

БІОЛОГІЧНА ІНДИКАЦІЯ ГРУП НАСЕЛЕННЯ ПІДВИЩЕНОГО РИЗИКУ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ МЕХАНОЕМІСІЇ

В. Е. Орел¹, І. О. Павленко², Г. Г. Істоміна²,
Ю. Г. Мельник¹, Н. М. Дзятковська¹, В. М. Терещенко³

¹ Інститут онкології АМН України, Київ

² Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

³ Науковий центр радіаційної медицини АМН України, Київ

Фізичну дозиметрію та біологічну індикацію виконано в умовах шкідливих екологічних факторів після аварії на ЧАЕС в Овруцькому лісовому державному господарстві Житомирської області України. Біологічну індикацію проводили методом механоемісії, що базується на властивостях конденсату повітря, що видихається, випромінювати кванти світла при механічній активації. Після аварії на ЧАЕС у 1987 – 1989 рр. вміст цезію в організмі робітників лісництва в середньому в 13,9 разів перевищував аналогічний показник у населення Українського Полісся до аварії. Одержані результати свідчать про те, що найбільший внесок у середню ефективну еквівалентну дозу серед представників різних професійних груп Овруцького лісового державного господарства вносять лісники та лісоруби. Серед них зареєстрований найбільший імовірний фактор канцерогенного ризику, отриманий на основі вимірів механоемісії конденсату повітря, що видихається.

Вступ

Широкомасштабне радіаційне забруднення, спричинене аварією на ЧАЕС, та значні техногенні навантаження промислових об'єктів на довкілля створюють досить складну екологічну ситуацію в багатьох густонаселених регіонах України, що безпосередньо впливає на стан здоров'я населення. Статистично доведено, що біля половини найбільш поширених хвороб людей обумовлено техногенним забрудненням оточуючого середовища. Виникнення й поширення різних захворювань та екопатологій тісно пов'язані з характером та рівнем забруднення. Крім того, має місце перехід від епізодичної захворюваності до хронізації багатьох екзогенних захворювань та поява своєрідних епідемій, коли тривала екопатологія охоплює значні контингенти людей [1].

Моніторинг впливу на здоров'я людини більшості фізико-хімічних факторів довкілля досить об'ємна процедура, яка вимагає розробки нових методів та створення диференційних маркерів для оцінки впливу кожного з вказаних чинників. Одним з таких методів є механоемісія (МЕ), що базується на властивостях живих систем випромінювати кванти світла – триболомінесценцію (ТЛ) в оптичному діапазоні 200 - 600 нм і радіосигнали в діапазоні 10 Гц - 1 МГц - під час механічної активації певної величини. Експериментально зареєстровано, що при дії на організм людини радіаційного та хімічного факторів відбуваються зміни компонентів ліпідного обміну та кількості вільних радикалів, а також ініціюються ланцюгові вільнорадикальні процеси пероксидного окислення. Ці процеси беруть активну участь у регуляції сурфактантної системи легень, яка вміщує ненасичені жирні кислоти, ліпіди тощо. Дія несприятливих факторів довкілля викликає зміни в біохімічних процесах, що протікають у сурфактантній системі легень і приводить до виникнення різних патологій, що, у свою чергу, відбивається на параметрах МЕ. Тому механоемісійний метод може бути використаний для діагностики деяких захворювань людини. Аналіз спектрального складу МЕ конденсату, що видихається, в оптичному діапазоні – триболомінесценції – дає змогу проводити діагностику захворювань легень.

Матеріали та методи

Дослідження проводилися на території лісництва Овруцького державного лісового господарства Житомирщини. У лісовому фонді району переважають соснові насадження - 57,4 %. Пробні площі підбирали в соснових насадженнях з однаковими умовами росту лісу.

На пробних площах відбирали зразки підстилки, ґрунту та приросту хвої. Підстилку відбирали з площі 20×20 см. Ґрунт відбирався пробовідбірником, що має діаметр 8 см. Прирости хвої відбирали з п'ятьох зрубаних дерев. Зразки подрібнювали й висушували до повітряно-сухого стану.

