного падіння	Астрономія: прискорення вільного падіння на різних планетах	Зробити аналіз значень прискорення вільного падіння на різних планетах Сонячної системи (фізика-астрономія)
Рух тіла під дією сили тяжіння та під дією кількох сил	Технології: використання в сучасному світі	Експериментальним шляхом визначити кут нахилу стрільби до горизонту для більшої дальності (фізика-технології)
Взаємодія тіл. Імпульс. Закон збереження імпульсу	Технології: використання в сучасному світі	Пружні та непружні зіткнення. Прояв в автомобілебудуванні

Проектна діяльність вплинула на формування таких наскрізних умінь, як: міркування, вирішення проблем та генерація ідей, комплексне вирішення проблем, аналітичне мислення та інновації, системний аналіз та оцінка, переконання й переговори, уміння творчості, оригінальності та ініціативності, екологічної грамотності й здорового життя. З'явилися такі прояви, притаманні в

інженерній та науковій практиці, як: уміння ставити наукові питання та генерувати гіпотези, планувати експерименти, управляти відповідними змінними, застосовувати кількісні міркування й відповідну математику для опису або пояснення явищ у світі природи (у межах дослідження на основі проєктів), збирати дані, виконувати аналіз даних, робити висновки й представляти результати (наприклад захист на уроці або секції Малої академії наук України).

3.2. Результати педагогічного експерименту та їх аналіз

Формалізуємо гіпотезу від змістовного формулювання «реалізація міжпредметних зв'язків між предметами природничого циклу в проєктній діяльності буде забезпечувати високий рівень засвоєння учнями фундаментальної природничо-наукової теорії та дасть змогу сформувати необхідні ключові компетентності» в статистичні гіпотези на основі результатів порівняльного аналізу рівнів сформованості компетентностей:

гіпотеза 1: рівні сформованості компетентностей до проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах суттєво не відрізнялися (рис. 3.2);

гіпотеза 2: рівні сформованості компетентностей у контрольній групі після проведення експерименту не зазнали суттєвих структурних змін (рис. 3.3) ;

гіпотеза 3: рівні сформованості компетентностей в експериментальній групі після проведення експерименту змінились суттєво – кількість дітей з низьким рівнем зменшилась, а з високим зросла (рис. 3.4);

гіпотеза 4: рівні сформованості компетентностей після проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах відрізняються суттєво (рис. 3.5).

Статистичну перевірку сформульованих гіпотез виконаємо за допомогою кутового перетворення φ (критерію Фішера), яке використовується для зіставлення двох рядів вибірових значень за зсувом частоти появи певної ознаки. Цей критерій можна застосовувати для оцінювання розбіжностей в будь-яких двох вибірках як залежних, так і незалежних, а також порівнювати показники однієї вибірки, виміряні в різних умовах.

Обчислення спостережуваних (емпіричних) значень критерію Фішера виконують за такою схемою:

1) Процентні співвідношення переводяться в долі одиниці (шляхом ділення на 100).

2) Долі одиниці переводяться в радіани за формулою кутового перетворення Фішера:

$$\varphi_1 = 2 \arcsin \sqrt{P_1}, \quad \varphi_2 = 2 \arcsin \sqrt{P_2},$$

де P_1 і P_2 — відповідні долі, що порівнюються.

3) Обчислюється спостережуване значення за формулою:

$$\varphi_{\text{дi}}^* = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n_1 + n_2}},$$

де n_1 і n_2 — обсяги досліджуваних вибірок.

4) Здійснюється перевірка значущості отриманого критерію шляхом знаходження ймовірності отриманого емпіричного значення в t розподілі Стьюдента.

Таблиця 3.2.

Результати перевірки статистичних гіпотез про наявність суттєвих змін у рівнях сформованості компетентностей до та після проведення експерименту

	Рівні		
	Високий	Середній	Низький
Ймовірність, з якою приймаються гіпотези про відсутність суттєвих змін у рівнях сформованості компетентностей до проведення експерименту в контрольній та експериментальних групах (однорідність груп)			
1.Науково-природнича компетентність			
1.1. сформованість понять, знання величин, законів, закономірностей, моделей, формул, рівнянь	0,9283	0,8902	0,9548
1.2. використання методів наукового пізнання, проведення дослідів, вимірювань, опрацювання даних, обчислення, графіків	0,9749	0,8808	0,9169
1.3. вміння розв'язувати задачі	0,8937	0,9646	0,9432
2. Математична компетентність (вміння розв'язувати розрахункові та графічні задачі)	0,8937	0,9646	0,9432
Ймовірність, з якою приймаються гіпотези про наявність суттєвих змін у рівнях сформованості компетентностей після проведення експерименту в контрольних та експериментальних групах			
1.Науково-природнича компетентність			
1.1.сформованість понять, знання величин, законів, закономірностей, моделей, формул, рівнянь	0,8446	0,9013	0,9999
1.2. використання методів наукового пізнання, проведення дослідів, вимірювань, опрацювання даних, обчислення, графіків	0,9431	0,8664	0,9963
1.3. вміння розв'язувати задачі	0,9308	0,5349	0,9982
2. Математична компетентність (вміння розв'язувати розрахункові та графічні задачі)	0,9308	0,5349	0,9982

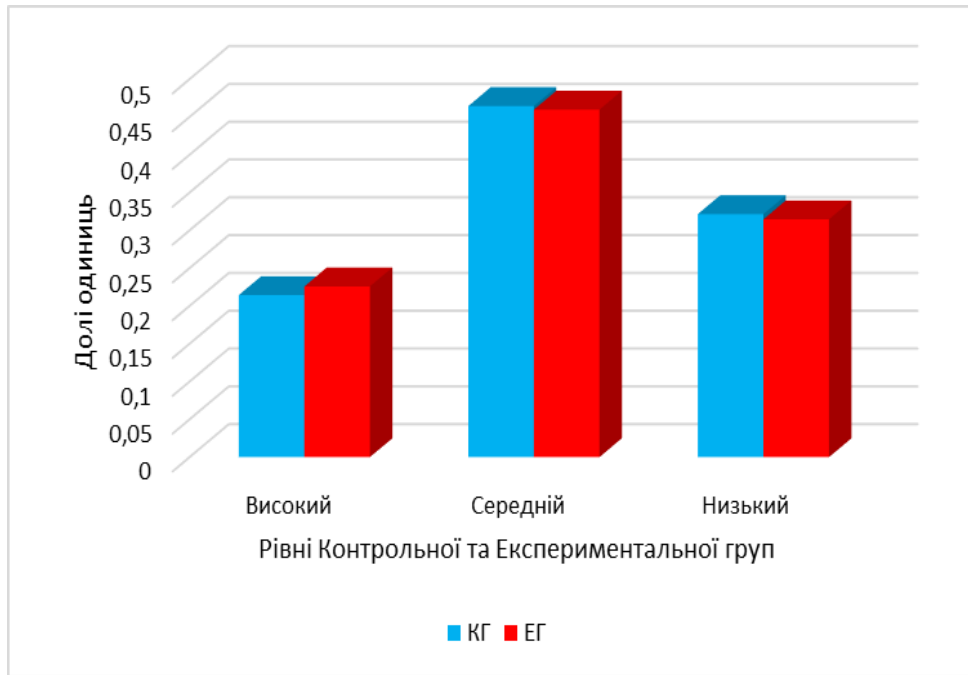


Рис. 3.2. Рівні сформованості компетентностей до проведення експерименту в КГ та ЕГ

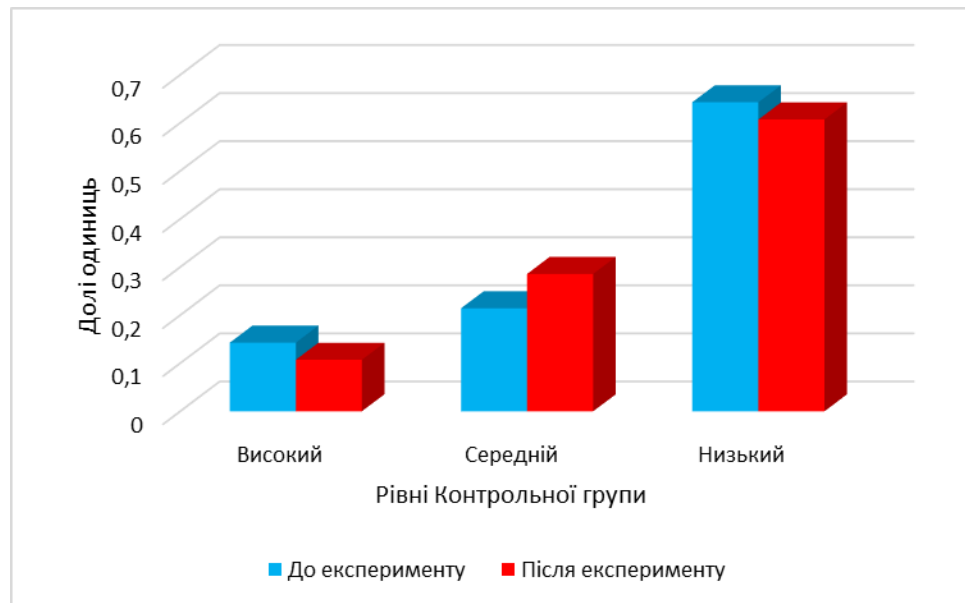


Рис. 3.3. Рівні сформованості компетентностей в КГ до та після формувального етапу експерименту

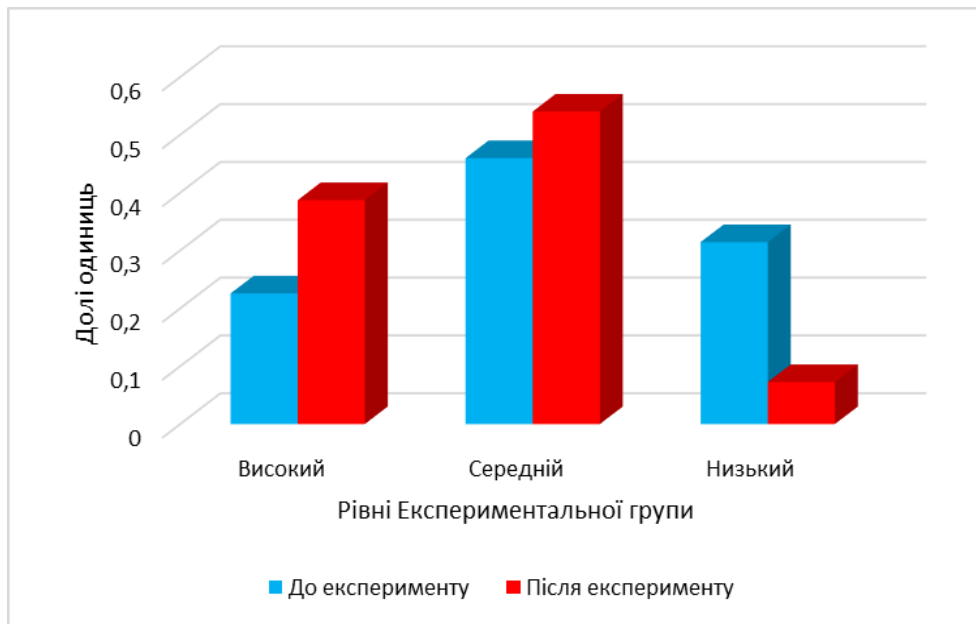


Рис. 3.4. Рівні сформованості компетентностей в ЕГ до та після формувального етапу експерименту

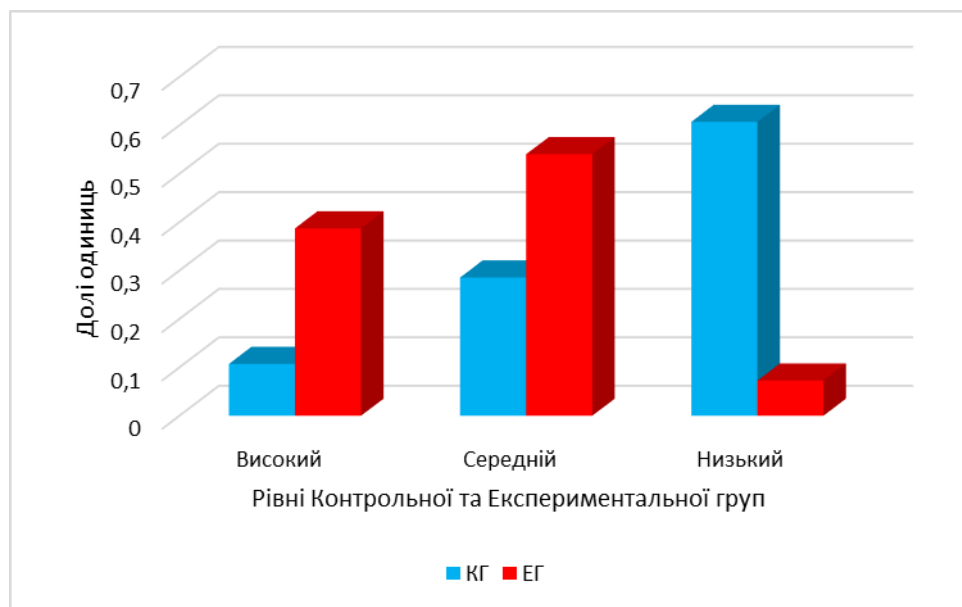


Рис. 3.5. Рівні сформованості компетентностей в КГ та ЕГ після формувального етапу експерименту

Таблиця 3.3.

Результати перевірки статистичних гіпотез про наявність суттєвих змін в загальних рівнях сформованості компетентностей до та після проведення експерименту в контрольній та експериментальних групах

	Рівні					
	Високий		Середній		Низький	
	До експ.	Після експ.	До експ.	Після експ.	До експ.	Після експ.
Експериментальна група						
Долі одиниці	0,2258	0,3468	0,2016	0,5403	0,6532	0,3065
Кутове перетворення	0,9904	1,2593	0,9313	1,6515	1,8823	1,1733
Спостережуване значення критерію φ^*	1,4278		0,7324		2,9513	
Ймовірність спостережуваного значення за критерієм Стьюдента	0,1554		0,4651		0,0037	
Ймовірність, з якою приймається гіпотеза про наявність суттєвих змін у рівнях сформованості	0,8446		0,5349		0,9963	
Контрольна група						
Долі одиниці	0,2143	0,2143	0,2143	0,2857	0,6429	0,6071
Кутове перетворення	0,9626	0,9626	1,5168	1,5498	1,8605	1,7868
Спостережуване значення критерію φ^*	0,1338		0,1502		0,1045	
Ймовірність спостережуваного значення за критерієм Стьюдента	0,8937		0,8808		0,9169	
Ймовірність, з якою приймається гіпотеза про наявність суттєвих змін у рівнях сформованості	0,1063		0,1192		0,0831	

На основі статистичного аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що всі чотири сформульовані гіпотези приймаються з високим рівнем надійності, а саме:

- 1) до проведення формувального експерименту контрольна та експериментальна групи були однорідними за рівнями сформованості

- досліджуваних компетентностей. Гіпотеза приймається з ймовірністю (див. табл. 3.2) не менше 0,8937;
- 2) після проведення експерименту рівні сформованості досліджуваних компетентностей **в контрольній групі** не зазнали суттєвих структурних змін. Ймовірність, з якою може бути прийнята гіпотеза про наявність змін (див. табл. 3.3), не більша 0,1192;
 - 3) після проведення експерименту рівні сформованості досліджуваних компетентностей **в експериментальній групі** змінилися суттєво. Ймовірності, з якими може бути прийнята гіпотеза про наявність змін для високого та низького рівнів, близькі до 1 (див. табл. 3.3), для середнього рівня зміни не є такими значущими;
 - 4) **після проведення формувального експерименту** контрольна та експериментальна групи суттєво відрізняються за високим та низьким рівнями сформованості досліджуваних компетентностей. Ймовірності, з якими приймається гіпотеза про відмінності для високого та низького рівнів (див. табл. 3.2), не менші 0,8446; для середнього рівня ймовірність не менша 0,5349.

