

УДК 37.02:159.922.27:371.133.6

DOI <https://doi.org/10.32782/academ-ped.psyh-2024-1.26>

**Олександр ТИМОЩУК**

кандидат педагогічних наук,

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

Рівненський державний гуманітарний університет

[tymoschukos@gmail.com](mailto:tymoschukos@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-4367-4692

## ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ РАДІАЦІЙНОЇ ГРАМОТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ НАУК

**Анотація.** Мета статті полягає у теоретичному обґрунтуванні структури радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук. **Методологія** дослідження полягає у порівняльно-аналітичному вивченні поняття радіаційної грамотності, а також систематизації та з урахуванням сучасних потреб до знань, умінь, навичок та вимог до цінностей учителя природничих наук у дискурсі його радіаційної грамотності. **Наукова новизна** полягає у тому, що, використовуючи методи аналізу наукової літератури й синтезу з урахуванням дидактичних принципів науковості, системності, наступності, міжпредметності, сформульовано поняття «радіаційна грамотність». Уперше запропоновано структуру радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук, яка охоплює когнітивний, діяльнісний, інформаційно-просвітницький та особистісно-ціннісний компоненти. У дослідженні чітко дано характеристики кожного з пропонуєваних компонентів радіаційної грамотності з урахуванням змістового наповнення навчальних дисциплін, формування необхідних діяльнісних здатностей учителя природничих наук та забезпечення розвитку відповідних цінностей. Як засоби діагностування сформованості радіаційної грамотності запропоновано такі критерії: наукові основи радіаційної грамотності, радіаційна безпека, радіаційна культура (культура радіаційної безпеки), профілактика і запобігання надзвичайним ситуаціям. За результатами дослідження запропоновано структурну модель радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук, яка враховує взаємозв'язки між її компонентами та окреслює критерії діагностування їхніх проявів. **Висновки.** В умовах високотехнологічного світового простору, де використання ядерних та радіаційних технологій є досить поширеним, формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук є архіважливим. Обґрунтування дефініції поняття «радіаційна грамотність» та її структурних компонентів дає змогу забезпечити сприятливі умови для професійного становлення вчителя природничих наук, їхню готовність до дій в умовах радіаційних ризиків та належну підготовку учнівської молоді.

**Ключові слова:** радіаційна грамотність, радіаційна безпека, вчитель природничих наук, компоненти радіаційної грамотності, формування радіаційної грамотності, безпека життєдіяльності.

**Oleksandr TYMOSHCHUK**

Candidate of Pedagogical Sciences,

Doctoral Candidate in the speciality “011 Educational, Pedagogical Sciences”,

Rivne State University of the Humanities

[tymoschukos@gmail.com](mailto:tymoschukos@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-4367-4692

## SUBSTANTIATION OF THE STRUCTURE OF RADIATION LITERACY OF FUTURE SCIENCE TEACHERS

**Abstract.** The purpose of the article is to theoretically substantiate the structure of radiation literacy of future science teachers. The methodology of the study is a comparative and analytical study of the concept of radiation literacy, as well as systematisation and consideration of modern needs for knowledge, skills and requirements for the values of a science teacher in the discourse of his/her radiation literacy. The scientific novelty is that, using the methods of scientific literature analysis and synthesis, the concept of «radiation literacy» is formulated, taking into account the didactic principles of scientificity, systematicity, continuity, and interdisciplinarity. For the first time, the structure of radiation literacy of future science teachers is proposed, which includes: cognitive, activity, information and education, and personal and value components. The study clearly describes the characteristics of each of the proposed components of radiation literacy, taking into account the content of academic disciplines, the formation of the necessary performance abilities of a science teacher and the development of relevant values. The following criteria are proposed as means of diagnosing the formation of radiation literacy: scientific foundations of radiation literacy, radiation safety, radiation culture (culture

of radiation safety, prevention and emergency response). Based on the results of the study, a structural model of radiation literacy of future science teachers is proposed, which takes into account the interrelationships between its components and outlines the criteria for diagnosing their manifestations. **Conclusions.** In a high-tech world where the use of nuclear and radiation technologies is widespread, the development of radiation literacy of future science teachers is of paramount importance. Substantiation of the definition of «radiation literacy» and its structural components allows to provide favourable conditions for the professional development of science teachers, which will ensure their readiness to act in the face of radiation risks and proper training of students.

**Key words:** radiation literacy, radiation safety, science teacher, components of radiation literacy, formation of radiation literacy, life safety.

