

# РАДІОАКТИВНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ: ВПЛИВ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОЇ ПОСТІЙНОЇ ПРИРОДНОЇ РАДІАЦІЇ В УКРАЇНІ ТА СВІТІ

*Ганна Дефорж<sup>1</sup>, Сергій Дорогань<sup>2</sup>, Поліна Коваленко<sup>3</sup>*

*<sup>1</sup>Центральноукраїнський державний педагогічний університет  
імені Володимира Винниченка,*

*<sup>2,3</sup>Донецький національний медичний університет  
Кротивницький, Україна*

**Abstract.** Ionizing radiation existed on Earth long before humans appeared on it. However, the effect of ionizing radiation on the human body was discovered only at the end of the XIX century with the discovery and study of the phenomenon of radioactivity by French physicists A. Becquerel, P. Curie and M. Sklodowska Curie. The effect of radiation on the body directly depends on the intensity of radiation and the duration of stay in its field of action. The effect of radioactive radiation in large doses on the human body leads to serious consequences. During irradiation, the body receives doses of radiation that enter the cells of the body and begin to destroy them. Diseases caused by radiation can range from common metabolic disorders to severe chronic diseases.

**Key words:** radioactive radiation, oncological diseases, human health.

**Вплив радіації на робочому місці.** Перша злоякісна пухлина – рак шкіри, викликана радіацією, була діагностована в 1902 році у рентгенологів. Далі було показано, що у радіологів підвищений ризик лейкозів, мієломної, а також більшості значних пухлин. Однак використання захисних заходів значно знизило ризик пухлин серед представників цієї професії.

Ризик розвитку раку легенів у шахтарів, пов'язаний з високою концентрацією в шахтах радіоактивного газу радону, вивчався в ряді робіт, проведених в Чехословаччині (до розпаду цієї країни), США, Швеції, Китаї. У всіх цих дослідженнях показано значне підвищення ризику смерті від раку легенів. Крива доза-ефект мала строго лінійний характер.

Дані про підвищений ризик розвитку злоякісних пухлин серед працівників різних ядерних установок суперечливі. Більшість епідеміологічних досліджень, заснованих на спостереженні за цим контингентом, не виявили підвищення захворюваності, а в ряді з них виявлено «дефіцит» захворювання на рак, що можна пояснити так званім ефектом «здорового робочого». У деяких дослідженнях виявлено підвищення ризику лейкозу (крім хронічного лімфоїдного) і мієломної хвороби. У той же час показано зниження ризику раку легенів і простати.

Результати останніх досліджень, в які були включені первинні дані працівників різних ядерних підприємств США і Канади, кажуть, скоріше, про зниження ризику раку в результаті ефекту «здорового робочого», ніж про його підвищення. Потрібно підкреслити, що доза радіації, отримана працівниками на цих підприємствах, не перевищувала 5 сГр (0,05 Гр). Кооперативне дослідження, в яке були включені американські та англійські дані по 76 тис. працівників ядерних установок, показало, що лише 9 з 3976 випадків злоякісних пухлин можна пов'язати з радіацією.

**Ризик злоякісних пухлин у населення, що проживає поблизу ядерних установок.** Вчені-лікарі володіють результатами досліджень, які проводилися в різних країнах навколо ядерних підприємств. У більшості цих робіт не вдалося виявити підвищення захворюваності і смертності від раку. У деяких дослідженнях було виявлено незначне підвищення захворюваності злоякісними пухлинами серед дітей. Однак в більшості випадків ці знахідки не підтвердилися.

На підставі досліджень, проведених в Англії, було висловлено припущення, що у дітей, які проживають по сусідству з ядерним підприємством в містечку Селлафільд, підвищена захворюваність лейкозом. Лейкозом захворіли лише ті діти, які народилися в цьому містечку. Необхідно відзначити, що серед працівників ядерного підприємства в Селлафілді не було виявлено перевищення захворюваності ні злоякісними пухлинами взагалі, ні лейкозами зокрема. Крім того, на підставі даних дозиметрії важко було припустити підвищення ризику розвитку лейкозів. Було висловлено припущення, що причиною лейкозів у дітей, швидше за все, було опромінення батьків до їх зачаття, тобто мутагенний ефект радіації на статеві клітини. Однак подальші дослідження не підтвердили цієї гіпотези. Виявилось, що частина батьків дітей,

хворих на лейкоз, були хіміками і мали контакт з різними хімічними речовинами, впливом яких також можна пояснити лейкоз у дітей, Крім того, обстеження груп населення поблизу інших ядерних установок в Великобританії та в інших країнах, не підтвердило результатів, отриманих в Селлафільді.

**Застосування іонізуючої радіації в медицині.** Перші дані про канцерогенність іонізуючої радіації були отримані в результаті спостереження за хворими, які часто піддавалися впливу радіації. Спостереження за кількістю жінок, хворих на туберкульоз, показало, що часте флюорографічне обстеження, що застосовувалося для контролю пневмоторакса, одним з методів лікування туберкульозу, призводило через 10-15 років після початку лікування до підвищення ризику раку молочної залози. Найбільш високі показники ризику були зафіксовані у жінок, яким часте флюорографічне обстеження проводилося в підлітковому і дитячому віці. Зростання відносного ризику в залежності від дози опромінення носив лінійний характер. Було показано, що опромінення молочної залози дозою в 1 Гр збільшує ризик раку цього органу на 60%. Необхідно відзначити, що молочна залоза – один з найбільш радіочутливих органів, ступінь якої залежить від віку. Так, в період росту і розвитку радіочутливість молочної залози вище, ніж після 50 років.

Дані про канцерогенний ризик, пов'язаний з мамографією, вказують на те, що незважаючи на можливе невелике підвищення ризику розвитку раку молочної залози, в результаті опромінення (поглинена залозою доза зазвичай дорівнює 3 мГр) в кінцевому рахунку цей тип обстеження знижує смертність від раку цього органу. Розрахунки, проведені в Швеції, показали, що мамографічний скринінг 100 тис. жінок у віці 50-69 років в результаті опромінення може призвести до смерті від раку молочної залози від 1 до 5 жінок. У той же час в результаті скринінгу смертність від раку молочної залози знизилася на 25%, тобто в результаті скринінгу були збережені життя 560 жінок.

При скринінгу раку легень з використанням низькодозованої спіральної КТ ефективна доза становить 0,2-1 МеВ, яка може привести до розвитку 1-5 випадків смерті від раку на 100 тис. обстежуваних. Дози опромінення при інших методах променевої діагностики, зокрема, флюорографії, вище. Тому прийняття рішення про кожну додаткову променеву діагностичну процедуру має бути обгрунтовано.

