

офіційного опонента

Актуальність роботи. Запропонована дисертаційна робота присвячена ям визначення і верифікації індивідуальних доз опромінення персоналу в вкрай гетерогенних поліх гамма-випромінювання.

Одна з цих величин, $\text{Hr}(10)$, призначена для вимірювання направленого проникаючого опромінення (фотонів з енергією більше 12 кеВ та нейтронів), стала інструментом прискіпливого наукового дослідження в представленій роботі.

Таким чином, актуальність даного дослідження полягає у вивченні зв'язку між результатами дозиметричного контролю та ефективною дозою людини, а також у розробці способів переходу від прямо вимірюваної дозиметричної величини

(показань індивідуального дозиметра, каліброваного в термінах величини $H_p(10)$ до ефективної дози E).

Структура та обсяг дисертації. Робота викладена на 149 сторінці та побудована за класичною схемою: складається зі вступу, аналітичного огляду літератури, розділів опису матеріалів та методів досліджень, трьох розділів власних досліджень, аналізу та узагальнення одержаних результатів, висновків. Робота ілюстрована 43 рисунками, містить 18 таблиць та один додаток. Список використаних джерел нараховує 105 найменувань, із яких 70 латиницею.

У **вступі** обґрунтовується актуальність теми дослідження, чітко сформульована мета та 10 завдань для її досягнення, наукова новизна і практична значущість отриманих результатів, відомості про особистий внесок здобувача, апробацію та публікацію результатів виконаної дисертаційної роботи. Робота досить трудомістка, містить багато узагальнених експериментальних даних, що були отримані під час виконання досить тривалих науково-дослідних робіт ННЦРМ та НДІ радіаційного захисту. В цілому вступ дає повне та адекватне уявлення про суть і зміст дисертаційної роботи.

Розділ 1 (огляд літератури) містить опис дозиметричних величин та зв'язок між ними. Способи оцінки ефективної дози та фантомні методи її вимірювання. Висвітлені проблеми практичної оцінки ефективної дози при професійному опроміненні. Зроблений глибокий аналіз літератури по даній проблемі та методичних підходів для її вирішення. Окремий підрозділ присвячений проблемі вивчення характеристик умов опромінення на робочих місцях персоналу АЕС та таких унікальних умов, як на об'єкті «Укриття», коли неможливо візуально оцінити місцезнаходження джерела, що визиває великі складнощі при моделюванні умов опромінення для розрахунку ефективної дози. В цьому розділі детально описаний гетерогенний антропоморфний фантом, що містить 270 ТЛ детекторів і використовувався для визначення ефективної дози безпосередньо на робочих місцях. Але складності імітації поведінки людини в полі опромінення не дозволяє досягти необхідної точності і при таких трудомістких вимірюваннях.

Розділ 2 (матеріали і методи дослідження) складається з п'яти підрозділів, які описують методи дослідження параметрів поля опромінення та орієнтацію людини в ньому. Тут приведені типові енергетичні спектри, що поміряні на робочих місцях за допомогою портативних гамма спектрометрів та оригінальних сферичних засобів визначення спектрального складу, що виготовлені з алюмінію, міді, свинцю та комбінації цих матеріалів, в середині яких розміщується ТЛ детектор. Для визначення напрямку падіння опромінення також використовувались оригінальні свинцово-мідні коліматори. Тут також детально описані дозиметри автоматизованих ТЛД систем, що використовуються на об'єкті «Укриття» та АЕС для індивідуального дозиметричного контролю персоналу. Піднята проблема місця розташування дозиметрів та особливостей оцінки дози для людей різних типів.

Розділ 3 містить детальний опис математичних методів оцінки доз на органи та ефективної дози. Завдяки математичному пакету MCNP були розраховані коефіцієнти переходу від показань дозиметра, що розташований на поверхні фантома людини, до ефективної дози в залежності від енергії опромінення та напрямку падіння випромінювання. Розрахунок проводився для 7 енергій в діапазоні від 50 до 1250 кеВ та різних кутів падіння в сферичній системі координат з кроком в 30° . Наведен а таблиця з ефективними конверсійними коефіцієнтами для 6 позицій дозиметра на фантомі. Звертає на себе увагу великий обсяг розрахунків, що потребують чимало часу та сучасних комп'ютерів.

Розділ 4 містить характеристику досліджених полів гамма-випромінювання на 15 робочих місцях об'єкта «Укриття» та 31 місцях Запоріжської і Южноукраїнської АЕС, на яких проведені вимірювання потужності дози, енергетичні спектри випромінювання та визначено домінуючий напрямок опромінення, так званий коефіцієнт анізотропії поля.

Розділ 5 описує основні висновки результатів дослідження, що лягли в основу методичних рекомендацій і введених у застосування: СТП НАЕК «Енергоатом» СОУ НАЕК 115:2016 «Дозиметричний контроль. Визначення ефективної дози зовнішнього опромінення персоналу атомних електростанцій» та «Методика визначення ефективної дози зовнішнього опромінення. Методичні вказівки» (ЧАЕС, 2009 р).

