

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Навчально-науковий центр радіаційної безпеки Київського
національного університету імені Тараса Шевченка
Всеукраїнське об'єднання медичних фізиків та інженерів

**Медична фізика – сучасний стан, проблеми,
шляхи розвитку. Новітні технології**

Матеріали ІХ Міжнародної конференції
(Київ, 23–25 вересня, 2020 рік)

**Medical Physics –
the Current Status, Problems, the Way of
Development. Innovation Technologies**

Proceedings of IX International Conference
(Kyiv, September 23–25, 2020)

**Київ
2020**

Матеріали ІХ Міжнародної конференції «Медична фізика – сучасний стан, проблеми, шляхи розвитку. Новітні технології» відображають наукові, методичні та практичні результати досліджень, спрямованих на вдосконалення шляхів розвитку медичної фізики, подальшого просування новітніх технологій на ринку медичних послуг.

Конференція проводиться за ініціативою Навчально-наукового центру радіаційної безпеки Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Всеукраїнського об'єднання медичних фізиків та інженерів за участю фахівців із провідних закладів вищої освіти, медичних, наукових та регулювальних установ, а також представників МАГАТЕ, Міністерства охорони здоров'я, Академії медичних наук України тощо.

Мета конференції – об'єднати зусилля спільноти в галузі освіти, науки, охорони здоров'я та ядерного регулювання для ефективної підготовки фахівців із медичної фізики.

Proceedings of IX International Conference «Medical physics – the current status, problems, the way of development. Innovation technologies» are reflecting the scientific, methodical and practical results of scientific researches. Results are directed to improve the way of medical physics development in post-Soviet countries and further promotion of innovation technologies in the market of medical services.

The workshop is held by initiative of Taras Shevchenko National University of Kyiv and Ukrainian Association of Medical Physicists and Engineers with the participation of specialists of leading institutions of higher education, medical and scientific organizations, authorities and also representatives of IAEA, Ministry of Public Health of Ukraine, National Academy of Medical Science of Ukraine, etc.

The conference aim is cooperation of community in the area of enlightenment, science, public health and nuclear regulation for effective training of specialists in medical physics.

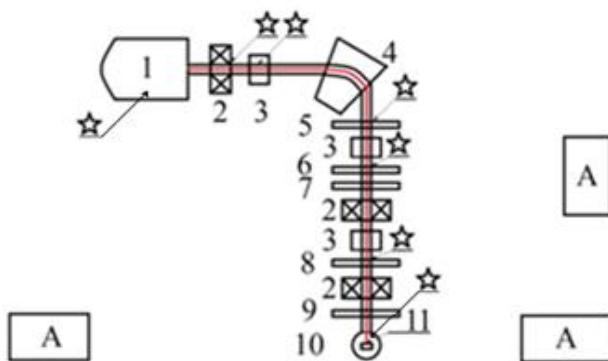


Рисунок 2. - Схема розміщення основних елементів установки СИМ в експериментальному залі. 1 – прискорювач іонів, 2 – магнітна квадрупольна лінза, 3 – камера візуального контролю пучка іонів, 4 – 90° магніт, 5 – щілини стабілізації пучка, 6 – круглі об’єктні апертури, 7 – прямокутні об’єктні щілини, 8 – кутовий коліматор, 9 – електромагнітна система сканування пучка іонів, 10 – мішенева камера, 11 - пучок протонів, що падає на зразок, «А» – робочі місця персоналу категорії «А», ☆.- центри виникнення рентгенівського випромінювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), Постанова МОЗ України від 01.12.1997 № 62.
2. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України, Наказ МОЗ України від 02.02.2005 № 54.

ПРОБЛЕМИ КУЛЬТУРИ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В МЕДИЧНІЙ РАДІОЛОГІЇ: ПРІОРИТЕТНА РОЛЬ МЕДИЧНИХ ФІЗИКІВ

М.І. Пилипенко¹, В.П. Старенький², Л.О. Аверьянова³,
Л.Л. Стадник²

¹Харківський медичний національний університет, Харків, Україна,

²ДУ «Інститут медичної радіології та онкології

ім. С.П. Григор'єва НАМН України», Харків, Україна,

³Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків,

Іонізивна радіація — це племінь зірок, то ж ставмося до неї з благоговійною увагою, щоб вона зріла людей, а не спопеляла.