Променева терапія підвищує ризик виникнення другої злоякісної пухлини у онкологічних хворих. Підвищення ризику лейкозу і лімфоми відзначено у хворих, які отримали радіотерапію з приводу раку шийки та тіла матки і лімфогранулематозу. Променева терапія раку молочної залози також підвищує ризик раку легень. Ймовірно, ця ж причина в певній мірі сприяє і частому розвитку раку другої молочної залози. На підставі ретельного аналізу ролі променевої терапії у виникненні других пухлин було зроблено висновок, що радіотерапія відповідальна за 5-10% всіх других пухлин. Роль же інших факторів, в т.ч. хіміотерапії, гормонального статусу, а в більшій мірі факторів способу життя, які причинно були пов'язані і з першими пухлинами, а саме куріння, споживання алкоголю, харчування, здається більш значущою.

Спостереження за дітьми, опроміненими з приводу ретинобластоми, виявило значне підвищення у них ризику пухлин кісток, м'яких тканин, ЦНС і меланоми. Як відомо, ретинобластома часто поєднується з вищепереліченими пухлинами, проте радіація ще більше підвищує ризик їх розвитку.

**Ризик злоякісних пухлин, пов'язаний з впливом радону в приміщеннях.** Радон-222 є джерелом половини всієї дози іонізуючого випромінювання, яку людина отримує з природних джерел, і складає в середньому 1,15 мЗв/р. Однак рівень експозиції радону значно варіює і може перевищувати середній в десять і більше разів. Як відомо, у шахтарів в результаті впливу радону значно підвищений ризик раку легень. Однак рівень радону в житлових приміщеннях значно нижче, ніж в шахтах, і тому вивчення канцерогенної дії радону в приміщеннях відбувається вкрай важко.

Метааналіз епідеміологічних досліджень, проведених в різних країнах, показав, що ВР (відносний ризик) раку легень, пов'язаний з впливом радону в житлових приміщеннях, дорівнює 1,2, а відсоток раку легень, який етіологічно пов'язаний з цим чинником, не перевищує 2%. Необхідно підкреслити, що високі рівні радону характерні для будинків з каменю і особливо граніту, а також для перших поверхів будинків, побудованих в скелястій місцевості.

**Віддалені наслідки аварії на Чорнобильській АЕС.** Епідеміологічні дослідження віддалених наслідків аварії на ЧАЕС виявили достовірне підвищення ризику раку щитовидної залози серед дітей. Це підвищення частково може бути пояснено ефектом скринінгу. Однак більша частина цих випадків, безсумнівно, пов'язана з радіацією. Кількість дітей в Білорусії, Росії

та на Україні, яким в 1986-2000 рр. був поставлений діагноз, рак щитовидної залози, склало 1800. Зростання захворюваності на рак щитовидної залози був найбільш виражений в Гомельській області – в регіоні, жителі якого отримали найбільш високі дози радіації, зокрема, радіоактивного йоду ( $^{131}\text{I}$ ), експозиція якому передувала експозиції інших радіоактивних речовин, зокрема, ізотопів цезію. Захворюваність на рак щитовидної залози зросла і серед дітей, які проживали в найбільш забруднених районах Росії і України. Підтвердженням причинного зв'язку між аварією на ЧАЕС та зростанням захворюваності на рак щитовидної залози у дітей є дослідження методом «випадок-контроль», проведене в Білорусії, в яке були включені 107 дітей, хворих на рак щитовидної залози, 107 дітей, які представляють популяційну контрольну групу, і 107 дітей, які брали участь в популяційному скринінгу і у яких не було виявлено патології щитовидної залози.

ВР раку щитовидної залози був в шість разів вище у дітей, які отримали дозу радіації понад 1 Гр, в порівнянні з тими, хто отримав дозу менше 0,3 Гр, і ця різниця була статистично достовірна. Дослідники відзначають, що рак щитовидної залози у дітей, пов'язаний з аварією на ЧАЕС, майже виключно має папілярну гістологічну будову, пухлини частіше виникають у дітей, які зазнали впливу радіації до 5 років, і що латентний період між впливом радіації і розвитком раку надзвичайно короткий.

Результати епідеміологічних досліджень, в яких вивчався зв'язок між аварією на ЧАЕС і раком щитовидної залози у дорослих, менш переконливі. Проте, в двох групах ліквідаторів, які спостерігалися в Естонії і Росії, виявлено підвищення захворюваності на рак щитовидної залози в порівнянні з очікуваною захворюваністю, яка базується на статистиці раку щитовидної залози в Естонії і Росії. Необхідно відзначити, що таке порівняння є правомірним, однак, з огляду на проблеми популяційної статистики взагалі і особливо в Росії, де, безсумнівно, має місце неврахування хворих зі злоякісними пухлинами і особливо пухлинами щитовидної залози, результати такого порівняння а priori повинні бути позитивними.

Дані епідеміологічних досліджень не вказують на зв'язок між аварією на ЧАЕС і захворюваністю лейкозом у дітей. Епідеміологічне дослідження, в якому вивчалася динаміка захворюваності лейкозами та лімфомами дітей в 23 країнах, не виявило зв'язку між невеликим зростанням захворюваності

на лейкоз, яке було відзначено дослідниками, і радіацією. Аналогічні дослідження в Україні, Білорусі, Фінляндії не виявили зростання захворюваності дитячим лейкозом. Дослідження динаміки захворюваності на лейкоз дорослого населення в найбільш забруднених регіонах України та Білорусі не виявили зростання захворюваності, яку можна було б пояснити впливом радіації. Однак підвищення ризику гострого лейкозу було відзначено серед ліквідаторів, які отримали найбільші дози радіації.

**Ризик злоякісних пухлин, пов'язаний з космічною радіацією.** Ця проблема привернула увагу дослідників відносно нещодавно. Ризику, пов'язаному з цим джерелом радіації, в більшій мірі піддаються екіпажі реактивних літаків. Екіпажі, які виконують пасажирські рейси, отримують в рік в середньому 3-6 мЗв, а військові льотчики – близько 9 мЗв. Епідеміологічні дослідження цих контингентів виявили збільшення ризику раку шкіри та меланоми, злоякісних пухлин, які можуть бути пов'язані й з підвищеною експозицією сонячним променям в неробочий час. Крім того, у жінок – членів екіпажів реактивних літаків, виявлено підвищення ризику раку молочної залози, яке також можна пояснити особливостями репродуктивного анамнезу стюардес, зокрема, пізніми першими пологами та відсутністю дітей. В одному дослідженні, проведеному в Данії, показано підвищення ризику смерті від лейкозу.

Існуючі гігієнічні норми допустимих рівнів радіації цілком задовільні з точки зору сучасних знань про канцерогенний ефект іонізуючої радіації. Сказане не виключає необхідності систематичного моніторингу радіоактивності в навколишньому середовищі і, в першу чергу, на територіях, прилеглих до АЕС та іншим атомним підприємствам [1].

**Радіаційне забруднення в Україні.** Україна – держава з неповним ядерним циклом. Частка електроенергії, яка виробляється атомними електростанціями, наближається до 60%. Видобування урану здійснюють у Кіровоградській області, переробку – в місті Жовті Води Дніпропетровської області (ДП «СхідГЗК»). Першочерговим завданням вітчизняного енергетичного ринку є зменшення обсягів споживання природного газу, тому роль атомної енергетики в енергетичному балансі країни і надалі матиме істотне значення.