Рекомендовані значення конверсійних коефіцієнтів в залежності від ступеня анізотропії поля та умов застосування спеціальної дозиметрії за показаннями 4-х індивідуальних дозиметрів. Приведені дослідження по оптимізації кількості дозиметрів для визначення ефективної дози в значно неоднорідних полях опромінення.

Розділ 6 містить результати експериментальної перевірки первинних результатів розрахунків конверсійних коефіцієнтів, що лягли в основу методичних рекомендацій по визначенню ефективної дози. Також приведені результати порівняння експериментального визначення ефективної дози за допомогою фантомних вимірювань в умовах об'єкта «Укриття» та Южноукраїнської АЕС з розрахунками згідно методики. В окремому підрозділі продемонстровано успішність застосування даного підходу для умов рентген-операційних на робочих місцях лікарів інтервенційної радіології, що говорить про універсальність методики.

Висновки дисертації складаються з 7 пунктів та в стислій формі (на скільки це можливо для такої трудомісткої роботи) відображають основні результати роботи та здобутки автора. На мій погляд висновки досить громіздкі.

Практичне значення роботи, у першу чергу, обумовлено наявністю в Україні чотирьох АЕС та проведенні робіт на об'єкті «Укриття».

В роботі експериментально та теоретично визначено умови, при яких індивідуальні дозиметри реєструють дозу, яка може значно відрізнятися від ефективної дози, отриманої людиною, і запропоновано методи розрахунку ефективної дози у гетерогенних дозових полях опромінення.

Для досягнення мети роботи здобувачем було виконано дуже трудомісткі фантомні вимірювання безпосередньо на робочих місцях «Об'єкта Укриття» та кількох АЕС України. Крім того, оскільки фантомні вимірювання неспроможні відтворити детально поведінку працівника під час виконання робіт на радіаційно небезпечних об'єктах України, для встановлення коефіцієнтів переходу від показань індивідуальних дозиметрів до ефективної дози здобувачем було виконано

математичне моделювання формування доз для різноманітних умов опромінення працівника у неоднорідних полях гамма-випромінювання.

Результати досліджень лягли в основу розроблених і введених у застосування документів: СТП НАЕК «Енергоатом» СОУ НАЕК 115:2016 «Дозиметричний контроль. Визначення ефективної дози зовнішнього опромінення персоналу атомних електростанцій» та «Методика визначення ефективної дози зовнішнього опромінення. Методичні вказівки» (ЧАЕС, 2009 р). Накопичений досвід переданий службам дозиметричного контролю АЕС України шляхом проведення семінарів.

Роботі не бракує певних недоліків, зокрема:

- Іноді спостерігається термінологічна непослідовність, наприклад, запроваджений автором коефіцієнт анізотропії в інших місцях тексту називається класом анізотропії.
- Також можна зауважити, що з роботи не зрозуміло як оцінювався енергетичний спектр гамма-випромінювання на робочих місцях, так як апаратний спектр «розмиває» реальний спектр (через наявну так звану функцію відгуку). Отже неврахування цього розмиття може приводити до зміщення оцінок доз опромінення.

Також авторіві можна висловити деякі побажання. Зокрема, в роботі автором досліджується розподіл конверсійного коефіцієнта для дозиметра системи Harshaw для різних коефіцієнтів анізотропії радіаційних полів і фіксованого довірчого інтервалу 90% (між 5% і 95% персентилями). На майбутнє можна було б побажати авторіві обґрунтувати процедуру визначення оптимального довірчого інтервалу дозового розподілу (як за результатами вимірювань так і математичного моделювання) на базі балансу між надійністю (консервативністю) дозових оцінок і витрат на дотримання норм радіаційної безпеки.

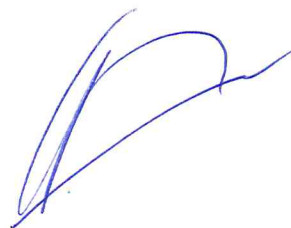
Висновок

Разом з тим, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Волоського Віталія Миколайовича «Визначення ефективної дози зовнішнього опромінення в значно неоднорідних фотонних полях», що подається на здобуття наукового ступеня

кандидата біологічних наук зі спеціальності 03.00.01 – Радіобіологія, є закінченою науковою працею, що виконана самостійно.

Робота відповідає вимогам чинного «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» МОН України, що пред'являються до кандидатських дисертацій, за сумою проведених та оброблених вимірювань, рівнем аналізу даних та узагальненням, актуальністю та науково-практичною значимістю отриманих результатів заслуговує на позитивну оцінку, а її автор Волоський Віталій Миколайович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.01 - радіобіологія.

Член Національної комісії з радіаційного захисту населення України, доктор біологічних наук



О.Бондаренко

Віталій Миколайович *дослідник*



В. А. Волоский