Безпека – одна з найбільших цінностей людини. Однак саме внаслідок чималих проблем міжнародної, державної,

техногенної безпеки і порушення безпеки праці мільйони людей гинуть, страждають через травми та професійні хвороби. Людство саме через ці проблеми щороку зазнає збитків на сотні мільярдів доларів.

Пошук нових підходів до запобігання війн, катастроф, виробничого травматизму і професійних хвороб продовжується. Двадцять років тому Міжнародним агентством з атомної енергетики (МАГАТЕ) був сформований новий концептуальний підхід до визначення безпеки атомних електростанцій (АЕС) як поняття, що містить у собі детермінанти загальнолюдської і професійної культури. Поняття техніки і психології безпеки АЕС переросли в концепцію культури безпеки, яка сьогодні стала одним із фунда-ментальних принципів забезпечення безпеки у ядерній галузі. Отже, МАГАТЕ дещо випередило інші міжнародні організації у сфері використання культурологічних цінностей при вирішенні конкретних прикладних завдань у сфері забезпечення безпеки.

Згодом виявилось, що гуманізація системи безпеки є проявом загальносвітових тенденцій. Це підтверджує також аналіз напрацювань, отриманих у ході проведення Міжнародного року культури світу (2000 рік), Міжнародного року діалогу між цивілізаціями (2001 рік) і на Саміті тисячоліття (6–8 вересня 2000 року), з переосмислення ролі та місця культури в житті людини, сім'ї, сучасної цивілізації. Саме в результаті цього аналізу з'являються такі терміни, як «культура миру», «культура міжнародної безпеки», «культура національної безпеки». Ці словосполучення — свідчення того, що саме людині, яка покликана приймати відповідальні рішення, що можуть мати серйозні наслідки для безпеки, яка безпосередньо буде виконувати небезпечні операції чи опосередковано впливати на безпеку, делегуються права контролю за безпекою у вигляді самоконтролю.»

Це незаперечний факт, визнаний у всьому світі: медична радіологія — клінічна спеціальність, що змінила медицину.

Сучасна медична практика просотана радіаційними технологіями. Наразі щорічно у світі проводиться понад 2 млрд. рентгенівських і ядерномедичних діагностичних досліджень, і більше ніж 6 млн. радіотерапевтичних процедур, і ця тенденція йде вгору. Така ситуація зумовлена, вочевидь, провідною роллю радіологічного обстеження хворого в установленні чи підтвердженні діагнозу, слідкуванні за перебігом захворювання, ефективністю обраного лікування і можливим розвитком ускладнень, тобто можна стверджувати, що нині роль радіології у наданні адекватного лікування визначальна.

Медична радіологія створена фізиками, і тому без фізиків не може існувати. Це очевидний факт, але часом забутий. Хоча променева терапія «живе» на межі багатьох дисциплін, її залежність від фізики найсильніша. Під цим ми маємо на увазі не тільки залежність від підтримки клінічної фізики, щоб переконатися, що опромінення керується безпечно та точно, але насамперед залежність від наукової та дослідницької сторони фізики взагалі та медичної фізики окрема. Необхідно вважати і поважати медичну фізику як фізику в медицині, щоб підкреслити її важливість.

Променева терапія (ПТ) є однією з найскладніших і найбільш високотехнологічних галузей медицини. Не менш як половина всіх хворих на рак потребують променевої терапії [1]. Серед новітніх методів ПТ можна назвати модульовану за інтенсивністю та об'ємно модульовану ПТ, стереотаксичну радіохірургію і томотерапію. Променева терапія під контролем зображень забезпечує точний моніторинг мішені в режимі реального часу, що дозволяє використовувати автоматичну корекцію підведення струменя при рухах хворого. Створені поєднані методи дозиметрії *in vivo* та на фантомі для перевірки забезпечення бездоганності лікування. ІТ-системи для ПТ, зокрема онкологічні інформаційні системи (ОІС) і системи планування лікування (СПЛ) продовжують розширюватися і ускладнюються, щоб впоратися з досить значними обсягами інформації, необхідними для створення

кращих моделей оптимізації лікування і переходу до більшої інтеграції всіх необхідних складових процесу та забезпечення більшої ефективності роботи.

