

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

Собецький Дмитро Петрович

УДК 616.073.75

**МЕТОДИ АНАЛІЗУ РАДІАЦІЙНОГО ВПЛИВУ
ПРИ РЕНТГЕНІВСЬКОМУ ВИПРОМІНЮВАННІ**

8.05090204 – Біотехнічні та медичні апарати та системи

Автореферат дипломної роботи магістра

Тернопіль – 2017

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проведення постійного контролю доз опромінення населення України є частиною найважливішої сучасної проблеми, пов'язаної зі зниженням рівнів опромінення в умовах несприятливої радіаційної обстановки. Згідно з найновішими радіобіологічними уявленнями радіаційний фактор – один з найжорсткіших чинників фізичної природи, вплив якого на живий організм може у віддалені терміни (10–20 років) зумовити онкологічні захворювання в опромінених осіб та спадкові порушення в їх нащадків.

Концепцію захисту населення планети від впливу іонізуючого випромінювання покладено в основу Міжнародної програми, що передбачає створення єдиної системи радіоекологічної інформації – відкритої для широкого отримання даних про рівні дії іонізуючого випромінювання, як природного походження, так і зумовленого діяльністю людини. Саме завдяки постійному збиранню та всебічному аналізу інформації, що здійснюються в межах Міжнародної програми Наукового комітету з дії атомної радіації при Організації об'єднаних націй (НКДАР ООН), стало можливим повно й диференційовано характеризувати радіаційну обстановку в світі. За оцінками НКДАР ООН середньорічна доза опромінення населення світу від усіх видів джерел становить 2,8 мЗв. Найістотнішим серед штучних джерел продовжують залишатись медична променева діагностика і лікування. Середньорічна доза, зумовлена діагностичними дослідженнями за 2000 рік, за неповними даними склала 0,4 мЗв, тобто 14 % від повної дози [НКДАР ООН, 2000].

В Україні розроблені спеціальні програми із захисту населення від впливу наслідків Чорнобильської катастрофи. Створено зведені радіоекологічні карти для всієї забрудненої радіонуклідами території. У короткі терміни було здійснено організаційно-технічні заходи, які дозволили створити основні нормативні документи, що регламентують рівні опромінення населення. Із удосконаленням загальної системи радіаційного контролю в Україні особливої актуальності набуває проблема, пов'язана з контролем та реєстрацією доз опромінення населення країни при різних видах рентгено- і радіонуклідної діагностики. Юридичною основою для розв'язання даної проблеми є Постанова Кабінету Міністрів України № 406 від 16 березня 1999 р. “Про порядок створення єдиної державної системи контролю та обліку індивідуальних доз опромінення населення”.

На міжнародному рівні подібна проблема необхідності обліку і контролю індивідуальних доз при медичному опроміненні сформульована у Директиві 97/43/ЄВРОАТОМ Європейського співтовариства.

Незважаючи на пильну увагу світового співтовариства – міжнародних комітетів, громадських діячів, учених-дослідників – до проблеми обліку популяційних доз опромінення, багато сторін цієї проблеми залишаються досі нерозв'язаними. Так, дані про стан використання джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ) при променевої діагностиці та дози опромінення пацієнтів у різних країнах не завжди мають системний характер, їх важко зіставити, й тому не повною мірою сприяють прогресу в розв'язанні актуальних гігієнічних питань у галузі використання ДІВ у медицині з діагностичною метою.

Вивчення закономірностей формування рівнів доз опромінення населення України при діагностичних дослідженнях дозволить отримати об'єктивну інформацію про реальний стан медичного опромінення. На підставі отриманих даних про структуру і частість променевиx досліджень, індивідуальні й колективні дози опромінення, що ними створюються, можна буде оцінити радіаційний ризик віддалених генетичних і соматичних ефектів діагностичного опромінювання та визначити шляхи його зниження за рахунок оптимізації цих процедур.

Таким чином, проблема встановлення радіаційного впливу при медичних рентгенологічних дослідженнях вимагає подальшого дослідження, а тому розроблення методу і засобів аналізу радіаційного впливу при рентгенівському випромінюванні на базі математичної моделі для рентгенодіагностичних систем, який уможливить отримання оперативних відомостей про присутність різного роду змін на ранніх стадіях є актуальною науковою задачею.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження є аналіз радіаційного впливу при рентгенівському випромінюванні в рентгенодіагностичних системах шляхом комп'ютерної обробки отриманих даних та подальшого їх математичного аналізу.*

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз відомих моделей рентгенівського випромінювання та методів опрацювання їх для обґрунтування напрямку наукового дослідження.

