

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На підставі сучасної переоцінки доз, які отримало населення під час аварії на ЧАЕС та інших ядерних об'єктах [Гродзинський Д.М., 2000; Кравець О.П., 2003; Яблоков А.В., 2007], а також даних радіаційних досліджень на об'єктах народного господарства України, де використовуються джерела іонізуючого випромінювання, актуальним і важливим для сьогодення є забезпечення достатнього рівня радіаційної безпеки населення нашої держави. Визнано, що побудова ефективної системи протирадіаційного захисту включає визначення основних дозоформуєчих чинників опромінення людини і вибір оптимальних сценаріїв зниження радіаційних ризиків [Ліхтарьов І.А., 2004]. Особливо важливим вважається вдосконалення сучасної системи нормування техногенного радіоактивного забруднення довкілля, вади якої на думку вчених [Гродзинський Д.М., 2001; Яблоков А.В., 2000, 2001; Цимбалюк О.М., 2006] полягають в недостатньому врахуванні існуючих параметрів впливу техногенних радіонуклідів на людину і екосистеми, а також екологічного ефекту різноманітних взаємодій радіації з іншими промисловими поллютантами [Кутлахмедов Ю.О., 2008]. Також у цьому питанні підвищену увагу приділяють оцінці радіаційного навантаження на людину від техногенно-підсиленних радіоактивних джерел природного походження (ТПДПП) [Павленко Т.А., 2006, 2009].

Це обґрунтовує необхідність проведення широкомасштабних дозиметричних досліджень на півдні України – регіоні, що відрізняється наявністю значної кількості чинників опромінення людини як природного, так і техногенного походження, регіоні з характерними геологічними особливостями, які полягають у наявності розломів корінних порід та виходом гранітних пластів на поверхню, а також численним розгортанням виробництв з видобутку та переробки граніту як для потреб будівництва, так і для отримання урану [Томілін Ю.А., 2008]. Такі фактори призводять до техногенної зміни природного фону, виступають чинниками додаткового навантаження на людину від техногенно-підсиленних джерел природного походження, в першу чергу від  $^{222}\text{Rn}$ , який за оцінками Міжнародної комісії радіаційного захисту (МКРЗ) є відповідальним за 10 % серед усіх захворювань на рак легенів. При цьому використання населенням питної води з шахтних артезіанських колодязів, через присутність в останній  $^{222}\text{Rn}$  та дочірніх продуктів його розпаду (ДПР), також призводить до підвищення радіаційного навантаження на людину в цих районах [Костенецький М.І., 2005; Томілін Ю.А., 2008].

Крім природної складової, потенційним джерелом радіаційного ризику в регіоні виступають газоаерозольні викиди та рідкі скиди Південно-Української і Запорізької атомних електростанцій (ПУ АЕС і ЗАЕС), забруднення територій чорнобильським викидом, змив і перенесення аварійно-чорнобильських радіонуклідів дніпровською і південнобузькою водою у водні системи регіону, потрапляння аварійно-чорнобильських і «станційних» радіонуклідів на сільськогосподарські угіддя зі зрошувальною водою. На сьогодні існує ряд робіт, в яких досліджується формування радіаційного навантаження на людину

від впливу газоаерозольних викидів АЕС [Бончук Ю.В. и др., 2009; Измestьев К.М., 2005]. Проте недостатньо з'ясовано формування радіаційного навантаження на людину внаслідок розповсюдження у водному середовищі радіонуклідів, що надходять зі скидними водами ПУ АЕС і ЗАЕС, зокрема через надходження їх у зрошувальну воду [Перепелятніков Г.П., 1999, 2008; Томілін Ю.А., 2008], а також у підземні водоносні горизонти району АЕС. Поряд з цим існують думки, що саме недостатнє вивчення радіаційного забруднення південних і східних районів України внаслідок аварії на ЧАЕС не дає можливості здійснення повної оцінки післяварійної радіаційної ситуації на території України [Іванов Є.А., 2004].