Радіоактивне забруднення досліджуваного району формувалося в межах західного сліду викидів із аварійного 4-го блока реактора. В аварійному викиді за активністю вирізнялися ізотопи ^{131}I – 20 %, ^{132}Te – 15 %, ^{137}Cs – 13 %, ^{134}Cs – 10 %. Насадження лісництва прийняли на себе великий об'єм радіоактивно забруднених повітряних мас. До середини 1987 р. після розпаду короткоживучих ізотопів ^{131}I і ^{132}Te найбільшу величину в радіовипромінюванні вносили ^{134}Cs і ^{137}Cs (90 – 95%) [3]. У досліджуваному районі лісництва на основі проведених вимірів виділено три зони залежно від щільності забруднення 0 - 2,0 Кі/км^2 - 5,4 %; 2,1 - 5,0 Кі/км^2 - 44,9 %; 5,1 - 15,0 Кі/км^2 - 49,7 %. Радіоактивність лісових ділянок вимірювалася за допомогою сцинтиляційних та іонізаційних приладів у діапазоні ефективної енергії (15 кеВ – 1,5 МеВ). Найбільшою радіоактивністю відзначався мох, далі деревний субстрат, хвоя та ґрунт. Хвоя в 1984 - 1985 рр. піддавалася поверхневому забрудненню з радіоактивної хмари 1986 р. У ній було виявлено β -випромінюючі “гарячі” частинки, що мають високий канцерогенний ефект. [4]. Під час вирубки дерев лісоруби вдихали радіоактивний пил. Відомо, що через органи дихання в організм попадає набагато більша кількість радіонуклідів, ніж навіть з їжею [2]. Протягом робочого часу для захисту від пилу кожний лісоруб мав респіратор “Лепесток-200”. Вимірювалася радіоактивність респіраторів, яка порівнювалася з активністю 1 л повітря, що проходить через респіратор. Протягом 6 год роботи в середньому проходило 9 м^3 повітря.

Для визначення індивідуальної дози із зовнішнього γ -випромінювання використовувалася автоматична термомлюмінесцентна дозиметрична система ALNOR (Фінляндія). Порівняння цих систем з дозиметром PNC (Японія) показало, що різниця у вимірюваннях не перебільшувала ± 2 %.

Для визначення інкорпорованого вмісту радіоцезію використовували лічильники Positronika (Нідерланди) і QBM-1-NE (Великобританія), а також два HRC-калібрувальних фантоми. Наповнені фантоми та вимірювання на добровольцях використовували для порівняння HRC-моделей і лічильників HRC, PNC і JAERI (Японія). Максимальна похибка при визначенні радіоактивності не перевищувала 10 % ($p \geq 0,95$) як для стандарту, так і для фантому.

Фізико-технічні принципи методу МЕ - основа для створення блоків генерування та реєстрації спектрального складу біооб'єктів. Принцип роботи приладу для реєстрації МЕ ґрунтується на трибоелектризації та механічній деформації досліджуваного за допомогою електретного зонда біозразка, а також одночасній реєстрації кінетики оптичного та радіовипромінювання.

Сучасний рівень діагностичної медичної техніки залежить не тільки від розробки та використання спеціалізованих приладів для реєстрації первинної інформації, а також і від автоматизованих інформаційно-діагностичних систем (ІДС), створених на основі цих методів.

Таку систему було розроблено на основі використання МЕ методу діагностики різних патологічних станів. Алгоритм роботи ІДС наведено на рис. 1. Після вмикання живлення виконується підпрограма підготовки до роботи. Оператор задає необхідні режими реєстрації МЕ біозразків, що досліджуються. Потім рамка з біозразком надходить до камери й пристроєм притискування транспортує й притискає її до поверхні електретного зонда, після чого система переходить у режим реєстрації МЕ біозразка. Реєстрація МЕ відбувається протягом заданого часу. У момент початку реєстрації МЕ здійснюється запуск таймера тривалості реєстрації МЕ й одночасно запуск автоматичного цифрового друку (АЦД). По закінченні процесу перетворення АЦД проводиться запис перетвореної інформації МЕ в пристрій запису проміжного збереження (ПЗПЗ) та проводиться аналіз часу реєстрації МЕ.