2. Обґрунтувати метод визначення дози опромінення на основі його моделі з метою виявлення нових інформативних ознак.

3. Розробити програмне забезпечення для проведення процесу імітаційного моделювання спектру рентгенівського випромінювання для визначення ефективної еквівалентної дози при проведенні сучасних рентгенодіагностичних обстежень.

Об'єкт дослідження: оцінювання параметрів радіаційного впливу при рентгенівському випромінюванні для розширення можливостей рентгенодіагностичних обстежень.

Предмет дослідження: модель рентгенівського випромінювання.

Методи дослідження побудовано на базі чисельних методів та диференціального числення. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання використано середовище Microsoft Visual Studio 2008 Express .

Наукова новизна отриманих результатів. Розроблено метод комп'ютерного аналізу рентгенівського випромінювання, що уможливить коректно змодельовати спектральний склад випромінювання для визначення ефективної еквівалентної дози при проведенні сучасних рентгенодіагностичних обстежень.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 118 сторінках, списку використаних джерел з 53 назв на 5 сторінках, додатків на 18 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 150 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів та засобів отримання рентгенівського випромінювання обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи

дослідження, показано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Аналіз стану проблеми радіаційного впливу при застосуванні рентгенодіагностичних систем» проаналізовано стан проблеми дослідження і встановлено, що у сучасних рентгенодіагностичних системах зростають вимоги до рівня радіаційної безпеки пацієнтів та медичного персоналу при застосуванні рентгенологічних процедур.

Вимагають вирішення фізичні та технічні проблеми, які виникають у при рентгенологічних процедурах і пов'язані із проблемою виникнення радіаційного ризику віддалених генетичних і соматичних ефектів діагностичного опромінювання та визначення шляхів його зниження за рахунок оптимізації цих процедур. А це в свою чергу вказує на необхідність подальшого удосконалення рентгенодіагностичних систем та уможливлення їх подальшого застосування для оцінювання функціонального стану людини в напрямі підвищення точності, покращеної роздільної здатності, автоматичності, інтерактивності та функціональної ефективності.

Для вирішення поставленої задачі необхідно побудувати математичну модель, яка описує взаємодію рентгенівського випромінювання з біологічним середовищем.

У другому розділі «Математичне моделювання процесу радіаційного впливу при рентгенівському випромінюванні» встановлено, що основною проблемою в теорії перенесення випромінювання є визначення дифузної складової променевої інтенсивності, оскільки розсіяння фотонів має випадковий характер. Використано метод Монте-Карло при моделюванні фотонної траєкторії з метою імітації множини розсіювальних ефектів в системі випадково розміщених часток. Основною перевагою методу Монте-Карло є зручність та пристосованість цього методу для вирішення складних граничних задач в багатокomпонентних середовищах.

Для того, щоб мати можливість розрахувати найбільш оптимальні параметри роботи рентгенівської трубки (такі як спектр і інтенсивність первинного випромінювання), тобто, зрештою, вид вихідного аналітичного сигналу, необхідно розробити математичну модель, яка з достатньою мірою точності описує процеси, які відбуваються при роботі апарату.

У третьому розділі «Верифікація математичної моделі рентгенівського випромінювання» проведено верифікацію математичної моделі процесу рентгенівського випромінювання у вигляді спектру випромінювання рентгенівської трубки, яка враховує основні параметри та характеристики процесу.

У четвертому розділі «Імітаційне моделювання спектральної залежності масового коефіцієнта поглинання для різних тканин» із застосуванням засобу програмного забезпечення середовища Microsoft Visual Studio 2008 Express реалізовано програму із графічним інтерфейсом користувача, яка дозволяє коректно моделювати спектральний склад первинного випромінювання рентгенівської трубки, а також, визначати експозиційну дозу, генеровану в процесі її роботи.. Програма імітації уможливорює за відомими медичними параметрами вірогідно імітувати первинне випромінювання по відношенню до експериментального, що є адекватними при тестуванні алгоритмів опрацювання їх у рентгенодіагностичних системах.

Подальше удосконалення програми уможливить її застосування для визначення ефективної еквівалентної дози при проведенні сучасних обстежень рентгенодіагностик.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень, а саме необхідність контролю параметрів рентгенапаратури, яка використовується у медичних закладах з діагностичною метою та проведено обґрунтування вибору середовища Microsoft Visual Studio 2008 Express як програмного забезпечення для розв'язання наукової задачі, а саме за допомогою його та мови програмування С# створено імітаційну модель спектрального складу первинного випромінювання рентгенівської трубки.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 70132,91 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано питання радіаційного захисту персоналу рентгенкабінетів та проведено аналіз природних та штучних джерел опромінення, їх параметри та вплив електромагнітного випромінювання на людину.

