

УДК 614.876

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.301024.59.1093

## РАДІАЦІЙНИЙ ЗАХИСТ ПІД ЧАС ВИКОРИСТАННЯ ДЖЕРЕЛ ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ У МЕДИЦИНІ

ГАРМАШ С. М.<sup>1\*</sup>, канд. с.-г. наук, доц.,  
ГЕРАСИМЕНКО В. О.<sup>2</sup>, канд. хім. наук, доц.,  
СМИРНОВА О. В.<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц.

<sup>1\*</sup> Кафедра біотехнології та безпеки життєдіяльності, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет», пр. Науки, 8, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 538-71-38, e-mail: [svgarmash@ukr.net](mailto:svgarmash@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-2658-162X

<sup>2</sup> Кафедра біотехнології та безпеки життєдіяльності, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет», пр. Науки, 8, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 250-58-65, e-mail: [gerasim\\_vlad@ukr.net](mailto:gerasim_vlad@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-3369-4267

<sup>3</sup> Кафедра біотехнології та безпеки життєдіяльності, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет», пр. Науки, 8, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (063) 347-85-91, e-mail: [email.smirnova@gmail.com](mailto:email.smirnova@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-9819-7769

**Анотація. Постановка проблеми.** Використання джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) у медицині необхідне для встановлення діагнозів та лікування пацієнтів, а також заходів із візуалізації і локалізації різних утворень у разі використання радіофармацевтичних препаратів для вивчення функцій та структури органів. Але через використання джерел іонізуючого випромінювання можливі ризики від радіаційного впливу на пацієнтів та персонал. Такі ризики становлять проблеми безпеки у процедурах ядерної медицини. Застосування ДІВ вимагає належного радіаційного захисту відповідно до норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки. **Мета статті** – на основі аналітичного огляду світової нормативно-правової та науково-технічної літератури з радіаційної безпеки застосування іонізуючого випромінювання в ядерній медицині опрацювати рекомендації для удосконалення заходів із радіаційної безпеки в медичних закладах України. **Висновки.** Під час проведення медичних досліджень з використанням джерел іонізуючого випромінювання можливі ризики від радіаційного впливу на пацієнтів та персонал. Для радіаційної безпеки слід враховувати: тривалість опромінення, відстань пацієнтів та персоналу від джерела радіації та використання відповідного захисту. Дозиметри для вимірювання сумарної радіаційної дози має носити весь персонал відділення радіології лікарні. Для інтервенційних радіологів свинцеві фартухи та щитки для щитовидної залози – основний засіб радіаційного захисту; їх необхідно постійно носити під час процедури. Рекомендується включити критерії для клінічних аудитів у стандарти та програми акредитації та сертифікації, що стосуються медичної практики з використанням іонізуючого випромінювання. Доцільно запровадити викладання клінічного аудиту в початкову та неперервну освіту та навчальні плани професійної підготовки медичних працівників, включаючи адміністративні та менеджерські профілі. У радіологічних лабораторіях України доцільно впровадити рекомендації комісії ЄС з атомної енергії відповідно до Директиви Ради 2013/59/Євратом. Клінічний аудит медичних радіологічних процедур надасть можливість поліпшити якість та безпеку медичних послуг, а також охорону здоров'я пацієнтів.

**Ключові слова:** радіологічна лабораторія; радіаційна безпека; світовий досвід; нормативна література; радіаційний захист; рекомендації медичним закладам

## RADIATION PROTECTION WHEN USING SOURCES OF IONIZING RADIATION IN MEDICINE

GARMASH S.M.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Agr.), Assoc. Prof.,  
GERASIMENKO V.O.<sup>2</sup>, Cand. Sc. (Chem.), Assoc. Prof.,  
SMIRNOVA O.V.<sup>3</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

<sup>1\*</sup> Department of Biotechnology and Life Safety, Ukrainian State University of Science and Technology, ESI “Ukrainian State University of Chemical Technology”, 8, Ave. Science, Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (095) 538-71-38, e-mail: [svgarmash@ukr.net](mailto:svgarmash@ukr.net), ORCID ID: 0000-0002-2658-162X

<sup>2</sup> Department of Biotechnology and Life Safety, Ukrainian State University of Science and Technology, ESI “Ukrainian State University of Chemical Technology”, 8, Ave. Science, Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (099) 250-58-65, e-mail: [gerasim\\_vlad@ukr.net](mailto:gerasim_vlad@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-3369-4267