Але триваюча швидка еволюція технологій призводить не тільки до континуума нових розробок, але і нових проблем. Системи стають все більш автоматизованими, складними і критично залежними від програмного забезпечення. Їхні потенційні точки відмови або обмеження звичайних діапазонів клінічних експлуатаційних параметрів стають менш інтуїтивно зрозумілими. Отже, кожне з цих досягнень створює свій власний потенціал проблем. Тому, щоб гарантувати безпеку і високу якість лікування, кожен несе відповідальність ретельного системного прийняття, оцінки, клінічної реалізації та комплексного контролю якості (КЯ).

Відповідний ресурс персоналу і подальше навчання критично необхідні для розвитку і безпечного впровадження будь-якої нової технології як пріоритетні завдання. У променевої терапії — мультидисциплінарній і кооперативній спеціальності, що використовує для лікування складне обладнання, — вимоги і рекомендації щодо забезпечення якості обов'язково мають ґрунтуватися на всіх складових: медичних, фізичних і технічних, оскільки ці аспекти ПТ тісно взаємопов'язані. А це означає, що мають значення як чинники стосовно пацієнта (діагностика, рішення, показання для опромінювання, подальший догляд), так і ті, що належать до технічних аспектів проведення ПТ. І всі вони мають бути об'єктами для контролю якості (КЯ). Доки не буде усвідомлено, що забезпечення якості в ПТ є нагальним для досягнення безпеки і ефективності лікування, не з'явиться розуміння необхідності системного підходу до забезпечення якості (ЗЯ). Це потребує впровадження всеохопних програм ЗЯ, що враховують всі аспекти процесу ПТ.

В радіотерапії наслідки аварійного опромінення можуть бути дуже серйозними. Аварійним опроміненням відповідно до Міжнародних основних стандартів безпеки для захисту від іонізуючої радіації і безпечного поводження з джерелами

радіації є, зокрема, таке: «будь-яке терапевтичне опромінення або не того пацієнта, або не тих тканин, або за допомогою помилкового радіофармпрепарату, або в дозі чи з її фракціонуванням, істотно відмінних від призначених лікарем, і які можуть призвести до надмірно гострих або вторинних ефектів» [2, 3].

Підвищення рівня радіотерапевтичних технологій та підготовки фахівців дозволяє значно обмежити негативні наслідки променевого лікування та забезпечити належну ефективність надання онкологічної допомоги громадянам.

МАГАТЕ здійснює глобальний моніторинг технологічного стану радіотерапевтичних центрів в різних країнах світу, актуальна інформація представлена в базі даних Директорії радіотерапевтичних центрів (DIRAC) [4]. За даними DIRAC у світі зараз використовується 14217 апаратів дистанційної променевої терапії (ДПТ), причому кількість апаратів ПТ щорічно зростає на понад 6,3%. Натомість в Україні відбувається лише скорочення радіотерапевтичних потужностей [5], що свідчить про відсутність таких пріоритетів у галузі охорони здоров'я України.

Так, за даними DIRAC в Україні в 2019 р. було лише 83 апарати ДПТ (гамма-терапевтичних апаратів та лінійних прискорювачів), на яких пройшли лікування приблизно 45 тис. хворих. І це є максимально можлива кількість пацієнтів, які можуть зараз бути проліковані в Україні. Тоді як, за даними Національного Канцер-реєстру України [6] середньорічна кількість нових випадків раку в Україні сягає 140 тис., тобто серед них принаймні 70 тис. пацієнтів потребують променевої терапії. Якщо у 2014 р. рівень охоплення променевим лікуванням був на рівні 40%, то вже у 2019 році він впав до 30%. Тобто близько половини хворих, які потребували променевого лікування, у 2019 році його не отримали.

Між тим, ситуація з ПТ становиться дуже напруженою у зв'язку з тим, що серед 55 наявних апаратів дистанційної гамма-терапії третина потребують перезарядки джерела ^{60}Co , тобто лікування онкохворих на таких апаратах є

неефективним. З 2016 р. старі гамма-терапевтичні апарати поступово виводяться з експлуатації, і, на жаль, не відбувається їх еквівалентна заміна на лінійні прискорювачі або на сучасні гамматерапевтичні апарати. В результаті парк радіотерапевтичного обладнання в Україні неухильно скорочується (рис. 1).

