



Теорія і методика професійної освіти

УДК 378:371.3:614.876

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17074152>

Концептуальні засади формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук в умовах цифрового освітнього середовища

Олександр Тимошук

кандидат педагогічних наук, здобувач ступеня доктора наук за спеціальністю «011 Освітні, педагогічні науки», Рівненський державний гуманітарний університет, вул. Пластова 31, Рівне, Україна, 33028

<https://orcid.org/0000-0002-4367-4692>

Прийнято: 16.08.2025 | Опубліковано: 31.08.2025

***Анотація:** дослідження обумовлене суспільними, екологічними та технологічними викликами, пов'язаними з використанням атомної енергії, що зумовлює необхідність об'єктивного сприйняття радіаційних ризиків та формування відповідної культури поведінки серед населення. Мета полягає у теоретичному обґрунтуванні концептуальних засад формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук в умовах цифрового освітнього середовища. В статті застосовані методи аналізу та синтезу, узагальнення та класифікації, а також прогностичний аналіз, котрі дозволили перейти від фрагментарного розгляду окремих аспектів РГ до формування цілісної, науково обґрунтованої концепції. У статті запропоновано й обґрунтовано низку концептуальних засад формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук: 1) конвергенція природничих наук, що передбачає інтеграцію фізичних, біологічних, хімічних та екологічних аспектів в єдину систему; 2) трансдисциплінарність, яка виходить за межі академічних*



знань, охоплюючи соціальні, правові та комунікаційні навички; 3) ризикоцентричність, спрямована на ідентифікацію, об'єктивне оцінювання та управління радіаційними ризиками; 4) компетентнісне моделювання, що розглядає радіаційну грамотність як компоненту професійної компетентності; 5) контекстуалізація забезпечує практичну орієнтацію знань за допомогою засобів цифрового освітнього середовища; 6) цифрова дидактика переосмислює взаємодію суб'єктів освітнього процесу; 7) проактивність сприяє здатності вчителя передбачати нові ризики та виступати лідером думок; 8) персоналізація адаптує освітні траєкторії з урахуванням індивідуальних потреб; 9) безперервність та інноваційність передбачає постійне оновлення знань та навичок; 10) прогностичність адаптує підготовку до майбутніх освітніх викликів. Представлені концептуальні засади створюють науково обґрунтовану модель для цілісного формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук в умовах цифрового освітнього середовища.

Ключові слова: радіаційна грамотність, радіаційна безпека, заклад вищої освіти, трансдисциплінарність.

Conceptual foundations for developing radiation literacy among future science teachers in a digital educational environment

Oleksandr Tymoshchuk

Candidate of Pedagogical Sciences, PhD candidate in the field of “011 Educational and Pedagogical Sciences,” Rivne State Humanitarian University, 31 Plastova St., Rivne, Ukraine, 33028 <https://orcid.org/0000-0002-4367-4692>

Abstract: *The research is motivated by social, environmental, and technological challenges associated with the use of nuclear energy, which necessitates an objective*



perception of radiation risks and the formation of an appropriate culture of behavior among the population. The goal is to theoretically substantiate the conceptual foundations for developing the radiation literacy of future science teachers in a digital educational environment. The article uses methods of analysis and synthesis, generalization and classification, as well as predictive analysis, which made it possible to move from a fragmentary consideration of individual aspects of RL to the formation of a comprehensive, scientifically sound concept. The article proposes and substantiates a number of conceptual foundations for the formation of radiation literacy among future teachers of natural sciences: 1) convergence of natural sciences, which involves the integration of physical, biological, chemical, and environmental aspects into a single system; 2) transdisciplinarity, which goes beyond academic knowledge to encompass social, legal, and communication skills; 3) risk-centricity, aimed at identifying, objectively assessing, and managing radiation risks; 4) competency modeling, which considers radiation literacy as a component of professional competence; 5) contextualization provides practical orientation of knowledge using digital educational environment tools; 6) digital didactics rethinks the interaction of subjects in the educational process; 7) proactivity contributes to the teacher's ability to anticipate new risks and act as a thought leader; 8) personalization adapts educational trajectories to individual needs; 9) continuity and innovation involves the constant updating of knowledge and skills; 10) predictability adapts training to future educational challenges. The presented conceptual foundations create a scientifically sound model for the holistic formation of radiation literacy among future science teachers in a digital educational environment.