Висновки до розділу 3

Компетентнісне навчання фізики учнів ЗЗСО II ступеня спрямоване на формування ключових і предметних компетентностей учнів. Під час нашого педагогічного експерименту організований освітній процес з фізики в гімназіях спрямований на формування ключових (науково-природничої та математичної) та предметних компетентностей шляхом використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності з фізики.

Організація міжпредметної проєктної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики полягає у:

- новому цілепокладанні – зміщенні акценту на формування ключових (науково-природничої та математичної) компетентностей;
- поелементному аналізу змісту навчання – виявленні змістових питань, які забезпечують інтеграцію знань та міжпредметні зв'язки під час вивчення предметів природничо-математичного циклу;
- організації проєктної діяльності, що реалізується стратегіями «знизу – вгору», «згори – вниз» та алгоритмізацією наукового, інженерного та кейс-методів;
- контрольній діяльності, що передбачає розроблення критеріїв і показників сформованості науково-природничої та математичної компетентностей.

Педагогічним експериментом доведена ефективність організаційних засад використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів гімназій у процесі компетентнісного навчання фізики, що підтверджується тим, що учні експериментальної групи:

- можуть формулювати (у межах дослідження на основі проєктів) наукові питання й гіпотези, розробити план проєкту і протокол експерименту, розглянути можливість управління відповідними змінними, збирати експериментальні дані, виконувати аналіз даних, розробити й скласти звіт, зробити висновки й представити результати (наприклад, захист на уроці);
- мають навички критичного мислення, уміння застосовувати кількісні міркування й відповідну математику для опису та пояснення природних явищ, роблять спроби моделювання процесів;
- проявляють розуміння процесу наукового дослідження й пояснення, знання основних фізичних принципів і їх додатків для розуміння живих систем.

На основі статистичного аналізу результатів педагогічного експерименту можна зробити висновок:

- 1) до проведення формувального експерименту контрольна та експериментальна групи були однорідними за рівнями сформованості досліджуваних компетентностей;
- 2) контрольна група приймала участь в експерименті, але без формуючого впливу. Після проведення експерименту рівні сформованості досліджуваних компетентностей в контрольній групі не зазнали суттєвих структурних змін;
- 3) рівні сформованості досліджуваних компетентностей в експериментальній групі після проведення експерименту змінилися суттєво для високого та низького рівня, для середнього рівня зміни не є такими значущими;
- 4) після проведення формувального експерименту контрольна та експериментальна групи суттєво відрізняються за високим та низьким рівнями сформованості досліджуваних компетентностей, для середнього рівня зміни не є значущими.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження щодо використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня як основи компетентнісного навчання фізики, а саме у формуванні ключових (науково-природничої та математичної) компетентностей дає підстави сформулювати такі висновки:

1. На основі аналізу нормативно-правових документів і науково-методичних праць та досвіду навчання фізики в ЗЗСО II ступеня визначено теоретичні, психолого-педагогічні та організаційні засади компетентнісного навчання фізики учнів гімназій та проєктної діяльності з використанням міжпредметних зв'язків. Виявлені суперечності між вимогами, визначеними начальною програмою з фізики для 7 – 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів щодо реалізації проєктної діяльності в навчанні фізики і недостатнім її теоретико-практичним забезпеченням; бажанням учнів виконувати самостійні творчі проєкти, які б задовольняли його освітні потреби, відображали не лише навчальні, а й життєві реальні ситуації; незабезпеченістю освітнього середовища відповідними засобами, методами й технологіями навчання; потенціалом міжпредметної проєктної діяльності й відсутністю відповідних методів і технологій, які б забезпечували формування природничо-наукової компетентності учнів ЗЗСО II ступеня на уроках фізики, можна вирішити шляхом використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів гімназій. Теоретично обґрунтовано, що міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня є основою компетентнісного навчання фізики.

2. Проаналізовано та узагальнено зміст понять «компетентнісний підхід», «компетенція», «міжпредметні зв'язки», «проєктування», «метод проєктів» у науковому та навчальному пізнанні. Здійснено уточнення поняття «міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності». Уперше запропоновано алгоритм визначення структури предметних компетенцій та компетентностей, показано співвідношення між ключовими й предметними компетенціями й

компетентностями. Також зацентовано увагу на тому, що компетентнісне навчання фізики в гімназіях визначає освітнє, світоглядне та виховне значення шкільного курсу фізики як навчального предмета, засобами якого мають формуватися ключові й предметні компетентності та наскрізні уміння учнів. З'ясовано, що підґрунтям здобуття учнями вміння навчатися впродовж життя, критично та творчо мислити, працювати в командах, спілкуватися в полікультурному середовищі є використання проєктних технологій із зануренням в міжпредметне середовище.

3. Визначено психолого-педагогічні засади й організаційні умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі компетентнісного навчання фізики, якими передбачено визначення ролі, значення й місця предметних і ключових компетенцій як вимог до його організації та виявлення можливостей фізики як навчального предмету у формуванні ключових (природничо-наукової та математичної) компетентностей і наскрізних умінь. Запропоновані структури як піраміди унаочнюють співвідношення основи, граней і вершини як складників компетентнісного навчання фізики, метою якого є формування ключових (науково-природничої та математичної) компетентностей засобами проєктної діяльності учнів гімназій з використанням міжпредметних зв'язків. Організація міжпредметної проєктної діяльності учнів у процесі компетентнісного навчання фізики полягає у: новому цілепокладанні – зміщенні акценту на формування ключових (науково-природничої та математичної) компетентностей; поелементному аналізі змісту навчання – виявленні змістових питань, які забезпечують інтеграцію знань та міжпредметні зв'язки у вивчені предметів природничо-математичного циклу; організації проєктної діяльності, що реалізується стратегіями «знизу – вгору», «згори – вниз» та алгоритмізацією наукового, інженерного та кейс-методів; контрольної-оцінювальної діяльності,

що передбачає розроблення критеріїв і показників сформованості науково-природничої та математичної компетентностей.

4. Удосконалення та алгоритмізація проєктних методів (наукового, інженерного та кейс-методу) з використанням міжпредметних зв'язків полягає в детальному описі кожного етапу проєкту за стратегіями «згори – вниз» та «знизу – вгору», які забезпечують ітераційність проєктної діяльності для виявлення причинно-наслідкових та міжпредметних зв'язків. Запропоновані підходи сприяють формуванню науково-природничої та математичної компетентностей, дають змогу розвивати такі якості особистості, як відповідальність (особиста та колективна), здатність розставляти пріоритети між важливим і терміновим, критичне мислення, вміння розв'язувати проблеми та ін. Доведено, що розв'язування життєво орієнтованих задач з використанням проблемних ситуацій стимулює мисленнєві процеси, забезпечує послідовний розвиток механізмів пізнавальної самостійності учнів та їх активне функціонування як свідомих суб'єктів пізнавального процесу.

5. За результатами педагогічного експерименту доведено, що використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів ЗЗСО II ступеня в процесі компетентнісного навчання фізики дає змогу отримати суттєву різницю між учнями контрольної та експериментальної груп за високим та низьким рівнями сформованості ключових (природничо-наукової та математичної) компетентностей. Практика використання проєктної діяльності є педагогічно доцільною для використання в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти, оскільки дає змогу успішно реалізувати зміст навчальних програм з фізики, сприяє підвищенню рівнів активності учнів під час навчання, мотивації до вивчення фізики, прояву мисленнєвих якостей особистості, а отже, чинить вагомий вплив на підвищення рівнів якості навчальних досягнень учнів з фізики, підвищення рівнів науково-природничої та математичної компетентностей учнів ЗЗСО II ступеня.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Актуальні проблеми модернізації базової фізичної освіти. Педагогічна і психологічна наука в Україні : зб. наук. праць : в 5 т. Т.3 : Загальна середня освіта. / Київ : Педагогічна думка, 2012. С. 149 – 160
2. Алексашина И. Ю. Моделирование методики преподавания интегрированного курса «Естествознание»: монография. Санкт-Петербург: СПб АППО, 2015. 178 с. (Научные школы Академии).
3. Алиева Н. З., Даниленко И. Н. Опыт разработки интегрированных курсов на базе блока естественнонаучных дисциплин. Проблемы интеграции гуманитарных, фундаментальных и профессиональных знаний в техническом образовании: материалы науч.-метод. конф. вузов Северного Кавказа (г. Новочеркасск, 11 – 12 окт. 2001 г.) / отв. ред. Н. И. Сысоев. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. С. 90 – 92.
4. Антонова О. Є., Ващук О. В. Інтегративний підхід до побудови моделі формування готовності вчителів до розвитку академічної обдарованості учнів. Професійна освіта в умовах інтеграційних процесів: теорія і практика : зб. наук. пр. / за заг. ред. С. С. Вітвицької, Н. Є. Колесник. Житомир : Н. М. Левковець, 2017. Ч. 1. С. 174 – 182.
5. Арцишевська М. Р. Інтеграція змісту освіти : монографія. Луцьк : Вежа, 2007. 311 с
6. Андреев А.Л. Компетентностная парадигма в образовании: опыт философско-методологического анализа. *Педагогика школьная. Научно-теоретический журнал.* 2007. С. 19 – 27.
URL: https://portalus.ru/modules/shkola/rus_readme.php?subaction=showfull&id=1193748437&archive=1194448667&start_from=&ucat=& (дата звернення 12.06.2021)

7. Андреев В.І. Педагогіка. Навчальний курс для творчого саморозвитку. Казань: Центр інноваційних технологій, 2000. С.39
8. Амонашвілі Ш.А. Роздуми про гуманну педагогіку. Москва: Изд.дом Шалвы Амонашвили, 1996. 494с
9. Арцишевська М. Р. Інтеграція змісту освіти : монографія. Луцьк : Вежа, 2007. 311с.
10. Атаманчук П.С. Управління процесом навчальної діяльності. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський держ. Пед .ін-т, 1997.136 с
11. Бабанський Ю.К. Оптимізація навчально-виховного процесу. Методологічні основи. Москва: Просвітництво, 1972. 192с
12. Бак В., Данюк М., Степанюк А. Висвітлення тенденцій інтеграції природничих наук та етики в змісті біологічної освіти старшокласників : монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2015.216 с.
13. Барановська О. В. Міжпредметна інтеграція як провідна тенденція в організації профільного навчання. *Пед. освіта: теорія і практика*: зб. наук. пр. / Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. Івана Огієнка; Ін-т педагогіки НАПН України. Кам'янець-Подільський, 2017. Вип. 22 (1). С. 9 – 13.
14. Беспалько В.П. Складові педагогічної технології. Москва: Педагогіка. 1989. 192с.
15. Берулава М. Н. Интеграция содержания образования. Москва : Педагогика, 1993. 172 с.
16. Берулава М. Н. Интеграция содержания общего и профессионального образования в профтехучилищах: теорет.-методол. аспект. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1988. 215 с.

17. Берулава М. Н. Теоретические основы интеграции образования: науч. изд. Москва : Совершенство, 1998. 174 с

18. Бех І.Д. Виховання особистості: у 2 кн. Кн.2: Особистісно орієнтований підхід: науково-практичні засади: навч.-метод. посібник. Київ, Либідь, 2003. 344 с.

19. Бех І.Д. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. *Рідна школа*. №4 – 5 (квітень – травень) 2014. С.77 – 79. URL: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/rsh_2014_4-5_21.pdf (дата звернення 13.06.2021)

20. Бех І.Д. Теоретико-прикладний сенс компетентнісного підходу у педагогіці. Київ: Виховання і культура №12 (17,18). 2009. С.5 – 7.

21. Биби́к С. Словник іншомовних слів: тлумачення, словотворення та слововживання. Харків: Фоліо, 2006. 623 с.

22. Бібік Н. Аналіз суперечностей у запровадженні компетентнісного підходу в шкільній освіті. *Гірська школа Українських Карпат*. 2015. № 12 – 13. С.44 – 47. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/gsuk_2015_12-13_27. (дата звернення 13.06.2021).

23. Бібік Н.М. Компетентнісний підхід: рефлексивний аналіз застосування. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / за ред. О. В.Овчарук. К.: «К.І.С.», 2004. С. 45 – 52.*

24. Бібік Н. М. Переваги і ризики запровадження компетентнісного підходу в шкільній освіті. *Український педагогічний журнал*. 2015. № 1. С. 47 – 58.

25. Біне А. Вимірювання розумових здібностей. Санкт-Петербург.: Союз. 1998. 432с.

26. Большакова І. О. Комплексне навчання у 20-х рр. ХХ ст. як джерело розвитку міжпредметної інтеграції змісту навчання другої половини ХХ ст. *Пед. освіта: теорія і практика: зб. наук. пр.* / Кам'янець-Поділ. нац. ун-т ім. Івана Огієнка, Ін-т пед. НАПН України. Кам'янець-Подільський, 2015. Вип. 18. С. 36 – 41. [URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/znppo_2015_18_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znppo_2015_18_7) дата звернення: 13.06.2021).

27. Бородина Т. С. Принципы интеграции учебной и научно-исследовательской деятельности студентов. *Современные проблемы науки и образования: электрон. научн. журн.* 2014. № 5. URL:<https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=14571> (дата звернення: 13.06.2021)

28. Буш Г.Я. Методологические основы научного управления изобретательством. Рига, Лиесма, 1974. 167с.

29. Буш Г.Я. Методы технического творчества. Рига, Лиесма, 1972. 73с.

30. Буш Г.Я. Тайны изобретательства. Рига, 1973. 34с.

31. Бьюзен Т. и Б. Супермышление/ пер. с англ. Е. А. Самсонов. Мінск.: ООО «Попурри», 2003. 304 с.

32. Вербицкий А. А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения: Материалы к четвертому заседанию методологического семинара, 16.11.2004. Москва: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 84 с.

33. Вигодський Л.С. Зібрання творів: у 6 т. Москва: Педагогіка. 1983. С.84 – 85

34. Вигодський Л.С. Педагогічна психологія. Москва: Педагогіка, 1991. 390с.

35. Войнович І. Комп'ютерні технології в розв'язанні творчих завдань з фізики *Інформатика*. 2005. №9. С.23 – 24.