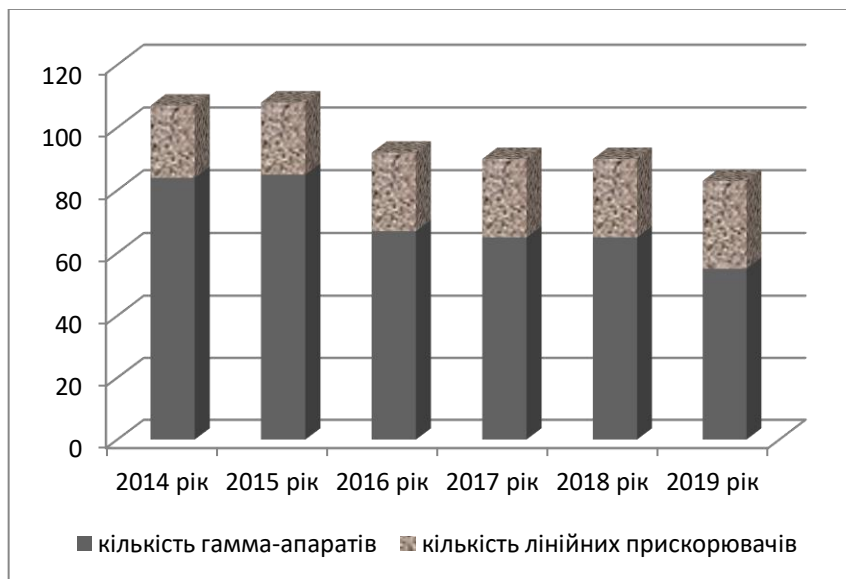


Рис. 1 – Динаміка змін кількості апаратів ДПТ в Україні

Всі ці негативні тенденції не можуть не вплинути на річні обсяги променевого лікування. На рис. 2 показана 6-річна динаміка змін кількості пацієнтів, які отримали лікування на апаратах променевої терапії. Встановлено, що за останні роки кількість пролікованих пацієнтів знизилась на 13 тисяч, що свідчить про погіршення якості комплексного лікування онкохворих в Україні з відповідним зниженням показників виживаності. Між тим, починаючи з 2014 року кількість померлих від раку в Україні збільшилась в 1,4 рази. Це обумовлено багатьма негативними чинниками, серед яких очевидно є низька доступність та якість променевого лікування в Україні.

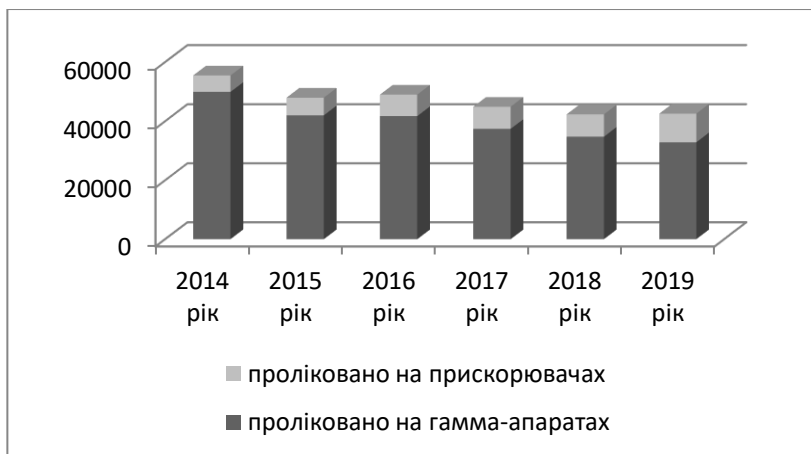


Рис. 2 – Динаміка змін кількості пацієнтів, які отримали ДПРТ в Україні.