Якщо у тривалій історії Землі одна з ключових ролей в її еволюції належить радіоактивності природних радіоелементів, то в сучасних взаєминах людства і

природи провідного значення набуває радіоактивність нового типу – штучна, або антропогенна, що неминуче призводить до загострення екологічної ситуації внаслідок забруднення природного середовища. Антропогенне забруднення довкілля безпосередньо діє на громадське здоров'я. Уранодобувна промисловість є важливою галуззю в економіці нашої країни, але як і будь-який вид господарської діяльності при веденні технологічного процесу негативно впливає на екологічний стан в тому регіоні, де розташовані відповідні підприємства. Для формування психологічного статусу пересічних громадян цих територій актуальним є явище радіотривожності.

**Вплив підприємств ядерно-енергетичного комплексу на стан довкілля України.** Центральною і найбільшою геоструктурною областю території України, її ядром є Український кристалічний щит, площа якого разом з північно-східним і південно-західним схилами становить 237,91 тис. км<sup>2</sup>, або 39,6% всієї території.

Гірничодобувна промисловість має багато чинників негативного впливу на навколишнє середовище, сприяючи виникненню в ньому цілого комплексу небажаних перетворень. У процесі гідрометалургійної переробки уранових руд з початкової сировини добувають корисні компоненти в кількості 0,2% від загальної маси, а 99,8% йде на відходи виробництва, що містять радіоактивні елементи. Так, індустріальні східні та центральні регіони нашої країни додатково несуть значне техногенне навантаження за рахунок так званих «хвостів» – відходів підприємств з високим вмістом природних радіонуклідів уранового та торієвого рядів. Найбільшу небезпеку для довкілля складає вільний радон, що поширюється від «хвостосховища» в приземний шар атмосфери. Частина хвостосховищ розташовується біля населених пунктів. Крім того, значні території було забруднено внаслідок аварії на ЧАЕС.

Саєтом Ю. Є. та співавторами (1990) досліджувалися питання зональності ореолів забруднення, які сформовані в районах функціонування гірничих підприємств. Дослідники дійшли висновку, що навколо таких підприємств, як правило, встановлюються наступні зони забруднення: зона сильних порушень і забруднень (зазвичай утворюється на віддаленні 0,5-6 км); зона помірних порушень і забруднень (на віддаленні 1,0-15 км); зона слабких порушень і забруднень (на віддаленні 20-30 км) [2]. Подальші оцінки екологічного неблагополуччя виразно фіксують відмінності зон між собою, а також

демонструють, що найбільш інформативним і чутливим індикатором забруднення є стан ґрунтового покриву і стан пов'язаних з ним біоценозів (мікробних і, особливо, рослинних спільнот). Вітрова і водна ерозія земель безпосередньо пов'язана з техногенним порушенням і забрудненням поверхневих, підземних вод, атмосферного повітря, збільшує розміри забруднення техногенним матеріалом прилеглих територій.

За даними експертів ВООЗ, здоров'я населення, або популяційне здоров'я, на 51-52% залежить від способу життя; навколишнього середовища – 20-21%; біологічних чинників – 19-20%; медичних чинників – лише на 8-10%. За іншими оцінками стан довкілля є причиною 40-50% захворювань населення. Для нашої країни ці дослідження так само актуальні.

Людство має негативний досвід некерованого застосування ядерної енергії. Останніми роками значно збільшився радіаційний вплив на населення керованих джерел природного походження, що обумовлено діяльністю людини. Серед основних шляхів опромінення в XXI ст. фахівцями Наукового комітету ООН з дії атомної радіації (UNSCEAR) названо опромінення населення та персоналу внаслідок виробництва ядерної енергії на об'єктах ядерного циклу та через аварійну ситуацію.

Чорнобильська катастрофа спричинила істотний вплив на стан довкілля не лише в Україні, Білорусі, Росії, але й у всьому світі (Сердюк А. М., Лось І. П., Тарасюк О. Є.). Суттєво переглянуті міжнародні норми та правила радіаційного захисту, національні стратегії розвитку ядерної енергетики, заходи посилення ядерної безпеки та поводження з радіоактивними відходами. Аварія на японській АЕС Фукусіма-1, яка трапилася в 2011 році, її наслідки ретельно вивчали японські науковці [3].

Один з найбільших в Україні – Придніпровський промисловий регіон. Питома вага екологічного навантаження Придніпров'я для України в цілому досягає 42%. Це при тому, що область займає 5% території країни і нараховує 14% населення, 86% – населення проживає в екологічно несприятливих умовах. Особливу стурбованість фахівців викликає той факт, що значна кількість гірничопромислових, металургійних, хімічних об'єктів розташовані поблизу населених пунктів.

За запасами урану Україна займає шосте місце у світі, за видобуванням – дев'яте. Уранові шахти є істотним елементом енергетичної незалежності



країни, тому вага цього виробництва для країни очевидна. Діючі або вже непрацюючі видобувні й переробні уранові підприємства в Дніпропетровській області – в м. Жовті Води Державне підприємство «Східний гірничозбагачувальний комбінат» (ДП «СхідГЗК») та в м. Кам'янське (у 1936-2016 роках – Дніпродзержинськ) Державне підприємство «Придніпровський хімічний завод» (ДП «ПХЗ»), яке в 1949-1991 роках переробляло доменний шлак, ураномісткі концентрати та уранову руду, належать до радіаційно-небезпечних об'єктів на території України. Це підприємства ЯПЦ. Ядерно-паливний цикл – це послідовність робочих операцій та процесів, яка починається з видобування уранової руди, наступною конверсією, збагачуванням та фабрикацією. Завершальна стадія ЯПЦ – утилізація відпрацьованого ядерного палива.

При опробуванні відвальної породи шахти Інгульська (м. Кропивницький, у 1939-2016 роках – Кіровоград) було з'ясовано, що фактично всі відвальні породи характеризуються вмістом урану, який перевищує 0,01% (слабкорудні відвали). Також було проведено дослідження запиленості листя дерев, яке показало що його запиленість у м. Кропивницький складає 20-50 част./см<sup>2</sup>, а в районі відвалів – від 100 до 300 част./см<sup>2</sup>.

Перевищення природного радіоактивного фону (в 2 рази) відмічається на відстані до 250-300 м від місця розташування відвалів, максимальне перевищення (у 2,5 рази) – на відстані 100-250 м. Найменші значення відмічалися на відстані 1500 м від відвалів, проте й вони були на 2,5 порядку вище значень природного радіаційного фону. Наведені дані свідчать про можливість рознесення радіоактивних часток на далекі відстані.

Екологічний стан території м. Жовті Води, центру первинної переробки уранової сировини, став причиною прийняття Державної цільової програми радіаційного і соціального захисту населення м. Жовті Води на 2013-2022 роки, метою якої є забезпечення захисту мешканців міста від радіаційного впливу та пов'язаних з ним шкідливих чинників, поліпшення соціального захисту, а також збереження здоров'я населення міста.

Інтерес до радіологічного впливу радону на населення виник на початку 1980-х рр. Дослідження показали, що концентрація радону в повітрі житлових будинків, особливо одноповерхових, часто перевищує допустимий рівень, встановлений для працівників уранових копалень.

