

DOI <https://doi.org/10.32782/NSER/2024-2.05>
УДК 37:5(477)

РОЛЬ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК У ФОРМУВАННІ РАДІАЦІЙНОЇ ГРАМОТНОСТІ УЧНІВ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Тимошук Олександр Станіславович

кандидат педагогічних наук,

здобувач ступеня доктора наук за спеціальністю «011 Освітні, педагогічні науки»

Рівненського державного гуманітарного університету

ORCID ID: 0000-0002-4367-4692

Scopus author ID: 57222627576

Researcher ID: JTS-6890-2023

У статті визначено й обґрунтовано роль учителя природничих наук у формуванні радіаційної грамотності учнів закладів загальної середньої освіти. Акцентовано, що постійне збільшення використання радіаційних технологій у різних сферах життя робить знання про радіацію та її вплив на організм людини життєво необхідними. На жаль, багато учнів не мають чіткого уявлення про радіацію, її властивості та вплив, що може призвести до небезпечних наслідків. Наголошено, що вчителі природничих наук відіграють ключову роль у формуванні радіаційної грамотності учнів.

Проаналізовано й узагальнено вітчизняний і зарубіжний досвід формування радіаційної грамотності школярів в умовах закладів загальної середньої освіти. Ідентифіковано ключові тенденції в сучасній природничій освіті щодо розвитку радіаційної грамотності школярів. Крім того, окреслено різні інтерпретації поняття «радіаційна грамотність». На основі аналізу доведено, що радіаційна грамотність має когнітивні, діяльнісні та ціннісні компоненти.

Окреслено функції вчителя природничих наук у когнітивному розрізі щодо формування в учнів низки діяльнісних якостей, які допоможуть їм застосовувати свої знання та розуміння радіації в практичній площині. Встановлено ключові освітні змістово-діяльнісні компоненти вчителя природничих дисциплін у розрізі формування радіаційної грамотності учнів, а саме: вивчення основ радіаційної фізики та хімії (розуміння природи радіації, її різновидів, закономірностей взаємодії з речовиною та вплив на живі організми), аналіз біологічних ефектів радіації (уявлення про механізми дії радіації на біологічні системи, рівні опромінення, канцерогенна та мутагенна дія радіації), вивчення методів дозиметрії та радіаційного захисту (методи вимірювання доз опромінення, про засоби індивідуального та колективного захисту від радіації), ознайомлення з принципами радіаційної екології (розуміння закономірності розподілу радіоактивних речовин у навколишньому середовищі, їх вплив на екосистеми та здоров'я людини).

Ключові слова: природнича освіта, радіаційна грамотність, вчитель природничих наук, радіаційна безпека, освітня інтеграція, методика навчання природничих наук, безпека життєдіяльності.

Tymoshchuk O. S. The role of science teachers in forming radiation literacy of secondary school students

The article defines and substantiates the role of the science teacher in the formation of radiation literacy of secondary school students. It is emphasised that the constant increase in the use of radiation technologies in various spheres of life makes knowledge about radiation and its impact on the human body vital. Unfortunately, many students do not have a clear understanding of radiation, its properties and effects, which can lead to dangerous consequences. It is emphasised that science teachers play a key role in the formation of students' radiation literacy.

The article analyses and summarises the national and foreign experience of forming radiation literacy of schoolchildren in the conditions of secondary schools. The key trends in modern science education in the development of radiation literacy of schoolchildren are identified. In addition, different interpretations of the concept of "radiation literacy" are outlined. Based on the analysis, it is proved that radiation literacy has cognitive, activity and value components.

The functions of the science teacher in the cognitive context and in the formation of a number of activity qualities in students that will help them apply their knowledge and understanding of radiation in practice are outlined. The key educational content and activity components of a science teacher in the context of the formation of students' radiation literacy have been identified, namely study of the basics of radiation physics and chemistry (understanding of the nature of radiation, its types, patterns of interaction with matter and its impact on living organisms, analysis of biological effects of radiation (understanding of the mechanisms of radiation action on biological systems, exposure levels, carcinogenic and mutagenic effects of radiation,

study of dosimetry and radiation protection methods (methods of measuring radiation doses, means of individual and collective protection against radiation, familiarisation with the principles of radiation ecology (understanding of the distribution of radioactive substances)).