36. Вятютнев М.Н. Коммуникативная направленность обучения русскому языку в зарубежных школах: матеріали III конгресу МАПРЯЛ . М. 1977. № 6. С. 38 – 45.

37. Гаджиев Г.М. Проектно-учебная деятельность учащихся как средство формирования готовности к преобразованию окружающей действительности: автореф.дис...на здобуття наук. ступеня д-ра наук: 13.00.01.Белгород, 2003. 38с.

38. Гершунський Б.С. Філософія освіти для XXI століття. М.: Досконалість, 1998. 616с.

39. Ги Лефрансуа. Прикладная педагогическая психология. Санкт-Петербург: «Прайм-ЕВРОЗНАК», 2005. 416с.

40. Гильмиярова С. Г., Матвеева Л. М. Уровни междисциплинарной интеграции учебных дисциплин на естественнонаучных факультетах университетов. *Вісн. Чернігів. нац. пед. ун-ту. Серія : Педагогічні науки / Чернігів. нац. пед. ун-т ім. Т. Г. Шевченка. Чернігів : ЧДПУ, 2011. Вип. 89. С. 227 – 229.*

41. Головань М. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. Вища освіта України. 2008. № 3. С. 23 – 30.

42. Головки М.В. Дидактичні основи побудови державного стандарту загальної середньої освіти. *Особистість в єдиному освітньому просторі : зб. наук. тез. Запоріжжя : ТОВ Фінвей, 2012. С. 123 – 128.*

43. Голубков Е.П. Маркетинговые исследования. 4-е изд. М. Финпресс, 1998. 314с.

44. Гончаренко С. Український педагогічний словник.. Київ:Либідь,1997. 374с.

45. Гончаренко С. У, Козловська І. М. Теоретичні основи дидактичної інтеграції у професійній середній школі. Педагогіка і психологія. 1997. № 2. С. 9 – 18.
46. Гончаренко С. У, Мальований Ю. Інтегроване навчання. За і проти. Освіта. 1994. 16 лют. (№ 15/16). С. 5
47. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. Москва: Педагогика.1977. 136с
48. Гризун Л. Е. Дидактичні основи проектування модульної структури навчальної дисципліни на засадах інтеграції наукових знань: автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків, 2009. 39с.
49. Гриньова М. В., Паляниця О. В. Природознавство : навч. посіб. для студ. пед. ун-тів. Полтава: АСМІ, 2006. 258с.
50. Громико Ю.В. Метапредмет «Проблема»: навч. посіб для стар. кл. Москва: Інститут підручника «Пайдейя», 1998. 322с.
51. Гуз К. Ж. Теоретичні та методичні основи формування в учнів цілісності знань про природу : монографія. Полтава : Довкілля-К., 2004. 472 с.
52. Гуз К. Ж. Теоретичні та методичні основи формування цілісності знань про природу учнів загальноосвітньої школи : автореф. дис.... д-ра пед. наук : 13.00.09 / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. Харків, 2008. 40 с.
53. Гузеев В. «Метод проектов» как частный случай интегральной технологии обучения *Директор шк.* 1995. №6. С.39 – 47
54. Давыдов В.В. Содержание и структура учебной деятельности школьников. Формирование учебной деятельности школьников. Москва: Педагогика, 1982. С.10 – 21

55. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: опыт теоретического и экспериментального исследования. Москва: Педагогика, 1986. 289с.

56. Данилюк А. Я. Теория интеграции образования : монография. Ростов-на-Дону : РГПУ, 2000. 448 с.

57. Джулай Л. І. Проблеми і перспективи інтеграції елементів контролю у навчальному процесі. *Педагогіка і психологія проф. освіти*. 1999. № 1. С. 135 – 138

58. Дмитренко П.В. Підготовка вчителів трудового навчання у вищих педагогічних навчальних закладах. Київ: ДУ Ін-т економіки та прогнозування НАН України, 2004. №3(5). С.102 – 107.

59. Дольнікова Л. В. Інтегративно-диференційований підхід до структурування змісту природничих дисциплін у медичних коледжах : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Тернопіл. держ. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2001. 20с.

60. Дубасенюк О.А. Компетентнісний підхід у професійній підготовці вчителя. Формування естетичної компетентності особистості засобами народознавства : зб. наук. праць молодих дослідників / за заг. ред. О.С. Березюк. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2010. С. 10 – 16.

61. Дьюи Д. Психология и педагогика мышления/ пер.с англ.-Москва: Изд.т-ва «МІРЪ», 1915. 202с.

62. Енгельмейер П.К. Теория творчества. Санкт-Петербург.: Образование,1910. 208с.

63. Енциклопедія освіти / голов. ред. В. Г. Кремень. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.

64. Єрмаков І.Г. На шляху до школи життєвої компетентності: проєктивний підхід. *Метод проєктів: традиції, перспективи, життєві результати: Практико зорієнтований збірник*. Київ: Департамент, 2003. С.15 – 29.

65. Заброцький М.М. Технологія розвитку комунікативної компетентності вчителя. *Практична психологія та соціальна робота*. 2007. № 1. С. 28-32; № 7. С. 31 – 34.

66. Заблоцька О.С. Компетентнісний підхід як освітня інновація: порівняльний аналіз. *Вісник Житомирського державного університету. Серія: Педагогічні науки*. Житомир, 2008. Вип. 40. С. 63 – 68.

67. Загвязинский В. И. Теория обучения: современная интерпретация : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. Москва: Академия, 2008. 192 с.

68. Закота Л.А. Проблемне навчання фізики: посібник для вчителів. Київ: Рад.шк., 1985. 96с.

69. Зарецкий Е. Что такое интеграция и какие ее разновидности? «SYL.ru» : URL: https://www.syl.ru/article/190336/new_что-такое-integratsiya-i-kakie-ee-raznovidnosti (дата звернення: 13.06.2021).

70. Засекіна Т.М. Визначення структури предметної компетентності учнів з фізики у 7-9 класах. *Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації*: матеріали методол. семінару, 3 квіт. 2014 р. Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2014. С. 364 – 370.

71. Засекіна Т. М. Формування змісту навчальних предметів на основі компонентів освітніх галузей державного стандарту. *Укр. пед. журн.* 2019. № 2. С. 53 – 65.

72. Засекіна Т.М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія . Київ: Педагогічна думка, 2020. 400 с.

73. Зверева Н.М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. Москва: Просвещение, 1980. 112с.
74. Зверев І.Д. Взаємозв'язок навчальних предметів. Москва. 1977.107с.
75. Ильин Г.Л. Научно- педагогические школы: проективный подход: монографія. Москва: Исследовательский центр ПКПС. 1999. 52с.
76. Ильченко В. Р., Гуз К. Ж. Образовательная модель «Логика природы». Концептуальные основы интеграции естественнонаучного образования : книга для учителя. Москва : Народное образование. Школьные технологии, 2003. 206 с.
77. Ильченко В.Р. Перекрёстки физики, химии и биологии. Книга для учащихся. Москва «Просвещение», 1986. 174 с.
78. Історія педагогіки: навч.посібник для студ. пед. навч. закладів/ за ред. проф. М.В.Левківського, д-ра пед.наук О.А.Дубасенюк. Житомир: ЖДПУ,1999. 336 с.
79. Калягин Ю. М., Алексенко О. Л. Интеграция школьного обучения. Нач. шк. 1990. № 9. С. 28 – 29.
80. Касперський А.В. Система формувань знань з радіоелектроніки у середній та вищій педагогічній школах. Київ: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2002. 325с.
81. Касянова Г.В. Системи фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів: дис...канд.пед.наук:13.00.02 .Київ. 1995. 246с.
82. Киселев Ю. П. Теоретическая модель конструирования содержания интегрированного курса «Естествознание» на основе концептного подхода для системы СПО. Современные проблемы науки и образования : электрон. научн. журн. 2018. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28423> (дата звернення: 13.06.2021).

83. Клепко С. Ф. Інтегративна освіта і поліморфізм знання. Київ ; Полтава ; Харків : ПОППО, 1998. 360 с.

84. Клочек Г. Міжпредметна інтеграція навчальних предметів «Українська література» та «Зарубіжна література» як об'єктивна необхідність. Освітня політика : портал громадських експертів : 2016. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/834-mizhpredmetna-integratsiyanavchalni-kh-predmetiv-ukrajinska-literatura-ta-zarubizhna-literatura-yak-obektivna-neobkhdnist> (дата звернення: 13.06.2021).

85. Клименко В.В. Психологічна підтримка творчості учня. Київ: Шкіл.світ.2001. 47с.

86. Кміт Я. Інтеграція та диференціація як об'єкти загальнонаукового дидактичного аналізу. *Педагогіка і психологія проф. освіти*. 1999. № 1. С. 35–40.

87. Коберник О. Розробка творчих проєктів на уроках технічної праці. *Трудова підготовка в закладах освіти*. 2002. №1. С.41 – 45

88. Коваль Л.В. Професійна підготовка майбутніх учителів: технологічна складова. Донецьк: Юго-Восток, 2009. 375 с.

89. Козловська І. М. Дидактична інтегративна педагогіка: теорія та практичне застосування у професійно-технічній школі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : зб. наук. пр. / Вінниц. держ. пед. ун-т ім. М. Коцюбинського. Київ : Друк плюс, 2011. Вип. 27. С. 557 – 564.

90. Козловський Ю. М., Козловська І. М., Білик О. С. Розвиток наукових досліджень із проблем освітньої інтеграції в українській педагогіці (кінець ХХ – початок ХХІ століття). *Інновац. педагогіка*. 2019. Вип. 14, т. 2. С. 55 – 59.

91. Коллингс Е. Опыт работы американской школы по методу проектов/ пер. с англ. Москва: Новая Москва, 1926. 288с.

92. Колясникова Н. Н. Конструирование интегративного курса «Естествознание 5—6» на основе дедуктивного метода : автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.02 / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2007. 22 с. URL: <http://elar.uspu.ru/handle/uspu/364> (дата звернення: 13.06.2021).

93. Коменський Я.А. Вибрані педагогічні твори. Москва: Педагогіка, 1995. 467с.

94. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи/ за ред. О. В. Овчарук. Київ : «К.І.С.», 2004. 112 с.

95. Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації: матеріали методол. семінару 3 квіт. 2014 р. Київ. Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2014 . 370 с.

96. Компетентностный подход в педагогическом образовании: Коллективная монография / за ред. В.А. Козырева, Н.Ф. Родионовой, А.П. Тряпициной. СПб.: РГПУ им.А.И.Герцена, 2004, 392 с.

97. Король О. В. Формування екологічної культури учнів V—VI класів у процесі вивчення інтегративного курсу «Навколишній світ» : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Ін-т пробл. виховання АПН України. Київ, 1999. 19 с.

98. Коростельова Є., Голуб О. Використання бінарних уроків фізика-біологія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2016. №4. С.2 – 5.

99. Коростельова Є.Ю. Застосування методу кейсів у проектній діяльності для реалізації завдань нової української школи. *Науковий часопис*

Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Вип. 59, 2017 . С.74 – 79.

100. Коростельова Є., Цимбал К. Використання бінарних уроків фізика-хімія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. *Фізика та астрономія в рідній школі. 2017. №6. С.11 – 14.*

101. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки: Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. Вип.177, С.199 – 204.*

102. Коростельова Є. Ю. Реалізація міжпредметних зв'язків між дисциплінами природничого циклу в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Освітні Обрії : Науково-педагогічний журнал. Івано-Франківськ: РВВ ОППО, 2020. Том 51 №2, С. 90 – 96.*

103. Коростельова Є. Ю. Організація та результати педагогічного експерименту з формування науково-природничої та математичної компетентностей при реалізації міжпредметних зв'язків в проєктній діяльності з фізики учнів основної школи. *Вісник Черкаського національного університету. Серія Педагогічні науки, Черкаси, 2021. Вип.2, С. 168 – 176.*

104. Korostelova Y. Project approach in the realization interdisciplinary connections in teaching physics. *KELM, Wydawca Fundacja Instytut Spraw Administracji Publicznej w Lublinie. 2018. №1 (21). P. 107 – 121 (зарубіжне видання Польщі).*

105. Коростельова Є. Проектна діяльність учнів у процесі вивчення фізики як засіб здобуття ключових компетенцій. *Фізика та астрономія в рідній школі. №5. 2016. С. 23 – 29.*

106. Коростельова Є. Компетенції XXI століття: формування в освітньому процесі. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №1. 2018. С. 9 – 11.

107. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матеріали Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф., м. Кропивницький, 05 – 23 квітня 2019р. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. Винниченка. 2019. С. 93 – 95.

108. Коростельова Є.Ю. Формування ключових компетентностей учнів основної школи на уроках фізики. *Сучасні інформаційні технології в освіті та науці*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. уч., м. Житомир, 05 – 08 листопада 2019р. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2019. С. 41 – 44.

109. Коростельова Є.Ю. Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності з фізики учнів основної школи. *Інноваційний потенціал сучасної освіти та науки* : матеріали Міжнар. наук.- практ. конф., м. Київ, 29 травня 2020р. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2020. С.142 – 146.

110. Коростельова Є., Сиротюк В. Міждисциплінарні зв'язки в проектній діяльності з фізики учнів основної школи. *Міждисциплінарний дискурс: теорія, практика, досвід*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 14 травня 2021. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2021. С.73 – 77.

111. Коростельова Є. Застосування методу кейсів у проектній діяльності. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №2. 2018. С.15 – 19.

112. Корсак К. В. Підстави і напрями реформування середньої школи України: структура і стандарти змісту. *Освіта і упр.* 1998. Т. 2, № 4. С. 31 – 39.

113. Корчевський Д. О. Філософські аспекти інтеграції змісту підготовки майбутніх фахівців комп'ютерного профілю. *Наук. часоп. Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. Серія 17. Теорія і практика навчання та виховання* : зб.

наук. пр. / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. Вип. 24. С. 104 – 110.

114. Котлер Ф., Триас де Без Фернандо. Новые маркетинговые технологии. Санкт-Петербург, Нева, 2004. 192с.

115. Краевский В., Хуторской А. Основы обучения: Дидактика и методика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений . Москва: Academia. 2007. 352 с. [URL:https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/books/fragments/fragment_21492.pdf](https://www.academia-moscow.ru/ftp_share/books/fragments/fragment_21492.pdf) (дата звернення 12.06.2021)

116. Крутецкий В.А. Вопросы психологии способностей/ за ред. В.А. Крутецкого. Москва: Педагогика, 1973. 216с.

117. Крутії К., Стеценко І. Зима-білосніжка. Природничо-наукова освіта дошкільників : блоково-тематичне планування на засадах інтеграції та методичні поради. 2-ге вид., випр. та допов. Запоріжжя : ЛППС, 2019. 124 с.

118. Кубасов О. П. Интеграция в образовании : сущностная характеристика. Казан. пед. журн. 2008. № 10. С. 70 – 77. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-v-obrazovanii-suschnostnaya-harakteristika> (дата звернення: 13.06.2021).

