

УДК 378.041

DOI <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2023-17.24>

МІЖПРЕДМЕТНІ ЗВ'ЯЗКИ У НАВЧАННІ РАДІАЦІЙНОЇ ГРАМОТНОСТІ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

ТИМОЩУК ОЛЕКСАНДР СТАНІСЛАВОВИЧ

кандидат педагогічних наук,
здобувач ступеня доктора наук зі спеціальності «011 Освітні, педагогічні науки»
Рівненський державний гуманітарний університет
tymoschukos@gmail.com
orcid.org/0000-0002-4367-4692

Стаття висвітлює аналіз та визначення міжпредметних зв'язків у навчанні радіаційної грамотності майбутніх вчителів природничих дисциплін. Встановлено, що реалізацію міжпредметних зв'язків під час вивчення радіаційної грамотності майбутніми вчителями природничих дисциплін доцільно розглядати у світлі сучасної природничо-наукової картини світу. Аналіз освітньо-професійних програм дозволив визначити, що відправною точкою у формуванні радіаційної грамотності вчителів природничих дисциплін є саме безпека життєдіяльності, оскільки її вивчення передбачає набуття знань та вмій щодо радіаційних ризиків та способів захисту людини від шкідливого впливу іонізуючого випромінювання. Послідовне вивчення фізики, біології та хімії у поєднанні з низкою дисциплін соціально-гуманітарного напрямку дозволяють забезпечити цілісні, об'єктивні уявлення щодо радіаційних ризиків та небезпек.

Визначено, що реалізація міжпредметних зв'язків під час вивчення радіаційної грамотності майбутніми вчителями природничих дисциплін має важливе значення та повинна забезпечувати: системний і всебічний підхід до вивчення радіації; посилення практичної спрямованості навчання; розвиток у студентів критичного мислення та навичок розв'язання проблем; формування стійких ціннісних орієнтацій щодо безпечного використання ядерної енергії.

Водночас обґрунтовано ряд дидактичних принципів (системності, цілісності, актуальності, практичної спрямованості та ціннісного підходу), котрі забезпечують міжпредметну інтеграцію під час вивчення радіаційної грамотності майбутніми вчителями природничих дисциплін та форми їх безпосередньої практичної реалізації.

Ключові слова: *радіаційна грамотність, радіаційний ризик, вчитель загальноосвітньої школи, вчитель природничих дисциплін, міжпредметна інтеграція, науково-природничі знання.*

Постановка проблеми. В умовах сучасного стану розвитку виробництва, коли технології зростають експоненційно, питання радіаційної безпеки постають все більш актуальними. Радіаційна грамотність (далі за текстом – РГ) в умовах сьогодення є одним із ключових складників підготовки індивіда до життя в сучасному високотехнологічному світі. Особливо актуальною в окресленому контексті вбачається розвиненість РГ серед педагогів загальноосвітньої школи, оскільки вони відповідають за формування базових знань, умінь та навичок школярів. Фасилітаторами формування радіаційної грамотності та культури в загальноосвітніх закладах нині виступають вчителі природничих дисциплін, а тому вони повинні володіти високим рівнем обізнаності з питань радіаційної безпеки та

ядерних технологій. У світлі сучасних викликів РГ необхідна не лише для збереження здоров'я, а й для формування в учнів критичного мислення та вміння використовувати здобуті знання на практиці. Вчителі природничих дисциплін, котрі володіють високим рівнем РГ, можуть ефективно впроваджувати це питання в різні предмети навчального плану, сприяючи комплексному розвитку учнів. Аналізувати цю проблему слід у розрізі міжпредметних зв'язків, які визначають успішність і ефективність процесу навчання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання міжпредметних зв'язків у різні часи досліджували Я. Коменський, А. Дістервег, Дж. Локк, І. Песталоцці, О. Пометун, Д. Тхоржевський, Г. Фрейман та інші. Міждисциплінарний підхід до вивчення певних

явищ чи процесів навіть сьогодні демонструє свою ефективність та неабияку популярність в академічних колах [1]. Міжпредметні зв'язки дозволяють подолати змістові бар'єри у вивченні математики, природничих дисциплін та технологій і, як наслідок, гарантувати формування більш цілісних знань [5]. Незважаючи на всебічне дотримання принципу міжпредметності, А. Drobnić Vidic констатує, що сучасній системі освіти бракує підходів, заснованих на інтегративних інструментах різних навчальних дисциплін [6].