Key words: *science education, radiation literacy, science teacher, radiation safety, educational integration, science teaching methods, life safety.*

Постановка проблеми та її актуальність.

У сучасному світі, де людина перманентно стикається з впливом радіаційних технологій та їх чинників, проблема формування радіаційної грамотності учнів закладів загальної середньої освіти набуває особливої актуальності. Дедалі вища кількість атомних електростанцій, медичних радіологічних установок, збільшення кількості відходів ядерного поділу, а також потенційні загрози радіоактивного забруднення роблять знання про радіацію та її вплив на організм людини життєво необхідними для кожного. Одну з ключових ролей у формуванні радіаційної грамотності учнів відіграють вчителі природничих наук, які забезпечують відповідну підготовку учнів з фізики, хімії та біології. Вивчення окреслених предметів забезпечує надійну теоретичну основу підготовки школяра в напрямі радіаційного захисту та обізнаності. Саме вчителі природничих наук володіють знаннями та методиками, що дають змогу доступно й цікаво донести до учнів складні поняття про радіацію, її властивості, вплив на людину та навколишнє середовище.

Актуальності проблемі формування радіаційної грамотності учнів закладів загальної середньої освіти додає низка чинників, як-от:

- зростання обсягів використання радіаційних технологій у таких сферах діяльності людини, як медицина, промисловість, сільське господарство, харчове виробництво, наукові дослідження тощо;

- щорічне збільшення ядерних реакторів детермінує збільшення ризику можливих техногенних аварій;

- відсутність у багатьох учнів чіткого уявлення про радіацію, її вплив на організм людини та способи захисту від її шкідливого впливу;

- інтенсивне поширення дезінформації про радіацію, що може породжувати безпідставні панічні настрої в суспільстві або ж, навпаки, зумовлювати недооцінювання ризиків іонізуючого опромінення;

- сучасна геополітична обстановка і збройні конфлікти в багатьох країнах світу актуалізують загрозу ядерної війни.

У таких умовах роль учителів природничих наук набуває особливої важливості в розрізі забезпечення належної, актуальної радіаційної освіти учнівської молоді.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Підготовкою вчителів природничих наук у вітчизняній науковій ретроспективі займалися Н. Александрович, О. Войтович, Н. Грицай, В. Єфімова,

Н. Москалик, Л. Нікітченко, С. Стрижак, В. Танська, Ю. Шапран, І. Щербак та ін. Проблеми професійної підготовки вчителів природничих наук розкрито в працях закордонних дослідників Дж. Макдональда, Дж. Тессієра, Д. Сімонс, Дж. Люфт та В. Сампсон. Окреслені дослідження стосуються здебільшого організації інноваційного освітнього середовища (форм та методів) підготовки вчителів природничих наук і формування в них відповідних професійних компетентностей.

Варто наголосити, що дослідження в напрямі формування радіаційної грамотності педагогів досить обмежені й опосередковані. Зокрема, С. Гвоздій у своєму дослідженні обґрунтовує шляхи інтеграції змістового модуля «Радіаційна безпека» у курс «Безпека життєдіяльності» для вчителів природничого циклу [1, с. 232]. Досить близьким до питання радіаційної грамотності школярів є дослідження Р. Андрійчука та Р. Васильєвої, які вивчали проблеми підготовки майбутніх учителів до формування безпечної поведінки школярів в зоні радіаційного контролю [5, с. 14].