Таким чином, було встановлено, що основну дозу людина одержує в приміщеннях, де міський мешканець проводить 80 % свого часу. Вміст радону в повітрі приміщень визначається специфікою геологічної будови місцевості, розташуванням на її території масивів гірських порід з високим вмістом урану. До утворення дуже високих активностей радону в приміщеннях може призводити поєднання різних природних і техногенних факторів, особливо в зонах розробки корисних копалин. Основним джерелом надходження радону до будівлі є гірські породи і ґрунти.

Таким чином, проведений аналіз літератури свідчить, що науковцями проведена значна робота з вивчення комплексу проблем, породжених під час щоденної виробничої практики на об'єктах ядерно-енергетичного комплексу (ЯЕК), а також проживання в умовах індустриального середовища. Особливе місце посідають дослідження щодо впливу радону на людину. Але стан радіотривожності населення регіонів, де розташовані підприємства ядерно-паливного циклу (ЯПЦ), досліджувався недостатньо. Отже, питання вивчення радіотривожності жителів населених пунктів з підприємствами ядерно-паливного циклу є актуальним.

**Зв'язок радіаційного фактору зі станом соматичної захворюваності населення.** У природі практично не існує джерел з таким рівнем іонізуючого випромінювання, який призводив би до порушень стану здоров'я людей, що контактують з ними. Навпаки, природний радіаційний фон є однією з важливих умов нормального існування і розвитку біологічних об'єктів. Тому радіаційний вплив, що наносить шкоду здоров'ю – це завжди результат діяльності людини. У сформованій ситуації, коли механізми адаптації, саморегуляції природних умов виявилися на межі виснаження, відмічається денатурація навколишнього середовища. Як наслідок, при високому техногенному забрудненні атмосферного повітря, питної води, продуктів харчування, в тому числі через вплив іонізуючої радіації, накопиченні значної кількості небезпечних відходів, деградації земельних ресурсів під впливом чинників гірничої промисловості, спостерігається прямий чи опосередкований, комплексний негативний вплив чинників середовища на здоров'я населення.

Дослідження ризику радіаційної індукції онкологічних захворювань займають особливе місце у сучасних радіаційно-епідеміологічних дослідженнях. Як відомо, однією з найгостріших проблем серед медичних

наслідків чорнобильської аварії є ріст захворюваності на рак щитоподібної залози (РЩЗ) серед населення радіаційно забруднених територій (РЗТ). Протягом всього післяаварійного періоду показники захворюваності на РЩЗ збільшувалися. Серед радіогенних злоякісних захворювань лейкемія має максимальний радіаційний ризик і мінімальний латентний період. Тому перевищення можливої захворюваності на лейкоз над спонтанним рівнем може служити першим об'єктивним індикатором рівня радіаційного впливу. Так, встановлено, що протягом перших десяти років спостереження після чорнобильської катастрофи для ліквідаторів, що отримали дози зовнішнього опромінення 150-300 мГр, має місце подвоєння частоти захворюваності лейкозом, порівняно з очікуваним рівнем. Наведемо показники поширеності захворювань серед дорослого населення, що постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (Табл. 1) [4].

*Таблиця 1. Показники поширеності захворювань серед дорослого населення, що постраждали внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС  
(на 10 тисяч відповідного населення)*

Найменування класів і окремих хвороб	№ рядка	Всього 1, 2, 3 груп первинного обліку дорослі	
		2018	2019
Всі хвороби	<b>1.0</b>	<b>44061,2</b>	<b>44789,2</b>
в тому числі:	<b>2.0</b>	148,3	173,0
Деякі інфекційні та паразитарні хвороби			
з них: туберкульоз	<b>2.1</b>	43,7	48,1
вірусний гепатит	<b>2.2</b>	25,2	30,2
Новоутворення	<b>3.0</b>	664,7	623,5
з них – злоякісні новоутворення, всього:	<b>3.1</b>	470,1	460,1
злоякісні пухлини: органів травлення	<b>3.2</b>	96,7	101,6
органів дихання	<b>3.3</b>	63,6	74,2
щитовидної залози	<b>3.4</b>	23,8	19,2
злоякісні новоутворення лімфатичної і кровотворної тканини, з них:	<b>3.5</b>	33,1	31,6
гострий лімфолейкоз	<b>3.6</b>	2,6	1,4
гострий мієлолейкоз	<b>3.7</b>		1,4
гострий еритромієлоз	<b>3.9</b>	1,3	
інші гострі лейкози	<b>3.10</b>	1,3	
Хвороби крові, кровотворних органів і окремі порушення з залученням імунного механізму	<b>4.0</b>	213,2	225,2
з них анемії	<b>4.1</b>	206,6	219,8
у тому числі залізодефіцитні анемії	<b>4.2</b>	206,6	217,0
гемолітичні анемії	<b>4.3</b>		

Найменування класів і окремих хвороб	№ рядка	Всього 1, 2, 3 груп первинного обліку дорослі	
		2018	2019
апластичні анемії	4.4		
сидеробластичні анемії	4.5		
первинна тромбоцитопенія	4.6		
деякі розлади з залученням імунного механізму	4.8	1,3	1,4
Хвороби ендокринної системи, розладу харчування, порушення обміну речовин	5.0	2923,7	3016,1
в тому числі: хвороби щитовидної залози	5.1	1615,5	1656,4
з них: порушення щитовидної залози, пов'язані з йодною недостатністю	5.2		
дифузний зоб I ступеня	5.3	999,7	855,6
вроджений гіпотиреоз	5.4	5,3	5,5
набутий гіпотиреоз	5.5	50,3	49,4
нетоксичний вузловий зоб	5.6	319,1	333,7
тиреотоксикоз з зобом та без нього	5.7	22,5	24,7
тиреоїдит	5.8	117,8	159,3
цукровий діабет	5.9	689,9	749,9
затримка статевого дозрівання	5.10		
Розлади психіки та поведінки	6.0	160,2	156,6
з них: невротичні, пов'язані зі стресом та соматоформні розлади	6.1	11,9	12,4
розумова відсталість	6.2	7,9	6,9
Хвороби нервової системи	7.0	2187,5	2050,5
з них: хвороби периферичної нервової системи	7.1	410,5	465,6
вегетосудинна дистонія	7.2	1310,9	1318,5
Хвороби ока та його придаткового апарату	8.0	3215,0	3044,9
з них катаракта	8.1	711,1	667,5
глаукома	8.2	83,4	100,3
Хвороби вуха та соскоподібного відростка	9.0	607,8	641,4
Хвороби системи кровообігу	10.0	14973,5	15433,3
з них гіпертонічна хвороба	10.1	6962,4	7170,7
ішемічна хвороба серця	10.2	4310,1	4452,7
із загального числа хворих на ішемічну хворобу – хворі на стенокардію	10.3	1256,6	1240,2
гострий інфаркт міокарда	10.4	26,5	24,7
інші форми гострої ішемічної хвороби серця	10.5	6,6	8,2
цереброваскулярні хвороби	10.6	2860,2	2998,2
у т.ч.: інсульти та інфаркт головного мозку	10.7	46,3	57,7
ендартеріт, тромбангіт облітеруючий	10.8	88,7	103,0
Хвороби органів дихання	11.0	3720,9	3851,1
з них пневмонії	11.1	86,1	82,4
алергічний риніт	11.2	63,6	74,2
хронічний фарингіт, риніт, назофарингіт, синусит	11.3	225,1	225,2
хронічні хвороби мигдалин та аденоїдів	11.4	70,2	94,8