119. Кузьмініх В.О., Воронько М.П., Коростельова Є.Ю. Аналіз ризиків у корпоративній системі управління проектами. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2010. Т.12. №3. С.99 – 107

120. Кузьмініх В. О., Коваль О. В., Хаустов Д. В., Коростельова Є. Ю. Управління агрегованими групами проєктів. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2011. Т. 13, № 3. С.106 – 116.

121. Кулагін П.Г. Ідея міжпредметних зв'язків в історії педагогіки. *Радянська педагогіка*. 1964, №2. С. 17.

122. Курач Л. І. Інтеграція предметів гуманітарного циклу як ефективного засобу розвитку комунікативної компетентності учнів. Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2018 рік. Київ : Пед. думка, 2018. С. 122 – 123.

123. Лазарева М. В. Интегрированное обучение детей в дошкольных образовательных учреждениях : дис.... д-ра пед. наук : спец. 13.00.01. Москва, 2010. 479 с.

124. Леднев В. С. Содержание образования. Москва : Высш. шк., 1989. 360 с.

125. Лернер П.С. Проектування, як основний вид пізнавальної діяльності школярів. *Сучасні шкільні технології./* упоряд. І.Рожнятовська, Київ : Ред.загальнопед.газ. 2004. Ч.2.С.39 – 54.

126. Личность. Творчество. Развитие. Учеб. метод пособие/ за ред. В.Г.Рындак. Москва: Педагогический вестник, 2001. 290 с.

127. Ляшенко О.І. Результати вивчення навчальних досягнень учнів 8 класу за методикою міжнародного обстеження TIMSS. *Фізика і Астрономія в школі*. 2005. №6. с.3 – 8.

128. Ляшенко О.І. Сучасний зміст шкільної освіти: яким йому бути? *Комп'ютер в школі та сім'ї*. 2009. № 6. С. 3 – 6.

129. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физики в средней школе: пос. для учителей. Москва: Просвещение, 1980. 127с.

130. Мартиненко С. Сучасні підходи до формування комунікативної компетентності майбутнього вчителя початкової школи *Науковий вісник*

Волинського національного університету імені Лесі Українки: педагогічні науки (14). С. 85 – 89.

131. Мартинюк М. Т., Декарчук М. В., Краснобокий Ю. М., Хитрук В. І. Функціонально-галузевий підхід до підготовки майбутнього вчителя освітньої галузі «Природознавство». *Вісн. Черкас. ун-ту. Серія : Педагогічні науки* / Черкас. нац. ун-т ім. Богдана Хмельницького. Черкаси, 2012. Вип. № 12. С. 73 – 77.

132. Мартинюк М. Т., Декарчук М. В., Хитрук В. І. Теоретичні і методичні засади підготовки вчителя фізики в контексті реалізації інтегративного освітньогалузевого підходу до підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Поділ. нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. Серія : Педагогічна* / Кам'янець-Поділ. ун-т ім. Івана Огієнка. Кам'янецьПодільський : К-ПДПУ, 2013. Вип. 19. Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю. С. 299 – 301.

133. Масол Л. М. Загальна мистецька освіта : теорія і практика : монографія / Ін-т пробл. виховання АПН України. Київ : Промінь, 2006. 432 с.

134. Масюкова Н.А. Проектирование в образовании: монографія. Мінск: Нац. ин-т образования. 1999. 287с.

135. Матяш Н.В. Психология проектной деятельности школьников/ за ред. В.В.Рубцова. Мозырь: РИФ «Белый ветер» , 2000. 286с.

136. Медведок Є. К. Реалізація міжпредметних зв'язків як умова інтеграції змісту освіти. *Біологія*. 2004. Берез. (№ 9). С. 2 – 5.

137. Методика вивчення курсу «Природознавство» («Довкілля») у 5 – 6 класах : навч.-метод. посіб. / В. Р. Ільченко та ін. Київ : Пед. думка, 2008. 168 с.

138. Методика выявления и описания интегративных процессов в учебно-воспитательной работе СПТУ / сост. Ю. С. Тюнников. Москва : АПН СССР, 1988. 46 с

139. Мирзаева М.М., Гайдаев А.А. Методика осуществления межпредметной интеграции физики с дисциплинами естественнонаучного цикла при обучении физике в школе. *Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Психолого-педагогические науки.* 2017. Т.11, №1, с.97 – 101.

140. Міжпредметні зв'язки у викладанні основ фізики і математики в школі. Міжвузівський збірник наукових праць. /за ред. А.В.Усовой. Челябинск: ЧГПИ. 1982.

141. Мітрасова О. П. Теорія і практика інтегрованого навчання хімічних дисциплін студентів аграрного університету : дис.... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Ін-т педагогіки АПН України. Київ, 2009. 542 с.

142. Морозов А.В. Креативная педагогика и психология: учеб.пос. Москва:Академический проект, 2004. 560с.

143. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика. 7–9 класи. С.1 – 40. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>(дата звернення 12.06.2021)

144. Нагорна Н.В. Формування у студентів понять компетентності й компетенції. *Виховання і культура.* 2007. № 1 – 2 (11 – 12). С. 266 – 268

145. Наумова А.В. Решение изобретательских задач в маркетинге. Новосибирск: Изд-во СибУПК, 2001.52 с.

146. Нейронная пластичность и когнитивность. Структура и организация. <https://www.cognifit.com/ru/brain-plasticity-and-cognition> (дата останнього звернення 11.08.2021)

147. Непрокина И. В., Ташкина Е. В. Феномен интеграции : историкопедагогический аспект. Теория и практика общественного развития. 2012. № 12. С. 271 – 275.

148. Нова українська школа/ Н. З. Софій та ін. ; за ред. Н. М. Бібік. Київ : Плеяди, 2017. 204 с.

149. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ.пед.вузов и системы повыш.квалиф.пед.кадров/ Е.С.Полат та ін. за ред.Е.С.Полат. Москва: Издательский центр Академия, 2005. 272с.

150. Овсяницька Л.П. Співвідношення понять «діяльність» і «творчість» (Психологічний контекст) *Вісн. Прикарпат. Ун-ту. Філософські і психологічні науки*.2001.ВипускІУ. С.179 – 185

151. Овчарук О.В. Розвиток компетентнісного підходу: стратегічні орієнтири міжнародної спільноти. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: бібліотека з освітньої політики / за ред. О.В. Овчарук. Київ, 2004. Київ: «К.І.С.», 2004. С. 5 – 14*

152. Онищенко І.В. Формування творчої компетентності майбутнього вчителя початкових класів у процесі професійної підготовки. *Педагогіка вищої та середньої школи: Збірник наукових праць* . Кривий Ріг: КП ДВНЗ «КНУ» , 2012. Вип.36. С. 182 – 187

153. Опачко М. В. Інтегративний підхід до реалізації дидактичного менеджменту у підготовці магістрів-фізиків. *Зб. наук. пр. Кам'янець-Поділ. нац. ун-ту ім. Івана Огієнка. Серія : Педагогічна / Кам'янець-Поділ. ун-т ім. Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський : К-ПДПУ, 2016. Вип. 22. С. 43 – 45.*

154. Пак М. Теоретические основы интегративного подхода в процессе химической подготовки учащихся профтехучилищ : дис.... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. Санкт-Петербург, 1991. 308 с.

155. Пастирська І. Інтеграція змісту предметів природничого і гуманітарного циклів як загальнопедагогічна проблема (кінець ХХ — початок ХХІ століття) : дис.... канд. пед. наук : 13.00.01 / Хмельниц. нац. ун-т. Хмельницький, 2012. 261 с.

156. Пастирська І. Я. Періодизація інтеграційних процесів в українській педагогіці. Педагогіка і психологія проф. освіти. 2011. № 3. С. 203 – 210. Бібліогр.: 12 назв.

157. Пахомова Н. Інтеграція як провідна тенденція розвитку суспільства та освіти : історико педагогічний аспект. Витоки педагогічної майстерності : зб. наук. пр. / Полтав. нац. пед. ун-ту ім. В. Г. Короленка. Полтава, 2013. Вип. 11. С. 250 – 256

158. Педагогика: Большая современная энциклопедия / сост. Е.С. Рапацевич. – Мн.: Современное слово, 2005. 720 с.

159. Пентин А. Учебное исследование и то, что им не является// Лицейское и гимназическое образование. 2002. №10. С.35 – 39

160. Пентин А. Ю., Ковалева Г. С., Давыдова Е. И., Смирнова Е. С. Состояние естественнонаучного образования в российской школе по результатам международных исследований TIMSS и PISA. Вопросы образования. 2018. № 1. С. 79 – 99.

161. Петрук О. М. Проблема інтегрованого підходу до процесу навчання в науковій літературі. Педагогічний дискурс : зб. наук. пр. / Ін-т педагогіки НАПН України ; Хмельниц. гуманітар.-пед. акад. Хмельницький, 2010. Вип. 8. С. 176 – 180.

162. Пивоварова Л. В. Интегративная биология: проблемы формирования биологической грамотности. Москва: Кредо, 2008. 252с.

163. Підласий І.П. Практична педагогіка або три технології. Інтерактивний підручник для педагогів ринкової системи освіти. Київ: Видавничий Дім «Слово», 2004. 616 с.

164. Подопригора Н. В. Інтеграційний підход до навчання студентів природничих дисциплін. Наук. зап. [Кіровоград. держ. пед. ун-ту ім. Володимира Винниченка]. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти : зб. наук. пр. / Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка. Кропивницький, 2017. Вип. 12, ч. 2. С. 31 – 37. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2017_12\(2\)_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmfm_2017_12(2)_7). (дата звернення: 13.06.21).

165. Пометун О.І. Теорія та практика послідовної реалізації компетентнісного підходу в досвіді зарубіжних країн. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи* / за ред. О.В. Овчарук. Київ, 2004. Київ: «К.І.С.», 2004. С. 16 – 25.

166. Поліхун Н. Перший досвід уроку- діалогу: метод.бюл.пед.кол. школи-гімназії №48. Київ,1997. Вип.1.С.10 – 16

167. Поліхун Н.І. Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики на основі проектної технології. *Молодь і ринок*. 2005. №5(15). С.113 – 116.

168. Поліхун Н.І. Формування проектної діяльності старшокласників у процесі навчання фізики. *Проблеми дидактики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. Зб.наук. праць Кам.-Под.держ.ун.-т. :Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2006. Вип.12. С.59 – 62.

169. Поліхун Н.І. Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики з використанням проектної технології: дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02.Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2007. 253с.

170. Пономарев Я.А. Психология творчества и педагогика. Москва: Педагогика, 1976. 280с.

171. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 23 лист.2011р.№1392. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення 12. 06.2021).

172. Проблеми інтеграції природничо-наукової освіти: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. Москва. 1992.

173. Просіна О. В. Підготовка вчителів до інтегрованого навчання предметів мистецького циклу : автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.04 / Луган. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Луганськ, 2011. 20 с.

174. Пушкарьова Т. О. Інтеграція знань учнів у природничих курсах. Біологія і хімія в шк. 2003. № 5. С. 46 – 48.

175. Пушкарьова Т. О., Топузов О. М. Інтегративно-діяльнісна педагогіка : монографія. Київ : Пед. думка, 2019. 304 с.

176. Пуанкаре А. О науке.: пер.с фр./за ред. Л.С.Понтрягина. Москва: Наука,1990. 736с.

177. Пушкарьова Т. О., Топузов О. М. Інтегративно-діяльнісна педагогіка : монографія. Київ : Пед. думка, 2019. 304 с.

178. Разумовский В.Г. Творческие задачи по физике в средней школе. Москва: Просвещение, 1966. 155с.

179. Ремизов А.Н., Максина А.Г.,Потапенко А.Я. Учебник по медицинской и биологической физике.Москва «Дрофа», 2003, 560с.

180. Решетова З. Психологические основы профессионального обучения. Москва: Изд-во МГУ, 1985. 207 с.

181. Рибалка В.В. Психологія розвитку творчої особистості: навч. - метод. посіб. Київ: ІЗМН.1996. 236с.

182. Рибалко Л. М. Дидактичні основи навчання природничих предметів на засадах еколого-еволюційного підходу в загальноосвітніх навчальних закладах : дис.... д-ра пед. наук : 13.00.09 / Ін-т педагогіки НАПН України. Київ, 2015. 537 с.

183. Рибалко Л. М. Наступність у формуванні цілісних знань про живу природу в учнів 5 – 7 класів : автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.09 / Ін-т педагогіки АПН України. Київ, 2008. 28 с.

184. Рибалко Л. М. Педагогічні основи формування в учнів цілісності знань про живу природу. Наук. зап. Тернопіл. нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Серія : Педагогіка / Тернопіл. нац. пед. ун-т ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль, 2010. № 1. С. 126 – 132.

185. Родніна І. В. Компетентнісно орієнтований підхід до навчання. Харків.: Основа, 2006. 94 с.

186. Романець В.А. Психологія творчості: навч. посіб.для ВУЗів. Вид 2-ге. Київ: Либідь,2001. 288с.

187. Савченко О. Я. Розвивальний потенціал змісту освіти у 12-річній школі. *Освіта*. 2008. Квіт. (№ 15/16). С. 10.

188. Савченко О. Я. Компетентнісний підхід у сучасній вищій школі . *Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку*. 2020. № 3
URL: http://www.intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_e

[magazine pedagogical science vypuski n3 2010 st 16/](#) (дата звернення 12.06.2021)

189. Савченко О.Я. Формування професійної компетентності засобами моделювання педагогічних ситуацій на заняттях у вищих навчальних закладах. *Витоки педагогічної майстерності*. 2012. Випуск 10. С. 257 – 262. http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vpm_2012_10_57.pdf (дата звернення 12.06.2021)

190. Сбруєва А. А., Рисіна М. Ю., Осьмук Н. Г., Чистякова І. А. Практикум з історії педагогіки: навч.-метод. посіб. Вид 4-те, доповнене й перероблене. Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2019. 165 с.

191. Семин Ю. Н. Теория и технология интеграции содержания общепрофессиональной подготовки в техническом вузе: дис.... д-ра пед. наук: 13.00.08 / Ижев. гос. техн. ун-т. Ижевск, 2001. 403с. URL: <https://www.dissercat.com/content/teoriya-i-tekhnologiya-integratsii-soderzhaniya-obshcheprofessionalnoi-podgotovki-v-tekhnich> (дата обращения: 13.06.2021).

192. Сечкина И. В., Сечкин Г. И. Синтез как цель, метод и конечный результат интеграции знаний. Омский науч. вестн. 2014. № 3. С. 191 – 192.

193. Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. Санкт-Петербург: ООО Речь, 2000. 350с.

194. Симакова Н. В. Интеграция предметов естественнонаучного цикла как средство формирования целостного миропонимания школьников: автореф. дис.... канд. пед. наук: 13.00.01 / Глазов. гос. пед. ин-т им. В. Г. Короленко. Ижевск, 2005. 20с.