Серед закордонних учених досить цікавими в досліджуваному дискурсі є низка наукових доробків, серед яких виокремимо такі. Р. М. Anjos розробив навчальну програму з радіаційної грамотності для майбутніх учителів фізики, засновану на реальних прикладах, як-от аварія в Гоянії (1987 рік). Дослідники наголошують, що лейтмотив навчальної програми – підвищення обізнаності учнів про радіоактивність та її вплив на здоров'я і навколишнє середовище [3, с. 380]. Японські дослідники Н. Misao та А. Makoto експериментальним шляхом ідентифікували змістові прогалини з питань радіаційної безпеки в природничій підготовці школярів. На їхню думку, низький рівень підготовки вчителів з питань радіаційної безпеки зумовив ускладнення під час надання допомоги потерпілим й усунення наслідків катастрофи на АЕС Фукусіма-Даїїчі (2011). Автори підкреслюють важливість освіти про радіацію не тільки для професіоналів, а й для широкого загалу [4]. Групою дослідників на чолі з R. D. Metcalfe розроблено структуру, змістове наповнення та вебресурс, метою якого є підтримка курсу з радіаційної безпеки вчителів середньої школи [5]. В. Kostadinova у своїй праці описує реалізацію програми радіоекологічної освіти для учнів середньої школи. Також публікація містить методичні рекомендації для вчителів природничих наук, які шукають способи інтегрувати радіаційну освіту у свої навчальні програми [6].

Можна задекларувати, що дослідження в напрямі формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук є досить обмеженими й мають фрагментарний характер. Наразі немає достатньо вичерпних наукових досліджень, які б чітко обґрунтували та описували роль учителів природничих наук у формуванні радіаційної грамотності учнів. Це значно загострює цю проблему, адже вона потребує розробки нових підходів та інструментів для оцінки ефективності роботи вчителів і визначення оптимальних методів у контексті навчання учнів з питань радіаційної безпеки.

Мета статті – обґрунтувати й визначити роль учителів природничих наук у формуванні радіаційної грамотності учнів закладів загальної середньої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ключову позицію в системі освіти займають заклади загальної середньої освіти (ЗЗСО), здійснюючи комплексний вплив на формування особистості учня. Згідно з концепцією «Нова українська школа», учень повинен володіти компетентностями в природничих науках і технологіях. Зокрема, учень має володіти «науковим розумінням природи та сучасних технологій, а також бути здатним його застосовувати в практичній діяльності» [7, с. 10]. Теорія радіоактивного (іонізуючого) випромінювання має глибокі міжпредметні зв'язки з природничими дисциплінами, які допомагають краще усвідомити його наукову сутність. Іонізувальне випромінювання, як-от рентгенівські промені, гамма-промені та альфа-й бета-частинки, значно впливає на різні аспекти природничих наук. Його можна використовувати для вивчення структури певних матеріалів, хімічних реакцій і біологічних процесів. У таких умовах учителі природничих наук відіграють важливу роль у формуванні радіаційної грамотності учнів, надаючи їм точну та неупереджену інформацію про радіацію, допомагаючи зрозуміти ризики та переваги її використання, а також навчаючи їх безпечного й відповідального поводження з нею.

Роль учителя у формуванні радіаційної грамотності учнів ЗОШ доцільно розглядати крізь призму її змісту. Структура радіаційної грамотності учнів ЗОШ має ґрунтуватися насамперед на достовірних наукових даних, емпіричних результатах природничих і технічних досліджень, правдивій статистиці. Поняттям «грамотність» називають не лише вміння, якими володіють на початковому рівні, а й комплекс знань, умінь та стратегій, які людина отримує від різних життєвих ситуацій [8]. Р. D. Klein констатує, що грамотність – це результат навчання чи підготовки, який характеризується рівнем когнітивних уявлень, дає змогу будувати певні концепції поведінки або ж діяти на основі формально дійсних, об'єктивних

міркувань [9, с.157]. Тобто грамотність має когнітивні, діяльнісні та ціннісні компоненти.

Під «радіаційною грамотністю» розуміють певний рівень обізнаності у сфері ядерної та радіаційної безпеки, а також уміння ефективно взаємодіяти в мовах ядерних ризиків [10]. Варто зазначити, що така інтерпретація поняття є промислово орієнтованою та не репрезентує всіх знань та діяльнісних аспектів радіаційної грамотності всіх верств населення. Інше тлумачення «радіаційної грамотності» визначається як здатність учнів розуміти природу радіації, оцінювати ризики її використання, ухвалювати обґрунтовані рішення та діяти з урахуванням безпеки в надзвичайних ситуаціях [11]. Інше інтерпретування визначає «радіаційну грамотність» як комплекс знань, умінь та розуміння людьми принципів радіації, її впливу на здоров'я й довкілля, а також заходів радіаційної безпеки [12].

