Щодо питання про лінійну безпорогову гіпотезу

Розглянуто питання впливу іонізуючого випромінювання на організм людини та методичні підходи до формування норм радіаційної безпеки. Показано, що використання в сучасних нормах радіаційної безпеки лінійної безпорогової гіпотези суперечить експериментальним і епідеміологічним дослідженням, вносить суттєвий надлишковий консерватизм у процес оцінки безпеки та створює додаткові проблеми щодо розвитку ядерної енергетики.

Зроблено висновок, що сучасні знання дають усі підстави для відмови від лінійної безпорогової гіпотези і перегляду чинних в Україні норм радіаційної безпеки для деяких відокремлених технологічних операцій, пов'язаних із виконанням радіаційно небезпечних робіт. До таких технологічних операцій, наприклад, належать роботи з ліквідації наслідків радіаційних аварій, вилучення ядерних матеріалів та інші роботи з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему.

Ключові слова: норми радіаційної безпеки, радіаційний захист, лінійна безпорогова гіпотеза, іонізуюче випромінювання, дозові ліміти.

Нещодавно мені на очі потрапили міркування Стюарда Бренда про шкоду, що завдається ядерній галузі через використання в стандартах радіаційного захисту лінійної безпорогової гіпотези [1]. Під час обговорення нових норм радіаційної безпеки України мені довелося сперечатися з багатьма скептиками стосовно шкоди, заподіяної застосуванням лінійної безпорогової гіпотези [2–7], але, на жаль, мої аргументи не були взяті до уваги, і сьогодні в Україні діють норми [8], базовані на цій гіпотезі.

Публікація [1] змусила мене ще раз повернутися до цієї проблеми. Саме з неї я дізнався, що лінійна безпорогова гіпотеза (ЛБГ) піддавалася критиці з самого початку її формулювання. Так, науковий радник президента Ейзенхауера, вчений фізик-ядерник і ветеран Манхеттенського проекту Джордж Кістяківський, ознайомившись з ЛБГ, відзначав, що вона абсолютно не може бути використана в рекомендаціях з радіаційного захисту, тому що «була взята з повітря і не ґрунтується на жодних знаннях».

Будь-яка технологія або вид практичної діяльності разом із користю для суспільства мають і певну небезпеку або ступінь ризику, але чим більше людей наражається на небезпеку, тим більше суспільство дбає про їхню безпеку і вживає заходів щодо зниження рівнів ризику. Міжнародна комісія з радіологічного захисту (МКРЗ) за час свого існування постійно проводить роботу з узагальнення та формалізації методів прийняття рішень з радіаційного захисту про прийнятність для суспільства технологій, пов'язаних з іонізуючим випромінюванням і його впливом на організм людини.

Норми радіаційної безпеки включають в себе систему принципів, критеріїв, нормативів і правил щодо забезпечення радіаційного захисту населення. Термін «норма» означає критерій, що дозволяє відрізнити прийнятні або нормальні умови від неприйнятних. Таким чином, норми є порогом, нижче якого явна і можлива небезпека відсутня, і радіаційна безпека повністю забезпечується.

До 1998 р. в Україні діяли норми радіаційної безпеки [9], при розробці яких були взяті рекомендації МКРЗ [10] і в яких дозові межі надійно забезпечували радіаційний захист персоналу атомних енергетичних установок і населення протягом тривалого періоду. Але під дією Чорнобильського синдрому, радіофобії деякі представники наукової громадськості чинили тиск на МКРЗ, у результаті чого з'явилася нова публікація [11], в якій використовуються коефіцієнти ризику, отримані при дії доз опромінення понад 1 Зв, і екстрапольовані на діапазон малих доз. Тому оцінки ризику в разі малих доз за допомогою встановлених коефіцієнтів є максимальними і призводять до завищення реальної небезпеки. У результаті без будь-якого наукового обґрунтування були істотно занижені дозові межі для персоналу і населення.

Відповідно до цих нових рекомендацій як заведено малу дозу МКРЗ вважає несприятливою для здоров'я, а до колективної дози зараховує всі індивідуальні дози — включно аж до нуля. Тому наслідки Чорнобильської аварії за такою методикою оцінювали мільйонами жертв у всьому світі.