Важливим є не тільки визначення рівнів радіаційного навантаження на людину від кожного з цих джерел, а можливість прогнозування інтегрального радіаційного навантаження на людину. При цьому найчастіше застосують метод концептуальних (камерних) моделей перенесення радіонуклідів у доквітлі з подальшим відображенням у дозу опромінення людини [Кутлахмедов Ю.О., 2003], на основі якого побудовано чимало дозиметричних моделей при радіаційних аваріях на ядерних підприємствах [Гусев Н.Г., 1991; Георгиевский В.Г., 1994; Ковган Л.М. та ін., 2004]. Для оперативного прогнозування дозової ситуації у деяких з них пропонується використовувати «дозові ціни аварійного забруднення елементів екосистем» [Георгиевский В.Г., 1994] або нормалізовані ефективні дози [Ковган Л.М., 2004]. Однак прогнозування радіаційного навантаження на населення не лише при радіаційних аваріях на ядерних підприємствах, а і в режимі нормальної їх роботи, займає ключове місце у питанні забезпечення достатнього рівня радіаційної безпеки населення [Яблоков А.В., 1995, Фомин Г.В., 2004; Измestьев К.М., 2005]. Тому проведення у південному регіоні досліджень формування інтегрального радіаційного навантаження на людину від комплексу наявних радіоактивних джерел зі створенням прогнозних дозиметричних моделей дозволить встановити пріоритетні, з точки зору радіаційної безпеки, чинники опромінення людини, розробити методологію управління його рівнем і визначити заходи щодо його зменшення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана відповідно до планів наукових досліджень, що проводилися у Миколаївській науково-дослідній лабораторії з проблем радіаційної безпеки населення (НДЛ «Ларані») МОЗ України, за темами: «Оцінка радіоактивного забруднення пасовищ, рослинності, сільськогосподарських культур від Чорнобильського викиду у північно-західних районах», «Визначення вмісту радону у повітрі житлових і виробничих приміщень, у питній воді. Розробка рекомендацій зі зниження дозового навантаження на населення від радону», «Оцінка впливу «продувних» вод ставка-охолоджувача ПУ АЕС на радіоекологічну обстановку», які були складовою екологічної програми Миколаївщини на 1996-2000 рр. (рішення ІХ сесії Миколаївської обласної Ради від 30.10.1996 р.), та у Чорноморському державному університеті імені Петра Могили за темою «Радіонукліди в компонентах водних екосистем південного регіону України та дозове навантаження на людину» (2005-2010 рр., № державної реєстрації 0107U004457).

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – виявлення регіональних особливостей формування радіаційного навантаження на людину на півдні України, визначення, оцінка і прогнозування його рівнів та розробка методології управління дозовим навантаженням для його зменшення.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити наступні завдання:

- дослідити формування радіаційного навантаження на людину від ТПДПП та визначити ефективну дозу опромінення людини від природних та техногенно-підсилених радіоактивних джерел природного походження;
- дослідити формування радіаційної ситуації у районах Південно-Української і Запорізької АЕС та визначити ефективну дозу опромінення людини внаслідок газоаерозольних викидів та рідких скидів АЕС;
- реконструювати «аварійно-чорнобильську» дозу за 1986 р. та здійснити ретроспективне обчислення ефективної дози за післяварійний період;
- розробити дозиметричні прогнозні моделі опромінення людини від основних техногенно-підсилених природних та штучних джерел іонізуючого випромінювання;
- визначити очікувану за 70-річний період життя людини інтегральну ефективну дозу опромінення людини від природних і техногенних джерел іонізуючого випромінювання;
- розробити методологію управління інтегральним радіаційним навантаженням на людину із запропонованими контрзаходами для його зниження.

*Об'єкт дослідження.* Чинники радіаційного навантаження на людину на півдні України, регіональні особливості формування радіаційного навантаження на людину від природних та штучних джерел іонізуючого випромінювання та заходи щодо зниження його рівнів.

*Предмет дослідження.* Вміст природних і штучних радіонуклідів в атмосферному повітрі, ґрунті, трав'яній рослинності, кормових травах, будівельних матеріалах, продуктах харчування, питній воді, сільськогосподарських культурах, вирощених в умовах зрошення, воді поверхневих водойм, технологічних водоймах АЕС; ефективна доза опромінення людини від радіоактивних джерел природного і штучного походження.

*Методи дослідження.* Методи попередньої підготовки і концентрування проб, радіохімічні, радіометричні та спектрометричні методи вимірювань питомої та об'ємної активності радіонуклідів в об'єктах довкілля. Методика Берлянда та Пасквілла-Гауса розповсюдження радіоактивності в атмосферному повітрі. Математичні моделі МКРЗ визначення ефективних доз опромінення людини. Методи математичного моделювання, системного аналізу, регресійні методи лінійного та нелінійного оцінювання параметрів.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що запропоновано новий напрямок у біодозиметрії – інтегральний підхід при оцінці радіаційного навантаження на людину від комплексу природних, техногенно-підсилених природних радіоактивних джерел та радіонуклідів «станційного» і «аварійно-чорнобильського» походження. Вперше для південного регіону встановлено:

- двофакторність опромінення (у виробничих і житлових умовах) фахівців гранітодобувної і гранітопереробної галузі від  $^{222}\text{Rn}$ ;
- ефективну дозу «аварійно-чорнобильського» походження для населення південного регіону за 1986 р. та річні ефективні дози опромінення людини у післячорнобильський період;
- рівні радіаційного навантаження на людину від  $^3\text{H}$ , який надходить до людини через випар з технологічних водоймищ АЕС та зі зрошуваними сільськогосподарськими культурами;
- дозові коефіцієнти («дозові ціни») природних та техногенних джерел іонізуючого випромінювання на півдні України для основних дозотворюючих радіонуклідів та їх сумішей.