<sup>3</sup>Department of Biotechnology and Life Safety, Ukrainian State University of Science and Technology, ESI “Ukrainian State University of Chemical Technology”, 8, Ave. Science, Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (063) 347-85-91, e-mail: [email.smirnova@gmail.com](mailto:email.smirnova@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-9819-7769

**Abstract. Problem statement.** The use of sources of ionizing radiation (SIR) in medicine is necessary for establishing diagnoses and treating patients, as well as measures for visualization and localization of various formations when using radiopharmaceuticals to study the functions and structure of organs. But when using sources of ionizing radiation, risks from radiation exposure to patients and staff are possible. Such risks are safety concerns in nuclear medicine procedures. The application of SIR requires proper radiation protection in accordance with the norms and rules of nuclear and radiation safety. **Purpose of the article** is to develop recommendations for improving radiation safety measures in medical institutions of Ukraine on the basis of an analytical review of regulatory and scientific and technical literature on radiation safety when using ionizing radiation in nuclear medicine in the countries of the world. **Conclusions.** During medical research using sources of ionizing radiation, risks from radiation exposure to patients and staff are possible. Radiation safety should consider: duration of exposure, distance of patients and staff from the source of radiation and use of appropriate protection. Dosimeters for measuring the total radiation dose must be worn by all personnel of the radiology department of the hospital. For interventional radiologists, lead aprons and thyroid shields are the primary means of radiation protection that must be worn at all times during the procedure. It is recommended that criteria for clinical audits be included in standards and accreditation and certification programs related to medical practice using ionizing radiation. It is advisable to introduce the teaching of clinical audit into the initial and continuing education and curricula of the professional training of medical workers, including administrative and managerial profiles. In the radiological laboratories of Ukraine, it is expedient to implement the recommendations of the EU Atomic Energy Commission in accordance with Council Directive 2013/59/Euratom. Clinical audit of medical radiological procedures will provide an opportunity to improve the quality and safety of medical services, as well as patient health care.

**Keywords:** *radiological laboratory; radiation safety; world experience; regulatory literature; radiation protection; recommendations for medical institutions*

**Постановка проблеми.** Застосування джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) у медицині необхідне для встановлення діагнозів та лікування пацієнтів, а також заходів із візуалізації та локалізації різних утворень під час використання радіофармацевтичних препаратів для вивчення функцій та структури органів. Але джерела іонізуючого випромінювання становлять можливі ризики від радіаційного впливу на пацієнтів та персонал. Такі ризики – проблема безпеки у процедурах ядерної медицини. Застосування ДІВ вимагає належного радіаційного захисту відповідно до норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки [3].

**Аналіз публікацій.** Щорічна кількість діагностичних та інтервенційних радіологічних процедур у світі складає понад чотири млрд, радіотерапія використовується для лікування до 50 % онкохворих [1]. Велике значення має нормування, ліцензування та нагляд у сфері використання ядерної енергії.

Наразі в радіологічних лабораторіях медичних закладів діють нормативно-правові документи в галузі радіаційного захисту: Закон України «Про захист людини

від впливу іонізуючого випромінювання» [14]; Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» [15]; Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я» [12]; Закон України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» [16]; «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» [11]; «Норми радіаційної безпеки України. Забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення в планових ситуаціях опромінення» [19]; Наказ МОЗ України «Про затвердження Державних санітарних правил і норм щодо поведінки з медичними відходами» [17]; Наказ про затвердження «Порядку проведення навчання і перевірки знань з питань радіаційної безпеки у персоналу і посадових осіб суб'єктів окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії» [18].

Також у відділеннях радіології слід керуватися наказами та розпорядженнями місцевих органів управління з охорони здоров'я, наказами та вказівками МОЗ України, управлінь охорони здоров'я облдержадміністрацій, органів санепіднагляду та радіаційного контролю,

адміністрації закладу, а також рекомендаціями головних позаштатних спеціалістів з радіонуклідної та ультразвукової діагностики та положеннями про радіологічні відділення медичних закладів.