Keywords: *radiation literacy, radiation safety, higher education institution, transdisciplinarity.*

Постановка проблеми. Сучасні дилеми суспільного, політичного, технологічного й екологічного характеру, що пов'язані з використанням енергії



атомного ядра з кожним днем набувають дедалі більшої значущості й актуальності. Загрози використання ядерного озброєння, будівництво нових радіаційно-небезпечних об'єктів, виведення з експлуатації атомних енергогенерувальних об'єктів, розвиток технологій радіографічного діагностування у медицині й промисловості детермінує розширення спектра небезпек радіаційного характеру для людини.

Сучасна людина перебуває у досить складній ситуації, коли сприйнятими радіаційного ризику серед, навіть всередині нетривіальних груп, таких як широка громадськість, експерти та уряд, через прогалини в знаннях про радіаційно-індуковані ризики для здоров'я та/або конфлікт інтересів між зацікавленими сторонами, є досить фрагментарним й переважно не об'єктивним [1]. Ризик, який пов'язаний із негативними наслідками іонізуючого випромінювання безумовно не можна применшувати (аварії на ЧАЕС, Фукусіма Даїчі, Гоянні), однак не варто забувати й про значну користь атомної енергії, найвищий рівень її екологічності, сприяння декарбонізації виробництва та забезпечення значної кількості населення дешевою енергією. Значна кількість думок зацентрована на негативному впливі радіаційних технологій на організм людини, хоча це не завжди валідна інформація. Так, J. Cuttler наголошує про наявність порогу шкідливості та навіть потенційної користі (гормезу) при низьких дозах опромінення, на його думку, страх перед низькими дозами радіації виник через своєрідну політизацію цього питання й був закріплений ненауковою лінійною безпороговою (LNT) моделлю [2]. До того ж необґрунтований страх перед іонізуючим випромінюванням іноді спричиняє негативні наслідки медичного, соціального чи психологічного характеру [3].

Відсутність об'єктивного сприйняття радіаційних ризиків, що охоплює низький рівень теоретичної й практичної підготовки, а також недооцінювання або гіперболізація небезпек, детермінує виникнення маніпулятивних чи помилкових уявлень серед населення стосовно окресленої проблеми. В умовах



представлених викликів формування належного рівня радіаційної грамотності (РГ) населення набуває статусу ключового й одного з першочергових завдань сучасної системи освіти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Радіаційна грамотність як об'єкт досліджень представлена у наукових працях вітчизняних та закордонних дослідників. R. Howes наголошував на загальнообов'язковій необхідності формування РГ серед учнів старшої школи або здобувачів початкових курсів закладів вищої освіти із врахуванням етичної, екологічної та політичної точки зору [4]. S. Nielsen та J. Lidstone пропагували усесторонню інтеграцію аспектів громадянської освіти, яка стосується ефективної діяльності людини в умовах надзвичайних ситуацій (в тому числі радіаційного характеру) та заснована глибокому теоретичному опрацюванні аспектів потенційних ризиків [5]. Своєю чергою дослідники Ради атомної енергії Шрі-Ланки звертають увагу на підвищенні рівня РГ населення через регіональні та загальнонаціональні освітні програми, зокрема вони їхній підхід ґрунтується на створенні середовища зацікавлення та проведенні спеціальних тренінгів серед вчителів фізики [6].