Як видно з рис. 2, співвідношення кількості пацієнтів, пролікованих на гамма-терапевтичних апаратах та на лінійних прискорювачах складає: тільки 23% пацієнтів отримали високотехнологічне сучасне лікування на лінійних прискорювачах, тоді як всі інші лікувались на апаратах дистанційної гамма-терапії за спрощеними 2D технологіями та навіть за відсутності комп'ютерних систем планування.

Другою за значимістю проблемою, яка пов'язана із забезпеченням якості променевої терапії онкологічних хворих є підготовка кадрів високого рівня кваліфікації для відділень променевої терапії, особливо серед медичних фізиків і інженерів для відділень променевої терапії.

В Україні підготовка фахівців за спеціальністю 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» проводиться в 17 закладів вищої освіти готують, однак лише три університети заявили набір на освітню програму «Медична фізика». Кількість набраних студентів для підготовки фахівців з медичної фізики мізерна, враховуючи потреби України, – тільки 12 бакалаврів та 10 магістрів. Вочевидь відсутнє державницьке бачення важливості розвитку цієї спеціальності. Аналіз освітньо-професійних програм за

спеціальністю 105, де представлена медична фізика, показує, що зміст та обсяг викладання дисциплін, пов'язаних безпосередньо з роботою у променевої терапії, абсолютно не задовольняє потреб галузі. Відсутня відповідна практична підготовка. І, на жаль, не факт, що студенти, які отримують освіту за даної спеціальністю, будуть працювати у медичних закладах у відділеннях променевої терапії та променевої діагностики медичних закладів України.

В той же час у рамках спеціальності 163 «Біомедична інженерія» в Харківському національному університеті радіоелектроніки (ХНУРЕ) дисципліна «Системи променевої терапії» зайняла достойне місце серед дисциплін професійної та практичної підготовки та викладається у тому числі англійською мовою. Не зважаючи на те, що спеціальність «Біомедична інженерія» є суто інженерно-технічною, а не фізичною, саме випускники ХНУРЕ за спеціальністю даної кафедри за час навчання набувають практичного досвіду і найбільш успішно працюють на посадах інженерів-фізиків у відділеннях променевої терапії різних медичних центрів України.

Важливим елементом в системі забезпечення ефективності променевої терапії є впровадження програми контролю якості. Це повинно бути не тільки документально оформлена Настанова з якості, а реально діючий процес із залученням до проведення всебічного аудиту якості ПТ фахівців найвищого рівня.

МАГАТЕ пропонує усім країнам організувати на базі провідних медичних закладів Центри компетенції в галузі ПТ з залученням відомих фахівців для проведення комплексних перевірок медичних закладів з відділеннями променевої терапії щодо якості організації та проведення променевої терапії на усіх етапах: від діагностики пухлинних захворювань, визначення протоколу променевої терапії, проведення передпроменевої підготовки та дози-метричного планування променевого лікування, якості відпуску процедур тощо [7].

Одним з найбільш важливих етапів променевої терапії є забезпечення якості клінічної дозиметрії і дозиметричне планування ПТ, за який відповідає медичний фізик (інженер-фізик) відділення променевої терапії.

МАГАТЕ з 1969 р. впровадило в практику багатьох країн світу міжнародну програму щодо аудиту якості дозиметричного калібрування радіаційних струменів на апаратах дистанційної променевої терапії – незалежний поштовий ТЛД-аудит МАГАТЕ/ВООЗ. За період 1969-2019рр. МАГАТЕ було проведено біля 13,6 тисяч аудитів для 4400 апаратів променевої терапії з 2300 онкологічних закладів 135 країн світу. У зв'язку з тим, що участь в аудиті МАГАТЕ/ВООЗ для медичних закладів є добровільним, то відповідальність медичних установ країн за виявлення причин помилок в променевої терапії була досить низькою. Для ряду країн світу МАГАТЕ в рамках програм технічної допомоги оказало підтримку в створенні національних систем незалежного поштового ТЛД-аудиту якості калібрування апаратів променевої терапії.

В Україні міжнародний ТЛД-аудит МАГАТЕ/ВООЗ апаратів дистанційної променевої терапії був впроваджений з 1998 р., ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва НАМНУ НАМН України» є національним координатором даної програми. Завдяки виконанню двох міжнародних проектів з ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С.П. Григор'єва НАМНУ» та технічній підтримці МАГАТЕ в рамках цих проектів в Україні була створена можливість щодо організації та впровадження національного ТЛД-аудиту якості дозиметричного калібрування для усіх апаратів дистанційної променевої терапії медичних онкологічних закладів України.