### **Постановка проблеми та її актуальність.**

Сучасний світ стрімко трансформується й разом із ним зростають вимоги до освіти підростаючого покоління. Серед ключових напрямів реформування освіти є підготовка фахівців, котрі володіють не лише ґрунтовними теоретичними знаннями у своїй предметній галузі, а й Уміють їх застосовувати в реальних умовах. Це стосується також учителів природничих наук, які повинні не лише давати школярам знання про природу, а й формувати у них наукове мислення, екологічну свідомість та навички безпечної поведінки в умовах потенційної радіаційної небезпеки зокрема.

Варто наголосити, що сьогодні система підготовки вчителів природничих наук повною мірою не відповідає сучасним вимогам радіаційної освіти [5]. Знання з питань радіаційного захисту, які вони отримують, часто є фрагментарними та несистематизованими [10]. Це, своєю чергою, зумовлює те, що вчителі не завжди володіють необхідними навичками для формування у своїх вихованців радіаційної грамотності [9]. Актуальність даної проблеми полягає у тому, що радіаційна небезпека залишається однією з найсерйозніших загроз для людства, що пов'язане з потенційними аваріями, радіоактивними відходами, джерелами іонізуючого випромінювання у повсякденному житті й тероризмом.

Особливо важливою в таких умовах є підготовка радіаційно грамотних учителів природничих наук, адже саме вони відповідають за формування у підростаючого покоління знань про природу радіації, її вплив на здоров'я та довкілля, а також правила безпечної поведінки в умовах радіаційних ризиків. Отже, обґрунтування структури радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук є важливою умовою забезпечення їх цілеспрямованої, системної та ефективної підготовки.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

У сучасній практиці під поняттям «грамотність» розуміють не лише знання законів та

правил рідної мови, зазвичай її описують як «набір компетенцій, що включає перелік необхідних для кожної людини вмій та навичок» [2, с. 344]. Поняття «грамотність» нині асоціюється з конкретним рівнем когнітивних уявлень, який дає змогу будувати певні концепції поведінки або ж діяти на основі формально дійсних, об'єктивних міркувань [7]. Тобто грамотність – це дефініція, котра охоплює об'єктивні знання, навички, переконання, усвідомлення та цінності.

Радіаційна грамотність, а саме її структура, є досить малодослідженою галуззю педагогічної науки. Переважно її вивчення проводиться у розрізі діяльності фахівців певного профілю або як компонент змісту освіти. К. Choi та J.K. Cho під поняттям радіаційної грамотності розуміють рівень обізнаності у сфері ядерної та радіаційної безпеки та вміння ефективно взаємодіяти в умовах радіаційних загроз [3]. Н. М. С. Eijkkelhof інтерпретує це поняття як «рівень знань і розуміння щодо радіації, її джерел, впливу на здоров'я й усвідомлення заходів безпеки, які можуть бути прийняті для мінімізації ризиків» [4]. На думку А. Johnson, радіаційна грамотність – це «усвідомлення розповсюдження іонізуючого випромінювання, способів і засобів його ідентифікації, механізмів захисту від його шкідливої дії та профілактики наслідків» [6, с. 437].

Радіаційну грамотність у більшості досліджень розглядають як засіб діагностування рівня знань та навичок радіаційного захисту. Переважно використання зводиться для узагальнення перевірки рівня сформованості певного когнітивного аспекту щодо розуміння радіації та мінімізації її небезпечних чинників. Водночас нині не існує ґрунтовних наукових пояснень, які б чітко окреслювали структуру радіаційної грамотності як цілісного педагогічного поняття.

**Мета статті** – обґрунтувати структуру радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Із метою виявлення структурних компонентів радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук необхідно зосередитися на її змістових, діяльнісних та ціннісних аспектах. Зокрема, необхідно виокремити змістове наповнення підготовки педагога у дискурсі радіаційної грамотності.

Головною та базисною передумовою сформованості радіаційної грамотності є ґрунтовне розуміння явища радіоактивності, радіоактивних і стабільних атомів, а також видів радіації. Необхідним є чітке усвідомлення принципів взаємодії різних типів випромінювання з речовинами. Описані змістові аспекти дають змогу забезпечити формування базового розуміння радіаційного ризику та знань з основ радіаційного захисту (екранування). Окрім того, вчитель зможе критично оцінювати інформацію з різних джерел, уміти розрізняти повідомлення та новини дезінформаційного характеру.

Необхідними для вчителя природничих наук є не лише наукові основи явища радіоактивності, а й інформація щодо її використання у сучасному світі, зокрема в технологічному виробництві, харчових технологіях, енергетиці, медицині, наукових дослідженнях. Це сприяє поліпшенню розуміння ролі радіації у сучасних реаліях, формуванню знань про етичні аспекти використання ядерної енергії та відповідального ставлення до науково-технологічного прогресу в окресленому напрямі.