Слід розуміти, що дослідження присвячені питанням радіаційної освіти носять здебільшого реактивний характер, й описують лише окремі аспекти чи складники механізму формування РГ. Наразі не існує чіткої концепції формування РГ серед широкої громадськості, що детермінує фрагментарність та недостатність базових загальнообов'язкових навичок забезпечення особистісної радіаційної безпеки (РБ). Однією із ключових проблем сучасної підготовки підростаючого покоління з питань радіаційного захисту є відсутність взаємодії між фізиками, біологами, медиками, фахівцями статистики та учителів природничих наук (J. R. Durlach та інші) [7]. Бачення A. K. Tasoglu, Ö. Ates, та M. Vakac полягає в тому, що вчителі фізики, біології та хімії є ключовими персонами, котрі забезпечують формування належного рівня РГ серед школярів – рівня РГ суспільства [8]. Роль педагога у згаданому контексті непроста, позаяк



формування РГ є комплексним завданням, яке потребує співпраці вчителів різних предметів, які своєю чергою, мають володіти глибокими знаннями з питань РБ та методикою її викладання [9].

Доведено, що нині ключовим предиктом формування РГ є інноваційне мислення і практичні навички [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Сучасний педагог повинен володіти навичками застосування дистанційних методів навчання РГ [Помилка! Джерело посилання не знайдено.], сучасних мультимедійних засобів [Помилка! Джерело посилання не знайдено.], технологій тривімірної графіки та доповненої реальності [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Також існують поодинокі випадки інтегрування потенціалу соціальних мереж у формування РГ [Помилка! Джерело посилання не знайдено.] та використання засобів штучного інтелекту [Помилка! Джерело посилання не знайдено.].

В цей же час школярі старших класів демонструють слабе уявлення про фундаментальні поняття — навіть базові, як-от природа радіації чи джерела її виникнення, у них критично спотворені [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. виправити таку ситуацію можна за рахунок педагогічних та дидактичних заходів, які направлені на формування радіаційної культури [20].

Зогляду на результати аналізу значної кількості праць, в тому числі й тих що представлені у цій публікації, можна впевнено задекларувати, що проблема підготовки майбутніх вчителів природничих наук у напрямі забезпечення РГ є вельми важливою та актуальною, однак позбавлена чітких концептуальних засад забезпечення цілісності цього процесу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На основі аналізу значної кількості наукових праць, зокрема тих, що представлені у цій статті, можна впевнено задекларувати, що проблема формування РГ майбутніх учителів природничих наук є актуальною й багатоаспектною, проте позбавлена концептуальних засад для забезпечення цілісного освітнього процесу.



Ціль статті – теоретичне обґрунтування концептуальних засад формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук в умовах цифрового освітнього середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. З метою досягнення цілей статті та забезпечення чіткої послідовності вирішення її проміжних етапів, пропонуємо окреслити такі концептуальні засади формування РГ майбутніх учителів природничих наук в умовах цифрового освітнього середовища (ЦОС):

- 1) Конвергенція природничих наук у розрізі РГ.
- 2) Трансдисциплінарність РГ майбутніх вчителів природничих наук.
- 3) Ризикоцентричність формування РГ майбутніх вчителів природничих наук.
- 4) Компетентнісне моделювання РГ майбутніх вчителів природничих наук.
- 5) Контекстуалізація формування РГ майбутніх вчителів природничих наук засобами ЦОС.
- 6) Застосування цифрової дидактики в системі формування РГ майбутніх вчителів природничих наук.
- 7) Проактивність РГ майбутніх вчителів природничих наук.
- 8) Персоналізація формування РГ майбутніх вчителів природничих наук засобами ЦОС.
- 9) Безперервність та інноваційність розвитку РГ майбутніх вчителів природничих наук.
- 10) Прогностичність розвитку системи РГ майбутніх вчителів природничих наук.

Запропоновані концептуальні засади пропонуємо для подальшого детального аналізу й обґрунтування.