У такому розрізі вчитель природничих наук, формуючи радіаційну грамотність школярів, повинен сприяти формуванню необхідних знань та умінь і на основі цього розвивати певні цілісні уявлення та цінності.

У когнітивному розрізі роль учителя природничих наук полягає у формуванні в учнів низки якостей:

1. Знання: учні повинні мати базові знання про фізику й хімію радіації, її біологічні ефекти та методи її вимірювання.

2. Розуміння: учні повинні розуміти концепції ризику та користі, а також вміти застосовувати їх для оцінки використання радіоактивних матеріалів.

3. Аналітичне мислення: критичне оцінювання інформації про радіацію з різних джерел.

4. Ухвалення рішень: уміння ухвалювати обґрунтовані рішення щодо використання джерел іонізуючого випромінювання.

5. Відповідальність: усвідомлення власної відповідальності за безпечне та етичне використання радіації.

У змістовому плані такі дії вчителя природничих наук репрезентовані сформованістю знань про природу радіації, її джерела та впливи на організм людини та навколишнє середовище; основи дозиметрії та норми радіаційного опромінення; засоби та заходи профілактики й захисту від шкідливої дії іонізуючого випромінювання; особливості технології функціонування ядерних об'єктів; технології медичного діагностування з використання радіоактивних випромінювань; небезпеку ядерної зброї тощо. Формування цих когнітивних якостей допоможе учням стати радіаційно грамотними громадянами, які здатні ухвалювати обґрунтовані рішення щодо використання радіації у своєму житті.

Окрім когнітивних якостей, учитель природничих наук також відповідає за формування в учнів низки діяльнісних якостей, які допомо-

жуть їм застосовувати свої знання та розуміння радіації в практичній площині. До таких якостей належать:

- Навички дослідження: необхідно володіти уміннями пошуку та оцінювання інформації про радіацію з різних джерел.
- Навички спілкування: потрібно вміти ефективно спілкуватися про радіацію з іншими людьми.
- Навички ухвалення рішень: учні мають уміти ухвалювати обґрунтовані рішення щодо використання радіації в різних ситуаціях.
- Навички проблемного вирішення: полягає у розв'язанні проблемних ситуацій (кейсів), пов'язаних з радіацією.

Для забезпечення формування когнітивних та діяльнісних якостей з питань радіаційної грамотності в учнів ЗЗСО вчитель природничих наук має володіти навичками гармонійного інтегрування специфічних компонентів у навчальний процес на змістовому та методичному рівнях, при цьому не порушуючи дидактичної мети конкретного заняття чи предмета. Важливо, щоб учителі природничих дисциплін не лише надавали учням інформацію про радіаційну безпеку, а й формували в них позитивне ставлення до цієї теми. Це можна зробити, підкреслюючи важливість радіаційної безпеки для захисту здоров'я людей і довкілля, а також демонструючи, як принципи радіаційної безпеки можна застосовувати в повсякденному житті.

До основних освітніх напрямів діяльності вчителя природничих дисциплін належать такі:

– *вивчення основ радіаційної фізики та хімії* – дасть змогу розуміти природу радіації, її різновиди, закономірності взаємодії з речовиною та вплив на живі організми;

– *аналіз біологічних ефектів радіації* – формує уявлення про механізми дії радіації на біологічні системи, про гострі та хронічні ефекти опромінення, а також про канцерогенну й мутагенну дію радіації;

– *вивчення методів дозиметрії та радіаційного захисту* – забезпечує володіння знаннями про методи вимірювання доз опромінення, про засоби індивідуального та колективного захисту від радіації, а також про правила роботи з радіоактивними матеріалами;

– *ознайомлення з принципами радіаційної екології* – забезпечує розуміння закономірності розподілу радіоактивних речовин у навколишньому середовищі, їх вплив на екосистеми та здоров'я людини.

Доцільно, щоб учителі природничих дисциплін постійно вдосконалювали особисту радіаційну грамотність. Це дасть їм змогу надавати учням актуальну та достовірну інформацію про радіаційну безпеку, а також формувати у них відповідальне ставлення до неї.