Саме по собі явище радіоактивного випромінювання та пов'язаних із ним процесів має мультидисциплінарний характер, що заснований на теорії у галузі фізики, хімії, біології, математики, безпеки життєдіяльності, соціології, історії та ряду технічних дисциплін. Сучасні дослідження вказують на те, що навіть вчителі природничих дисциплін мають хибні уявлення про радіацію та пов'язані з нею явища [7]. Недосконалість підготовки вчителів природничих дисциплін у галузі радіаційної безпеки зумовлює спотворення уявлень школярів про радіоактивність та випромінювання, про що свідчить дослідження Е. Boyes і М. Stanisstreet, яке демонструє критично низький рівень обізнаності у цьому контексті. Зокрема, більшість опитаних учнів вважають, що радіація посилює «парниковий ефект» та шкодить озоновому шару земної кулі [8]. Така ситуація детермінована низьким рівнем підготовки підростаючого покоління з питань радіації та радіоактивності. Навіть тяжкі наслідки аварії на Чорнобильській атомній електростанції незначною мірою вплинули на громадське розуміння РГ. У своєму дослідженні Н. Eijkelhof, R. Millar констатують, що навіть через кілька років після ядерної катастрофи більшість громадян не мали правильних, науково обґрунтованих уявлень про радіацію [9]. Вбачаємо, що наявний стан справ об'єктивно зумовлений низьким рівнем загальноосвітньої підготовки з питань РГ. У дослідженні Е. Henriksen, D. Jorde вивчалися особливості розуміння та ставлення до радіаційних питань старшокласників, які вони мали опанувати на останньому році обов'язкового природничого навчання. Було виявлено, що учні володіють

значним запасом загальнонаукових знань щодо радіації та радіоактивності, однак не мають цілісного уявлення про їх небезпеку або методи захисту від їхнього шкідливого впливу [10].

Однозначним висновком щодо низького рівня РГ серед населення, школярів та вчителів зокрема, є низький рівень відповідної (з питань радіаційної безпеки) підготовки. Потребують удосконалення підходи до формування РГ у вчителів природничих дисциплін, оскільки змістове наповнення їхніх профільних навчальних предметів передбачає вивчення аспектів радіоактивності, а самі вчителі є гарантами формування відповідних знань та вмінь в учнівської молоді. Важливо, аби підготовка вчителів природничих дисциплін загальноосвітньої школи мала цілісний характер як із погляду наступності вивчення матеріалу, так і з погляду забезпечення міжпредметних зв'язків.

Метою цього дослідження є аналіз та обґрунтування реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні радіаційної грамотності майбутніх вчителів природничих дисциплін.

Виклад основного матеріалу дослідження. Реалізацію міжпредметних зв'язків у вивченні РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін доцільно розглядати у світлі сучасної природничо-наукової картини світу. РГ вчителя природничих дисциплін за таких умов виступає важливим складником загальної природничо-наукової грамотності. Вона передбачає розуміння природи радіації, її властивостей і впливу на живі організми, а також сформованість навичок безпечної поведінки в умовах радіаційної небезпеки. Водночас вчитель природничих дисциплін має реалізувати свою просвітницьку функцію у контексті РГ, а саме доносити до школярів у доступній формі інформацію про радіацію, явища так загрози, пов'язані з нею.