Відомо, що у світі людина отримує дози радіації 3 мЗв/рік з техногенних джерел, в основному під час медичної візуалізації. Для медичних діагностичних процедур використовують дози, недостатні для появи променевого ураження, але існує незначне теоретичне збільшення ризику розвитку раку. Під час проведення променевої терапії можливе пошкодження нормальних тканин цільового органу.

Опромінення будь-якого органу може мати як гострі, так і хронічні наслідки, що виникають унаслідок такої терапії. Так, тривалий вплив рентгенівського випромінювання під час інтервенційних процедур може спричинити променеве ураження шкіри [1].

Відповідно до [13], медичний заклад у процесі використання рентгенівських апаратів повинен забезпечити мінімальне опромінення пацієнта, необхідне для досягнення діагностичної мети, за умови отримання максимальної якості зображення.

У Франції аналіз дозиметричних даних виявив найбільш опромінених медичних працівників серед лікарів та радіологів-технологів відділень ядерної медицини; встановлено тенденцію сталого зниження радіаційного впливу [2].

У 2013 році прийнята Директива ради Європейського союзу (ЄС) 2013/59/Євратом «Про встановлення основних норм безпеки для захисту від загроз, зумовлених впливом іонізуючого випромінювання» [4]. У квітні 2024 року комісія ЄС з атомної енергії розробила рекомендації відповідно до цієї Директиви [3].

Рекомендації враховують позиції, висунуті керівною групою з питань якості та безпеки медичних застосувань іонізуючого випромінювання («SGQS») [5], мета якої – підтримка впровадження в державах-членах заходів у сфері якості та безпеки медичного застосування іонізуючого випромінювання.

Держави-члени повинні підтримувати доступ до даних пацієнта в обсязі, необхідному для проведення клінічних аудитів, використовуючи за необхідності анонімні дані, у повній відповідності з вимогами Регламенту Європейського Парламенту та Ради [7]. В інтервенційній радіології важливо приділяти пріоритетну увагу радіаційній безпеці та мінімізувати дози іонізуючого випромінювання, які отримують пацієнти та персонал [10].

Проект нового Закону України «Про радіаційний захист» (2021 р.) розроблено з метою імплементації положень Директиви Ради 2013/59/Євратом щодо оптимізації заходів захисту та безпеки під час медичного опромінення; запровадження планового, існуючого та аварійного опромінення; еквівалентної дози та граничних доз у ситуації планового опромінення для персоналу та населення; встановлення основних принципів радіаційного захисту, визначення заходів радіаційного захисту на робочих місцях тощо [20].

Для досягнення радіаційного захисту застосовують три основні принципи: час, відстань та екранування [9]. Радіаційний захист можна забезпечити також за допомогою різних засобів індивідуального захисту, у тому числі свинцево-акрилових щитків – пересувних, переносних тощо [8].

**Мета статті** – на основі аналітичного огляду світової нормативно-правової та науково-технічної літератури з радіаційної безпеки застосування іонізуючого випромінювання в ядерній медицині опрацювати рекомендації для удосконалення заходів із радіаційної безпеки в медичних закладах України.

**Результати досліджень.** Результати аналітичного огляду використаних джерел свідчать про актуальність підвищення радіаційної безпеки у медичних закладах. У радіологічних лабораторіях застосовується сучасна нормативна документація в галузі ядерної медицини: закони, санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки, накази Міністерства охорони здоров'я, рекомендації директив ради Європейського

союзу про безпеку медичного застосування іонізуючого випромінювання та ін.

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» наголошує, що один з основних принципів державної політики у сфері використання ядерної енергії та радіаційного захисту – це пріоритет захисту людини та довкілля від впливу іонізуючого випромінювання [15].

Клінічний аудит повинен бути основним елементом існуючої інфраструктури охорони здоров'я. Міжнародні організації розробили передову практику, рекомендації та різноманітні ресурси, що стосуються клінічних аудитів, включаючи приклади, практичні рекомендації та посібники з медичних дисциплін радіології, радіотерапії та ядерної медицини [3].

Будь-який метод візуалізації, що використовує рентгенівські промені, виробляє іонізуюче випромінювання, яке може пошкоджувати біологічні тканини. Гаслом використання іонізуючого випромінювання в діагностичній медицині є принцип ALARA (as low as reasonably achievable – настільки мало, наскільки потрібно для досягнення мети). Для гарантування радіаційної безпеки слід враховувати: тривалість опромінення, відстань пацієнтів та персоналу від джерела радіації та використання відповідного захисту [10].