1. *Конвергенція природничих наук у розрізі РГ.* Лейтмотивом цієї засади є дисциплінарна багатовимірність процесу формування РГ. Часто цей концепт ототожнюють з інтегративністю, однак конвергентність освітнього процесу



передбачає інтеграцію не лише когнітивно-діяльнісних аспектів певних дисциплін, але й методів та компетентностей [10]. Використання цієї інновації обумовлене багатовимірністю процесів, що пов'язані з іонізуючим випромінюванням. Зокрема вони охоплюють фізичні, біологічні, хімічні й екологічні аспекти. Вчитель природничих наук, котрий має високий рівень компетентності у зазначених галузях знань, не завжди повною мірою може розуміти процеси, які пов'язані із радіоактивними небезпеками. Саме конвергентність освітнього процесу передбачає «злиття» окреслених предметних компетентностей в єдину цілісну систему, аби учитель міг бачити взаємозв'язок між фізичними аспектами іонізуючого випромінювання, його хімічними наслідками, біологічним впливом на живі організми та екологічними наслідками.

2. *Трансдисциплінарність РГ майбутніх вчителів природничих наук.* В сучасній науці вказану дефініцію розуміють як інтеграцію знань, умінь і методів з різних академічних дисциплін в об'єднане навчальне середовище, котре виходить за дисциплінарні межі й акцентоване на вирішення реальних, комплексних проблем [11]. Незважаючи на те що розуміння фізичних, хімічних, біологічних та екологічних аспектів є ключовою детермінантою формування РГ, остання є більш широким поняттям, яке виходить за межі суто академічних знань. Трансдисциплінарність передбачає володіння науковими знаннями, специфічними соціальними навичками з комунікації (пояснювати складні концепції простими словами, розвінчувати міфи, долати в учнів радіофобію або ж навпаки надмірну легковажність у питанні радіаційних ризиків), правовими аспектами (послуговуватися нормами радіаційного захисту, розуміти етичні дилеми використання енергії атомного ядра в енергетиці, медицині, промисловості, науці тощо) й практичними навичками. Трансдисциплінарність забезпечує не лише високий рівень підготовки, а й сприяє становленню критично мислячого учителя природничих наук, який розуміє загрози радіаційного



характеру в більш широкому контексті, від інновацій у промисловості до повсякденного життя.

3. *Ризикоцентричність формування РГ майбутніх вчителів природничих наук.* Ризик-орієнтована підготовка передусім, покликана виявляти й враховувати негативні чинники у сфері професійної діяльності з метою їх превенції та мінімізації [12]. Оцінювання і керування ризиками полягає в ідентифікації ризиків (джерел іонізуючого випромінювання різного характеру походження, розпізнанні небезпек медичних процедур, промислового обладнання чи в побуті), об'єктивному оцінюванні реальних загроз, прийнятті обґрунтованих рішень у кризових ситуаціях радіаційного характеру. Тобто ризикоцентричність формування РГ сприяє трансформації вчителя природничих наук на фахівця, котрий здатний не лише забезпечувати просвітницьку діяльність у напрямі РБ, але й навчити як правильно в умовах радіаційних небезпек й у повсякденному житті.

4. *Компетентнісне моделювання РГ майбутніх вчителів природничих наук.* Річ про те, що РГ вчителя природничих наук має виступати як невід'ємний складник його професійної компетентності. Тобто процес формування має бути не випадковим, а чітко структурованою моделлю, яка має кінцевий результат. РГ охоплює вміння ефективно поширювати об'єктивні знання та виховувати свідоме ставлення до радіаційних питань серед учнів та колег, критично аналізувати інформацію пов'язаної з використанням іонізуючих випромінювань та ефективно діяти у разі радіаційних загроз, забезпечуючи при цьому власну безпеку й оточуючих. Таким чином РГ представлена у структурі професійної компетентності майбутнього вчителя природничих наук в аспектах здоров'язбереження, формування критичного мислення у школярів, створення умов для розвитку їхнього наукового світогляду, набуття екологічної відповідальності й свідомості.