Найменування класів і окремих хвороб	№ рядка	Всього 1, 2, 3 груп первинного обліку дорослі	
		2018	2019
бронхіт хронічний і неуточнений, емфізема	11.5	2134,5	2174,2
бронхіальна астма	11.6	83,4	93,4
Хвороби органів травлення	12.0	9098,2	9046,8
з них:			
виразка шлунку та 12-ти палої кишки	12.1	1020,9	1019,1
гастрит, дуоденіт	12.2	2195,4	2270,3
хвороби печінки, жовчного міхура та жовчних шляхів, підшлункової залози	12.3	5043,7	5080,3
у тому числі цироз печінки	12.4	58,3	56,3
хронічний гепатит	12.5	1072,6	1134,5
жовчнокам'яна хвороба	12.6	239,7	233,5
хвороби підшлункової залози	12.7	1386,4	1450,4
Хвороби шкіри та підшкірної клітковини	13.0	252,9	287,0
з них дерматит і екзема	13.1	49,0	61,8
Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини	14.0	3653,3	3892,3
з них: порушення щільності та структури кісток	14.1	9,3	1,4
Хвороби сечостатевої системи	15.0	1910,7	2024,4
з них- нефрит, нефротичний синдром, нефроз	15.1	29,1	20,6
у т.ч.: гострий гломерулонефрит	15.2		
хронічний гломерулонефрит	15.3	21,2	20,6
інфекції нирок	15.4	654,1	715,6
у т.ч.: хронічний пієлонефрит	15.5	617,1	657,9
інфекції нирок	15.6	704,4	804,8
чоловіча безплідність	15.7		
ендометріоз	15,8	1,3	2,8
ерозія та ектропіон шийки матки	15.9	9,3	9,6
розлад менструацій	15.10	1,3	1,4
порушення в менопаузі та після менопаузи	15.11	4,0	2,8
жіноча безплідність	15.12		4,1
Вагітність, пологи та післяпологовий період	16.0		1,4
з них: аборти спонтанні та за медичними показаннями	16.1		
Уроджені аномалії (вади розвитку, деформації і хромосомні порушення)	17.0	29,1	34,3
Симптоми, ознаки та відхилення від норми, що виявлені при лабораторних та клінічних дослідженнях, не класифіковані в інших рубриках	18.0	1,3	
Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин	19.0	300,6	287,0
у тому числі: променева хвороба	19.1		

Водночас, (Томашек Л., 2004) за результатами, отриманими на розширеній групі шахтарів уранових копалень Чехії (n = 10000), встановлено, що виявлено 30 випадків лейкозу і 16 випадків неходжкінських лімфом серед чеських

шахтарів. Це відповідає стандартизованому рівню смертності. Проте, оцінка ризику має значну невизначеність через невелику кількість спостережень і невизначеність оцінки отриманих доз [5].

Досвід японських вчених по вивченню наслідків атомного бомбардування міст Хіросіма і Нагасакі показав, що пік наслідків, наприклад, для онкологічних захворювань, можна чекати через роки і, навіть, десятиліття після опромінення.

За рахунок хвостосховищ відходів уранового виробництва додаткова ефективна доза індивідуального опромінення населення варіює у межах 0,45-2,7 м<sup>3</sup>в/рік. Рівень онкологічної захворюваності в м. Жовті Води за останні роки зріс майже в 2 рази серед чоловіків та в 1,3 рази серед жінок і перевищує 12 середні показники, як по області, так і Україні в цілому; захворюваність на туберкульоз майже в 2 рази перевищує середньообласну. Відмічається високий рівень вроджених аномалій у дітей. За показниками первинної захворюваності на туберкульоз, злоякісні новоутворення та вроджені аномалії Кіровоградська область посідає останні (найгірші) 23-25 місця у рейтингу областей України. Так, захворюваність на злоякісні новоутворення у 2008 р. у Кіровоградській області складала 406,4 випадків на 100 тис. населення. Середній рівень по Україні є значно нижчим – 331,1.

За даними діяльності онкологічної служби Кіровоградської області за 2019 рік показник захворюваності на злоякісні пухлини зріс з 468,4 на 100 тисяч населення у 2018 році до 478,2 у 2019 році, тобто на 2,1%, та значно перевищив середньоукраїнський показник 2018 року – 348,4.

Зростання показника відбулося по раку губи (3,8 проти 2,5 у 2018 році), раку ободової кишки (27,5 проти 26,2 у 2018 році), меланом шкіри (9,9 проти 8,4 у 2018 році), раку стравоходу (5,4 проти 4,2 у 2018 році), раку шлунка (24,4 проти 23,4 у 2018 році), раку легенів (48,1 проти 44,8 у 2018 році), раку молочної залози (83,8 проти 77,5 у 2018 році) і яєчників – (23,4 проти 20,3 у 2018 році) на 100 тисяч жіночого населення, раку шкіри (64,3 проти 63,7 у 2018 році), раку шийки матки (38,2 проти 34,7 у 2018 році на 100 тисяч жіночого населення), передміхурової залози (61,2 проти 48,6 на 100 тисяч чоловічого населення у 2018 році), злоякісних лімфом (10,4 проти 9,4 у 2018 році).

Слід зазначити, що за останнє десятиріччя по області показник захворюваності зріс на 17,7% (478,2 у 2019 році проти 406,3 у 2018 році), а по Україні – на 5,2% (348,4 у 2019 році проти 331,1 у 2018 році).

В структурі онкозахворюваності **серед всього населення** області займають:

I місце – рак шкіри 64,3 на 100 тисяч населення, або 13,5 %;

II місце – рак трахеї та легені 48,1 на 100 тисяч населення, або 10,6%;

III місце – рак молочної залози 45,7 на 100 тисяч населення, або 9,5%;

**Серед жіночого населення:**

I місце – рак молочної залози 83,8 на 100 тисяч жіночого населення, або 17,6%;

II місце – рак шкіри 72,8 на 100 тисяч жіночого населення, або 15,3%;

III місце – рак тіла матки 42,3 на 100 тисяч жіночого населення, або 8,9%;

**Серед чоловічого населення:**

I місце – рак легені 80,4 на 100 тисяч чоловічого населення, або 16,7%;

II місце – рак передміхурової залози 61,2 на 100 тисяч чоловічого населення, або 12,7%.

III місце – рак шкіри 54,4 на 100 тисяч чоловічого населення, або 11,3%.