Опромінення у великих дозах може призвести до втрати працездатності, променевої хвороби і навіть до летального результату, однак області малих доз це не стосується. Після аварії в Чорнобилі суспільство почало обговорювати проблему безпеки малих доз радіації, якими зазвичай вважають дози в межах до 0,1 Зв. У більшості досліджень, у яких опромінення всього тіла або окремих органів супроводжувалося достовірним зростанням ракових

захворювань, це зростання було виявлено у випадках доз понад 1 Зв. Не було виявлено збільшення частоти захворювань на лейкемію в осіб, які отримали дозу опромінення менше 1 Зв після атомного бомбардування Хіросіми та Нагасакі. Дослідження жителів району східно-уральського сліду, які проводять протягом 50 років, і 30-річні спостереження населення, яке проживає на радіоактивно забруднених територіях у результаті аварії на Чорнобильській АЕС, не виявили збільшення захворюваності та смертності від злоякісних пухлин, які могли б бути асоційовані з радіаційним фактором. Цей висновок стосується й показників загальної смертності серед населення та учасників ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС.

При цьому було статистично достовірно визначено збільшення захворювань у разі доз вище 1 Зв. І в цьому діапазоні доз лінійна залежність не заперечується, вона доведена численними дослідженнями, які показують, що достовірний рівень захворюваності починає проявлятися в разі дози понад 1 Зв і ця залежність лінійна.

Усі ми смертні і рано чи пізно ми підемо з життя, причому 38 % жінок і 45 % чоловіків покинуть цей світ через ракові захворювання. І якщо ЛБГ правильна і будь-яке опромінення підвищує на 0,5 % ризик ракового захворювання, то збільшення смертності в цьому випадку просто неможливо зареєструвати. На сьогодні можна з повною впевненістю зробити висновок, що тривале опромінення в дозі до 0,1 Зв у дорослої практично здорової людини в цілому не викликає жодних несприятливих ефектів, які можна реально зареєструвати за допомогою сучасних методів дослідження. Що стосується генетичних ефектів малих доз, то на сьогодні немає доказів існування цих ефектів.

МКРЗ стверджує, що через відсутність у наш час переконливих доказів існування порогу, повинно прийматися припущення, що будь-яка дія іонізуючого випромінювання може спричинити певний ризик розвитку шкідливих ефектів, тому й рекомендується лінійна безпорогова залежність між дозою та ймовірністю виникнення шкідливого ефекту. Проте всі розуміють, що застосування ЛБГ істотно завищує реальну небезпеку. І не зважаючи на необґрунтованість і недоведеність ЛБГ, вона продовжує триумфально посідати головну роль у стандартах радіаційного захисту, а критичні заяви Дж. Кістяківського і багатьох інших вчених [12–14] залишаються не почутими.

При цьому ЛБГ посилює і без того високий страх громадськості перед ядерною енергетикою, а сама галузь несе надзвичайні витрати на виконання норм радіаційного захисту, що базуються на ЛБГ. З метою виконання норм і правил, заснованих на ЛБГ, атомна енергетична галузь витрачає фінансові кошти на створення додаткових бар'єрів безпеки на ядерних установках, нових систем безпеки, контролю та управління. Витрачаються значні суми фінансових коштів на питання обґрунтування безпеки проектування й будівництва установок з поводження з радіоактивними відходами і сховищ відпрацьованого ядерного палива за методиками, знову ж таки заснованими на ЛБГ, з урахуванням не тільки поточного опромінення, а й потенційного, якого може й не бути.

Традиційний інженерний підхід до забезпечення безпеки ядерних установок заснований на нарощуванні числа захисних і локалізуючих систем і пристроїв, які знижують ймовірність важких аварій і зменшують ступінь радіаційної небезпеки їх наслідків. Здійснення на практиці такого підходу призводить до ускладнення та подорожчання

установки. Звісно, можна істотно підвищити рівень безпеки ядерних установок шляхом створення навколо неї все нових і нових бар'єрів, але рано чи пізно настане момент, коли ядерна енергетика стане неконкурентною порівняно з іншими видами енергії. Витрати на будівництво нових енергоблоків АЕС зросли від 200 дол./кВт у 1970 р. до 2000 дол./кВт у 1980 р., а сьогодні складають 5000 дол./кВт і представляють серйозний економічний ризик під час реалізації проектів спорудження АЕС. Для порівняння, вартість парогазових установок становить 1000 дол./кВт [15].

Однією з причин збільшення вартості спорудження АЕС є те, що проектувальникам доводиться закладати в проекти ядерних енергоблоків підвищені вимоги до безпеки, які ґрунтуються, зокрема, і на ЛБГ.