195. Сисоєва С. Особистісно орієнтовані педагогічні технології: метод проектів *Неперерв.проф.осв.:теор. і пр.* 2002. №1(5). С.73 – 80
196. Сікора Я. Теоретичні та методологічні основи компетентнісного підходу. *Вісник Житомирського державного університету. Серія: Педагогічні науки.* Житомир, 2011. Вип. 59. С. 98 – 102.
197. Сільвейстр А. М. Теоретико-методичні засади навчання фізики майбутніх учителів хімії і біології : дис.... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова ; Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка. Кропивницький, 2017. 633с.
198. Скринська О. Л. Дисциплінуюче виховання в педагогічній спадщині Джона Локка - дис... канд. пед. наук: 13.00.01 / Рівненський ін-т слов'янознавства Київського ін-ту "Слов'янський ун-т". Київ, 2002. 224с.
199. Сластенин В.А., Исаев И.Ф., Шиянов Е.Н. Педагогика: учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / за ред. В.А. Сластенина. - М.: Издательский центр «Академия», 2002. 576 с.
200. Смагин В.И. Обучение приемам экспериментально-исследовательской деятельности как средство формирования творческой активности старшеклассников. Харків: ХГПИ, 1989. 54с.
201. Собко Я. М. Теоретико-методичні основи впровадження інтегративних курсів у професійно-технічній освіті : навч.-метод. посіб. Львів : Норма, 2014. 136 с.
202. Старцева Е.А. Реализация межпредметных связей физики и математики в средней школе – дис. ... канд. пед. наук:13.00.02/ Москва, 2000. 170 с.
203. Степанець Р. В. Интеграция как гносеолого-педагогический феномен. Вестн. Брянс. гос. ун-та. Педагогика и психология. 2014. № 1. С. 95 – 100. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-kak-gnoseologopedagogicheskiy-fenomen> (дата звернення: 20.08.2020).

204. Степанюк А. В. Методологічні та теоретичні основи формування цілісності знань школярів про живу природу : автореф. дис.... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Тернопіл. держ. пед. ун-т ім. Володимира Гнатюка. Тернопіль, 1999. 43с.

205. Степанюк А. В. Формування цілісних знань школярів про живу природу : монографія. 2-ге вид., переробл. й допов. Тернопіль : Вектор, 2012. 228 с.

206. Степанюк А. В., Степанюк Т. О. Інтеграційно-системний підхід як основа проектування підготовки магістрів спеціальності середня освіта (Природничі науки). Підготовка майбутніх учителів фізики хімії біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи : зб. тез доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Тернопіль, 20 – 21 трав. 2019 р.). Тернопіль, 2019. С. 210—214.

207. Сусь Б.А. Активізація практичних занять з фізики. Проблеми удосконалення фундаментальної підготовки вчителів фізики: зб. м-лів 11 Всеукр. конф.виклад.фіз.пед.ін. та ун-тів. Київ, 1996. С. 79 – 81

208. Теоретичні та методичні засади інтеграції природничо-наукової освіти основної школи : посібник / Ільченко В. Р. та ін. Київ : Сам, 2017. 320 с.

209. Терещук С.І. Методична система вивчення будови і властивостей речовини в курсі фізики основної школи: дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02.Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2003. 243с.

210. Ткач Ю. Інтегративний підхід у навчанні в умовах фундаменталізації професійної підготовки майбутніх економістів. Педагогіка вищої та середньої

школи : зб. наук. пр. / Криворіз. держ. пед. ун-т. Кривий Ріг, 2015. Вип. 46. С. 90 – 93.

211. Топузов О. М. Теоретико-методичні засади особистісно орієнтованого навчання предметів природничого циклу. Рідна шк. 2012. № 1/2. С. 13 – 16.

212. Тягунова Ю.В. Признаки интеграции образования и науки. Вестн. Южно-Урал. гос. ун-та. Серия «Образование. Педагогические науки». 2010. № 12. С. 31 – 38.

213. Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. М.: Мысль, 1970. 264с.

214. Усова А. В. Теоретико-методологические основы совершенствования естественно-научного образования. Образование и наука. 2004. № 5. С. 43 – 53.

215. Ушинський К.Д. Педагогічні твори. М.: Педагогіка, 1996. 456с

216. Фідкевич О. Л. Інтегрований підхід до навчання мов і літератур національних меншин у підручнику «Російська мова і література» для 10 – 11 класів : анотов. результати наук.-дослід. роботи Ін-ту педагогіки НАПН України за 2018 р. Київ : Пед. думка, 2018. 248с.

217. Філіпенко А.С. Основи наукових досліджень: конспект лекцій. Київ: Академвидав, 2005. 208 с.

218. Формирование учебной деятельности школьников/ за ред. В.В.Давыдова. НИИ общей и педагогической психологии Акад.пед.наук ГДР. Москва:Педагогика,1982. 216с.

219. Хавіна І. В. Теоретичні аспекти інтегрованого навчання. Наук. вісн. Мелітопол. держ. пед. ун-ту. Серія: Педагогіка : зб. наук. пр. / Мелітопол. держ. пед. ун-т ім. Богдана Хмельницького. Мелітополь 2013. № 1. С. 81 – 85.

220. Харченко М.М. Система міжпредметних завдань фізико-математичного змісту як засіб розвитку абстрактного мислення: дис. ...канд. пед. наук: 13.00.02. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ, 2013.

221. Химинець В. Компетентнісний підхід до професійного розвитку вчителя. *Закарпатський інститут післядипломної педагогічної освіти*. 2010. URL: <http://zakinpro.org.ua/2010-01-18-13-44-15/233-2010-08-25-07-10-49> (дата звернення 12.06.2021)

222. Хильборн, Роберт С, Майкл Дж. Фридландер. Биология и физическая компетенция для школьников в области *естественных наук*. 12,2 (2013): 170-4 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3671645/> (дата останнього звернення 10.08.2021)

223. Хитрук В. І. Вивчення властивостей твердих тіл у загальноосвітніх навчальних закладах на основі інтегративно-предметного підходу : автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2009. 20 с.

224. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования. *Народное образование*. 2003. №2. С.58 – 64.

225. Хуторской А.В. Ключевые компетенции. Технология конструирования. *Народное образование*. 2003. №5. С.55 – 61.

226. Хуторський А.В. Метапредмет «Мироведение». Черноголовка, 1993. 70с.

227. Хуторський А.В. Розвиток обдарованості школярів. Методика продуктивного навчання: посібник для вчителя. Москва: ВЛАДОС, 2000. 320с

228. Хуторской А.В. Современная дидактика: учеб. пособие. Москва: Высшая школа, 2007. 639 с.

229. Хуторской А.В. Современная дидактика: учебник для ВУЗов. Санкт-Петербург: Питер, 2001. 544с

230. Цюпка В. П. Методика преподавания естествознания в начальных классах : учеб. пособ. Белгород : Изд-во БелГУ, 2006. 172 с.

231. Чапаев Н. К. Педагогическая интеграция : методология, теория, технология. 2-е изд., испр. и доп. Екатеринбург : Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2005. 325с

232. Черногор Л. Ф. Естествознание. Интегрирующий курс : учеб. пособ. 2-е изд., доп. и исправ. Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразин, 2007. 536 с.

233. Шаргун Т. О. Інтеграція професійних знань та знань з іноземної мови. Прорблеми інтеграції у сучасній професійній освіті : методологія, теорія, практика : монографія / за ред. І. Козловської, Я. Кміта. Львів : Сполом, 2004. С. 81 – 88.

234. Шарко В.Д. Навчальна практика з фізики/ навчально-методичний посібник для вчителів і студентів. Київ:СПД Богданова А.М. 2006. 224с.

235. Шарко В.Д. Сучасний урок з фізики: технологічний аспект: посіб.для вчит.і студ. Київ, 2005. 220с.

236. Шатковська Г. І. Науково-методичні засади інтеграції знань з фізики і хімії студентів вищих навчальних закладів I – II рівнів акредитації технічно-технологічного профілю : автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2007. 21 с.

237. Шишкін Г.О. Теоретичні і методичні засади інтеграції змісту дисциплін природничо-математичного і професійного циклів підготовки

майбутніх учителів технологій : автореф. дис... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, Київ, 2015. 43 с.

238. Щедровицкий Г.П. Философия. Наука. Методология. Москва: Шк.культ.полит., 1997. 656с.

239. Яворук О. Интегративные курсы : классификация, направления, перспективы. Директор шк. 1998. № 7. С. 59 – 64.

240. Яворук О. А. Теоретико-методические основы построения интегративных курсов в школьном естественно-научном образовании : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Челябин. гос. пед. ун-т. Челябинск, 2000. 332 с.

241. Як допомогти дитині стати творчою особистістю/ Упоряд. Л. Шелестова. Київ, 2003. 112с.

242. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf (дата останнього звернення 06.08.2021)

243. Gordon W.J.J. Synectics. The Development of Creative Capacity. NY, 1961.P.180.

244. <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> (дата останнього звернення 06.08.2021)

245. Oxford Advanced Learners Dictionary of Current English. International students edition, Oxford University Press., 2000. P. 1600.

246. Hyland,T. Book review of Competency Based Education and Training: A World Perspective by A. Arguelles and A. Gonczi . *Journal of Vocational Education and Training*. 2001. Vol. 53.3. P. 487 – 490.

ДОДАТКИ

Додаток А

Визначення сфери для міжпредметного проєкту з фізики

1. Чи є у вас вдома квіти, рослини, ви любите за ними доглядати?	Так іноді Ні
2. Чи є у вас вдома домашні тварини, ви багато часу витрачаєте на догляд за домашніми тваринами? Ви любите це?	Так іноді Ні
3. Проблеми суспільства – ця тема цікава для роздумів? Чому з'являються нещасливі люди? Ви щаслива людина?	Так іноді Ні
4. Вам подобається фізкультура, ви займаєтесь у якій-небудь спортивній секції, любите дивитись спортивні змагання?	Так іноді Ні
5. Вас цікавлять сили природи, вам цікаво, чому змінюється погода та чому відбуваються землетруси? Що таке вітер?	Так іноді Ні
6. Вам легко запам'ятовувати вірші, фізичні формули? Ви гарно сприймаєте нову інформацію? Цікаво відбувається процес запам'ятовування?	Так іноді Ні
7. Вам цікаво, як саме кодується інформація в комп'ютері? Ви б хотіли займатися програмуванням?	Так іноді Ні
8. Вам подобається дивитися на воду? Вам би хотілося дізнатися про озера, річки, море?	Так іноді Ні
9. Вам би хотілося вивчати морську та океанську флору й фауну? Ви б змогли занурюватися в глибини морів і океанів з аквалангом, на батискафі або новому фантастичному приладі для вивчення морських глибин?	Так іноді Ні
10. Вам би було цікаво відкривати таємниці історії, зруйновані цивілізації? Ви б змогли за допомогою пензлика очищувати поверхню історичної знахідки?	Так іноді Ні
11. Ви краще працюєте руками?	Так іноді Ні
12. Ви краще думаєте про щось цікаве у Вашій голові?	Так іноді Ні
13. Вам би хотілося, щоб ми не забруднювали нашу планету? Щоб знайшли нові способи переробки використаного матеріалу?	Так іноді Ні

14. Математика Ваш улюблений предмет?	Так іноді Ні
15. Ви б хотіли подорожувати швидше ніж зараз? Щоб були мечі Джедая? Щоб були фантастичні матеріали, фантастичні технології? Ви читаєте фантастичні оповідання?	Так іноді Ні
16. Ви дивитесь Animal Planet або інші телевізійні програми про різних тварин і про те, як вони живуть?	Так іноді Ні
17. Ви дивитесь Discovery Channel? Ви цікавитесь новими дослідженнями?	Так іноді Ні
18. Вам подобається дивитися телевізійні програми про життя людей в інших країнах? Новини про навколишнє середовище?	Так іноді Ні
19. Вас цікавить психологія? Ви замислюєтесь, чому різні люди по-різному реагують на виклики сьогодення?	Так іноді Ні
20. Ви б хотіли стати винахідником?	Так іноді Ні
21. Космос та космічна програма – це цікаво? Ви б стали космонавтом? Подорожували би на інші планети? Змогли б жити на Місяці в невеликих поселеннях? У Вас є стресостійкість?	Так іноді Ні
22. Ви пишете комп'ютерні програми, веб-сторінки або проходитье рівні програмування на https://code.org/ ?	Так іноді Ні
23. Ви б хотіли конструювати та будувати фантастичні будівлі? Дороги, мости, які б не руйнувалися?	Так іноді Ні
24. Машинобудування – це цікаво?	Так іноді Ні
25. Хімічні досліди – це цікаво? Цікавіше, ніж вивчати людей та тварин? Як об'єднуються атоми в молекули, чому?	Так іноді Ні
26. Вас цікавить вивчення мікроскопічного життя (бактерій, мікроорганізмів, водоростей), яких не можна торкнутися або побачити неозброєним оком?	Так іноді Ні
27. Комп'ютер, планшет – це частина Вашого життя? Ви працюєте за комп'ютером? Створюєте малюнки? Редагуєте фотографії? Ви – учасник чатів?	Так іноді Ні
28. Вам цікаво, як можна зберігати енергію? Яким чином зробити електродвигуни нескінченної потужності? Як позбутися тертя при пересуванні?	Так іноді Ні
29. Ви любите готувати їжу за смачними рецептами? Ви	Так іноді Ні

міркували над тим, що робить деякі рецепти смачними?	
30. Ви створювали щось зовсім нове? Хоча б в своєму уявленні?	Так іноді Ні
31. Ви вдосконалюєте свою роботу, щоб було правильно або навіть красиво?	Так іноді Ні

Додаток Б

Приклади наукових проєктів

Наведені наукові проєкти відпрацьовували зв'язок між фізикою й технологією. Учні самостійно робили креслення експериментальної установки, висували гіпотезу дослідження, проводили експерименти, обробляли експериментальні дані, робили висновки. Отже, проходили всі етапи наукового проєкту.

Приклад 1. Втрати механічної енергії тіл під час руху та їх зіткнення

Актуальність. Закони збереження енергії, імпульсу й моменту імпульсу є загальними фізичними законами. Вони пов'язані з фундаментальними властивостями простору й часу, а саме: закон збереження енергії пов'язаний з однорідністю часу, закон збереження імпульсу – з однорідністю простору, закон збереження моменту імпульсу з ізотропністю простору. Внаслідок цього їх використання не обмежується лиш класичною механікою, вони наявні під час опису всіх відомих явищ – від космічних до квантових. Саме цим обумовлена актуальність обраної теми дослідження.

Важливість законів збереження як інструменту дослідження обумовлена такими обставинами:

1. Закони збереження не залежать ні від траєкторій, ні від характеру діючих сил. Тому вони дають змогу отримати низку вельми суттєвих висновків про властивості різних механічних процесів без їх детального розгляду за допомогою рівнянь руху. Якщо, наприклад, з'ясується, що який-небудь процес, що аналізується, суперечить законам збереження, то можна стверджувати: цей процес неможливий, і безглуздо намагатися його здійснити.
2. Незалежність законів збереження від характеру діючих сил дає змогу застосовувати їх навіть в тому випадку, коли сили невідомі.

Мета роботи полягає в аналізі втрат механічної енергії тіл під час руху та їх зіткнення й експериментальній перевірці закону збереження в механіці, використанні його для вирішення експериментальних задач.