Так, радіаційний захист у радіологічних

лабораторіях Франції ґрунтується на виявленні ситуацій ризику залежно від професії та медичного відділу, а також на оптимізації опромінення. У кожній лікарні передбачено заходи радіаційного захисту та безпеки, проводяться спостереження за опроміненням та здоров'ям медичних працівників. Тривалий епідеміологічний нагляд за цими працівниками дозволить оцінити потенційні віддалені наслідки радіаційного впливу малих доз та поглибити знання про радіаційний захист [2].

Рекомендується включити критерії для клінічних аудитів у стандарти та програми акредитації та сертифікації, що стосуються медичної практики з використанням іонізуючого випромінювання. Доцільно запровадити викладання клінічного аудиту в початкову та неперервну освіту та навчальні плани професійної підготовки медичних працівників, включаючи адміністративні та менеджерські профілі [5].

У проєкті нового Закону України «Про радіаційний захист» наведено ліміти доз професійного опромінення в ситуаціях планового, професійного, аварійного опромінення, ліміти доз професійного опромінення для окремих категорій осіб, граничні дози професійного, медичного опромінення та опромінення населення [20]. Ліміти доз професійного опромінення наведені у таблиці.

*Таблиця*

**Ліміти доз професійного опромінення в ситуаціях планового опромінення, мЗв/рік [20]**

Ефективна доза	Ефективна доза для кристаліка ока	Ефективна доза для шкіри	Ефективна доза для кінцівок (кисті, передпліччя, стопи та гомілки)
20 <sup>1)</sup>	20 <sup>2)</sup>	500 <sup>3)</sup>	500

*Примітки:*

<sup>1)</sup> допускається до 50 мЗв за один рік, за умови, що середня річна доза опромінення протягом п'яти послідовних років (у тому числі років із перевищенням ліміту) становитиме не більше 20 мЗв;

<sup>2)</sup> допускається 100 мЗв протягом п'яти послідовних років, за умови, що максимальна річна доза опромінення становитиме 50 мЗв за окремий рік;

<sup>3)</sup> усереднена доза опромінення для ділянки шкіри в 1 см<sup>2</sup>, незалежно від того, яку ділянку опромінено.

Рекомендовано використовувати два дозиметри: один під фартухом і один на комірці над свинцевим фартухом [10]. Загальний час рентгеноскопії можна скоротити за рахунок оптимізації кількості рентгеноскопічних зображень, кількості рентгенівських імпульсів, що генеруються

на одне зображення, кількості проходів, а також їх тривалості і частоти кадрів. Збільшення відстані від джерела радіації також може знизити радіаційну дію, оскільки величина радіаційного впливу обернено пропорційна квадрату відстані. Дозиметри для вимірювання сумарної

радіаційної дози має носити весь персонал відділення радіології лікарні. Дозиметри носять зовні і під свинцевим фартухом для порівняння доз. Підвищення обізнаності щодо важливості дозиметрії має бути пріоритетом для відділів охорони праці та радіаційної безпеки у системах охорони здоров'я [10].

Свинцеві фартухи та щитки для щитоподібної залози – основний засіб радіаційного захисту для інтервенційних радіологів, і їх слід постійно носити під час процедури. Радіаційний захист, що забезпечується цими свинцевими фартухами, аналогічний захисту свинцю товщиною від 0,25 до 1 мм. Зниження розсіяного випромінювання на 90 % та більше спостерігається під час використання свинцевих фартухів завтовшки 0,5 мм. Вони особливо рекомендуються для персоналу, який щомісяця отримує показання радіаційного монітора на комірці вище 4 мЗв та у віці до 40 років через ризик радіаційно-індукованого раку щитоподібної залози.

У кабінетах для рентгеноскопії доцільно застосовувати свинцево-акрилові щитки, підвішені до стелі, які дозволяють знизити дози опромінення голови і шиї в 10 разів. Переносні та пересувні щитки, які не потребують стаціонарного встановлення, можуть захистити персонал в операційних та інтервенційних приміщеннях. Ці мобільні щитки за умови правильного використання знижують ефективну дозу радіації для персоналу більш ніж на 90 % [8].