Міжпредметні зв'язки доцільно реалізовувати в рамках певних навчальних дисциплін. Для цього було проаналізовано освітньо-професійні програми «Середня освіта. Природничі науки» закладів вищої освіти центрального, східного та західного регіонів нашої держави. Аналіз переліку компонентів освіт-

ніх програм засвідчив, що ключовими дисциплінами, навколо яких побудований увесь навчальний план, є хімія, біологія та фізика, однак послідовність їх вивчення у конкретних закладах освіти дещо різниться. Також простежується певне змістове домінування окремих природничих дисциплін у загальному курсі підготовки вчителя. Серед позитивного варто відзначити, що підготовка вчителів природничих дисциплін розпочинається з вивчення курсу «Безпека життєдіяльності» (Охорона праці та безпека життєдіяльності). Саме ця навчальна дисципліна, як наголошує Ю. Глінчук, є базисом у формуванні фахової працюючої компетентності майбутніх вчителів загальноосвітньої школи [1]. Вважаємо, що відправною точкою у формуванні РГ вчителів природничих дисциплін є саме безпека життєдіяльності, оскільки її вивчення передбачає набуття знань та вмінь про радіаційні ризики та способи захисту людини від шкідливого впливу іонізуючого випромінювання.

Реалізація міжпредметних зв'язків у вивченні РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін має важливе значення та повинна забезпечувати:

- системний і всебічний підхід до вивчення радіації;
- посилення практичної спрямованості навчання;
- розвиток у здобувачів освіти критичного мислення та навичок розв'язання проблем;
- формування стійких ціннісних орієнтацій щодо безпечного використання ядерної енергії.

Окреслені завдання реалізації міжпредметних зв'язків слід забезпечувати у процесі вивчення обов'язкових дисциплін, таких як: загальна фізика, загальна хімія, біологія, теоретична фізика, органічна та неорганічна хімія. Міждисциплінарний рівень передбачає взаємозв'язок між окремими природничими дисциплінами. Наприклад, вивчаючи радіацію в курсі фізики, можна використовувати знання з хімії, біології. Крім того, можна розглянути хімічні властивості радіоактивних елементів, їхній вплив на біологічні процеси та вико-

ристання засобів індивідуального захисту. До прикладу, Т. Кисільова і О. Фоменко пропонують використовувати міжпредметні структурно-логічні схеми, які охоплюють аспекти фізики, хімії та біології, для кращого усвідомлення інформації про іонізуючі випромінювання [2, с. 64]. Наочне представлення складної для сприйняття інформації з урахуванням міжпредметного принципу дозволяє удосконалити процес засвоєння необхідних знань та навичок про радіацію. У своєму дослідженні А. Сільвейстр і М. Моклюк наголошують, що синтез природничо-наукових знань – ефективний шлях до поліпшення підготовки студентів природничих спеціальностей. Зокрема, вони наголошують на інтеграції знань фізики та хімії, наприклад «Радіоактивність – Ізотопи», «Будова атома. Ядерні реакції – Періодична система елементів. Склад атомних ядер». Взаємозв'язок фізики і біології вбачають у поєднанні таких змістових компонентів: «Ділення ядер урану. Ланцюгова реакція – Джерела енергії та вік Землі», «Іонізуюче випромінювання – Мутації, неспадкові зміни», «Методи реєстрації іонізуючих випромінювань – Використання атомів для визначення руху поживних речовин» [3, с. 89].

Міжпредметні зв'язки у вивченні РГ доцільно реалізовувати у розрізі послідовності вивчення навчальних дисциплін та їх змістового наповнення. Разом із тим міжпредметний рівень передбачає взаємозв'язок між природничими дисциплінами та іншими предметами. Наприклад, вивчаючи радіацію, можна використовувати знання з історії, економіки, екології та права. Рекомендується розглянути історію розвитку атомної енергетики, економічні аспекти використання ядерної енергії, екологічні проблеми, пов'язані з радіацією, та законодавчі норми, що регулюють використання радіації. Інтеграція таких знань про РГ у зміст предметів неприродничого характеру є чинником формування ціннісних якостей майбутніх вчителів щодо радіаційної безпеки. Як підтвердження наших припущень виступає дослідження групи бельгійських вчених [11], котрі досліджували трансдисциплінарні зв'язки в інтеграції соціальних наук у радіаційний захист. Емпіричні результати

цього дослідження засвідчили, що рефлексивний аналіз аспектів радіаційної безпеки у процесі вивчення права, соціології, політології, психології та історії дозволяє забезпечити формування об'єктивних уявлень про радіацію, вони виступають у ролі так званих «мостів» між безпековими та соціальними дисциплінами.

У реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін необхідно дотримуватися ряду дидактичних принципів, зокрема:

– *принцип системності* передбачає, що міжпредметні зв'язки повинні реалізовуватися на всіх рівнях навчання;

– *принцип цілісності* передбачає, що міжпредметні зв'язки сприятимуть формуванню у здобувачів освіти цілісного уявлення про радіацію, пов'язані з нею явища та методи захисту від її шкідливого впливу;

– *принцип актуальності* передбачає, що міжпредметні зв'язки відповідають сучасним вимогам до природничо-наукової освіти та досягненням ядерних та радіаційних технологій;

– *принцип практичної спрямованості* передбачає, що міжпредметні зв'язки сприяють розвитку у майбутніх вчителів практичних навичок щодо забезпечення безпеки школярів та власної в умовах радіаційних небезпек;

– *принцип ціннісного підходу* передбачає, що міжпредметні зв'язки сприятимуть формуванню у студентів ціннісних (аксіологічних) орієнтацій щодо безпечного використання ядерної енергії та радіаційних ризиків.

Тобто міжпредметні зв'язки під час вивчення РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін реалізуються не лише на дисциплінарному, а й на організаційному рівні. Слід зазначити, що окреслені підходи та принципи повинні реалізовуватися не лише на етапі вивчення конкретних дисциплін – їх доцільно здійснювати у ході виконання комплексних форм наукової роботи та діагностування рівня сформованості відповідних компетентностей. Реалізація міжпредметних зв'язків під час вивчення РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін може здій-

снюватися за допомогою різних методів та прийомів:

– *комплексні заняття*, на яких розглядаються питання радіації з різних боків. Такі заняття можуть організовуватися як на початковому етапі вивчення певної навчальної дисципліни, так і як підсумкові. Їхня роль полягає у виокремленні раніше набутих знань та вмінь, котрі послуговували би теоретичним базисом для формування об'єктивних та цілісних уявлень РГ;

– *проекти*, в рамках яких здобувачі освіти можуть самостійно досліджувати певні аспекти радіації. Такий підхід доцільно впроваджувати із здобувачами старших курсів навчання, котрі мають належний теоретичний та практичний базис природничих дисциплін;

– *індивідуально-дослідні завдання*, котрі забезпечуватимуть узагальнення вивчення певного явища, пов'язаного з радіацією, з точки зору фізики, хімії, біології та інших навчальних дисциплін;

– *екскурсії* до природничих музеїв, атомних електростанцій та інших об'єктів, пов'язаних із радіацією. Такі позакласні заходи сприятимуть інтеграції безпосередніх уявлень про діяльність радіаційно небезпечних об'єктів із теоретичними знаннями, набутими у процесі університетської підготовки;

– *заходи інформальної освіти* варто організовувати із залученням громадських організацій та незалежних експертів. Проводити їх доцільно у формі вебінарів, онлайн-курсів, тренінгів тощо;

– *педагогічна практика* у визначеному контексті позиціонується як інструмент формування просвітницьких якостей вчителя природничих дисциплін як популяризатора РГ серед школярів.

З метою графічного унаочнення запропонованих підходів, принципів та форм реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін представлена структурно-логічна схема (рис. 1).