Рівень захворюваності на злоякісні пухлини коливається від 590,5 на 100 тис. населення по м. Кропивницький до 293,9 в Устинівському районі. Найвищі рівні захворюваності зареєстровано у місті Кропивницький – 590,5. Наведемо контингенти хворих на злоякісні новоутворення (Табл. 2) [4].

Як показують літературні дані, уран в мікрокількостях (10-5-10-6%) присутній в усіх тканинах рослин, тварин і людини. В організм людини U поступає з їжею і водою до шлунково-кишкового тракту (ШКТ), з повітрям – у дихальні шляхи, а також через шкірні покриви і слизові оболонки. Медичні наслідки впливу урану обумовлені його хімічними і радіологічними властивостями. Для урану і продуктів розпаду радону критичними органами є легені і верхні дихальні шляхи, а також червоний кістковий мозок. Часто уран у літературі називають «нирковою отрутою». У скелеті міститься більше 90% урану, що відклався в організмі. Відносно нещодавно експериментально встановлено накопичення урану не тільки в нирках і кістках, але й в яечках, лімфатичних вузлах і головному мозку.

Таблиця 2. Контингенти хворих зляжісними новоутвореннями  
(на 100 тисяч населення)

№ з/п	Найменування районів	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1.	м. Кропивницький	2399,1	2553,3	2664,5	2757,9	2907,0	3023,5	3132,2	3293,3
2.	м. Олександрія	2363,4	2453,9	2557,4	2659,7	2765,9	2898,0	3028,3	3205,6
3.	Благовіщенський	1925,4	1978,9	2138,4	2138,4	2232,7	2309,8	2370,5	2391,1
4.	Бобринецький	2097,8	2183,2	2302,7	2490,4	2635,4	2647,0	2690,8	2644,4
5.	Вільшанський	2204,3	2303,1	2367,8	2456,4	2585,8	2747,8	2732,3	2794,4
6.	Гайворонський	1965,9	1993,2	2216,5	2248,9	2178,7	2162,0	2270,6	2449,4
7.	Голованівський	1725,6	1684,5	1720,0	1794,7	1838,6	1923,6	2006,4	1985,6
8.	Добровеличківський	1953,8	2088,6	2182,5	2255,9	2307,7	2441,9	2601,9	2700,3
9.	Долинський	1494,3	1529,6	1575,2	1614,6	1665,5	1747,7	1829,0	1977,0
10.	Знам'янський	2291,6	2455,7	2488,5	2581,5	2752,0	2852,5	2894,6	3025,9
11.	Кіровоградський	1714,3	1805,3	1819,9	1878,8	2020,5	2137,6	2201,1	2315,2
12.	Компаніївський	2022,5	2133,6	2259,4	2256,6	2307,6	2326,4	2402,5	2504,8
13.	Маловисківський	2221,6	2257,4	2479,4	2699,4	2693,4	2636,3	2822,1	2949,2
14.	Новгородківський	1697,5	1769,0	1831,4	1903,7	1988,3	2166,2	1989,2	2011,9
15.	Новоархангельський	1720,9	1867,0	1911,5	1982,8	2029,9	2061,9	2224,4	2371,5
16.	Новомиргородський	1957,9	2029,8	2062,1	2078,9	2248,0	2265,8	2343,7	2467,0
17.	Новоукраїнський	1827,9	1951,0	2037,2	2156,6	2152,3	2343,2	2434,2	2667,2
18.	Олександрівський	1925,1	2144,2	2280,1	2422,7	2518,4	2643,8	2785,3	2977,6
19.	Олександрійський	1587,1	1676,1	1760,1	1828,5	1859,1	1921,7	2024,2	2127,5
20.	Онуфріївський	1484,4	1542,4	1658,7	1680,0	1781,6	1871,7	2053,3	2059,2
21.	Петрівський	1537,0	1563,9	1606,8	1566,6	1686,0	1800,2	1870,0	1976,0
22.	Світловодський	2321,1	2341,3	2488,2	2636,6	2731,5	2768,6	2875,2	2988,2
23.	Устинівський	1648,6	1774,4	1919,8	1949,0	2116,4	2196,6	2056,4	2165,3
	<b>Всього по області</b>	<b>2085,0</b>	<b>2174,8</b>	<b>2277,7</b>	<b>2374,2</b>	<b>2463,5</b>	<b>2553,6</b>	<b>2650,0</b>	<b>2779,1</b>
	<b>Україна</b>	<b>2161,6</b>	<b>2227,2</b>	<b>2314,8</b>	<b>2402,6</b>	<b>2478,9</b>	<b>2507,7</b>	<b>2543,3</b>	

Вплив радону на організм людини також різноманітний. Маючи здатність добре розчинятися в крові та лімфі, він концентрується в життєво важливих органах. Вміст його в одиниці об'єму тіла складає 50% від вмісту в навколишньому повітрі. Вираженість патологічних змін в організмі залежить від віку і накопиченої дози радону. Серед радон-залежної патології виділяють ураження легень, серцево-судинної, нервової, кістково-м'язової систем, репродуктивної функції, гормональні зміни. За даними Сердюка А. М. та співавторів, хронічний вплив радону та інших радіонуклідів на організм людини призводить до змін у дихальних органах, серцево-судинній системі, системі органів травлення та сечостатевої системі. Так, у м. Жовті Води захворюваність на стенокардію перевищує обласний рівень у 2,15 рази; захворювання ендокринних органів – у 2,15 рази; захворювання крові і кровотворних органів – у 1,55 рази.



Відомо, що найвищу радіаційну чутливість в організмі має імунна система. Тому радіаційний вплив на організм людини викликає в першу чергу розвиток набутих імунодефіцитних станів різного характеру і вираженості, які, в свою чергу, служать основою для виникнення різноманітної патології людини. В роботі Кірдея Є. Г. зі співавторами досліджувалася реакція імунної системи на вплив радону. Встановлено, що еквівалентна рівноважна об'ємна активність радону в 43% квартир, де мешкали обстежені особи, перевищувала контрольне значення – 200 Бк/м<sup>3</sup>. Внесок радону в загальну дозу опромінення в більшості випадків складав більше 80% [6]. Імунологічне обстеження населення, що мешкає в цих умовах, виявило значну поширеність гіпосупресорних станів, а також переважання імунодефіцитних станів з ураженням Т-ланки імунної системи і фагоцитуючих лейкоцитів помірного характеру. Отримані дані свідчать про наявність початкових етапів імунокомпрометації населення і необхідність проведення індивідуально-лікувальної і масової профілактичної імунокорекції з метою зниження імунозалежної захворюваності.

Найбільш важливим аспектом проблеми є вплив на здоров'я дітей, які мають особливу чутливість до впливу радону та за цією ознакою відносяться до критичної групи. Фізичний розвиток характеризується диспропорційністю, починаючи з раннього віку. У дітей шкільного віку процеси акселерації змінилися на децелерацію з трофічною недостатністю, а в деяких випадках – не ретардацію. Сукупність цих факторів визначається як синдром екологічної дезадаптації.