Разом із тим вчитель має володіти чіткими знаннями щодо джерел іонізуючого випромінювання, які оточують людину. Необхідно, аби педагог володів чіткою картиною радіаційного опромінення кожного індивіда, яке може бути спричинене природними джерелами (наприклад, радон), космічним випромінюванням (ступінь опромінення значно зростає на великій висоті – під час авіаперельотів чи перебування у горах) та антропогенними, котрі виникають у результаті життєдіяльності людини (видобуток та перероблення урану, ядерні реактори, радіоактивні відходи, медико-діагностичні засоби тощо). Варто забезпечити розуміння їхнього впливу на людину і частки кожного в сумарному опроміненні.

На основі зазначених теоретичних положень потрібно забезпечити формування комплексних уявлень про опромінення людини, а саме що таке

поглинена доза та ефективна доза опромінення, у яких одиницях вимірюються. Із метою належного обґрунтування шкідливості іонізуючого випромінювання та об'єктивного сприйняття ризиків необхідно, щоб учитель розумів кількісні способи їх оцінювання. Для цього необхідно забезпечити формування навичок вимірювання радіоактивних випромінювань. Надважливо забезпечити формування навичок використання різних типів дозиметрів та радіометрів.

Для розуміння ризиків та негативного впливу радіоактивних випромінювань доцільно забезпечити розуміння його дії на організм людини. Важливо, аби вчителі розуміли стадії опромінення, уміли їх розрізняти. Необхідно сформувати вичерпні знання про безпосередню дію радіації на людину та її стохастичні наслідки.

Згадані знання та навички є базою для формування здатностей педагога щодо профілактики шкідливого впливу радіації. До цього складника належать термінові та довгострокові міри захисту, профілактичні заходи у повсякденному житті. Важливо знати про особливості евакуації населення, йодної профілактики тощо.

Доцільно забезпечити формування у вчителів природничих наук знань про екологічні наслідки радіаційних аварій, що сприятиме формуванню екологічної свідомості й розумінню наслідків техногенних аварій.

Ці знання та навички становитимуть *когнітивну* основу структури радіаційної грамотності вчителів природничих наук, що дає їм можливість ефективно формувати цю важливу компетенцію у своїх учнів та належно реагувати на радіаційні ризики.

Діяльнісний аспект радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук ґрунтується на набутті практичних навичок, необхідних для безпечної поведінки в умовах радіаційної небезпеки. Варто розуміти, що діяльнісні навички вчителя перебувають у тісному міжпредметному взаємозв'язку з набутими когнітивними якостями з питань радіаційної освіти. Практичні навички дають можливість учителям не лише знати про радіацію, а й уміти діяти в умовах радіаційної небезпеки, а також формувати у своїх учнів навички, необхідні для безпечної поведінки.

До діяльнісних аспектів радіаційної грамотності належить уміння ефективно використовувати засоби індивідуального та колективного

захисту. До них належать: знання про типи й способи використання засобів захисту, навички роботи з дозиметричним обладнанням, уміння застосовувати заходи захисту від радіаційної аварії (захист у приміщеннях, віддалення від джерела радіації, очищення та дезактивація).

Також діяльнісний бік радіаційної грамотності репрезентують навички надання першої долікарської допомоги при радіаційних ураженнях. Зокрема, учитель повинен уміти розпізнати симптоми радіаційної хвороби та ступінь її прояву, володіти принципами надання допомоги, уміти використовувати необхідне медичне забезпечення та проявляти психологічну підтримку постраждалим.

Окрім навичок учителя в екстремальних умовах радіаційного характеру, діяльнісні аспекти його радіаційної грамотності повинні стосуватися основної професійної мети. Насамперед педагог повинен уміти проводити лабораторні дослідження з використанням радіоактивних матеріалів, володіти навичками безпечної роботи з ними.

Також потрібно, щоб учителі володіли не лише знаннями про радіацію, а й уміли використовувати їх для того, щоб зробити світ навколо себе безпечнішим. Діяльнісний та когнітивний аспекти радіаційної грамотності є передумовою існування особисто-ціннісного. Роль особисто-ціннісного складника полягає у формуванні екологічної свідомості, відповідальності за безпеку себе та інших, готовності до дій в умовах радіаційної небезпеки, а також здатності до критичного мислення та оцінювання інформації з питань радіаційної безпеки. Працезохоронні риси вказаного складника покликані забезпечити безпеку учасників навчального процесу в короткостроковій та довгостроковій перспективі.