Розроблено:

- моделі радіоекологічного ризику одиниці впливу природних і техногенних джерел іонізуючого випромінювання та визначено очікувану за життя ефективну дозу опромінення людини від цих джерел;
- розроблено методологію управління інтегральним радіаційним навантаженням на людину від природних і техногенних радіоактивних джерел з застосуванням контрзаходів для його зменшення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Робота є новим розв'язком актуальної наукової задачі у радіобіологічній галузі, що має суттєве значення для радіоекологічних та радіаційно-захисних розробок, які забезпечують вирішення важливої прикладної проблеми: зниження радіаційного навантаження на людину. Результати досліджень використані при підготовці державного документу «Дозиметрическая паспортизация населенных пунктов Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению после Чернобыльской аварии» // Сводные данные, июнь 1991 – март 1995 г., Сборник 5. – МЗ Украины. – К., 1995; при прийнятті рішення Миколаївської обласної Ради і ПУ АЕС про припинення у 1993 році скиду рідких промислово-побутових відходів ПУ АЕС у р. Арбузинку і перенесення цього скиду у ставок-охолоджувач АЕС; при розгортанні на території Миколаївської області автоматизованої системи радіаційного контролю відповідно до розпорядження Миколаївського облвиконкому № 186р від 20.07.1990.

Результати досліджень можуть бути використані при розробці рекомендацій щодо зниження радіаційного навантаження від  $^{222}\text{Rn}$  на людину, яка мешкає у радононесприятливих районах; рекомендацій проведення дозиметричного моніторингу «станційного»  $^3\text{H}$  у поверхневих і підземних водах у районах АЕС; можуть бути підставою для перегляду принципів регламентації навантаження від  $^{222}\text{Rn}$  для фахівців, які працюють на гранітодобувних, гранітопереробних, уранодобувних підприємствах і водночас мешкають на територіях з кларковим вмістом природних радіонуклідів. Запропонований принцип оперативного прогнозування радіаційного навантаження на людину та розроблена методологія управління інтегральним радіаційним навантаженням на людину дозволяють оптимізувати роботу державних органів, відповідальних за радіаційну безпеку населення.

Матеріали досліджень використані при підготовці навчального посібника «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище» [Григор'єва Л.І., Томілін Ю.А., 2005], у викладанні курсів лекцій з дисциплін «Моніторинг довкілля», «Радіобіологія», «Радіоекологія» на факультеті еколого-медичних наук ЧДУ імені Петра Могили.

**Особистий внесок здобувача.** Автор особисто провела аналіз наукової літератури за темою роботи, брала участь у відборі і в підготовці проб довкілля для спектрометричних і радіометричних вимірювань. Провела аналіз та інтерпретацію результатів. Усі наукові положення, які винесено на захист, отримані автором у процесі багаторічної роботи відповідальним виконавцем та науковим керівником науково-дослідних робіт. У роботах, які опубліковані у співавторстві, автору належать: розробка моделей, способів розрахунків при ретроспективному відновленні індивідуальних і колективних доз; концепція методу та розробка методики прогнозування радіаційного навантаження на людину за допомогою «дозових цін» джерел опромінення людини; визначення пріоритетних контрзаходів для зниження радіаційного навантаження на людину.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертації доповідалися та обговорювалися на таких вітчизняних та міжнародних конференціях, симпозіумах та наукових нарадах: Науково-практичній конференції «Людина та навколишнє середовище» /Одеса, 2004, 2007, 2009/; Науково-практичній конференції «Парадигми сучасної радіобіології: Радіаційний захист персоналу об'єктів атомної енергетики» /Київ, Чорнобиль, 2004/, Науково-практичній конференції «Біологічні читання» /Миколаїв, 2005, 2007, 2008/; V міжнародному з'їзді з радіаційних досліджень «Оценка риска низкодозовой радиации» /Москва, 2006/; Міжнародній науковій конференції «Ольвійський форум» /Ялта, 2006, 2008, 2009/; 35-му з'їзді Європейського Товариства Радіаційних Досліджень EUROPEAN RADIATION RESEARCH /Київ, 2006/; Міжнародній науковій конференції «Радиопротектори, ефективні при хронічному опроміненні у малих дозах» /Миколаїв, 2008/; Міжнародній науковій конференції «Актуальні проблеми сучасної біохімії та клітинної біології» /Дніпропетровськ, 2008/; V з'їзді радіобіологічного товариства України /Ужгород, 2009/; Міжнародній науковій конференції «Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации и радиоактивное загрязнение среды» /Сиктивкар, Республіка Комі, 2009/.

**Публікації.** Матеріали дисертації представлені у 3-х монографіях (у формі авторизованих розділів), 41 статті, з яких 22 – у фахових наукових журналах та збірниках наукових праць, що затверджені ВАК України, 3 – у зарубіжних виданнях, у 26 матеріалах міжнародних і вітчизняних конференцій та симпозіумів.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, огляду літератури, матеріалів та методів дослідження, результатів власних досліджень та їх обговорення, узагальнення результатів, висновків, списку використаної літератури та 5 додатків. Загальний обсяг дисертації 347 сторінок, дисертація ілюстрована 73 таблицями та 72 рисунками. Бібліографія включає 267 джерел вітчизняної та іноземної літератури.