В останні роки опублікована значна кількість робіт, в яких доводиться нейротоксичність урану, на відміну від поширених уявлень, що органами-мішенями для урану є лише нирки, печінка і кісткова тканина (залежно від шляху надходження і форми сполук урану). У цих дослідженнях вказується, що головний мозок також є органом-мішенню.

Психопатологічні чинники погіршують перебіг соматичних захворювань, ускладнюють їх клінічну картину, підвищують частоту звернень по медичну допомогу, знижують здатність хворих до самообслуговування та їх прихильність до лікування і в цілому – якість життя. Пастел Р. повідомляє, що первинним віддаленим ефектом впливу аварії на ЧАЕС було формування психологічних розладів у ліквідаторів наслідків аварії, евакуйованих мешканців радіоактивно забруднених територій, а також жителів «чистих» областей [7].

Спостерігалися психоневрологічні синдроми, що характеризуються не поясненими фізичними симптомами, в тому числі в тому, порушеннями сну і змінами настрою, послабленням пам'яті та концентрації уваги, часто відмічали м'язовий і суглобовий біль. Ці синдроми, що нагадують синдром хронічної втоми і фіброміалгію, автор не пов'язує з радіаційним ефектом, оскільки вони спостерігалися у мешканців як забруднених територій, так і в місцях з низьким рівнем радіації, а вважає проявом радіофобії, що властива даному контингенту пацієнтів.

Отже, враховуючи доведений вплив радіаційного фактору на стан довкілля та соматичної захворюваності населення, є очевидною необхідність вивчення різноманітних аспектів впливу підприємств ЯПЦ також на психоемоційний статус жителів населених пунктів, розміщених в регіонах виробничої діяльності цих підприємств [8].

**Біологічна дія радіаційного випромінювання.** Під впливом іонізуючого випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини. Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини.

При іонізації води утворюються вільні радикали  $H^+$  та  $OH^-$ , а в присутності кисню – пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення обмінних процесів, пригнічення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукційованих вільними радикалами, підвищується, й у них втягуються багато сотень і тисячі молекул, не порушених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а

формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

Також необхідно відзначити деякі особливості дії іонізуючого випромінювання на організм людини: органи чуття не реагують на випромінювання; малі дози випромінювання можуть підсумовуватися і накопичуватися в організмі (кумулятивний ефект); випромінювання діє не тільки на даний живий організм, але і на його, спадкоємців (генетичний ефект); різні організми мають різну чутливість до випромінювання.

Найсильнішого впливу зазнають клітини червоного кісткового мозку, щитовидна залоза, легені, внутрішні органи, тобто органи, клітини яких мають високий рівень поділу. При одній і тій самій дозі випромінювання у дітей уражається більше клітин, ніж у дорослих, тому що у дітей всі клітини перебувають у стадії поділу. Небезпека різних радіоактивних елементів для людини визначається спроможністю організму їх поглинати і накопичувати.

Радіоактивні ізотопи надходять всередину організму з пилом, повітрям, їжею або водою і поводять себе по-різному: деякі ізотопи розподіляються рівномірно в організмі людини (тритій, вуглець, залізо, полоній), деякі накопичуються в кістках (радій, фосфор, стронцій), інші залишаються в м'язах (калій, рубідій, цезій), накопичуються в щитовидній залозі (йод), у печінці, нирках, селезінці (рутений, полоній, ніобій) тощо.

Ефекти, викликані дією іонізуючих випромінювань (радіації), систематизуються за видами ушкоджень і часом прояву. За видами ушкоджень їх поділяють на три групи: соматичні, соматико-стохастичні (випадкові, ймовірні), генетичні. За часом прояву виділяють дві групи – ранні (або гострі) і пізні. Ранні ураження бувають тільки соматичні. Це призводить до смерті або променевої хвороби. Постачальником таких часток є в основному ізотопи, що мають коротку тривалість життя,  $\gamma$  - випромінювання, потік нейтронів.

Гостра форма виникає в результаті опромінення великими дозами за короткий проміжок часу. При дозах порядку тисяч рад ураження організму може бути миттєвим. Хронічна форма розвивається в результаті тривалого опромінення дозами, що перевищують ліміти дози (ЛД). Більш віддаленими наслідками променевого ураження можуть бути променеві катаракти, злоякісні пухлини та інше.

Для вирішення питань радіаційної безпеки населення передусім викликають інтерес ефекти, що спостерігаються при малих дозах опромінення – порядку декілька сантизивертів на годину, що реально трапляються при практичному використанні атомної енергії. У нормах радіаційної безпеки НРБУ-97, введених 1998 р., як одиниці часу використовується рік або поняття річної дози опромінення. Це викликано, як зазначалося раніше, ефектом накопичення «малих» доз і їхнього сумарного впливу на організм людини.

Існують різноманітні норми радіоактивного зараження: разові, сумарні, гранично припустимі та інше. Всі вони описані в спеціальних довідниках. ЛД загального опромінення людини вважається доза, яка у світлі сучасних знань не повинна викликати значних ушкоджень організму протягом життя. Форми променевої хвороби: гостра і хронічна.

Гранично допустима доза опромінення для людей, які постійно працюють з радіоактивними речовинами, становить 2 бер на рік. При цій дозі не спостерігається соматичних уражень, проте достовірно поки невідомо, яким чином реалізуються канцерогенний і генетичний ефекти дії. Цю дозу слід розглядати як верхню межу, до якої не варто наближатися.

**Радіаційна безпека.** Питання захисту людини від негативного впливу іонізуючого випромінювання постали майже одночасно з відкриттям рентгенівського випромінювання і радіоактивного розпаду. Це зумовлено такими факторами: по-перше, надзвичайно швидким розвитком застосування відкритих випромінювань в науці та на практиці, і, по-друге, виявленням негативного впливу випромінювання на організм. Заходи радіаційної безпеки використовуються на підприємствах і, як правило, потребують проведення цілого комплексу різноманітних захисних заходів, що залежать від конкретних умов роботи з джерелами іонізуючих випромінювань і, передусім, від типу джерела випромінювання.

Закритими називаються будь-які джерела іонізуючого випромінювання, устрій яких виключає проникнення радіоактивних речовин у навколишнє середовище при передбачених умовах їхньої експлуатації і зносу. Це – гамма-установки різноманітного призначення; нейтронні, бета і гамма-випромінювачі; рентгенівські апарати і прискорювачі заряджених часток. При роботі з закритими джерелами іонізуючого випромінювання персонал може зазнавати тільки зовнішнього опромінення.

Захисні заходи, що дозволяють забезпечити умови радіаційної безпеки при застосуванні закритих джерел, ґрунтуються на знанні законів поширення іонізуючих випромінювань і характеру їхньої взаємодії з речовиною. Головні з них такі: доза зовнішнього опромінення пропорційна інтенсивності випромінювання і часу впливу; інтенсивність випромінювання від точкового джерела пропорційна кількості квантів або часток, що виникають у ньому за одиницю часу, і обернено пропорційна квадрату відстані; інтенсивність випромінювання може бути зменшена за допомогою екранів.