До прикладу, відповідальність за безпеку школярів полягає в усвідомленні важливості особистої відповідальності за дотримання правил радіаційної безпеки, готовності допомогти іншим, а також відповідальності за формування культури радіаційної безпеки своїх вихованців.

Здатність до критичного мислення полягає в умінні оцінювати інформацію щодо радіаційної безпеки з різних джерел, розрізняти факти й міфи, об'єктивні дані та прояви лобювання, здатності приймати обґрунтовані рішення щодо радіаційного ризику.

Особистісно-ціннісний аспект тісно пов'язаний із когнітивним та діяльнісним складниками радіаційної грамотності. Він формує у вчителів не лише знання та навички, а й ціннісні орієнтири, які необхідні для того, щоб бути відповідальними членами суспільства та жити безпечно в умовах, де існує ризик радіаційного опромінення.

Разом із тим учитель забезпечує просвітницьку роботу, яка повинна бути репрезентована в рамках структури радіаційної грамотності. В обсязі інформаційно-просвітницького складника радіаційної грамотності вбачається вміння використовувати надійні джерела інформації (наукові публікації, вебсайти державних органів та міжнародних організацій). Також майбутній учитель природничих наук має уміти ефективно використовувати інформаційні технології та розробляти матеріали для проведення просвітницьких заходів із питань радіаційної безпеки.

Для забезпечення просвітницької діяльності необхідно володіти навичками спілкування з різними аудиторіями (батьки, діти, колеги), використовувати різні прийоми донесення інформації (дискусії, тренінги, ігри, лекції).

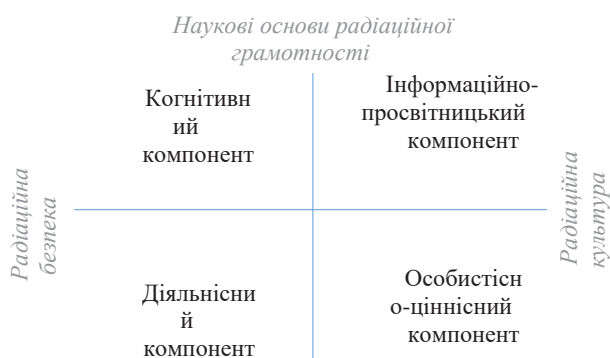
Інформаційно-просвітницький аспект пов'язаний із когнітивним, діяльнісним та особистісно-ціннісним складниками радіаційної грамотності. Він дає можливість учителям не лише знати про радіацію, уміти використовувати засоби захисту та формувати у своїх учнів радіаційну культуру, а й поширювати знання про радіаційну безпеку серед населення, що сприяє підвищенню рівня загальної культури та відповідальному ставленню до довкілля.

Із метою узагальнення структури радіаційної грамотності вчителів природничих наук використано підхід J. M. Mason та J. P. Stewart, який включає концептуальні та процедурні знання [8]. Сутність представленої моделі полягає у чотирикомпонентній структурі, яка висвітлює основні критерії до сформованості радіаційної грамотності вчителя природничих наук (рис. 1).

Усі чотири компоненти радіаційної грамотності взаємопов'язані та доповнюють один одного. Радіаційна грамотність майбутніх учителів природничих наук дає їм можливість не лише знати про радіацію, а й уміти використовувати ці знання на практиці, а також формувати у своїх учнів ціннісні орієнтири, необхідні для



безпечного життя у сучасному світі. З огляду на це, можна сформулювати визначення поняття «радіаційна грамотність» у науково-педагогічному дискурсі. **Радіаційна грамотність** – це комплекс знань, умінь та навичок та ціннісні орієнтири, які необхідні для безпечного життя в умовах, де існує ризик радіаційного опромінення. Очевидно, що вона дає змогу людям жити безпечно та відповідально в сучасному світі, де ядерні технології використовуються в багатьох сферах життя.



*Профілактика і запобігання надзвичайним ситуаціям*

**Рис. 1. Структура радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих дисциплін**

Оцінка рівня сформованості радіаційної грамотності є важливим завданням, яке може бути виконане за допомогою різних методів, зокрема освітньому діагностуванню. Визначення критеріїв радіаційної грамотності необхідне для оцінки знань, умінь, навичок та ціннісних орієнтирів. Для ідентифікування критеріїв використано підхід А. Кузмінського, який визначає їхню сутність як «точно обрану величину, що є визначником якості навчальної діяльності» [1]. Ураховуючи змістове наповнення та вимоги до навичок кожного представленого компонента,

як діагностувальний інструментарій запропоновано такі критерії: наукові основи радіаційної грамотності, радіаційна безпека, радіаційна культура (культура радіаційної безпеки), профілактика і запобігання надзвичайним ситуаціям. Вибір задекларованих критеріїв детермінований оптимальною можливістю комплексного оцінювання рівня сформованості радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук. Водночас ці критерії відповідають базовим змістовим компонентам навчальних дисциплін, у рамках яких забезпечується формування радіаційної грамотності.