У радіологічних лабораторіях України, де використовують комп'ютерну томографію, повинна проводитися систематична оцінка ризику робочого середовища у відділенні та аналіз умов праці з метою виявлення потенційних небезпек і визначення заходів щодо їх запобігання. Також повинні бути розроблені та впроваджені стандарти безпеки процедур та інструкції, які регулюють робочі процеси використання обладнання з метою мінімізації ризиків.

У такому відділенні повинні бути у наявності документовані стандартні оперативні процедури, що містять поетапні інструкції, яких повинен неухильно

дотримуватися персонал. Зважаючи на вимоги нормативних актів, слід систематично проводити навчання та підвищення кваліфікації працівників із питань охорони праці, радіаційної безпеки, надзвичайних ситуацій, правил роботи з радіоактивними матеріалами, методів радіаційного захисту, порядком використання дозиметрів для контролю радіаційного опромінення та ін.

У кожному радіологічному відділенні клінічної лікарні має діяти система управління охороною праці під час проведення радіонуклідних та радіоімунних досліджень і лікування пацієнтів радіологічними фармпрепаратами (РФП); ультразвукового обстеження пацієнтів; проведення дозиметричного контролю пролікованих пацієнтів; променевої терапії з використанням радіоактивних препаратів ( $\text{Na}^{131}\text{I}$ ,  $^{89}\text{SrCl}_2$ ), тимчасово введених в організм хворого; сканування щитоподібної залози; біопсії під контролем ультразвукової діагностики; радіоімуннологічного визначення гормонів, антитіл, антигенів тощо.

### **Висновки.**

Під час проведення медичних досліджень із використанням джерел іонізуючого випромінювання можливі ризики від радіаційного впливу на пацієнтів та персонал. Для радіаційної безпеки слід враховувати: тривалість опромінення, відстань пацієнтів та персоналу від джерела радіації та використання відповідного захисту.

Дозиметри для вимірювання сумарної радіаційної дози має носити весь персонал відділення радіології лікарні. Для інтервенційних радіологів свинцеві фартухи та щитки для щитоподібної залози – основні засоби радіаційного захисту, які необхідно постійно носити під час процедури.

Рекомендується включити критерії для клінічних аудитів у стандарти та програми акредитації та сертифікації, що стосуються медичної практики з використанням іонізуючого випромінювання.

Доцільно запровадити викладання клінічного аудиту у початкову та

неперервну освіту та навчальні плани професійної підготовки медичних працівників, включаючи адміністративні та менеджерські профілі.

У радіологічних лабораторіях України доцільно впровадити рекомендації Комісії ЄС з атомної енергії відповідно до