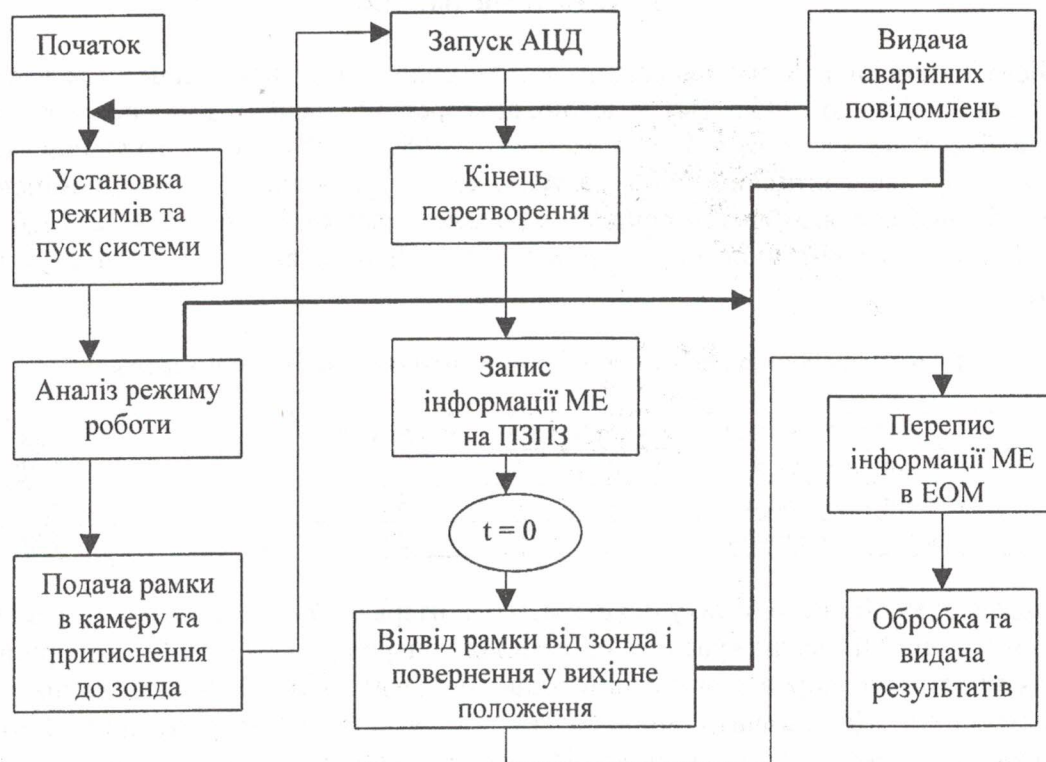


Рис. 1. Узагальнений алгоритм ІДС.

Якщо час реєстрації не дорівнює заданому, то запуск АЦП повторюється з наступним записом інформації, в іншому випадку запуск АЦП не проводиться й виконується підпрограма відводу рамки з біозразком для заміни наступною рамкою.

Наступний етап роботи ІДС - це виконання підпрограм обробки зареєстрованої інформації, визначення діагностичних ознак, виведення результатів обробки на дисплей і збереження даних.

Процес розпізнання біозразків, що досліджуються, проводиться таким чином, що при надходженні на вхід ІДС інформації по МЕ досліджуваного біозразка здійснюється її реєстрація, а потім система переходить до визначення діагностичних ознак. Алгоритми розпізнання порівнюють дані діагностичних ознак біозразка з даними опису класів біооб'єктів і визначають, до якого класу вони належать.

Фізичну дозиметрію та біологічну індикацію було проведено у 110 робітників лісу (25,4 % - жінки, 74,6 % - чоловіки). Проводили вимірювання в трьох групах з однаковою кількістю осіб (середній вік 47 ± 2 роки) і порівнювали три групи з відповідними показниками канцерогенного ризику, що визначалося показником світлосуми ТЛ конденсату, який видихався. Першу групу склали здорові особи, що мешкають у Києві, другу - здорові жителі Москви, третю - робітники лісу Овруцького району. Усі обстежені не палили. Для контролю варіацій в їжі здійснювали відбір зразків перед сніданком в осіб одного віку. Для оцінки ризику захворювання раком легенів основою вибору інших факторів діагностичних показників було виявлення особливостей усереднених оптичних характеристик МЕ конденсату повітря, що видихається хворими на рак, туберкульоз та запалення легень, а також практично здорових осіб.

Канцерогенний ризик визначали на основі р-процентного відхилення, використовуючи таблицю нормальних розподілів. Вірогідність розподілу розділили на три інтервали: 0 - 50 % (1), 50 - 95 % (2), 95 - 100 % (3). Припускалося, що канцерогенний ризик у осіб, що обстежувалися, був високим і знаходився в межах $95 \% < p < 100 \%$.