**Висновки.** Із вище викладеного можна задекларувати надважливу роль формування радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих дисциплін, яка детермінована високим рівнем радіаційних ризиків в умовах сучасного високотехнологічного світового простору. Запропоновано тлумачення поняття «радіаційна грамотність» у загальній інтерпретації. За результатами дослідження виокремлено структурні компоненти: когнітивний, діяльнісний, інформаційно-просвітницький та особистісно-ціннісний. Обґрунтовано важливість кожного з них та представлено шляхи їх формування. Водночас запропоновано критерії діагностування сформованості радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук. Описані положення дали змогу цілісно обґрунтувати структуру радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих дисциплін у науково-педагогічному розрізі.

Перспектива подальших досліджень убачається у розробленні методів діагностування рівня сформованості радіаційної грамотності майбутніх учителів природничих наук та впливу різних чинників на формування її компонентів.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Кузмінський А.І. Педагогіка вищої школи : навчальний посібник. Київ : Знання, 2005. 302 с.
2. Ситник О. Грамотність як складова освіти дорослих на прикладі Ірландії. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2014. № 2. С. 343–349.
3. 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.
4. Eijkkelhof H.M.C. Radiation risk and science education. *Radiation protection dosimetry*. 1996. № 68(3–4). P. 273–278.
5. Hori H., Orita M., Taira Y., Kudo T., Takamura N. Risk perceptions regarding radiation exposure among Japanese schoolteachers living around the Sendai Nuclear Power Plant after the Fukushima accident. *Plos one*. 2019. № 14(3). P. 212–217.
6. Johnson A. Radiation and atomic literacy for nonscientists. *Science*. 2013. № 342.6157. P. 436–437.
7. 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. P. 143–178.

8. Mason J.M., Stewart J.P. Emergent literacy assessment for instructional use in kindergarten. *Assessment for instruction in early literacy*. 1990. P. 155–175.
9. Prather E.E., Harrington R.R. Student understanding of ionizing radiation and radioactivity. *Journal of College Science Teaching*. 2001. № 31(2). P. 89.
10. Taşoğlu A.K., Ates O., Bakaç M. Prospective physics teachers' awareness of radiation and radioactivity. *European Journal of Physics Education*. 2017. № 6(1). P. 1–14.

#### REFERENCES:

1. Kuzminskyi, A.I. (2005). Pedagogika vyshchoi shkoly: navchalnyi posibnyk [Pedagogy of Higher Education: A Study Guide]. K.: Znannia [in Ukrainian].
2. Sytnyk, O. (2014). Hramotnist yak skladova osvity doroslykh na prykladi Irlandii [Literacy as a Component of Adult Education on the Example of Ireland]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu – Collection of scientific works of Uman State Pedagogical University*, 2 [in Ukrainian].
3. Choi, K., & Cho, J.K. (2021). Development and statistical assessment of a radiation safety literacy measurement tool. *International Journal of Radiation Research*. № 19.1. P. 41–48 [in English].
4. Eijkelhof, H.M.C. (1996). Radiation risk and science education. *Radiation protection dosimetry*, 68(3–4), 273–278 [in English].
5. Hori, H., Orita, M., Taira, Y., Kudo, T., & Takamura, N. (2019). Risk perceptions regarding radiation exposure among Japanese schoolteachers living around the Sendai Nuclear Power Plant after the Fukushima accident. *Plos one*, 14(3), e0212917 [in English].
6. Johnson, A. (2013). Radiation and atomic literacy for nonscientists. *Science*. № 342.6157. P. 436–437. [in English].
7. 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. P. 143–178 [in English].
8. Mason, J.M., & Stewart, J.P. (1990). Emergent literacy assessment for instructional use in kindergarten. *Assessment for instruction in early literacy*, 155–175 [in English].
9. Prather, E.E., & Harrington, R.R. (2001). Student understanding of ionizing radiation and radioactivity. *Journal of College Science Teaching*, 31(2), 89 [in English].
10. Taşoğlu, A.K., Ates, O., & Bakaç, M. (2017). Prospective physics teachers' awareness of radiation and radioactivity. *European Journal of Physics Education*, 6(1), 1–14 [in English].