Директиви Ради 2013/59/Євратом. Клінічний аудит медичних радіологічних процедур надасть можливість поліпшити якість та безпеку медичних послуг, а також охорону здоров'я пацієнтів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Balter S., Hopewell J. W., Miller D. L. et al. Fluoroscopically guided interventional procedures : a review of radiation effects on patients' skin and hair. *Radiology*. 2010. № 254 (2). Pp. 326–341.
2. Baudin C., Vacquier B., Thin G., Chenene L. Occupational exposure to ionizing radiation in medical staf. *European Radiology*. 2023. № 33. Pp. 5675–5684.
3. Commission Recommendation 2024/1112 of 18 April 2024 on clinical audits of medical radiological practices carried out pursuant to Council Directive 2013/59. *Euratom : Official Journal of the European Union*. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32024H1112>
4. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation. *Euratom: Official Journal of the European Union*. OJ L 13, 17.1.2014. P. 1. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>
5. HERCA Position Paper Clinical Audit in medical Radiological practices. Addendum to the HERCA clinical audit position paper. June 2021. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L\\_202401112](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L_202401112)
6. López P. O., Dauer L. T., Loose R., Martin C. J., Miller D. L., Vañó E., Doruff M., Padovani R., Massera G., Yoder C. Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. *Ann ICRP*. 2018 Mar. № 47 (2). Pp. 1–118.
7. Radiation Protection 198 “Current Status and Recommendations for Improving Uptake and Implementation of Clinical Audit of Medical Radiological Procedures”. *European Commission*. 2022. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L\\_202401112](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L_202401112)
8. Shaimaa M., Mohamed M., Yasmin I. Radiation safety compliance awareness among healthcare workers exposed to ionizing radiation. *Allam et al. BMC Nursing*. 2024. 23:208.
9. Tsapaki V., Balter S., Cousins C., Holmberg O., Miller D. L., Miranda P., Rehani M., Vano E. The International Atomic Energy Agency action plan on radiation protection of patients and staff in interventional procedures : achieving change in practice. *Phys. Med*. 2018 Aug. № 52. Pp. 56–64.
10. Tushar Garg, Apurva Pravin. Shrigiriwar Radiation Protection in Interventional Radiology. *The Indian Journal of Radiology and Imaging*. January 2022. № 10; 31 (4). Pp. 939–945.
11. ДСП 6.177-2005-09-02. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. ОСПУ-2005. Київ : Міністерство охорони здоров'я України, 2021. [Чинний від 05.02.2021].
12. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я». *Відомості Верховної Ради України*. 1993. № 4. Ст.19, із змінами № 3622-IX від 21.03.2024.
13. Загальні правила радіаційної безпеки використання джерел іонізуючого випромінювання у медицині. Затв. наказом Державної інспекції ядерного регулювання України, МОЗ України 16.02.2017. № 51/151.
14. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання». *Відомості Верховної Ради України*. 1998. № 22. Ст. 115. із змінами № 3344-IX від 23.08.2023.
15. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку». *Відомості Верховної Ради України*. 1995. № 12. Ст. 81.
16. Закон України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії» із змінами і доповненнями від 15 травня 2003 року № 747-IV. [Чинний від 11.01.2000].
17. Наказ МОЗ України № 1602 від 06.09.2022 «Про затвердження Державних санітарних правил і норм щодо поведження з медичними відходами».
18. Наказ Державної інспекції ядерного регулювання України «Про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань радіаційної безпеки у персоналу і посадових осіб суб'єктів окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії». № 342 від 18 серпня 2020 р.
19. НРБУ-2021-П. Норми радіаційної безпеки України. Забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення в планових ситуаціях опромінення.
20. Проект Закону України «Про радіаційний захист». Вноситься Кабінетом Міністрів України, 2021. URL: <https://snriu.gov.ua/news/proyekt-zakonu-ukrayini-pro-radiacijnij-zahist> (дата звернення: 27.06.2022).

## REFERENCES

1. Balter S., Hopewell J.W., Miller D.L. et al. Fluoroscopically guided interventional procedures : a review of radiation effects on patients' skin and hair. *Radiology*. 2010, no. 254 (2), pp. 326–341.