З'являється все більше фактів, які переконують у помилковості гіпотези про лінійну безпорогову залежність між ймовірністю виникнення віддалених ефектів і дозою опромінення. Тому все більше фахівців заперечують проти використання ЛБГ і вказують на необхідність порогового підходу у сфері радіаційного захисту. Відмова від ЛБГ і визнання порогу дії опромінення дозволить виключити з практики поняття ефективної дози, а також колективної дози як міри колективного ризику.

Більшість фахівців у сфері радіаційного захисту вважають, що допустимі дози для населення повинні бути пов'язані з середнім природним рівнем радіації [16]. Відповідно до цієї концепції природного фону додаткове опромінення буде прийнятним у тому випадку, якщо опромінення буде порівняним з природним фоном.

Відомо, що природний радіаційний фон існував до появи людини на Землі. Людина як біологічний вид сформувалася в умовах природного радіаційного фону і завжди піддавалася опроміненню від природних джерел іонізуючого випромінювання. Значні природні рівні радіації існують у Бразилії, на південному заході Індії, Ірані та в інших країнах. Населення цих районів протягом багатьох поколінь отримує дозу за рахунок природного радіаційного фону, яка перевищує у 20 разів ту, що була отримана населенням, яке було евакуйоване в результаті аварії на Чорнобильській АЕС. Причому у людей, які проживають на територіях з підвищеним природним радіаційним фоном, не було виявлено ніяких шкідливих наслідків опромінення. Більше цього, у жителів цих районів відзначається більша тривалість життя і менша частота ракових захворювань, ніж у населення країни в цілому [17]. Ці незаперечні докази змушують припускати, що безпечний рівень опромінення все-таки існує.

Природа і рівень сучасних наукових знань дозволяють нам використовувати умовну ймовірну межу між допустимими й неприпустимими дозами опромінення. Значення природного радіаційного фону знаходяться в широкому діапазоні в межах від 0,001 до 1,0 Зв/рік. В умовах цього радіаційного фону виникло життя і відбувається його еволюція. Радіаційний фон необхідний всьому живому так само, як повітря, сонячне світло і вода. До цього природного фону адаптувалися й існують усі види живих організмів, у тому числі й людина, які виробили в собі біологічні механізми захисту від шкідливої дії іонізуючого випромінювання. Ці механізми відновлюють усі ті порушення в клітинах і органах організму, які виникають під дією випромінювання. Причому за потужності дози випромінювання менше 0,001 Зв/рік спостерігається пригнічення життєдіяльності організмів, а за потужності більше 1,0 Зв/рік з'являються істотні шкідливі ефекти біологічної дії випромінювання.

З цих перевірених самою природою міркувань можна зробити висновок, що інтервал нормальної для людини дози випромінювання знаходиться в тих самих межах.

Ще наприкінці 1950-х років класики радіобіології помітили, що гіпотези про виключно шкідливу дію іонізуючого випромінювання втратили своє значення і що радіація, подібно до світлової і теплової енергії, має фізіологічний і патологічний рівень [18]. Зміни в організмі в результаті опромінення не обов'язково завдають шкоди. Сприятлива дія випромінювання в малих дозах проявляється, наприклад, у: стимуляції проростання насіння і росту численних видів рослин; фізіологічній активності бактерій і клітин ссавців; збільшенні тривалості життя комах, мишей і шурів в умовах хронічного опромінення; зниженні смертності від раку в людини, що встановлено в епідеміологічних дослідженнях останнього часу; відсутності будь-яких проявів погіршення стану здоров'я, у тому числі підвищення онкологічної захворюваності серед населення, що проживає в умовах підвищеного природного радіаційного фону.

Отже, природний радіаційний фон — це невід'ємна частина екологічної системи, середовища існування людини. Тому боротьба, яка ведеться в останні роки з природним радіаційним фоном, зокрема з радоном, суперечить здоровому глузду і є типовим проявом радіофобії. Крім шкоди і величезних матеріальних і фінансових витрат ця боротьба нічого корисного не принесе.