Прилади й матеріали: експериментальна установка для перевірки закону збереження повної механічної енергії з фанери 1,5 м у довжину та 20 см у висоту, що складається з двох алюмінієвих рейок: пряма та хвиляста (20 см, 10 см, 5 см), металеві та скляні кульки, курячі яйця, програми Word, Excel.

Об'єкт дослідження: механічна енергія тіла.

Методи досліджень. Теоретичні: конкретизація й узагальнення теоретичних положень з повної механічної енергії. Моделювання: розроблення ескізу та виготовлення експериментальної установки. Експериментальні: тестування та проведення експерименту.

Гіпотеза дослідження: потенціальна та кінетична енергії взаємопов'язані; між цими енергіями є закономірності зв'язку; закон збереження й перетворення механічної енергії є універсальним.

Висновки. Втрати енергії під час пружного зіткнення обумовлені її переходом у внутрішню енергію тіла, що може призвести до руйнування самого тіла (на прикладі ялинкової іграшки та досліду з яйцем).

Результати цього досвіду можуть бути поширені на пружні зіткнення двох автомобілів, виготовлених з тонкостінного металу. Це може призвести до трагічних наслідків під час зіткненнях. І тут є один нюанс: найбільші руйнування будуть тоді, коли тіла, що зіткнулися, мають близькі маси.

1. Чим більшою є маса кулі, тим більшу кінетичну енергію вона має.
2. У фізиці визначено певну залежність кінетичної енергії від маси й швидкості руху тіла. Отже, кінетичну енергію можна збільшити, збільшуючи швидкість тіла та його масу; потенціальну енергію можна збільшити, збільшуючи його масу та висоту над поверхнею землі.
3. Виконання закону збереження в кожній окремій системі обґрунтовується підпорядкуванням цієї системи своїм специфічним законам динаміки, що є різними для різних систем. Згідно з теоремою Нетер закон збереження енергії є наслідком однорідності часу.
4. Одним із наслідків закону збереження й перетворення енергії є твердження про неможливість створення «вічного двигуна» («perpetuum mobile») – машини, яка могла б невизначено довго здійснювати роботу, не витрачаючи водночас енергії.

5. Втрати енергії під час пружного зіткнення обумовлені її переходом у внутрішню енергію тіла, що може призвести до руйнування самого тіла (на прикладі ялинкової іграшки або досліду з яйцем).

Цей проєкт посів 1 місце на районному етапі МАН та 3 місце на міському етапі МАН, секція «Експериментальна фізика».

Приклад 2. Підтвердження закону збереження повної механічної енергії

Актуальність роботи. Активний розвиток наукових знань у галузі фізики обумовлює необхідність глибшого вивчення її законів і явищ. Викликає зацікавлення, зокрема, закон збереження повної механічної енергії, його значення, використання в практичній діяльності.

Новизна роботи полягає в тому, що в ній зроблена спроба комплексного вивчення закону збереження повної механічної енергії з використанням наочних емпіричних досліджень, поставлені питання для подальшого дослідження механічної енергії, висловлені гіпотези щодо можливого практичного застосування цього закону.

Мета роботи: підтвердження закону збереження повної механічної енергії.

Завдання: доказ або спростування закону збереження повної механічної енергії.

Об'єкт і предмет дослідження. Об'єктом дослідження є фізичний закон збереження повної механічної енергії.

Предмет дослідження – спостереження дії зазначеного закону на прикладі рухомих тіл.

Методи дослідження. Основним методом роботи є практичний експеримент, а також комплексний аналіз результатів експерименту разом із вивченою теоретичною базою.

Гіпотеза дослідження: перевірити на експериментальній установці закон збереження повної механічної енергії

Фонове дослідження. Досвід руху кульок по траєкторіях з різною крутизною можна використовувати під час розрахунку швидкості лижників у кожній точці гірськолижної траси. Використовуючи закон збереження повної механічної енергії, можна зробити висновок, що чим крутіший спуск, тим вища швидкість руху лижника по ньому. Застосовуючи цей закон, можна розрахувати швидкість парашутистів до розкриття парашутів (враховуючи, що повна енергія залишається незмінною, а потенціальна у зв'язку зі зменшенням висоти постійно зменшується, можна розрахувати їхню швидкість на кожній висоті).

У природі всі рухи, за винятком рухів у вакуумі, наприклад, рухів небесних тіл, супроводжуються тертям. Тому при таких рухах закон збереження механічної енергії

порушується, і це порушення відбувається завжди в один бік – у бік зменшення повної енергії.

Сили тертя посідають особливе місце в питанні про закон збереження повної механічної енергії. Якщо сил тертя немає, то закон збереження механічної енергії дотримується: повна механічна енергія системи залишається постійною. Якщо ж діють сили тертя, то енергія вже не залишається постійною, а зменшується під час руху.

Висновки: нами були сформульовані такі питання дослідження:

1. Як траєкторія руху впливає на швидкість переміщення кульки?
2. За якою із траєкторій кулька переміщається з більшою швидкістю?
3. Яка енергія в кульки під час руху по кожній із траєкторій?
4. Яка кулька і по якій траєкторії втратить більше енергії?

Ми знайшли такі відповіді:

1. Унаслідок експерименту ми бачимо, що по траєкторії 2 кулька рухається з більшою швидкістю ніж по траєкторії 1.
2. Швидкість кульки під час руху по траєкторії 2 вища ніж під час руху по траєкторії 1 і залежить від висоти h (S), тобто чим вища крутизна спуску, тим більше збільшиться швидкість під час руху по траєкторії 2 порівняно зі швидкістю під час руху по траєкторії 1.
- 3.

Кулька 1 (легка), m_1	Кулька 2 (важка), m_2
$l_1 = 1, 56 \text{ м.}$ $t_{11} = 1, 656 \text{ с.}$ $v_{\text{ср.}} = 0, 942 \text{ м/с}$ $E_{\text{п}} = 0,0326025 \text{ Дж}$ $E_{\text{к}} = 0,012578 \text{ Дж}$ $A_{\text{тр}} = 0,0200245 \text{ Дж}$	$l_2 = 1, 56 \text{ м.}$ $t_{12} = 1, 5444 \text{ с.}$ $v_{\text{ср.}} = 1, 010 \text{ м/с}$ $E_{\text{п}} = 0, 05152 \text{ Дж}$ $E_{\text{к}} = 0,02285024 \text{ Дж}$ $A_{\text{тр}} = 0, 02867 \text{ Дж}$
$l_2 = 1, 66 \text{ м.}$ $t = 1, 468 \text{ с.}$ $v_{\text{ср.}} = 1, 1307 \text{ м/с}$ $E_{\text{п}} = 0,053865 \text{ Дж}$ $E_{\text{к}} = 0,0181225 \text{ Дж}$ $A_{\text{тр}} = 0,0357425 \text{ Дж}$	$l_2 = 1, 66 \text{ м.}$ $t = 1, 278 \text{ с.}$ $v_{\text{ср.}} = 1, 298 \text{ м/с}$ $E_{\text{п}} = 0,08512 \text{ Дж}$ $E_{\text{к}} = 0,0377396 \text{ Дж}$ $A_{\text{тр}} = 0,0473803 \text{ Дж}$

4. Тіло більшої маси й на довгій траєкторії більше втратить через тертя.

Напрямки наступної роботи:

1. Дослідити кінетичну енергію руху кульки, яка виникає під час обертання кульки. Провести додаткові експерименти. Для цього відзначити на кульці велику крапку маркером. Записати відео переміщення кульки по траєкторіях 1 і 2. Подивитися в уповільненому режимі відео переміщення кульок. Порахувати кількість обертів. Виміряти тривалість спуску. Порахувати кінетичну енергію обертання кульки.
2. Коригувати формулу закону збереження повної механічної енергії для руху кульок по похилій траєкторії.

Ця робота отримала подяку від журі експериментальної секції міського етапу МАН.

Додаток В

Приклади інженерних проєктів

Практична інтеграція між предметами *фізика – екологія*. У цих проєктах учні напрацьовують такі навички, як: критичне мислення, вирішення проблеми, вміння працювати в команді та планувати свою діяльність.

Проєкти проходили такі етапи проєктування:

1. аналіз проблемної ситуації;
2. довідкове дослідження;
3. формулювання вимог, аналіз наявного продукту;
4. генерування ідей;
5. конкретизація ідей;
6. оцінка альтернатив і вибір оптимального варіанта – кращого рішення;
7. удосконалення рішення, робота з розвитку;
8. тестування й редизайн;
9. кінцевий звіт, анотація;
10. захист на уроці, районній та міській секції МАН.

Приклад 1. Екологічне обґрунтування та підвищення енергоефективності системи освітлення в закладах освіти

Актуальність проблеми полягає в тому, що в закладах системи освіти енергозберігаючі технології використовують в невеликому обсязі, а також у низькому рівні поінформованості як населення, так і керівників навчальних закладів освіти про переваги сучасних підходів під час освітлення приміщень та вплив на екологічний стан довкілля. Тому **метою роботи** було провести аналіз споживання енергетичних ресурсів під час освітлення навчальних закладів, оцінити вплив різних систем освітлення на екологічний стан та обґрунтувати ефективність заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі на прикладі середньої загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 25 у м. Києві.

Для виконання поставленої мети були сформульовані такі **завдання**:

1. Визначити систему освітлення навчальних класів на прикладі середньої загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 25 у м. Києві.

2. Провести порівняльну оцінку ламп розжарювання та світлодіодних ламп, визначити їхні переваги та недоліки.
3. Проаналізувати економічну складову та переваги енергозберігаючих ламп через 1 місяць, 1 та 2 роки їх використання.
4. Обґрунтувати екологічний вплив з урахуванням витрат на виробництво та споживання енергії під час освітлення та утилізації ламп.

Об'єкт дослідження – умови впровадження енергозберігаючих (світлодіодних) ламп у систему освітлення навчальних кабінетів середньої загальноосвітньої школи. **Предмет дослідження** – екологічна та економічна доцільність заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі світлодіодні лампи в школі. Дослідження проведено з погляду оцінки можливостей упровадження заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі світлодіодні лампи для вдосконалення потреб в освітленні та енергозбереженні. Ми використовували *розрахунковий метод* для визначення екологічної та економічної складової переваг впровадження енергозберігаючих технологій у систему навчальних закладів освіти.

Практична цінність отриманих результатів. Упровадження енергозберігаючих технологій шляхом заміни стандартних, дуже поширених ламп розжарювання на світлодіодні в навчальному закладі освіти є економічно та екологічно доцільним. Унаслідок проведених досліджень встановлені позитивні моменти енергозбереження, зокрема можливість провести модернізацію шкіл та інших навчальних закладів за рахунок заощаджених коштів. Запропонований підхід дає змогу значною мірою вирішити не тільки енергетичні та економічні проблеми, а й вплинути на екологічні проблеми насамперед за рахунок зменшення потреби в утилізації використаних ламп.

Особистий внесок здобувача. Учнівська робота є самостійною науковою працею. Під час виконання роботи автором особисто визначено тему роботи, доведено її актуальність, сформульовано мету та завдання дослідження; проведений пошук та аналіз сучасної літератури за темою роботи, на підставі чого розроблено дизайн і методологію дослідження; здійснено аналіз і обробку даних, проаналізовано й узагальнено отримані результати; сформульовано висновки й практичні рекомендації. Усі розділи роботи написані учнем самостійно. Виконана робота носить прикладний характер.

В основній частині розглянуто особливості роботи ламп розжарювання, принципи роботи люмінесцентних ламп, визначено характеристики світлодіодних ламп, екологічні проблеми, пов'язані із виробництвом енергії та використанням світла, утилізацією систем освітлення після їх використання.

У другому розділі проведено розрахункове моделювання на прикладі середньої загальноосвітньої школи I-III ступенів № 25 у м. Києві, аналіз матеріально-технічної бази, підрахунок всіх освітлювальних пристроїв.

Для оцінки матеріально-технічних показників різних типів ламп у супермаркеті «А...н» було відібрано зразки трьох типів ламп: ЛР, ЛЛ та СДЛ, які були приблизно ідентичні за показниками світловіддачі.

Зразок ЛР був представлений лампою фірми «L...ра» потужністю 75 Вт, ЛЛ – лампою фірми «O...т» потужністю 18 Вт та СДЛ фірми «L...п» – 10 Вт. Порівняльні матеріально-технічні показники представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльні матеріально-технічні показники відібраних для роботи ламп

Показник	Лампа розжарювання	Люмінесцентна лампа	Світлодіодна лампа
Світловіддача (Лм)	935	1200	850
Потужність (Вт)	75	18	10
Термін роботи (години)	1000	10000	20000
Вартість (грн.)	8,43	22,70	25,00

Для порівняння було визначено так звану «Стару модель освітлення» із використанням ЛР та ЛЛ та «Нову модель освітлення» із СДЛ.

Зроблено аналіз та узагальнення отриманих результатів, проведено порівняльну оцінку витрат енергетичних ресурсів під час використання різних типів ламп.

Висновок. Незважаючи на те, що використання дорожчих СДЛ через місяць ще не окупається, однак різниця помітна вже через рік використання нової моделі енергозберігаючого освітлення, де в розрахунок включено не тільки вартість споживаної електроенергії, а й додаткове придбання ЛР замість перегорілих раніше, що також суттєво збільшує витрати старої моделі. Так, очікувана економія за рік може складати близько 111 тис. грн., якщо немає інших витрат. Заощаджені гроші можна використати на подальше впровадження енергозберігаючих технологій в інших навчальних закладах міста Києва або на популяризацію та розробку й обґрунтування нових типів світлових пристроїв.

Ми розуміємо обмеження цієї роботи. Це пов'язано передусім з нечітко визначеним часом роботи світлових пристроїв, особливостями їхнього використання в різних приміщеннях (навчальні класи, коридори, технічні приміщення), що потребує введення додаткових коефіцієнтів. Проте, на нашу думку, це не зменшує цінність та обґрунтованість використання енергозберігаючих технологій у навчальних закладах країни.

Представлена робота дає змогу визначити практичні рекомендації щодо екологічного обґрунтування та підвищення енергоефективності роботи системи освітлення шкіл. Визначена доцільність заміни традиційних ЛР та ЛЛ на СДЛ, що дає змогу зменшити використання природного вугілля під час вироблення електроенергії та зменшити викид шкідливих речовин під час його спалювання. Довший термін роботи СДЛ зменшує потребу в утилізації як звичайних ЛР, так і небезпечних ЛЛ, що потребує додаткових умов їх переробки.

Цей проєкт посів 1 місце на районному етапі МАН та друге місце на міському етапі МАН.

Приклад 2. Еколого-біологічні питання енергозберезувальних технологій у ЗНЗ

Актуальність. Людству потрібна енергія, причому потреби в ній збільшуються з кожним роком, що веде до забруднення навколишнього середовища. Останнім часом вчені пов'язують неефективне використання енергоресурсів із однією з глобальних проблем людства – зміною клімату. «Згубні наслідки зміни клімату вже очевидні» – зазначено в Декларації ООН. Саме швидкість зміни клімату є загрозою значних змін природних екосистем та людського суспільства. Тому проблема енергозбереження є не лише проблемою вартості тепла, води, електрики. Передусім це проблема нашого майбутнього. Актуальність проєкту полягає в тому, що проблема енергетики й енергозбереження є актуальною не лише для нашої школи та міста, а й для нашої держави та світу загалом.