Варто зауважити, що формування радіаційної грамотності учнів потребує комплексного підходу, який ґрунтується на врахуванні міжпредметних зв'язків та наступності навчання. Це означає, що знання та навички, розвинуті учнями на уроках з різних предметів (зокрема, природничого циклу), повинні бути інтегровані та розвиватися послідовно протягом усього періоду навчання. Наступність формування радіаційної грамотності гарантує послідовне й логічне вивчення тем з радіаційної безпеки, що сприяє кращому розумінню та засвоєнню матеріалу.

За таких умов учитель повинен не лише володіти глибокими природничо-науковими теоретичними знаннями, а й забезпечувати реалізацію відповідних дидактичних принципів та використовувати оптимальні методичні прийоми й засоби навчання. Важливо, щоб педагог встановлював зв'язки між темами, що стосуються радіаційної безпеки, та іншими темами навчальної програми. Для цього доцільно застосовувати міжпредметні проекти та завдання, що дасть змогу учням застосовувати знання та навички, здобуті на різних заняттях, для розв'язування комплексних проблем, пов'язаних з радіаційною безпекою. Необхідно, щоб вивчення аспектів радіаційної грамотності відбувалося трансдисциплінарно, тобто траєкторія навчання враховувала міждисциплінарні зв'язки та наступність вивчення нового матеріалу. Задля досягнення таких вимог вчителю природничих наук необхідно використовувати різноманітні методи й прийоми навчання, що дасть змогу зробити процес навчання цікавим та ефективним, а також залучити учнів до активної роботи.

Висновки. Важливість цього дослідження зумовлена дедалі вищим впливом радіаційних технологій на життя людей, що робить знання про радіацію та її вплив на організм людини життєво необхідними. У таких умовах роль учителів природничих наук набуває особливої важливості в контексті забезпечення належної радіаційної освіти учнівської молоді. Результати дослідження свідчать про те, що вчителі природничих наук відіграють ключову роль у формуванні радіаційної грамотності учнів. Вони забезпечують учнів знаннями про природу радіації, її вплив на організм людини та довкілля, а також методами дозиметрії та радіаційного захисту. Крім того, вчителі природничих наук формують в учнів позитивне ставлення до радіаційної безпеки та вчать їх відповідально поводитися з радіацією.

Роль учителя в досліджуваному контексті дуже непроста, адже формування радіаційної грамотності учнів – це комплексне завдання, яке потребує співпраці вчителів різних предметів. Водночас вони повинні володіти глибокими знаннями з питань радіаційної безпеки та методикою її викладання. Крім того, необхідно постійно вдо-

сконалювати методику формування радіаційної грамотності учнів з урахуванням нових наукових даних та сучасних вимог.

Реалізація цих перспективних напрямів досліджень дасть змогу значно підвищити ефектив-

ність формування радіаційної грамотності учнів закладів загальної середньої освіти, що сприятиме підвищенню рівня їх підготовки до життя в сучасному світі, де радіаційні технології використовують у різних сферах діяльності.

Література:

1. Гвоздїй С. П. Підготовка майбутніх учителів природничого циклу до навчання школярів основ безпечної поведінки : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Одеса, 2007. 245 с.
2. Андрійчук Р. Г., Васильєва Р. Ю. Підготовка майбутніх вчителів до формування безпечної поведінки школярів в зоні радіаційного контролю. *Наука і освіта. Науково-практичний журнал Південного наукового центру НАПН України*. 2008. № 1. С. 14–18.
3. Anjos R. M., et al. Radioactivity teaching: Environmental consequences of the radiological accident in Goiânia (Brazil). *American Journal of Physics*. 2001. V. 69. 3. P. 377–381.
4. Hachiya Misao, Akashi Makoto. Lessons learned from the accident at the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant – more than basic knowledge: education and its effects improve the preparedness and response to radiation emergency. *Radiation protection dosimetry*. 2016. V. 171. 1. P. 27–31.
5. Metcalfe R. D., et al. A web-based resource for radiation safety courses. In: Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education. 2002. P. 90.
6. Kostadinova B., et al. Implementation of radioecological education in secondary school by a 'Radiation and man' elective course. 2004. P. 1–16.
7. Концепція «Нова українська школа»: прийнята 27 жовтня 2016. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 11.04.2024).
8. Kirsch I. S. The international adult literacy survey (IALS): Understanding what was measured. ETS Research Report Series. 2001. № 2001.2. С. 61.
9. Klein P. D. The challenges of scientific literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*. 2006. № 28.2-3. С. 143–178.
10. Choi K., Cho J. K. Development and statistical assessment of a radiation safety literacy measurement tool. *International Journal of Radiation Research*. 2021. № 19.1. С. 41–48.
11. Ranasinghe N., Perera U., Mahakumara P., Rathnaweera N., Rathnayake P., Toda T., Iimoto T. Development of radiation literacy among secondary school students in SRI LANKA. *Journal of Environment and Safety*. 2019. № 10(2). С. 37–40.
12. G., Wu, X., Liu, Y. Y., Hu, Y., Li, Y., Zhang, R., ... & Li, X. Research on radiation sensitive biomarkers and status of radiation safety literacy under low dose irradiation: Radiation biomarkers and radiation safety culture. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 2023 № 16(4).

References:

1. Hvozdi, S. P. (2007). Pidhotovka maibutnix uchyteliv pryrodnychoho tsykladu do navchannia shkoliariv osnov bezpechnoi povedinky [Preparing future science teachers to teach students the basics of safe behaviour]: Avtoref. dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.04. Odesa., 245 [in Ukrainian].
2. Andriichuk, R. H., & Vasylieva, R. Yu. (2008). Pidhotovka maibutnix vchyteliv do formuvannia bezpechnoi povedinky shkoliariv v zoni radiatsiinoho kontroliu [Preparation of future teachers for the formation of safe behavior of schoolchildren in the radiation control zone]. *Nauka i osvita – Science and education*, 1–2, 14–18 [in Ukrainian].
3. Anjos, R. M., et al. (2001). Radioactivity teaching: Environmental consequences of the radiological accident in Goiânia (Brazil). *American Journal of Physics*, 69, 3, 377–381.
4. Hachiya, Misao, & Akashi, Makoto. (2016). Lessons learned from the accident at the Fukushima Dai-ichi nuclear power plant – more than basic knowledge: education and its effects improve the preparedness and response to radiation emergency. *Radiation protection dosimetry*, 171, 1, 27–31.
5. Metcalfe, R. D., et al. (2002). A web-based resource for radiation safety courses. In: Proceedings of The Australian Conference on Science and Mathematics Education. P. 90.
6. Kostadinova, B., et al. (2004). Implementation of radioecological education in secondary school by a 'Radiation and man' elective course. P. 1–16.
7. Kontseptsiiia "Nova ukrainska shkola" [The concept of the New Ukrainian School]: pryiniata 27 zhovtnia 2016. Retrieved from <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (data zvernennia: 11.04.2024).
8. Kirsch, I. S. (2001). The international adult literacy survey (IALS): Understanding what was measured. ETS Research Report Series. № 2001.2. С. 61.
9. Klein, P. D. (2006). The challenges of scientific literacy: From the viewpoint of second-generation cognitive science. *International Journal of Science Education*. № 28.2-3. С. 143–178.
10. Choi, K., & Cho, J. K. (2021) Development and statistical assessment of a radiation safety literacy measurement tool. *International Journal of Radiation Research*. № 19.1. С. 41–48.
11. Ranasinghe, N., Perera, U., Mahakumara, P., Rathnaweera, N., Rathnayake, P., Toda, T., & Iimoto, T. (2019). Development of radiation literacy among secondary school students in SRI LANKA. *Journal of Environment and Safety*, 10(2), 37–40.
12. G., Wu, X., Liu, Y. Y., Hu, Y., Li, Y., Zhang, R., ... & Li, X. (2023). Research on radiation sensitive biomarkers and status of radiation safety literacy under low dose irradiation: Radiation biomarkers and radiation safety culture. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 16(4), 100728.