5. *Контекстуалізація формування РГ майбутніх вчителів природничих наук засобами ЦОС.* Сутність окресленої засади полягає у трансформації освітнього процесу в напрямку максимальної реалістичності й практичної орієнтації знань про іонізуюче випромінювання послуговуючись сучасними засобами ЦОС. Тобто складні явища, як-от радіоактивний розпад, майбутні вчителі природничих наук можуть усвідомлювати використовуючи цифрові наочності, віртуальні лабораторії або симулятори. Окрім оптимізованої візуалізації, ефективним вбачається використання ігрових методів навчання з використанням цифрових засобів навчання. Як приклад здобувачі освіти можуть виконувати комплексні проекти, котрі полягають у проведенні міні-досліджень, що своєю чергою пов'язані з радіаційними загрозами в регіоні. Тобто контекстуалізація покликана не просто передати інформацію, а забезпечити формування практичних навичок просвітницької діяльності засобами ЦОС.

6. *Застосування цифрової дидактики в системі формування РГ майбутніх вчителів природничих наук.* Ця засада визначає трансформовані принципи функціонування освітнього середовища, серед яких варто виділити відкритість, узгодженість, доступність, достатність та оптимальність. Формування РГ в умовах ЦОС потребує перегляду технологічної компоненти передусім, з погляду теоретичного обґрунтування методології. У цифровій дидактиці центральною ланкою постає «навчальний ресурс», власне, який забезпечує зміст, завдання та формування РГ й механізми її кількісного діагностування. При цьому роль педагогів зводиться до організаційно-технічної – забезпечення дизайну освітнього контенту, розробка методик оцінювання та проведення аналітичних узагальнень. Таким чином дидактичного переосмислення потребує роль педагога, структура навчального курсу та способи взаємодії суб'єктів освітнього процесу.

7. *Проактивність РГ майбутніх вчителів природничих наук.* РГ вчителя природничих наук є явищем динамічним й потребує постійного



вдосконалення. Вчитель який не самовдосконалюється може реагувати лише на існуючі загрози, без здатностей запобігати й передбачати можливі нові ризики. В контексті професійної діяльності це має виражатися у просвітницькій діяльності, яка спрямована на проведення нестандартних освітніх заходів, а також формуванні у школярів критичного сприйняття інформаційного шуму та поширення фейків. Водночас педагог має бути здатним до розробки сучасних навчальних матеріалів, котрі репрезентують сучасний стан реалій та освітніх потреб. В контексті РГ, проактивність перетворює вчителя на лідера думок, який здатний поширювати об'єктивну інформацію, впливати на свідомість людей та брати відповідальність за формування радіаційної культури у підростаючого покоління.

8. *Персоналізація формування РГ майбутніх вчителів природничих наук засобами ЦОС.* Ця засада зосереджена на формуванні індивідуалізованих освітніх траєкторій формування РГ. Послугуючись загальною доступністю, засобами цифрових технологій та інструментами штучного інтелекту, освітній процес можна адаптувати залежно від початкового рівня знань здобувача освіти та його темпів засвоєння нової інформації. Практична реалізація окресленої концептуальної засади віддзеркалюється у вмінні педагога розробляти індивідуальні освітні траєкторії, адаптивні навчальні матеріали й забезпечувати зворотний зв'язок і моніторинг задля відстеження прогресу кожного здобувача освіти. Себто персоналізація забезпечує не лише засвоєння стандартного обсягу знань в царині РГ, а й цілісний розвиток професійної компетентності кожного майбутнього вчителя природничих наук.