Новизна. Ми переконані, що кожна людина повинна замислитися над тим, як зменшити споживання електроенергії, тепла й води, водночас не позбавляючи себе можливості комфортного існування. Наше життя неможливе без світла, побутової техніки, теплої води й тепла в оселях, але ресурси планети стрімко зменшуються. Ми намагаємося довести дорослим та дітям важливість цього питання, бо неефективне використання електричної енергії є головною причиною екологічних проблем на Землі, одна із яких зміна клімату.

Мета: робота передбачає, що ми зробимо теоретичні та розрахункові обґрунтування заміни ламп розжарювання на альтернативні лампи світлодіодного типу.

Завдання дослідження:

- розширити діапазон знань з проблеми енергозбереження серед учнів нашої школи, мешканців міста;
- дослідити, скільки витрачає школа електроенергії за певний час;
- знайти шляхи раціонального використання та економії.

Від освітленості залежить здоров'я, опір стресам, втомі, фізичним і розумовим навантаженням. Наш зір безпосередньо залежить від кількості світла в приміщенні.

Об'єкт та предмет дослідження: електроенергії та ресурси школи.

Методи дослідження:

1. експериментальний (математичні розрахунки, підрахунок ламп у школі);
2. теоретичний.

Гіпотеза дослідження: якщо ми замінимо в школі лампи розжарювання на альтернативні лампи світлодіодного типу, то зможемо зекономити електроенергію та гроші.

Висновки: під час дослідження було розглянуто кількість похмурих та ясних днів за два роки, також було підраховано, скільки електроенергії потребує школа за цей час. Ще розглянуто питання утилізації енергозберігаючих ламп, бо зараз це дуже актуальне питання, оскільки більшість людей використовують їх, але не знають, як правильно їх викидати. Також було розглянуто користь та шкоду цих ламп. Усе ж таки можемо сказати, що сучасні енергозберігаючі лампи не є повністю безпечними, адже є проблема їхньої утилізації. Проте можна знизити ступінь небезпечного впливу енергозберігаючих ламп на здоров'я людини завдяки правильному їхньому застосуванню й використанню населенням. Необхідна просвітницька робота серед населення щодо застосування та безпечного використання енергозберігаючих ламп, а також правил утилізації.

Цей проєкт посів 2 місце на районному етапі МАН.

Додаток Д

Приклади проєктів кейс–методу

Приклад 1. Тиск. Чи може сучасне суспільство розвиватися поза зв'язком із таким фізичним явищем, як тиск?

МЕДИЦИНА

Проблема: Чи може сучасна медицина розвиватися поза зв'язком з таким фізичним явищем, як тиск?

Питання до кейсу:

1. Чому людина в умовах високогір'я погано почувається?
2. Які відхилення в самопочутті відчувають люди в умовах високогір'я? Як з точки зору медицини та фізики можна пояснити причини погіршення самопочуття?
3. Дії яких медичних приладів обумовлені впливом тиску на організм людини?
4. Чи можна обійтися без використання цих приладів у медичній практиці?

ТЕХНІКА

Проблема: Чи може сучасна техніка розвиватися поза зв'язком з таким фізичним явищем, як тиск?

Питання до кейсу:

1. По яких дорогах може пересуватися великовантажна техніка?
2. Чи проїде танк по дорозі, якщо настил витримує $P = 15000$ Па?
3. Чи можна використовувати такий спосіб подолання перешкоди?

СЛУЖБА ПОРЯТУНКУ

Проблема: Чи може сучасна служба порятунку розвиватися поза зв'язком з таким фізичним явищем, як тиск?

Питання до кейсу:

1. Що потрібно зробити, щоб зменшити тиск на лід?
2. Чи пройде людина, якщо лід витримує $P = 15000$ Па?
3. Чи застосовують нині спосіб зменшення тиску для порятунку людини, що тоне?
4. Чи можна не використовувати такий спосіб порятунку?

Рефлексія.

Отже, сучасне суспільство не може розвиватися поза зв'язком з таким фізичним явищем, як тиск.

Приклад 2. Сила пружності. Чи можливе існування всього живого на планеті Земля без сил пружності?

СИЛА ПРУЖНОСТІ В ПРИРОДІ

Питання до кейсу:

1. Поясніть, чому стебла рослин зазвичай не ламаються під дією вітру, дощу, граду або снігу?
2. Завдяки чому всі тіла витримують силу атмосферного тиску?
3. Чому тварини, що живуть на дні глибоких водойм, й рослини у глибоких водоймах витримують велике навантаження?

СИЛА ПРУЖНОСТІ В ТЕХНІЦІ

Будь-який інструмент: молоток, зубило, гайковий ключ, кліщі, ножиці, плоскогубці, викрутка, стамеска – може зазнати деформації, зокрема розтягнення, стиснення, вигинання, крутіння, зсув. Викрутка під час роботи може зазнавати одночасно стиснення й крутіння; кліщі – розтягнення й вигин, зубило – стиснення і зсув.

Завдання кейсу: складіть таблицю відповідності інструментів і видів деформації.

СИЛА ПРУЖНОСТІ В СПОРТІ.

Питання до кейсу:

1. З якого матеріалу виробляють лижі й хокейні ключки?
2. Чому на батуті можна стрибнути вище?
3. Чи можна стріляти з лука, якби не було сили пружності?

Рефлексія.

Отже, життя без сил пружності неможливе.

Додаток Е

Шкала рейтингу поведінкових характеристик за Дж. Рензуллі

Шкала 1. Пізнавальні характеристики

1. Має незвичайно великий для цього віку запас слів, використовує терміни з розумінням, мова відрізняється багатством виразів, швидкістю й складністю.
2. Має великий запас інформації з різноманітних тем, що виходять за межі звичайних інтересів дітей цього віку.
3. Швидко запам'ятовує й відтворює фактичну інформацію.
4. Легко схоплює причинно-наслідкові зв'язки; намагається зрозуміти, як і чому; ставить багато питань, що стимулюють думку (на відміну від питань, спрямованих на одержання фактів); хоче знати, що лежить в основі явищ і вчинків людей.
5. Чуйний і тямущий спостерігач; зазвичай «бачить більше» або «отримує більше» з розповіді, фільму, з того, що відбувається, ніж інші.

Шкала 2. Мотиваційні характеристики

1. Цілком «іде» у визначені теми, проблеми, наполегливо прагне до завершення (іноді важко залучити до інших тем, завдань).
2. Нудьгує від звичайних завдань.
3. Прагне до досконалості, відрізняється самокритичністю.
4. Бажає працювати самостійно, вимагає лише мінімального втручання дорослих.
5. Має схильність організовувати людей, вирішувати ситуації.

Шкала 3. Творчі характеристики

1. Виявляє кмітливість, ставить запитання.
2. Висуває велику кількість ідей або вирішень проблем і відповідей на запитання; пропонує незвичайні, оригінальні, розумні відповіді.
3. Висловлює свою думку без вагань; іноді роздратований і гарячий у дискусії, наполегливий.
4. Може ризикувати; схильний до пригод.
5. Схильність до гри з ідеями; фантазує, уявляє: «Цікаво, що буде, якщо ...»; зайнятий пристосуванням, поліпшенням і зміною суспільних інститутів, предметів і систем.
6. Виявляє тонке почуття гумору і проявляє гумор у таких ситуаціях, що не здаються смішними іншим.

7. Надзвичайно чуттєвий до внутрішніх імпульсів і більш відкритий до ірраціонального в собі (більш вільне вираження «дівчачих» інтересів у хлопчиків, велика незалежність у дівчаток); емоційно чуттєвий.
8. Чуттєвий до краси, звертає увагу на естетичні сторони, цікавиться деталями; не боїться бути таким, як усі.
9. Не піддається впливу групи; не терпить безладу, не цікавиться деталями.
10. Дає конструктивну критику, не схильний приймати авторитети без критичного вивчення.

Шкала 4. Лідерські характеристики

1. Проявляється відповідальність, робить те, що обіцяє, і робить це добре.
2. Упевнено почуває себе як з ровесниками, так і з дорослими; добре себе почуває, коли його просять показати свою роботу.
3. Добре виражає свої думки й почуття; добре і зрозуміло говорить.
4. Може перебувати з людьми, товариський і бажає не залишатися на самоті.
5. Має схильність домінувати серед інших; як правило, керує діяльністю, у якій бере участь.

Обробка отриманих результатів.

Для того, щоб учитель міг оцінити учня в пізнавальній, мотиваційній, творчій, креативній та лідерській галузях, він використовує такі бали:

- 1 — якщо ви ніколи не спостерігали цієї характеристики;
- 2 — якщо ви спостерігаєте цю характеристику час від часу;
- 3 — якщо ви спостерігаєте цю характеристику досить часто;
- 4 — якщо ви спостерігаєте цю характеристику майже увесь час.

Скласти отримані числа по кожній із чотирьох шкал.

Характеристики	Бали (від 1 до 4)
Шкала 1. Пізнавальні характеристики	
Шкала 2. Мотиваційні характеристики	
Шкала 3. Творчі характеристики	
Шкала 4. Лідерські характеристики	
Усього балів	

Додаток Ж

Дослідження творчого потенціалу особистості

Друзі! Щоб дізнатися про свій творчий потенціал, оберіть один із запропонованих варіантів відповідей і занесіть їх до таблиці 2.

1. Чи вважаєте ви, що навколишній світ можна покращити?
 - а) так;
 - б) ні;
 - в) так, але тільки в чомусь.
2. Чи думаєте ви, що самі зможете брати участь у значних змінах навколишнього світу?
 - а) так, у більшості випадків;
 - б) ні;
 - в) так, у деяких випадках.
3. Чи вважаєте ви, що деякі з ваших ідей принесуть значний прогрес у тій сфері діяльності, в якій ви будете працювати?
 - а) так;
 - б) звідки у мене можуть бути такі ідеї?
 - в) можливо, мої ідеї принесуть не надто значний прогрес, але деякий успіх можливий.
4. Чи вважаєте ви, що в майбутньому будете грати настільки важливу роль, що зможете в навколишньому світі щось принципово змінити?
 - а) так, напевно;
 - б) дуже малоймовірно;
 - в) може бути.
5. Коли ви вирішуйте щось зробити, чи впевнені в тому, що справа вийде?
 - а) звичайно;
 - б) часто сумніваюся;
 - в) частіше впевнений, ніж невпевнений.
6. Чи виникає у вас бажання зайнятися справою, у якій ви на цей момент некомпетентні й абсолютно її не знаєте?
 - а) так, невідоме мене приваблює;
 - б) ні;
 - в) усе залежить від самої справи й обставин.

7. Якщо ви займаєтеся незнайомою справою, чи буде у вас бажання домогтися досконалості?
- а) так;
 - б) що вийде, те й добре;
 - в) якщо це не дуже важко, то так.
8. Якщо справа, яку ви не знаєте, вам подобається, чи хочете ви дізнатись про неї усе?
- а) так;
 - б) ні, треба вчитися найбільш важливому;
 - в) ні, я тільки задовольню свою цікавість.
9. Коли ви зазнаєте невдачі, то:
- а) якийсь час наполягаєте на своєму, навіть всупереч здоровому глузду;
 - б) відразу махнете рукою на справу, як тільки зрозумієте її нереальність;
 - в) продовжуєте робити свою справу, поки здоровий глузд не покаже непоборність перешкод.
10. Професію потрібно обирати, зважаючи на:
- а) свої можливості і перспективи для себе;
 - б) стабільність, значимість, потрібність професії;
 - в) престиж й перевагу, які вона забезпечить.
11. Подорожуючи, чи могли б ви легко орієнтуватися на маршруті, по якому вже пройшли?
- а) так;
 - б) ні;
 - в) якщо місце сподобалося й запам'яталося, то так.
12. Чи можете ви згадати відразу ж після бесіди все, про що говорилось?
- а) так;
 - б) ні;
 - в) згадаю все, що мені цікаво.
13. Коли ви чуєте слово незнайомою мовою, чи можете ви повторити його по складах без помилок, навіть не знаючи його значення?
- а) так;
 - б) ні;
 - в) повторю, але не зовсім правильно.
14. У вільний час ви хочете:
- а) залишатися наодинці, подумати;

- б) перебувати в компанії;
 - в) мені байдуже, чи буду я один або в компанії.
15. Ви займаєтеся якоюсь справою. Ви вирішуєте припинити її тільки, коли:
- а) справа закінчена і, як вам здається, виконана на відмінно;
 - б) ви більш-менш задоволені зробленими;
 - в) справа здається зробленою, хоча можна зробити краще. Але навіщо?
16. Коли ви на самоті, ви:
- а) любите мріяти про якісь речі, можливо, й абстрактні;
 - б) за всяку ціну намагаєтеся знайти собі конкретне заняття;
 - в) іноді любите помріяти, але про речі, які пов'язані з вашими справами.
17. Коли якась ідея захоплює вас, то ви станете думати про неї:
- а) незалежно від того, де й з ким ви перебуваєте;
 - б) тільки наодинці;
 - в) тільки там, де є тиша.
18. Коли ви відстоюєте якусь ідею, ви:
- а) можете відмовитися від неї, якщо аргументи опонентів здадуться вам переконливими;
 - б) залишитесь при своїй думці, які б аргументи не висувалися;
 - в) зміните свою думку, якщо опір виявиться занадто сильним.

Ключ до тесту "Діагностика творчого потенціалу та креативності"

Питання 1, 6, 7, 8 визначають межі вашої допитливості;

2, 3, 4, 5 – віру в себе;

9, 15 – постійність;

10 – амбіційність;

12, 13 – слухову пам'ять;

11 – зорову пам'ять;

14 – намагання бути незалежним;

16, 17 – здатність до абстрагування;

18 – ступінь зосередженості.

Ці здібності й складають основні якості творчого потенціалу.

Інтерпретація результатів тесту:

48 і більше балів – у вас закладено значний творчий потенціал. Якщо ви зможете застосувати ваші здібності, то вам доступні найрізноманітніші форми творчості.

18 – 47 балів – у вас є якості, які дадуть змогу творити, але є й бар'єри. Найнебезпечніший бар'єр – страх, особливо для людей, орієнтованих на обов'язковий успіх. Страх невдачі сковає уяву – основу творчості. Страх може бути й соціальним, страхом суспільного осуду. Будь-яка нова ідея проходить через етап несподіванки, подиву, невизнання, осуду близьких. Страх осуду за нове та незвичне для інших, а також здивовані погляди, сковають творчу активність, знищують творчу особистість.

Таблиця Ж.1

Діагностика творчого потенціалу особистості

1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18

Додайте бали за такою схемою:

Відповідь «а» – 3 бали, «б» – 1, «в» – 2 бали.