В період з 2004 по 2013 рр. в рамках виконання міжнародних проектів з МАГАТЕ досягнуті такі результати:

- Інститутом було отримане необхідне дозиметричне обладнання та розроблений комплект методичних документів щодо організації національного поштового ТЛД-аудиту;

- в онкологічні заклади України були безкоштовно передані 25 комплектів дозиметричного обладнання, які містили: клінічний дозиметр UNIDOS E з двома іонізаційними камерами, стандартний водний фантом;

- проведено чотири учбові семінари з питань клінічної дозиметрії та дозиметричного планування, загалом для 65 медичних фізиків відділень променевої терапії.

Загальна технічна допомога МАГАТЕ (у фінансовому еквіваленті) для забезпечення якості проведення променевої терапії та організації незалежного контролю якості дозиметричного калібрування склала більш ніж 500 тис. доларів.

В 2017 р. Держатомрегулювання України сумісно з МОЗ України видали спільний Наказ № 51/151 «Про затвердження Загальних правил радіаційної безпеки використання джерел іонізуючого випромінювання у медицині», згідно з яким перевірка якості роботи апаратів дистанційної променевої терапії в рамках програми міжнародного ТЛД-аудиту МАГАТЕ/ВООЗ або національного ТЛД-аудиту є обов'язковою і має проводитися не рідше одного разу на 2 роки. Наприкінці 2018 р. після остаточного узгодження усіх документів в Держатомрегулювання, МОЗ та НАМН України про-ведення національного ТЛД-аудиту якості стало обов'язковим заходом для усіх медичних онкологічних закладів незалежно від форм власності.

Між тим, для лабораторії (Центральна лабораторія радіаційної безпеки та дозиметрії медичного опромінення ДУ ІМРО), яка проводить національний ТЛД-аудит якості калібрування апаратів дистанційної променевої терапії дуже важливо наявність референтної установки дистанційної гамма-терапії з джерелом ^{60}Co . Якщо активність джерела ^{60}Co буде дуже низька, а заміна радіо-активного джерела не буде здійснена, то проведення національного ТЛД-аудита стане під загрозою зриву.

Хоча завдяки технічній підтримці МАГАТЕ в рамках між-народних проектів результати міжнародного і

національного ТЛД-аудиту в Україні стали значно краще, а кількість виявлених помилок при опроміненні ТЛД-капсул знизилась з 30-53% до 10-15%, проте навіть така кількість помилок є неприпустимо високою, адже якщо такі ж похибки мають місце при опроміненні пацієнтів, то це може спричинити серйозні наслідки у виді радіаційних уражень (при перевищенні призначених доз), або у відновленні онкологічного процесу (при занижених дозах).

Таким чином, проблема підготовки молодих фахівців, які планують працювати медичними фізиками, а також перепідготовка працюючих фізиків з урахуванням постійного оновлення парку апаратів променевої терапії, впровадження нових систем дозиметричного планування, залишається дуже серйозною.

Іншим важливим напрямком в медичній радіології, де участь медичних фізиків дуже необхідна, є діагностична радіологія та комп'ютерна томографія. На жаль, досі у відділеннях рентгенівської діагностики не передбачені посади медичних фізиків. Разом з тим, відповідно до досвіду більшості розвинених країн необхідно створення центрів/відділів медичної фізики при обласних Департаментах охорони здоров'я. Тоді, в Україні стане можливим організація постійного контролю забезпечення якості виконання рентгенодіагностичних досліджень з оцінкою якості діагностичного зображення та отриманих доз пацієнтами, а також впровадження концепції «національних діагностичних референтних рівнів» (ДРР) для оптимізації радіаційного захисту населення. Проведення зіставлення доз пацієнтів з національними ДРР дасть можливість виявляти, які види досліджень є недоцільними за якістю зображення та отриманими пацієнтами дозами.