Використання міжпредметних зв'язків під час вивчення РГ є ефективним способом формування у майбутніх вчителів природничих дисциплін глибоких знань про радіацію

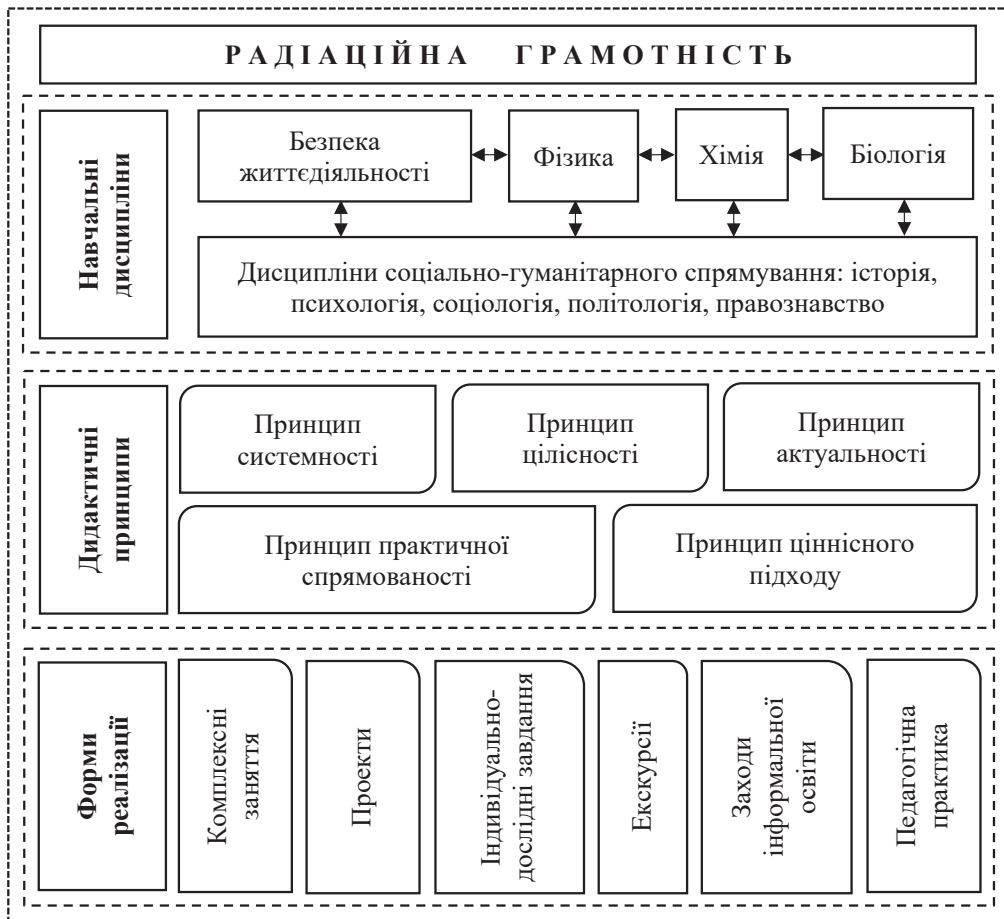


Рис. 1. Структурно-функціональна модель реалізації міжпредметних зв'язків у процесі вивчення радіаційної грамотності майбутніми вчителями природничих дисциплін

та її вплив на навколишнє середовище, що дозволяє забезпечити системний і всебічний підхід до вивчення радіації, посилити практичну спрямованість навчання, розвивати у студентів критичне мислення та навички розв'язання проблем, а також формувати у них стійкі ціннісні орієнтації щодо безпечного використання ядерної енергії.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Виконаний аналіз потенційних шляхів реалізації міжпредметних зв'язків під час вивчення РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін дав змогу виокремити ряд послідовних навчальних дисциплін (безпека життєдіяльності, фізика, хімія, біологія), зміст яких потребує взаємної інтеграції. Встановлено, що міжпредметні зв'язки у навчанні РГ забезпечуватимуть системний і всебічний підхід до вивчення радіації, посилення практичної спрямованості навчання, розвиток

критичного мислення та навичок розв'язання проблем, формування стійких ціннісних орієнтацій щодо безпечного використання ядерної енергії.

Разом із тим обґрунтовано дидактичні принципи, що сприятимуть розвитку РГ, а саме: системності, цілісності, актуальності, практичної спрямованості та ціннісного підходу. Крім цього, запропоновано форми реалізації міжпредметних зв'язків, а саме: комплексні заняття, проекти, індивідуально-дослідні завдання, екскурсії, інформальні освітні заходи та педагогічна практика.