Результати досліджень

Після аварії рівні цезію у робітників лісу були в 13,9 рази вище, ніж у населення Українського Полісся до 1986 р. Встановлено, що середній рівень ізотопів цезію в організмах робітників був у 48 разів вищий, ніж у киян у 1987 - 1990 рр., і головним джерелом радіонуклідів був радіоактивний пил. У 21,82 % контингенту людей дози опромінення мали значення 3,5 сЗв, і протягом шести років середня ефективна еквівалентна доза (СЕД) досягла 10 сЗв. Обстеження робітників лісу показало, що СЕД була вищою у лісників і лісорубів (таблиця).

Дози опромінення деяких категорій робітників Овруцького лісгоспу

Вид діяльності	Число осіб	СЕД, сЗв
Службовці (робота в офісі)	41	2,48
Технічний персонал	38	2,57
Лісники і лісоруби	27	4,86

Оцінка канцерогенного ризику показала, що в інтервалі 0 – 50 % імовірність відхилення значень показників МЕ досліджуваного об'єкта від контрольних знаходилася в припустимих межах для практично здорових жителів Москви та Києва (56 і 50 % обстежених у кожній групі відповідно). Це свідчить про низьку і статистично недостовірну ймовірність канцерогенного ризику. У цьому ж імовірнісному інтервалі група, яка працює в Овруцькому лісовому господарстві, склала 43 %. В інтервалі 50 – 95 % спостерігалася тенденція до збільшення чисельності групи обстежених робітників лісгоспу до 53 %; чисельність обстежених жителів Москви та Києва становила 44 і 50 % відповідно. Тенденція до збільшення канцерогенного ризику спостерігається у жителів Києва, що обумовлено їх проживанням у місті в 1986 р. при радіаційному фоні від 1 до 2 мР/год.

При обстеженні жителів Москви та Києва, не були виявлені показники, що попадають в інтервал з високою й статистично достовірною ймовірністю канцерогенного ризику. Такі показники (імовірність нормального відхилення більше 95 %) були виявлені лише в групі працюючих в Овруцькому лісовому господарстві, яка склала 4 % загального числа обстежених осіб (рис. 2).

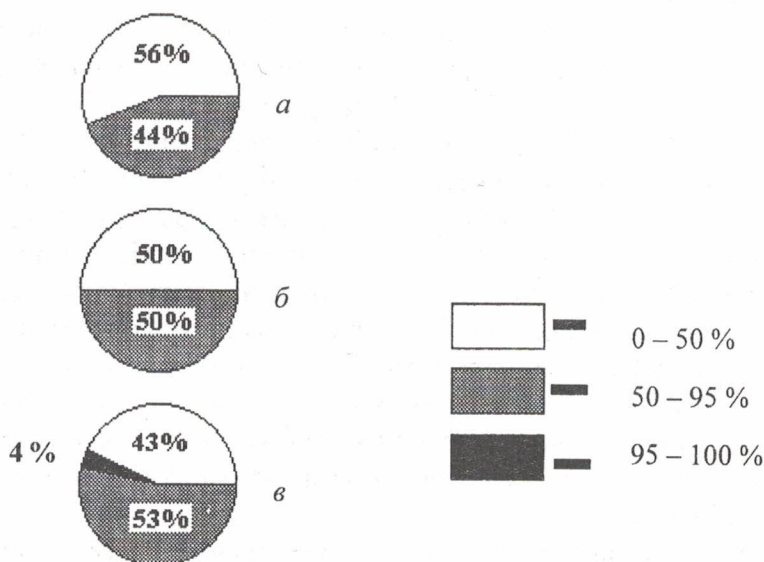


Рис. 2. Діаграми ймовірнісного розподілу р-процентних величин ТЛ конденсату повітря, що видихається: а – жителі Москви; б – жителі Києва; в – робітники лісу.