З цих закономірностей випливають основні принципи забезпечення радіаційної безпеки: зменшення потужності джерел до мінімальних розмірів («захист кількістю»); скорочення часу роботи з джерелом («захист часом»); збільшення відстані від джерел до людей («захист відстанню»); екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання («захист екраном»).

Найкращими для захисту від рентгенівського і гамма-випромінювання є свинець і уран. Проте, з огляду на високу вартість свинцю й урану, можуть застосовуватися екрани з більш легких матеріалів – просвинцьованого скла, заліза, бетону, залізобетону і навіть води. У цьому випадку, природно, еквівалентна товща екрану значно збільшується.

Для захисту від бета-потоків доцільно застосовувати екрани, які виготовлені з матеріалів з малим атомним числом. У цьому випадку вихід гальмівного випромінювання невеликий. Зазвичай як екрани для захисту від бета-випромінювань використовують органічне скло, пластмасу, алюміній. Відкритими називаються такі джерела іонізуючого випромінювання, при використанні яких можливе потрапляння радіоактивних речовин у навколишнє середовище.

При цьому може відбуватися не тільки зовнішнє, але і додаткове внутрішнє опромінення персоналу. Це може відбутися при надходженні радіоактивних ізотопів у навколишнє робоче середовище у вигляді газів, аерозолів, а також твердих і рідких радіоактивних відходів: Джерелами аерозолів можуть бути не тільки виконувані виробничі операції, але і забруднені радіоактивними речовинами робочі поверхні, спецодяг і взуття.

Основні принципи захисту: використання принципів захисту, що застосовуються при роботі з джерелами випромінювання у закритому вигляді;

герметизація виробничого устаткування з метою ізоляції процесів, що можуть стати джерелами надходження радіоактивних речовин у зовнішнє середовище; заходи планувального характеру; застосування санітарно-технічних засобів і устаткування, використання спеціальних захисних матеріалів; використання засобів індивідуального захисту і санітарної обробки персоналу; дотримання правил особистої гігієни; очищення від радіоактивних забруднень поверхонь будівельних конструкцій, апаратури і засобів індивідуального захисту; використання радіопротекторів (біологічний захист).

Радіоактивне забруднення спеодягу, засобів індивідуального захисту та шкіри персоналу не повинно перевищувати припустимих рівнів, передбачених Нормами радіаційної безпеки НРБУ-97.

У випадку забруднення радіоактивними речовинами особистий одяг і взуття повинні пройти дезактивацію під контролем служби радіаційної безпеки, а у випадку неможливості дезактивації їх слід захоронити як радіоактивні відходи.

Рентгенорадіологічні процедури належать до найбільш ефективних методів діагностики захворювань людини. Це визначає подальше зростання застосування рентгено- і радіологічних процедур або використання їх у ширших масштабах. Проте інтереси безпеки пацієнтів зобов'язують прагнути до максимально можливого зниження рівнів опромінення, оскільки вплив іонізуючого випромінювання в будь-якій дозі поєднаний з додатковим, відмінним від нуля ризиком виникнення віддалених, стохастичних ефектів.

У даний час з метою зниження індивідуальних і колективних доз опромінення населення за рахунок діагностики широко застосовуються організаційні і технічні заходи: як виняток необґрунтовані (тобто без доведень) дослідження; зміна структури досліджень на користь тих, що дають меншу дозу навантаження; впровадження нової апаратури, оснащеної сучасною електронною технікою посиленого візуального зображення; застосування екранів для захисту ділянок тіла, що підлягають дослідженню, тощо.

Ці заходи, проте, не вичерпують проблеми забезпечення максимальної безпеки пацієнтів і оптимального використання цих діагностичних методів. Система забезпечення радіаційної безпеки пацієнтів може бути повною й ефективною, якщо вона буде доповнена гігієнічними регламентами припустимих доз опромінення.

### **Шляхи підвищення життєдіяльності в умовах радіаційної небезпеки.**

Актуальним для жителів багатьох районів України є питання про виживання в умовах підвищеної радіації. Оскільки зараз основну загрозу становлять радіонукліди, що потрапляють в організм людини з продуктами харчування, слід знати запобіжні й профілактичні заходи, щоб сприяти виведенню з організму цих шкідливих речовин.

Сучасна концепція радіозахисного харчування базується на трьох принципах: обмеження надходження радіонуклідів з їжею; гальмування всмоктування, накопичення і прискорення їх виведення; підвищення захисних сил організму. Третій напрям передбачає пошук та створення радіозахисних харчових речовин і продуктів, які мають антиоксидантну та імуностимулюючу активність й здатні підвищувати стійкість організму до несприятливої дії радіоактивного випромінювання (антимутагени та радіопротектори). На допомогу приходять природні «захисники». До цих речовин належать: листя чаю, виноград, чорна смородина, чорноплідна горобина, обліпіха, банани, лимони, фініки, грейпфрути, гранати; з овочів – шпинат, брюссельська і цвітна капуста, боби, петрушка.

Для того, щоб радіонукліди не засвоювались організмом, потрібно постійно вживати продукти, які містять пектини, зокрема яблука. Насіння соняшника належить до групи радіозахисних продуктів. Багаті на біорегулятори морські продукти, дуже корисний мед і свіжі фруктові соки [9].

### *Література*

1. Воздействие радиации. Журнал *ONCOLOGY.ru* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.oncology.ru/specialist/prophylaxis/radiaton/>.
2. Саєт Ю. Е., Ревич Б. А., Янин Е. П. и др. Геохимия окружающей среды. Москва: Недра. 1990. 333 с.
3. Сердюк А. М., Лось І. П., Тарасюк О. Є., Шибуніна Н. Д., Йошісада Шібата. Сприйняття радіаційних ризиків: 25 років після катастроф. *Збірка тез міжнародн. конф. «Двадцять п'ять років Чорнобильської катастрофи. Безпека майбутнього»* (м. Київ, 20-22 квітня 2011 року). Київ. 2011. С. 76-77.
4. Статистичний збірник «Україна у цифрах, 2019». Київ. 2019 [Електронний ресурс]. Режим доступу:

[http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2020/zb/07/zb\\_Ukraine%20in%20figures\\_u.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/07/zb_Ukraine%20in%20figures_u.pdf).

5. Tomasek L. Leukemia among uranium miners – late effects of exposure to uranium dust. *Health Phys.* 2004. Vol. 86, N 4. P. 426-427.

6. Кирдей Е. Г., Непомнящих А. И., Синицкий В. В. и др. Особенности иммунного статуса у людей, проживающих в условиях повышенной концентрации радона. *Сибирский медицинский журнал.* 1995. № 4. С. 21-25.

7. Pastel R. H. Radiophobia: long-term psychological consequences of Chernobyl. *Mil. Med.*, 2002. Vol. 167, N 2, suppl. P. 134-136.

8. Шевченко О. А., Дорогань С. Б. Радіотревожність населення. Сприйняття підприємств радіо-енергетичного комплексу мешканцями України. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2020. 137 с.

9. Вплив радіації на життєдіяльність людини. Освіта.UA [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/bjd/22595/>.