9. *Безперервність та інноваційність розвитку РГ майбутніх вчителів природничих наук.* Сутність вказаної засади полягає у формуванні навичок безперервного пошуку новітніх наукових даних у сфері радіаційної фізики, радіобіології та технологій РБ. Радіаційна грамотність вчителя природничих наук розглядається як динамічна, синергетична компонента його професійної



компетентності. Навчання протягом життя передбачає отримання не лише навичок з питань РГ, але й модернізацію діяльнісного складника учителя щодо застосування інноваційних цифрових технологій. Реалізація цієї засади є ключовою передумовою для забезпечення релевантності та валідності спеціальних знань і навичок педагога у контексті РГ.

10. *Прогностичність розвитку системи РГ майбутніх вчителів природничих наук.* Сьогодні жоден дослідник не може теоретично передбачити, які технології навчання стануть головними через кілька десятиліть. Прогностичність у досліджуваному контексті полягає в інтеграції аналітичних процесів щодо потенційних радіаційних ризиків, котрі можуть виникати внаслідок технологічних інновацій, кліматичних катаклізм чи воєнних конфліктів. Прогностичність покликана забезпечити таку підготовку педагога, згідно з якою він не просто реагує на поточні загрози, а формує навички безпечної особистої поведінки та учнів в перманентно змінюваних умовах радіаційних ризиків.

Пропоновані концептуальні засади формування РГ майбутніх учителів природничих наук вимагають не лише теоретичного осмислення, а й конкретизації практичної структури ЦОС, у якому безпосередньо відбуватиметься їхня підготовка. Таке середовище має виступати не просто як сукупність технічних засобів, а як інтегрована, динамічна система, що забезпечує цілісний освітній процес, орієнтований на досягнення високого рівня РГ.

Висновки. Представлені результати є кроком у розвитку педагогічної теорії та практики, що зосереджені на окресленні концептуальних засад формування РГ майбутніх учителів природничих наук. Ґрунтовний аналіз й теоретичне обґрунтування дозволили виділити десять концептуальних засад, котрі мають вирішальне значення у забезпеченні формування РГ в умовах ЦОС.

Важливо наголосити, що формування РГ не є суто ізольованим процесом, а вимагає комплексного вирішення, що ґрунтується на таких ключових засадах:



конвергенція природничих наук, трансдисциплінарність, ризикоцентричність, компетентнісне моделювання, контекстуалізація, застосування цифрової дидактики, проактивність, персоналізація, безперервність та інноваційність, а також прогностичність.

Задекларовані результати дослідження репрезентують теоретичне обґрунтування концепції формування радіаційної грамотності, яка є науково обґрунтованою та має значний потенціал для впровадження в освітній процес. Окреслені засади можуть стати основою для подальших теоретичних і практичних досліджень, спрямованих на вдосконалення професійної підготовки педагогів в напрямі радіаційної грамотності.

Подяки

Автор висловлює щире подяку професору, доктору педагогічних наук Глінчук Юлії Олександрівні, кандидату технічних наук Юсенку Андрію Степановичу за надані цінні консультації, слушні поради та всебічну підтримку під час написання цієї статті. Її науковий внесок та експертна оцінка сприяли глибокому розкриттю теми дослідження.

Список використаних джерел

1. Sung, H., Kim, J. U., Lee, D., Jin, Y. W., Jo, H., Jun, J. K., ... Seo, S. Radiation risk perception and its associated factors among residents living near nuclear power plants: a nationwide survey in Korea. *Nuclear Engineering and Technology*. 2022. Vol. 54, no. 4. P. 1295–1300.
2. Cuttler, J. M. Remedy for radiation fear—discard the politicized science. *Dose-Response*. 2014. Vol. 12, no. 2. URL: <https://doi.org/10.2203/dose-response.13-024.Cuttler>
3. Jargin, S. Exaggerated Risk Perception of Low-Dose Radiation: Motives and Mechanisms. *Dose-Response*. 2022. Vol. 20, no. 2. P. 15593258221103378. URL: <https://doi.org/10.1177/15593258221103378>