В Україні проведення щорічних флюорографічних досліджень є досі обов'язковою процедурою для усього дорослого населення. За даними проведеного національного анкетування обласних рентгенологічних служб в 2011-2013рр. в Україні щорічно проводиться біля 21 млн

профілактичних та діагностичних флюорографій, при цьому середнє значення вхідних поверхневих доз дорослого пацієнта на плівкових флюорографах за результатами проведених вимірювань становило 4,1 мЗв, а на окремих флюорографах досягало 25 мЗв, тоді як згідно з Нормами радіаційної безпеки України НРБУ-97 при профілактичних обстеженнях річна ефективна доза не повинна перевищувати 1 мЗв [8].

За проведеними оцінками очікуваний ризик додаткових випадків радіаційно-індукованих раків легень при використанні плівкових флюорографів може становити 3500 випадків на 1 рік. Тобто такий вид досліджень не тільки не дає користі для пацієнтів, а й завдає шкоди.

ВООЗ ще в 1994 році рекомендувала скасувати флюорографічний скринінг на туберкульоз як неефективний і економічно недоцільний, достатньо проводити рентгенографію критичним групам серед персоналу та населення [9].

В роботі Е. Ж. Халл вказано: «Рентгенографія грудної клітки, призначувана людям з підозрою на якесь захворювання, несе в собі користь, яка вочевидь перевершує пов'язаний з цим ризик. Подібне ж обстеження, призначуване для всезагального контролю стану здоров'я населення, такого співвідношення користі і ризику не має. Мільйони цілком нормальних здорових індивідуумів опромінюються без будь-якої для них користі, тільки щоб випадково виявити в когось із них якесь порушення... І тому, безперечно, це не виправдовує опромінення мільйонів людей, у яких результат обстеження виявиться негативним. Розумним компромісом може бути обмеження щорічної *рентгенографії* грудної клітки тільки завзятим курцям і робітникам, чия професія пов'язана з ризиком, наприклад, таких як шахтарі уранових копалень або робітники азбестових виробництв» [10].

В Інституті фтизіатрії та пульмонології імені Ф.Г. Яновського професор В.М. Мельник у 2000 р. провів доскіпливе дослідження корисності флюорографічного скринінгу на туберкульоз і дійшов такого висновку:

«...економічна недоцільність скринінгової флюорографії очевидна, особливо за нинішніх кризових умов. Адже на гроші, витрачені на виявлення флюорографічним методом 1 хворого [на туберкульоз], можна вилікувати 22,68 пацієнтів, які самі звернуться до лікаря із симптомами хвороби. Ось чому за кордоном відмовилися від скринінгової флюорографії» [9].

В Наказі МОЗ України від 17.05.2008 № 254 «Про затвердження Інструкції про періодичність рентгенівських обстежень органів грудної порожнини» указано про необхідність забезпечення проведення профілактичних та діагностичних рентгенівських обстежень органів грудної порожнини *«певних категорій населення»* України (п.2.1), однак в самій Інструкції перераховані практично всі категорії населення, що приводить до обов'язкового призначенням дослідження для всіх пацієнтів.

Надто важливою в рентгенодіагностиці є проблема контролю опромінення черевної порожнини і ділянки таза вагітних чи можливо вагітних жінок, оскільки при опроміненні ембріона чи плоду виникають тяжкі наслідки для народженої дитини у вигляді злоякісних пухлин і вад розвитку органів. Нажаль не усі рентгенологи знають «правило десяти днів». Між тим, це правило активно застосовується в країнах Заходу ще з 70-х років минулого сторіччя і полягає воно в рекомендації проводити жінкам такі дослідження протягом перших 10 днів місячного циклу, коли вагітність гарантовано відсутня.

На жаль, така впертість у непослуху до доведених фактів стимулюється в Україні як лікарями, так і організаторами охорони здоров'я. Тільки впровадження контролю рентгенівських апаратів та доз пацієнтів на регулярній основі, що повинні виконувати медичні фізики, дало б можливість змінити ситуацію в рентгенодіагностиці.

Останнього часу МАГАТЕ ввела у вжиток нове поняття *культура безпеки* замість *гарантія безпеки*. Така заміна особливо доречна для медицини як найбільш гуманної царини людської практики, кредо якої — «не зашкодь» пацієнту.