2. Baudin C., Vacquier B., Thin G. and Chenene L. Occupational exposure to ionizing radiation in medical staff. *European Radiology*. 2023, no. 33, pp. 5675–5684. URL: <https://doi.org/10.1007/s00330-023-09541-z>
3. Commission Recommendation 2024/1112 of 18 April 2024 on clinical audits of medical radiological practices carried out pursuant to Council Directive 2013/59. *Euratom : Official Journal of the European Union*. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L\\_202401112](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=OJ:L_202401112)
4. Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation. *Euratom : Official Journal of the European Union*. OJ L 13, 17.1.2014, p. 1. URL: <http://data.europa.eu/eli/dir/2013/59/oj>
5. HERCA Position Paper Clinical Audit in medical Radiological practices (October 2019). Addendum to the HERCA clinical audit position paper (June 2021). URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L\\_202401112#ntr6-L\\_202401112EN.000101-E0006](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401112#ntr6-L_202401112EN.000101-E0006)
6. López P.O., Dauer L.T., Loose R., Martin C.J., Miller D.L., Vañó E., Doruff M., Padovani R., Massera G. and Yoder C. Occupational Radiological Protection in Interventional Procedures. *Ann ICRP*. 2018 Mar., no. 47 (2), pp. 1–118.
7. Radiation Protection 198 “Current Status and Recommendations for Improving Uptake and Implementation of Clinical Audit of Medical Radiological Procedures”. European Commission. 2022. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L\\_202401112#ntc3-L\\_202401112EN.000101-E0003](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202401112#ntc3-L_202401112EN.000101-E0003)
8. Shaimaa M., Mohamed M. and Yasmin I. Radiation safety compliance awareness among healthcare workers exposed to ionizing radiation. *Allam et al. BMC Nursing*, 2024, no. 23:208.
9. Tsapaki V., Balter S., Cousins C., Holmberg O., Miller D.L., Miranda P., Rehani M. and Vano E. The International Atomic Energy Agency action plan on radiation protection of patients and staff in interventional procedures : achieving change in practice. *Phys. Med*. 2018 Aug, no. 52, pp. 56–64.
10. Tushar Garg and Apurva Pravin. Shrigiriwar Radiation Protection in Interventional Radiology. *The Indian Journal of Radiology and Imaging*. January 2022. DOI: 10.1055/s-0041-1741049.
11. *DSP 6.177-2005-09-02. Osnovni sanitarni pravila zabezpechennya radiacijnoyi bezpeki Ukraini* [Basic sanitary rules for ensuring radiation safety in Ukraine]. OSPU-2005. Kyiv : Ministry of Health of Ukraine, 2021. [Effective from 02/05/2021]. (in Ukrainian).
12. *Zakon Ukrainy “Osnovy zakonodavstva Ukrainy pro okhoronu zdorovia”* [Law of Ukraine “Fundamentals of Ukrainian legislation about health protection”. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1993, no. 4, art. 19, with changes, no. 3622-IX from 21.03.2024. (in Ukrainian).
13. *Zagalni pravila radiacijnoyi bezpeki vikoristannya dzherel ionizuyuchogo viprominyuvannya u medicini* [General rules of radiation safety for the use of ionizing radiation sources in medicine]. Approval by order of the State Nuclear Regulation Inspection of Ukraine, Ministry of Health of Ukraine, 16.02.2017, no. 51/151. (in Ukrainian).
14. *Zakon Ukraini “Pro zahist lyudini vid vplivu ionizuyuchogo viprominyuvannya”* [The Law of Ukraine “About the Protection of Humans from the Effects of Ionizing Radiation”]. *Vidomosti Verhovnoyi Radi Ukraini* [Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1998, no. 22, art. 115., no. with changes 3344-IX from 23.08.2023. (in Ukrainian).
15. *Zakon Ukraini “Pro vikoristannya yadernoyi energii ta radiacijnu bezpeku”* [Law of Ukraine “About the use of nuclear energy and radiation safety”]. *Vidomosti Verhovnoyi Radi Ukraini* [Information of the Verkhovna Rada of Ukraine]. 1995, no. 12, art. 81. (in Ukrainian).
16. *Zakon Ukraini “Pro dozvilnu diyalnist u sferi vikoristannya yadernoyi energii”* [Law of Ukraine “About Permitting Activities in the Field of Nuclear Energy Use”] (with changes and add. from 15 May 2003 no. 747-IV. [Valid from 11.01.2000]. (in Ukrainian).
17. *Nakaz MOZ Ukraini № 1602 vid 06.09.2022 “Pro zatverdzhennya Derzhavnih sanitarnih pravil i norm shodo povodzhennya z medichnimi vidhodami”* [Order of the Ministry of Health of Ukraine no. 1602 dated September 6, 2022 “About the approval of the State sanitary rules and regulations regarding the treatment of medical waste”]. (in Ukrainian).
18. *Nakaz Derzhavnoyi inspekciyi yadernogo regulyuvannya Ukraini “Pro poryadok provedennya navchannya i perevirki znan z pitan radiacijnoyi bezpeki u personalu i posadovih osib sub'yektiv okremih vidiv diyalnosti u sferi vikoristannya yadernoyi energii”* [Order of the State Inspection of Nuclear Regulation of Ukraine “About the procedure for conducting training and testing knowledge on radiation safety issues among personnel and officials of subjects of certain types of activities in the field of nuclear energy use”]. No. 342 from 18 August 2020. (in Ukrainian).
19. *NRBU-2021-P. Normi radiacijnoyi bezpeki Ukraini. Zabezpechennya sanitarnogo ta epidemichnogo blagopoluchchya naseleння v planovih situacijah oprominennya* [Radiation safety standards of Ukraine. Ensuring sanitary and epidemic well-being of the population in planned exposure situations]. (in Ukrainian).
20. *Proekt Zakonu Ukraini “Pro radiacijnij zahist”* [Draft Law of Ukraine “About Radiation Protection”] Submitted by the Cabinet of Ministers of Ukraine, 2021. URL: <https://snriu.gov.ua/news/proyekt-zakonu-ukrayini-pro-radiacijnij-zahist> (date of application : 27.06.2024). (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 07.09.2024.