Подальші наукові пошуки вбачаємо у проведенні експериментальних заходів для з'ясування ефективності запропонованих підходів та обґрунтуванні організаційно-педагогічних підходів до реалізації міжпредметних зв'язків у процесі вивчення РГ майбутніми вчителями природничих дисциплін.

ЛІТЕРАТУРА

1. Глінчук Ю. Стан та проблеми формування фахової працеворонної компетентності в студентів педагогічних спеціальностей. *Нова педагогічна думка*. 2019. №1. С. 13–16.
2. Кисільова Т. О., Фоменко О. З. Використання структурно-логічних схем для оптимізації викладання теми «іонізуючі випромінювання. Використання в медицині». *Медична освіта*. 2023. № 3. С. 62–68.
3. Сільвейстр А. М., Моклюк М. О. Синтез природничо-наукових знань учнів як шлях до поліпшення підготовки студентів природничих спеціальностей. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи* : матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 травня 2022 р., м. Тернопіль. Тернопіль, 2022.
4. Ng David. Embracing interdisciplinary connections in academia. *Nature Microbiology*. 2022. Vol. 7.4. P. 470–470.
5. Meier Sherry L., Hovde Robert L., Meier Ronald L. Problem solving: Teachers' perceptions, content area models, and interdisciplinary connections. *School science and Mathematics*. 1996. Vol. 96(5). P. 230–237.
6. Drobnic Vidic Andreja. Comparison of Interdisciplinary Connections between Mathematics and Other Subjects through Student-Centered Approaches. *REDIMAT-Journal of Research in Mathematics Education*. 2023. Vol. 12(1). P. 29–55.
7. Colclough Nicholas Denys; lock, Roger; Soares, Allan. Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. *International Journal of Science Education*. 2011. Vol. 33(3). P. 423–446.
8. Boyes Edward, Stanisstreet Martin. Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science & Technological Education*. 1994. Vol. 12(2). P. 145–160.
9. Eijkelhof, H., Millar Robin. Reading about Chernobyl: the public understanding of radiation and radioactivity. *School Science Review*. 1988. Vol. 70(251). P. 35–41.
10. Henriksen Ellen K., Jorde Doris. High school students' understanding of radiation and the environment: Can museums play a role? *Science education*. 2001. Vol. 85(2). P. 189–206.
11. Eggermont Gilbert, et al. PISA: A transdisciplinary Approach To Integrate Social Sciences In Radiation Protection. In: *Findings and Results from the Swedish Cyprus Expedition: A Gender Perspective at the Medelhavsmuseet*, 2004.

INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN TEACHING RADIATION LITERACY TO SCIENCE TEACHERS

TYMOSHCHUK OLEKSANDR STANISLAVOVYCH

Candidate of Pedagogical Sciences, Doctoral Candidate
in the specialty “011 Educational, Pedagogical Sciences”
Rivne State University of the Humanities

Introduction. *The problem of the study is based on the fact that radiation literacy is one of the key components of preparing an individual for life in the modern world. In this context, the development of RL among secondary school teachers is considered especially relevant, since they are responsible for the formation of basic knowledge, skills and abilities of schoolchildren.*

The purpose of the study is to analyze and identify interdisciplinary connections in teaching radiation literacy to future science teachers. *The implementation of interdisciplinary connections in the study of radiation literacy by future science teachers should be considered in the light of the modern natural science picture of the world.*

The research methods include theoretical analysis of scientific literature and regulatory and legal support; systematization of the developments of teacher-researchers in the context of radiation literacy; generalization of transitional conclusions and contextualization; deduction, induction and theoretical modeling of educational processes.