Таким чином, імовірність виникнення раку легень була достовірною лише серед робітників лісу. У 1992 р. число осіб із злякисними новоутвореннями на 100 тис. населення було 36,2 в Києві й 39,8 у Житомирській області. Встановлена СЕД для працюючих у забруднених радіонуклідами лісах знаходилася в інтервалі 0 – 83,9 сГр. Коефіцієнт кореляції між поглинутими щитовидною залозою ізотопами, що вимірювалися в травні - червні 1986 р. прямими інструментальними вимірами (дозові навантаження в інтервалі 0 - 83,9 сГр), і ТЛ конденсату, що видихається, становив 0,6. Кореляція була статистично достовірною ($p \geq 0,95$ %). Запропонована нами ІДС дає змогу проводити масове обстеження населення, яке проживає в екологічно несприятливих умовах, а також робітників підприємств із шкідливими умовами виробництва для визначення груп канцерогенного ризику. Крім того, система може використовуватися для біологічної індикації променевого ураження на ранніх стадіях, а також в інших галузях господарства для контролю якості продукції.

Слід також відзначити, що обробка й аналіз медико-екологічної інформації, необхідної для оцінки епідемічної та санітарно-гігієнічної ситуацій і канцерогенного ризику для населення вимагає впровадження нових інформаційних технологій, таких як географічно-інформаційні системи (ГІС) і відповідні експертні системи. Розроблені технології й апаратурно-програмний комплекс в змозі забезпечити проведення біологічної індикації груп населення підвищеного ризику. Запропонований метод має суттєву економічну перевагу порівняно з відомими методами при обстеженні стану здоров'я населення регіонів, що знаходяться під радіаційною та техногенною дією шкідливих виробництв і несприятливих природних факторів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воробьев Е.И., Резниченко В.Ю. Экоинформатика в атомной энергетике. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 156 с.
2. Козлов В.Ю. Руководство по радиационной безопасности. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Лось И.П., Терещенко В.М., Перевозников О.Н. и др. Радиационная ситуация в лесных хозяйствах УССР, обусловленная радиоактивным загрязнением // Лесное хозяйство. - 1991. - № 6. - С. 28 - 29.
4. Hoffman N., Grafward-Brown D.I., Mortonson T.B. The radiological significance of beta-emitting hot particles release from the Chernobyl nuclear power plant // Rad. Dosim. - 1988. - No. 3. - P. 147 - 197.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ ПОВЫШЕННОГО РИСКА С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МЕХАНОЭМИССИИ

В. Э. Орел, И. О. Павленко, Г. Г. Истомина,
Ю. Г. Мельник, Н. М. Дзятковская, В. М. Терещенко

Физическая дозиметрия и биологическая индикация выполнены в условиях вредных экологических факторов после аварии на ЧАЭС в Овручском лесном государственном хозяйстве Житомирской области Украины. Биологическую индикацию проводили с помощью метода механоэмиссии, который основан на особенностях конденсата выдыхаемого воздуха излучать кванты света при механической активации. После аварии на ЧАЭС в 1987 - 1989 гг. содержание цезия в организме работников лесничества в среднем в 13,9 раза превышало аналогичный показатель у населения Украинского Полесья до аварии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольший вклад в среднюю эффективную эквивалентную дозу среди представителей различных профессиональных групп Овручского лесного государственного хозяйства вносят лесники и лесорубы. Среди них зарегистрирован самый высокий вероятностный фактор канцерогенного риска, полученный на основании измерения механоэмиссии конденсата выдыхаемого воздуха.

BIOLOGICAL INDICATION OF HIGH RISK GROUPS OF POPULATION BY MECHANOEMISSION METHOD

V. E. Orel, I. O. Pavlenko, G. G. Istomina, Yu. G. Melnik, N. M. Dzyatkovska, V. M. Tereschenko

Physical dosimetry and biological indication are carried out in conditions of harmful factors after the ChNPP disaster in the Ovruch state forestry in Zhytomyr region, Ukraine. Biological indication was determined by means of mechanoemission method, which is based on the particularities of exhaled air

condensate to irradiate light quantum during the mechanical activation. After ChNPP disaster in 1987 – 1989 the index of cesium in the forestry workers' organisms exceeded on the average in 13,9 times the similar showing of the population in Ukrainian Polesye before the disaster. The received results show that the largest contribution to the middle effective equivalent doze between the representatives of various professional groups of Ovruch state forestry make foresters and woodcutters. The highest probabilistic factor of carcinogenic risk, received on the grounds of mechanoemission condense of exhaled air measurements are registered between them.

Надійшла до редакції 10.12.02,
після доопрацювання – 04.03.03.