Лінійна безпорогова гіпотеза суперечить експериментальним і епідеміологічним дослідженням, які показують, що мала доза опромінення необхідна і сприятлива для живих організмів. З усього видно, що в майбутньому будуть накопичені нові емпіричні відомості та нові знання про біологічні наслідки опромінення, що дозволить ще надійніше обґрунтувати систему регламентації опромінення. Але вже сьогоднішні знання дають усі необхідні підстави для відмови від ЛБГ і перегляду чинних в Україні норм радіаційної безпеки. Можливо, що результати перегляду цих норм не потрібно використовувати для режимів нормальної експлуатації діючих та будівництва нових енергоблоків АЕС, але для деяких відокремлених технологічних операцій, пов'язаних із виконанням радіаційно небезпечних робіт, потрібні спеціальні дозові ліміти, які засновані не на ЛБГ. До таких технологічних операцій, наприклад, слід віднести роботи з ліквідації наслідків радіаційних аварій, вилучення ядерних матеріалів та інші роботи з перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. Так, вилучення ядерних матеріалів із аварійного енергоблоку АЕС Три-Майл-Айленд у США коштувало близько 1 000 000 000 дол. Приблизно стільки коштів знадобиться на роботи щодо вилучення ядерних матеріалів із об'єкта «Укриття». Тому використання спеціальних дозових лімітів дасть змогу суттєво знижити ці витрати.

Рекомендації МКРЗ, що використовують ЛБГ, і стандарти радіаційного захисту, засновані на цих рекомендаціях, завдають шкоди атомній енергетичній галузі. Постачальники ядерних установок вважають, що для нових споруджуваних реакторів можна домогтися показників 1 000–1 300 дол. за кВт електроенергії [19]. Таку істотну економію можна отримати за рахунок збільшення розмірів і потужності ядерних реакторів, будівництва декількох однотипних реакторів на одному майданчику, впровадження пасивних систем безпеки, які значно простіші й дешевші, ніж активні системи, що виконують ті ж функції, [20] і зниження консерватизму в регулюванні безпеки, включаючи відмову від ЛБГ.

Список використаної літератури

1. Эта идея должна умереть. Научные теории, которые блокируют прогресс/ под ред. Дж. Брокмана. Пер. с англ. С. Меринова и П. Миронова. М.: Издательство АСТ, 2017. 736 с.
2. Носовский А. В. О принципах нормирования радиационных величин. *Проблемы Чернобыля*. 2000. Вып. 6. С. 104–112.
3. Носовский А. В. Вопросы нормирования облучения персонала и населения. *Ядерная и радиационная безопасность*. 2000. Т. 3. Вып. 3. С. 16–21.
4. Носовский А. В. Малые дозы и вопросы нормирования. *Проблемы Чернобыля*. 2003. Вып. 12. С. 17–30.
5. Носовский А. В. Дозы облучения, полученные в результате аварии на Чернобыльской АЭС и медицинские эффекты. *Ядерная и радиационная безопасность*. К. 2003. Т. 6. Вып. 1. С. 11–24.
6. Носовський А. В. Досвід ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС і питання нормування опромінення. *Безпека та нерозповсюдження*. 2006. № 2 (14). С. 11–16.
7. Ключников О. О., Носовський А. В. Основи дозиметрії іонізуючих випромінювань: Навчальний посібник (Безпека атомних станцій). К.: Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, 2007. 256 с.
8. Норми радіаційної безпеки України: Державні гігієнічні нормативи. К.: МОЗУ, 1997.
9. Нормы радиационной безопасности НРБ-76/87 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87. М.: Энергоатомиздат. 1988.
10. Радиационная защита: Рекомендации МКРЗ: Публикация 26: Пер. с англ. / под ред. А. А. Моисеева. М.: Атомиздат. 1978.
11. Кеирим-Маркус И. Б. Комментарии к кн.: Радиационная безопасность. Рекомендации МКРЗ 1990 г. Публикация 60 МКРЗ. Ч. 2.: пер. с англ. М.: Энергоатомиздат. 1994. С. 161–207.
12. French National Academy attacks plans to change EU radiation rules. The worlds nuclear news agency. 1999, 30 June. News № 2/16/99/A.
13. Radiation risk in perspective. Heath Physics Society position statement. *HPS Newsletter*. 1996. № 24 (3).
14. Кеирим-Маркус И. Б. Радиационная биология. *Радиозкология*. 1998. Т. 38. Вып. 5. С. 673–683.
15. Отчет NEA/OECD № 6360. Финансирование строительства АЭС. 2009.
16. Adler H. I., Weinberg A. M. Application of the Dose Limitation System for Radiation Protection. *IAEA*. Vienna, 1979.
17. Jaworowski Z. Beneficial ionizing radiation. In: What Risk? City: Butterworth-Heinemann. 1997.
18. Бак З., Александер П. Основы радиобиологии. М.: Наука, 1963. 420 с.
19. Кидд С. Наступит ли эра строительства большого числа новых реакторов. *Атомная техника за рубежом*. М., 2004. № 12. С. 29–31.
20. Cummins W. E., Corletti M. M., Schulz T. L. Westinghouse AP1000 Advanced Passive Plant. In: Proceedings of ICAPP'03, Cordoba, Spain, May 4–7, 2003.