4. Howes, R. W. Radiation risks-a possible teaching topic? *Physics Education*. 1975. Vol. 10, no. 6. P. 412.
5. Nielsen, S., Lidstone, J. Public education and disaster management: is there any guiding theory? *The Australian Journal of Emergency Management*. 1998. Vol. 13, no. 3. P. 14–19.
6. 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. Vol. 10, no. 2. P. 37–40.
7. Dynlacht, J. R., Zeman, E. M., Held, K. D., Deye, J., Vikram, B., Joiner, M. C. Education and training needs in the radiation sciences: problems and potential solutions. *Radiation Research*. 2015. Vol. 184, no. 5. P. 449–455.
8. Tasoglu, A. K., Ates, Ö., Bakaç, M. Prospective Physics Teachers' Awareness of Radiation and Radioactivity. *European Journal of Physics Education*. 2015. Vol. 6, no. 1. P. 1–14.
9. Тимощук О. С. Роль учителів природничих наук у формуванні радіаційної грамотності учнів закладів загальної середньої освіти. *Природнича освіта та наука*. 2024. № 2. С. 37–41.
10. Herr, D. J., Akbar, B., Brummet, J., Flores, S., Gordon, A., Gray, B., Murday, J. Convergence education—an international perspective. *Journal of Nanoparticle Research*. 2019. Vol. 21, no. 11. P. 229.
11. Flogie, A., Dolenc, K., Aberšek, B. Transdisciplinarity in education is near. *1st International Baltic Symposium on Science and Technology Education*. 2015. P. 45–47.
12. Глінчук Ю. О. Система формування працезохоронної компетентності майбутніх учителів початкової школи. дис. ... д-ра. пед. наук: спец. 13.00.04 - Теорія і методика професійної освіти / Хмельницька гум.-пед. акад. Хмельницький: ХГПА 2021.



13. Liang, T., Zhang, C., Gao, F., Hou, G. Evaluation of Novel General Education Courses on Radiation Protection for Undergraduates. *Health Physics*. 2024. Vol. 127, no. 4. P. 543–548.
14. Nocetti, D., Villalobos, K. Instructional design effectiveness in emergency remote teaching of radiation protection and dosimetry. *J. health med. Sci.* 2023. Vol. 9, no. 2. P. 41–52.
15. Charmchi, R., Moradimajd, P., Saei, A., Paydar, R., Abolghasemi, J. Comparison of the effectiveness of radiation protection principles training through multimedia and instructional booklet on the awareness of operating room staff. *Journal of Education and Health Promotion*. 2025. Vol. 14, no. 1. P. 92.
16. Rainford, L., Tcacenco, A., Potocnik, J., Brophy, C., Lunney, A., Kearney, D., O'Connor, M. Student perceptions of the use of three-dimensional (3-D) virtual reality (VR) simulation in the delivery of radiation protection training for radiography and medical students. *Radiography*. 2023. Vol. 29, no. 4. P. 777–785.
17. Andresz, S., Papp, C., Clarijs, T., Sakoda, A., Sáez-Muñoz, M., Qiu, R. The young generation in radiation protection (IRPA YGN) in social media and online learning. *Journal of Radiological Protection*. 2022. Vol. 42, no. 3. P. 031516.
18. Tymoshchuk, O. Use of artificial intelligence to identify and correct misconceptions about radiation. *Information Technologies and Learning Tools*. 2025. Vol. 105, no. 1. P. 189.
19. Derman, Í., Bezen, S. Radiation knowledge and awareness: Evaluation from the perspective of high school students. *SHS Web of Conferences*. 2024. Vol. 206. P. 01020. EDP Sciences.
20. Kwete, M. B. B., Pembi, P. F., Blanchard, L. N., Jean, I. L., José, S. N., Thomas, M. M. J., Alphonse, M. M. Proposals for Pedagogical and Didactic Remediation in the Learning Process at Higher and University Levels for the Optimization and Sustainability of Radiation Protection. *Journal of Biosciences and Medicines*. 2025. Vol. 13, no. 1. P. 132–144.