The main results of the study are the analysis of educational and professional programs, which allowed us to establish that the "starting point" in the formation of radiation literacy of science teachers is life safety, since its study involves the acquisition of knowledge and skills about radiation risks and ways to protect people from the harmful effects of ionizing radiation. *Consistent study of physics, biology and chemistry in combination with a number of social and humanitarian disciplines allows for a holistic, objective understanding of radiation risks and hazards.*

Scientific novelty: *the author has determined that the implementation of interdisciplinary connections in the study of radiation literacy by future science teachers is important and should ensure: a systematic and comprehensive approach to the study of radiation; strengthening the practical orientation of learning; development of critical thinking and problem-solving skills in students; formation of stable value orientations for the safe use of nuclear energy. At the same time, a number of didactic principles (systematicity, integrity, relevance, practical orientation*

and value-based approach) are substantiated that ensure interdisciplinary integration in the study of radiation literacy by future science teachers and the forms (comprehensive classes, projects, individual research tasks, excursions, informational educational activities and pedagogical practice) of their direct practical implementation.

Conclusions. Further research should focus on applied experimental activities to test the proposed approaches to implementing interdisciplinary links in the study of radiation literacy by future science teachers.

Key words: radiation literacy, radiation risk, secondary school teacher, science teacher, interdisciplinary integration, scientific and natural knowledge.

REFERENCES

1. Hlinchuk, Yu. (2019). Stan ta problemy formuvannia fakhovoi pratseokhoronnoi kompetentnosti v studentiv pedahohichnykh spetsialnostei [State and Problems of Formation of Professional Labor Protection Competence in Students of Pedagogical Specialties]. *Nova pedahohichna dumka*, 1. 13–16 [in Ukrainian].
2. Kysilova, T.O., & Fomenko, O.Z. (2023). Vykorystannia strukturno-lohichnykh skhem dlia optymizatsii vykladannia temy «ionizuiuchi vprominiuvannia. Vykorystannia v medytsyni» [The use of structural and logical schemes to optimize the teaching of the topic "Ionizing radiation. Application in medicine]. *Medychna osvita*, 3. 62–68 [in Ukrainian].
3. Silveistr, A.M., & Mokliuk, M.O. (2022). Syntez pryrodnycho-naukovykh znan uchniv yak shliakh do polipshennia pidhotovky studentiv pryrodnychykh spetsialnostei [Synthesis of students' natural science knowledge as a way to improve the training of students of natural sciences]. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biologii ta pryrodnychykh nauk u konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly : materialy IV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 26-27 travnia 2022 r., m. Ternopil. Ternopil* [in Ukrainian].
4. Ng, David. (2022). Embracing interdisciplinary connections in academia. *Nature Microbiology*, 7.4. 470–470 [in English].
5. Meier, Sherry L., Hovde, Robert L., & Meier, Ronald L. (1996). Problem solving: Teachers' perceptions, content area models, and interdisciplinary connections. *School science and Mathematics*, 96.5. 230–237 [in English].
6. Drobnić Vidic, Andreja. (2023). Comparison of Interdisciplinary Connections between Mathematics and Other Subjects through Student-Centered Approaches. *REDIMAT-Journal of Research in Mathematics Education*, 12.1. 29–55 [in English].
7. Colclough, Nicholas Denys; Lock, Roger; & Soares, Allan. (2011). Pre-service teachers' subject knowledge of and attitudes about radioactivity and ionising radiation. *International Journal of Science Education*, 33.3. 423–446 [in English].
8. Boyes, Edward, & Stanisstreet, Martin. (1994). Children's Ideas about Radioactivity and Radiation: sources, mode of travel, uses and dangers. *Research in Science & Technological Education*, 12.2. 145–160 [in English].
9. Eijkkelhof, H., & Millar, Robin. (1988). Reading about Chernobyl: the public understanding of radiation and radioactivity. *School Science Review*, 70.251. 35–41 [in English].
10. Henriksen, Ellen K., & Jorde, Doris. (2001). High school students' understanding of radiation and the environment: Can museums play a role? *Science education*, 85.2. 189–206 [in English].
11. Eggermont, Gilbert, et al. (2004). PISA: A transdisciplinary Approach To Integrate Social Sciences In Radiation Protection. In: *Findings and Results from the Swedish Cyprus Expedition: A Gender Perspective at the Medelhavsmuseet* [in English].