References

1. Brockman, J. (ed.) (2017) “This Idea Must Die. Scientific Theories that are Blocking Progress” [Eta ideya dolzhna умерet'. Nauchnye teorii, kotorye blokiruyut progress], Moscow, AST, 736 p. (Rus)
2. Nosovskyi A. V. (2000) “On the Principles of the Rationing of Radiation Values” [O printsipah normirovaniya radiatsionnykh velichin], Problems of Chornobyl, No. 6, pp. 104–112. (Rus)
3. Nosovskyi A. V. (2000) “Issues of Rationing of Personnel and Population Exposure” [Voprosy normirovaniya oblucheniya personala i naseleniya], Nuclear and Radiation Safety, Vol. 3, No. 3, pp. 16–21. (Rus)
4. Nosovskyi A. V. (2003) “Small Doses and the Rationing Issues” [Malye dozy i voprosy normirovaniya], Problems of Chornobyl, No. 12, pp. 17–30. (Rus)

5. *Nosovskyi A. V.* (2003) "The Doses Got as a Result of the Chernobyl Accident and Their Medical Effects" [Dozy oblucheniya, poluchennye v rezultate avarii na Chernobylskoy AES i medicinskie efekty], Nuclear and Radiation Safety, Vol. 6, No. 1, pp. 11–24. (Rus)
6. *Nosovskyi A. V.* (2006) "The Experience of Eliminating the Consequences of the Accident at the Chernobyl NPP and the Issue of the Radiation Rationing" [Dosvid likvidatsii avarii na Chornobylskii AES i pytannia normuvannia oprominennia], Safety and non-proliferation, No. 2 (14), pp. 11–16. (Ukr)
7. *Klyuchnykov O. O., Nosovskyi A. V.* (2007) "Basis of Radiation Dosimetry" [Osnovy dozimetrii ionizuiuchykh vyprominiuvan], Kyiv: ISP NPP NAS of Ukraine, 256 p. (Ukr)
8. Radiation Safety Standards in Ukraine: State Hygiene Standards [Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy: Derzhavni hihienichni normatyvy], Kyiv, Ministry of Health of Ukraine, 1997. (Ukr)
9. NRB-76/87 Radiation Safety Standards and SSP-72/87 Basic Sanitary Rules for Work with Radioactive Substances and Other Radiation Sources OSP-72/87 [Normy radiacionnoj bezopasnosti NRB-76/87 i Osnovnye sanitarnye pravila raboty s radioaktivnymi veshchestvami i drugimi istochnikami ioniziruyushih izluchenij OSP-72/87], Moscow, Energoatomizdat, 1988. (Rus)
10. *Moiseev A. A.* (ed.) "Radiation Protection: ICRP Recommendations: Publication 26" [Radiacionnaya bezopasnost. Rekomendacii MKRZ. Publikaciya 26], Moscow, Atomizdat, 1978. (Rus)
11. *Keirim-Markus I. B.* (1994) "Comments on the Book: Radiation Safety. ICRP Recommendations of 1990" [Kommentarii k kn.: Radiacionnaya bezopasnost. Rekomendacii MKRZ 1990 g.]. In: Publication 60, ICRP, Part 2, Moscow Energoatomizdat, pp. 161–207. (Rus)
12. French National Academy Attacks Plans to Change EU Radiation Rules. The World's Nuclear News Agency, 1999, 30 June, News No. 2/16/99/A.
13. Radiation Risk in Perspective. Heath Physics Society Position Statement // HPS Newsletter, 1996, No. 24 (3).
14. *Keirim-Markus I. B.* (1998) "Radiation Biology. Radioecology" [Radiacionnaya biologiya. Radioekologiya], Vol. 38, No. 5, pp. 673–683. (Rus)
15. NEA/OECD No. 6360 Report. Financing of NPP Construction [Finansirovanie stroitelstva AES], 2009. (Rus)
16. *Adler H. I., Weinberg A. M.* (1979) "Application of the Dose Limitation System for Radiation Protection", IAEA, Vienna.
17. *Jaworowski Z.* (1997) "Beneficial Radiation". In: "What Risk?" Butterworth-Heinemann.
18. *Bak Z., Aleksander P.* (1963) "Basis of Radiobiology" [Osnovy radiobiologii], Moscow, Nauka, 420 p. (Rus)
19. *Kidd S.* (2004) "Will the era of construction of a large number of new reactors come" [Nastupit li era stroitelstva bolshogo chisla novyh reaktorov], Nuclear technology abroad, No. 12, pp. 29–31. (Rus)
20. *Cummins W. E., Corletti M. M., Schulz T. L.* (2003) "Westinghouse AP1000 Advanced Passive Plant". In.: Proceedings of ICAPP'03, Cordoba, Spain, May 4–7.