Таблиця Ж.2

Результати діагностики творчого потенціалу особистості

Номери питань	Сума балів	Ваш творчий потенціал
1, 6, 7, 8		межі вашої допитливості
2, 3, 4, 5		віра в себе
9, 15		постійність
10		амбіційність
12, 13		слухова пам'ять
11		зорова пам'ять
14		намагання бути незалежним
16, 17		здатність до абстрагування
18		ступінь зосередженості
Усього балів		

Означені здібності й складають основні якості творчого потенціалу особистості. Сума набраних балів визначає рівень вашого творчого потенціалу.

Додаток 3

Список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.

Основні наукові результати дисертації опубліковані:

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*: Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. Вип.177, С.199 – 204.

2. Коростельова Є. Ю. Реалізація міжпредметних зв'язків між дисциплінами природничого циклу в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Освітні Обрії* : Науково-педагогічний журнал. Івано-Франківськ: РВВ ОППО, 2020. Том 51 №2, С. 90 – 96.

3. Коростельова Є. Ю. Застосування методу кейсів у проєктній діяльності для реалізації завдань нової української школи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*: зб. наук. пр. Київ: НПУ, 2017. Вип. 59. С.74 – 79.

4. Коростельова Є. Ю. Організація та результати педагогічного експерименту з формування науково-природничої та математичної компетентностей при реалізації міжпредметних зв'язків в проєктній діяльності з фізики учнів основної школи. *Вісник Черкаського національного університету. Серія Педагогічні науки*, Черкаси, 2021. Вип.2, С. 168 – 176.

Стаття у науковому періодичному виданні іншої держави:

5. Korostelova Y. Project approach in the realization interdisciplinary connections in teaching physics. *KELM*, Wydawca Fundacja Instytut Spraw

Administracji Publicznej w Lublinie. 2018. №1 (21). P. 107 – 121 (зарубіжне видання Польщі).

Публікації, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

Статті у наукових періодичних виданнях:

6. Коростельова Є., Голуб О. Використання бінарних уроків фізика-біологія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №4. 2016. С. 2 – 5.

7. Коростельова Є. Проектна діяльність учнів у процесі вивчення фізики як засіб здобуття ключових компетенцій. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №5. 2016. С. 23 – 29.

8. Коростельова Є., Цимбал К. Використання бінарних уроків фізика-хімія як засіб досягнення якісних результатів в освіті. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №6. 2017. С.11 – 14.

9. Коростельова Є. Компетенції ХХІ століття: формування в освітньому процесі. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №1. 2018. С. 9 – 11.

Матеріали науково-практичних конференцій, тези доповідей:

10. Коростельова Є. Ю. Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті: матеріали Міжнар. наук.-практ. онлайн-інтернет конф., м. Кропивницький, 05 – 23 квітня 2019р.* Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. Винниченка. 2019. С. 93 – 95.

11. Коростельова Є.Ю. Формування ключових компетентностей учнів основної школи на уроках фізики. *Сучасні інформаційні технології в освіті та науці: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. уч., м. Житомир, 05 – 08 листопада 2019р.* Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2019. С. 41 – 44.

12. Коростельова Є.Ю. Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності з фізики учнів основної школи. *Інноваційний потенціал сучасної освіти та*

науки : матеріали Міжнар. наук.- практ. конф., м. Київ, 29 травня 2020р. Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2020. С.142 – 146.

13. Коростельова Є., Сиротюк В. Міждисциплінарні зв'язки в проєктній діяльності з фізики учнів основної школи. *Міждисциплінарний дискурс: теорія, практика, досвід*: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 14 травня 2021. Київ: НПУ ім. М. П. Драгоманова. 2021. С.73 – 77.

**Публікації, які додатково відображають наукові результати
дисертації:**

Статті у наукових періодичних виданнях:

14. Кузьмініх В. О., Хаустов Д. В., Коростельова Є. Ю. Аналіз ризиків у корпоративній системі управління проєктами. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2010. Т.12. №3. С. 99 – 107.

15. Кузьмініх В. О., Коваль О. В., Хаустов Д. В., Коростельова Є. Ю. Управління агрегованими групами проєктів. *Реєстрація, зберігання і обробка даних*. 2011. Т. 13, № 3. С.106 – 116.

16. Коростельова Є. Застосування методу кейсів у проєктній діяльності. *Фізика та астрономія в рідній школі*. №2. 2018. С.15 – 19.

Додаток И

Акти впровадження результатів дисертаційної роботи

Школа І-ІІІ ступенів № 25 Шевченківського району м. Києва

вул. Володимирська, 1, м. Київ, 01001, тел. 0 (44) 278-78-24, тел./факс 0 (44) 279-45-21,
e-mail: school_25.kiev@ukr.net Ідентифікаційний код 22880786

Від 25.03.2019р. № 55/04-02

На № _____ від _____

Довідка

Про впровадження результатів дисертаційного дослідження

Видана вчителю фізики і інформатики школи І-ІІІ ступенів № 25 м. Києва Коростельовій Є.Ю. про те, що впродовж 2018-2019 років вона проводила педагогічний експеримент з теми дослідження: «Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики» на паралелях учнів 7-9-х класів школи.

Успішно пройшли експериментальну перевірку методичні ідеї автора щодо навчання учнями основної школи базової дисципліни фізики на основі міжпредметних зв'язків в проектній діяльності. Учні 9-В класу Стрижов Олег та Тугарінов Артем зайняли I та II місця в I (районному) етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту учнів-членів Малої академії наук, секція «Експериментальна фізика». На II (міському) етапі конкурсу-захисту МАН Тугарінов Артем посів III місце з роботою за темою: «Втрати енергії при пружному зіткненні тіл», а Стрижов Олег з роботою за темою: «Перевірка закону збереження повної механічної енергії» отримав Грамоту МАН II (міського) етапу.

Директор



Ігор АДАМЕНКО



78



УКРАЇНА

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ,
 МОЛОДІ ТА СПОРТУ м. КИЄВА
 ПЕЧЕРСЬКА РАЙОННА в м. КИЄВІ
 ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
 ШКОЛА I – III СТУПЕНІВ № 78

01033, м. Київ, вул. Шота Руставелі, 47, тел. 284-38-49, 248-76-67, kiev.school78@ukr.net

16.06.2021

№ 113

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження на тему:
 «Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики».

Видана вчителю школи I-III ступенів № 78 Печерського району м. Києва Коростельовій Є.Ю. Завданням дисертаційної апробації була розробка практичної методики напрацювання науково - природничої та математичної компетентностей учнями основної школи за умови використання міжпредметних зв'язків у проєктній діяльності учнів основної школи.

Проведений впродовж 2019-2021 років педагогічний експеримент дає підстави сформулювати такі висновки:

- 1) до проведення формувального експерименту контрольна та експериментальна групи були однорідними за рівнями сформованості досліджуваних компетентностей;
- 2) після проведення експерименту рівні сформованості досліджуваних компетентностей в контрольній групі не зазнали суттєвих структурних змін;
- 3) після проведення експерименту рівні сформованості досліджуваних компетентностей в експериментальній групі змінились суттєво, для середнього рівня зміни не є такими значущими;
- 4) після проведення формувального експерименту контрольна та експериментальна групи суттєво відрізняються за високим та низьким рівнями сформованості досліджуваних компетентностей.

Запропонована методика міжпредметної проєктної діяльності може слугувати науково- методичними рекомендаціями для вчителів фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.

Директор школи №78



Світлана ГАСВА



УКРАЇНА

Печерська районна в місті Києві державна адміністрація
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ ТА ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

СПЕЦІАЛІЗОВАНА ШКОЛА № 89

Печерського району міста Києва

вул. Рибальська, 4, м. Київ, 01011 тел./факс: 280 20 60

e-mail: school_89@ukr.net



I-III ступеня

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження на тему:
«Міжпредметні зв'язки в проектній діяльності учнів основної школи як
основа компетентнісного навчання фізики».

Видана вчителю школи I-III ступенів № 25 Шевченківського району м. Києва
Коростельовій Є.Ю.

В дисертаційній роботі виявлено шляхи, засоби і форми інтеграції змісту
предмета фізики з іншими природничо-науковими дисциплінами та у процесі
експериментальної роботи з використанням методу проектів були розроблені
проекти з курсу фізики основної школи, які були апробовані вчителями фізики
і астрономії в сш № 89 Печерського району м. Києва.

Здобуті дані та висновки можуть слугувати науково- методичними
рекомендаціями для вчителів фізики.

Запропонована методика може широко впроваджуватись у практику
викладання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.



Директор школи №89

О. Саратова



**Відділ освіти
Згурівської селищної ради
Броварського району**

вулиця Українська, 61 смт Згурівка, Київська область, 07601

телефон-факс (04570)5-16-23

e-mail: sekretar.zgurivka@ukr.net; rvozgur@ukr.net;

Код ЄДРПОУ 43952524

від 17.04.2021р.

№ 250

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження на тему:
«Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики»

Видана вчителю школи I-III ступенів № 78 Печерського району м.Києва Коростельовій Є.Ю. про те, що в Згурівському навчально-виховному комплексі «Гімназія-загальноосвітня школа I ступеня» Згурівської селищної ради Броварського району Київської області проводився педагогічний експеримент упродовж 2019-2021 рр. Згідно з планом експерименту було сформовано дві групи учнів основної школи: контрольна та експериментальна. Учні експериментальної групи виконували міжпредметні проєкти з фізики. На початку і наприкінці педагогічного експерименту вчителі фізики вимірювали рівні науково-природничої та математичної компетентностей. Учні експериментальної групи підтвердили зростання компетентностей за рахунок виконання міжпредметних проєктів з фізики та опанування фундаментальною природничо-науковою теорією.

Запропонована методика міжпредметної проєктної діяльності може слугувати науково-методичними рекомендаціями для вчителів фізики закладів загальної середньої освіти.

Начальник відділу освіти



С. Олійник

Комунальний заклад
загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів
«Варвинський ліцей №2»
вул. Миру, 54а, смт.Варва, Прилуцький район,
Чернігівська область, 17600, телефон: 2-23-84
E-mail: varvavrg@ukr.net Код ЄДРПОУ 26226747

17.06.2021р. №63

На № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження на тему:

«Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як основа компетентнісного навчання фізики».

Видана вчителю школи І-ІІІ ступенів № 78 Печерського району м.Києва Коростельовій Є.Ю про те, що в КЗЗСО І-ІІІ ступенів "Варвинський ліцей № 2" Варвинської селищної ради Прилуцького району Чернігівської області проводився педагогічний експеримент впродовж 2019-2021 р., який підтвердив зростання в учнів основної школи науково-природничої та математичної компетентності за рахунок виконання міжпредметних проєктів з фізики, опанування фундаментальною природничо-науковою теорією.

Запропонована методика міжпредметної проєктної діяльності може слугувати науково- методичними рекомендаціями для вчителів фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.



Небрат Василь Іванович



**ЗАПОРІЗЬКА МІСЬКА РАДА
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ,
ТЕРИТОРІАЛЬНИЙ ВІДДІЛ ОСВІТИ,
ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ**

Запорізька спеціалізована школа фізичної культури № 18

вул. Вороніхіна, 8А, м. Запоріжжя, 69068, тел. (0612) 86-23-37, E-mail: 18_school@ukr.net, Код ЄДРПОУ: 26292603

22.06.2021 № 01-25/289 на № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження на тему:
«Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної школи як
основа компетентнісного навчання фізики».

Видана вчителю школи І-ІІІ ступенів № 78 Печерського району м. Києва Коростельовій Є. Ю про те, що у Запорізькій спеціалізованій школі фізичної культури І-ІІІ ступенів № 18 Запорізької міської ради Запорізької області проводився педагогічний експеримент впродовж 2019-2021 р., який підтвердив зростання в учнів основної школи науково-природничої та математичної компетентності за рахунок виконання міжпредметних проєктів з фізики, опанування фундаментальною природничо-науковою теорією.

Запропонована методика міжпредметної проєктної діяльності може слугувати науково-методичними рекомендаціями для вчителів фізики в закладах загальної середньої освіти.

Директор школи



В.О. Молчанов

УКРАЇНА
 МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
 ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА**
 вул. М.Кривоноса, 2, м. Тернопіль, 46027,
 тел. (0352)43-58-80, факс (0352)43-60-02
 e-mail: info@tnpu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125544



UKRAINE
 MINISTRY OF EDUCATION AND
 SCIENCE OF UKRAINE
**TERNOPIL VOLODYMYR HNATIUK
 NATIONAL PEDAGOGICAL UNIVERSITY**
 2 M. Kryvonosa st., Ternopil, 46027, Ukraine
 tel. +38 0352 43 60 67, fax: +38 0352 43 60 02
 e-mail: info@tnpu.edu.ua

Від " 18 " 06 2021 р. № 735-33/03 На № " " " 20 р.

Довідка

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 аспіранта кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного
 педагогічного університету імені М.П.Драгоманова
 Коростельової Євгенії Юріївни «Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної
 школи як основа компетентнісного навчання фізики» спеціальність 011 Освітні та педагогічні
 науки (теорія та методика навчання фізики).

Видана аспірантці кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії НПУ ім.
 М.П.Драгоманова Коростельовій Є.Ю. в тому, що запропоновані у дисертаційному
 дослідженні концептуальні засади методичної підготовки майбутнього вчителя фізики,
 методика міжпредметних зв'язків в проєктній діяльності з фізики в рамках системно-
 структурного підходу до вивчення якості напрацювання науково-природничої та
 математичної компетенції з 2019 р. по 2021 р. впроваджені у навчальний процес на фізико-
 математичному факультеті у Тернопільському національному педагогічному університеті
 імені Володимира Гнатюка за напрямком підготовки 014.08 Середня освіта (Фізика).

Зміст методичних підходів, способів, прийомів будівництва проєктної діяльності на
 уроках фізики висвітлені у статтях:

1. Коростельова Є.Ю. Міжпредметні зв'язки в проєктній діяльності учнів основної
 школи як основа компетентнісного навчання фізики. *Наукові записки. Серія: Педагогічні
 науки* : Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2019. Вип.177, С.199-204с.
2. Коростельова Є.Ю. Реалізація міжпредметних зв'язків між дисциплінами
 природничого циклу в проєктній діяльності учнів основної школи як основи компетентнісного
 навчання фізики. *Освітні Обрії* : Науково-педагогічний журнал. Івано-Франківськ : РВВ
 ОІППО, 2020. Том 51 №2, С. 90-96

Кафедра фізики та методики її навчання розглянула на своєму засіданні результати
 впровадження (протокол № 13 від 01.06.2021 р.) і дала позитивну оцінку впровадженню
 результатам дослідження. Зазначено, що внаслідок упровадження методики проєктної
 діяльності з фізики з'являється можливість щодо пошуку шляхів модернізації методики
 підготовки майбутніх учителів природничо- наукового спрямування, що дозволяє глибше
 реалізовувати дидактичні й психологічні принципи розвивального навчання, здійснювати
 індивідуалізацію та диференціацію навчального процесу та сприяє фаховому удосконаленню
 й професійному саморозвитку майбутніх учителів фізики і астрономії.

Проректор з наукової роботи
 та міжнародного співробітництва
 ТНПУ ім. В.Гнатюка



Фальфушинська Г.І.