У восьмому розділі «Екологія» встановлено, що при проведенні досліджень з використанням рентгенодіагностичних апаратів спостерігається негативний вплив іонізуючого випромінювання, описано норми радіаційної безпеки при дотриманні яких уможлиблюється мінімізація його.

У додатках наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows XP).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі розв'язано актуальну наукову задачу розроблення методу і засобів аналізу радіаційного впливу при рентгенівському випромінюванні на базі математичної моделі для рентгенодіагностичних систем, який уможливить отримання оперативних відомостей про присутність різного роду змін на ранніх стадіях.

При цьому отримано такі результати:

1. У результаті проведеного аналізу фізичних та технічних проблем, які виникають у при рентгенологічних процедурах і пов'язані із проблемою виникнення радіаційного ризику віддалених генетичних і соматичних ефектів діагностичного опромінювання та визначення шляхів його зниження за рахунок оптимізації цих процедур встановлено необхідність подальшого удосконалення рентгенодіагностичних систем та уможливлення їх подальшого застосування для оцінювання функціонального стану людини в напрямі підвищення точності, покращеної роздільної здатності, автоматичності, інтерактивності та функціональної ефективності..

2. Використано метод Монте-Карло при моделюванні фотонної траєкторії з метою імітації множини розсіювальних ефектів в системі випадково розміщених часток. Основною перевагою методу Монте-Карло є зручність та пристосованість цього методу для вирішення складних граничних задач в багатокomпонентних середовищах.

3. Проведено верифікацію математичної моделі процесу рентгенівського випромінювання у вигляді спектру випромінювання рентгенівської трубки, яка враховує основні параметри та характеристики процесу.

4. Розроблено програму із графічним інтерфейсом користувача із застосуванням засобу програмного забезпечення середовища Microsoft Visual Studio 2008 Express та мови програмування C#, яка дозволяє коректно моделювати спектральний склад первинного випромінювання рентгенівської трубки, а також, визначати експозиційну дозу, генеровану в процесі її роботи.. Програма імітації уможлиблює за відомими медичними параметрами вірогідно імітувати первинне випромінювання по відношенню до експериментального, що є адекватними при тестуванні алгоритмів опрацювання їх у рентгенодіагностичних системах. Подальше удосконалення програми уможливить її застосування для визначення ефективної еквівалентної дози при проведенні сучасних обстежень рентгенодіагностик.

АНОТАЦІЯ

Собецький Дмитро Петрович. Методи і засоби радіаційного впливу при рентгенівському випромінюванні. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 8.05090204 – Біотехнічні та медичні апарати та системи, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2017.

У дипломній роботі розроблено комп'ютерну імітаційну модель спектру випромінювання рентгенівської трубки, яка враховує основні параметри та характеристики процесу та уможлиблює за відомими медичними параметрами вірогідно імітувати первинне випромінювання по відношенню до експериментального, що є адекватними при тестуванні алгоритмів опрацювання їх у рентгенодіагностичних системах.

Розроблено програму із графічним інтерфейсом користувача із застосуванням засобу програмного забезпечення середовища Microsoft Visual Studio 2008 Express та мови програмування С#, яка дозволяє коректно моделювати спектральний склад первинного випромінювання рентгенівської трубки, а також, визначати експозиційну дозу, генеровану в процесі її роботи.

Ключові слова: рентгенівське випромінювання, рентгенівська трубка, радіація, програмне забезпечення, Microsoft Visual Studio 2008 Express.

SUMMARY

Sobetsky Dmytro. Methods and means radiating influence during X-ray. – Manuscript.

Thesis work of master's degree after speciality 8.05090204 – Bioengineering and Medical devices and systems, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2017.

In diplomniy work we developed a computer model of imitation of the spectrum of the radiation X-ray tube, which takes into account the main parameters and characteristics of the process and allows za known medical parametramy reliably simulate the primary radiation in relation to experimental there adequate when testing algorithms processing in X-ray systems.

Developed programm with graphical user interface using software tools Microsoft Visual Studio 2008 Express and the programming language C # environment and the ability to correctly simulate the spectral composition of the radiation of the primary X-ray tube, as well as to determine the exposure dose, generated in the course of its work.

Keywords: X-radiation, X-ray tube, radiation, software, Microsoft Visual Studio 2008 Express.