A. V. Nosovskyi

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of National Academy of Sciences of Ukraine

The Issue Of Linear No-Threshold Hypothesis

Some issues concerning the effect of ionizing radiation on the human body and methodological approaches to the development of radiation safety standards are considered. It is shown that the use of the linear no-threshold hypothesis (LNT hypothesis) in up-to-date radiation safety standards is inconsistent with experimental and epidemiological dose-response data, introduces essential excessive conservatism in the safety assessment process and causes additional problems concerning nuclear power engineering development.

Due to the absence of convincing proofs for the existence of the dose threshold nowadays, it is assumed that any ionizing radiation can lead to a certain risk of developing harmful effects and, therefore, the linear non-threshold dependence between the dose and the probability of the harmful effect is recommended. However, everyone understands that the use of the LNT hypothesis significantly overestimates the real danger. At the same time, the LNT hypothesis aggravates the existing high public fear of nuclear power, and the nuclear power industry pays extraordinary expenses to comply with radiation protection standards based on the LNT hypothesis. In order to comply with rules and regulations based on the LNT hypothesis, the nuclear energy industry invests financial resources in the creation of additional safety barriers for nuclear facilities, as well as new security and control systems. One of the reasons for increasing the cost for construction of a nuclear power plant is the increased design cost caused by enhanced safety requirements that are based on the LNT hypothesis.

The traditional engineering approach to ensure the safety of nuclear facilities is based on the increase in the number of protective systems and devices that reduce the probability of severe accidents and reduce the radiation hazard of their consequences. Implementation of this approach in practice leads to a complication and a rise in the price of a nuclear facility. Obviously, it is possible to substantially enhance the safety level of nuclear facilities by creating new and new safety barriers around them, but sooner or later the nuclear energy production will become uncompetitive compared to the generation of other kinds of energy.

It is concluded that up-to-date knowledge gives all the necessary grounds for eliminating the use of the linear no-threshold hypothesis and for revising the existing radiation safety standards of Ukraine for some isolated technological operations related to radiation hazardous activities. Such technological operations include activities related to the mitigation of radiation accident consequences, retrieval of nuclear materials and other activities related to the Shelter's transformation into an environmentally safe system.

Keywords: radiation safety standards, radiation protection, linear no-threshold hypothesis, ionizing radiation, dose limits.

A. В. Носовский

*Институт проблем безопасности атомных электростанций
Национальной академии наук Украины*

К вопросу о линейной беспороговой гипотезе

Рассмотрен вопрос о влиянии ионизирующего излучения на организм человека и методические подходы к формированию норм радиационной безопасности. Показано, что использование в современных нормах радиационной безопасности линейной беспороговой гипотезы противоречит экспериментальным и эпидемиологическим исследованиям, вносит существенный избыточный консерватизм в процесс оценки безопасности и дополнительные проблемы в развитие ядерной энергетики.

Сделан вывод, что современные знания дают все основания для отказа от линейной беспороговой гипотезы и пересмотра действующих в Украине норм радиационной безопасности для некоторых отдельных технологических операций, связанных с выполнением радиационно опасных работ. К таким технологическим операциям, например, относятся работы по ликвидации последствий радиационных аварий, извлечение ядерных материалов и другие работы по преобразованию объекта «Укрытие» в экологически безопасную систему.

Ключевые слова: нормы радиационной безопасности, радиационная защита, линейная беспороговая гипотеза, ионизирующее излучение, дозовые пределы.

Отримано 10.08.2018

* Dose threshold is the minimum amount of a drug or absorbed radiation that produces a detectable effect. Mosby's Medical Dictionary, 9th edition. 2009, Elsevier.