Оскільки існують ризи-ки дії низьких доз радіаційного опромінення у вигляді індукції виникнення смертельних злоякісних пухлин у дітей і дорослих або уроджених вад при їх дії на зародок чи плід, лікарі мають усвідомлювати свою відповідальність за зменшення можливості виник-нення такої шкоди як для сущих, так і ненароджених. *Культура безпеки* є категорією *моральною*, а не технологічною, і тому роль людської *моральності* в забезпеченні безпеки в цьому разі є базовою, наріжною, фундаментальною. А оскільки медики повсякчас діють в психологічному полі, логічно виправданим буде визначити створення умов безпеки пацієнта за радіологічних процедур культурою *медичного опромінювання*.

Тут доречно навести вислів К. Маркса: «Будь-які технологічні досягнення наче б оплачуються моральною деградацією». Тобто, які б нові технічні відкриття не впроваджувалися в практику медичної радіології, без підвищення культури безпеки персоналу та без впровадження системи контролю якості проведення досліджень з залученням медичних фізиків, такий прогрес призведе до збільшення не виправданого радіаційного ризику для населення.

Завершити цей огляд все ж доречно цитатою із Антуана де Сент-Екзюпері: «Я вірю, настане день, коли невідомо чим хвора людина віддасться в руки фізиків... Не питаючи ні про що, ці фізики візьмуть у нього кров, виведуть якісь постійні, перемножать їх одну на іншу. Потім, звірившись з таблицею логарифмів, вони вилікують однією єдиною пігулкою. І все ж, якщо я захворію, то звернуся до старого сільського лікаря, він гляне на мене краєм ока, пощупає пульс і живіт, послухає. Потім кашляне, розкуривши трубку, потре підборіддя і посміхнеться мені, щоб краще втамувати біль. Зрозуміло, мене захоплює наука, але мене захоплює і мудрість».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. International Atomic Energy Agency (2011), "Planning National Radiotherapy Services: A Practical Tool, Human Health Series", IAEA, Vienna, No. 14, available at: <https://www.iaea.org/publications/>

[8419/planning-national-radiotherapy-services-a-practical-tool](#)

2. International basic safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources, Safety Series, BSS № 115. – Vienna: IAEA, 1996. – 354 p.
3. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards. – Vienna: IAEA, 2014. – 354 p.
4. International Atomic Energy Agency Division of Human Services: Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC), available at: <https://dirac.iaea.org/>.
5. Radiation Therapy Equipment 2017-2025 - Global Market Analysis, Trends, and Forecasts Report 2019 - Varian and Elekta Rule the Radiotherapy Equipment Market (2019), *Research and Markets*, available at: https://www.researchandmarkets.com/reports/338872/radiation_therapy_equipment_market_analysis
6. Рак в Україні, 2018 – 2019. Захворюваність, смертність, показники діяльності онкологічної служби (2020). БЮЛЕТЕНЬ НАЦІОНАЛЬНОГО КАНЦЕР-РЕЕСТРУ УКРАЇНИ № 21. Режим доступу: <http://www.ncru.inf.ua/>.
7. Всесторонні аудити практики променевої терапії: засіб для підвищення якості (Група аудиту забезпечення якості в радіаційній онкології (КВАТРО), МАГАТЕ, Публ. № 1297, Відень, 2008,- 92 с.
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Державні гігієнічні нормативи. – К.: Відділ поліграфії Укр. Центру держсанепіднагляду МОЗ України, 1997. – 121 с.
9. Всесвітня Організація Охорони Здоров'я.
10. E. J. Hall. Radiation and life, 1984.
11. Tuberculosis programme, 1994.

**ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЯДЕРНОЇ ТА РАДІАЦІЙНОЇ
БЕЗПЕКИ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ
COVID-19: ВИКЛИКИ, РИЗИКИ, ПРОБЛЕМИ, РІШЕННЯ**

О.В. Вісков, Р.Ф. Тріпайло

*Державна інспекція ядерного регулювання України, Київ, Україна,
+380342751303, o.viskov@gmail.com*

Анотація. Розглянуто питання здійснення державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки в умовах пандемії COVID-19 в контексті діяльності закладів охорони здоров'я.