

РАДІАЦІЙНА ГІГІЄНА

УДК 613.648.4:351.77(083)

ПІЗНЯ ФАЗА РАДІАЦІЙНОЇ АВАРІЇ: НЕВИПРАВДАНІСТЬ ДІЮЧИХ НОРМАТИВІВ

Лось І.П., Тарасюк О.Є.

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», м. Київ

Вступ. З комплексу всіх аварійних радіонуклідів, які забруднили територію України після аварії на ЧАЕС, уже на другий рік провідним дозоформуєчим компонентом для населення став радіоцезій. Його вклад в сумарну дозу становив близько 70% та зростає з часом, зараз він формує 85-99% сумарної дози опромінення населення радіонуклідами аварійного походження.

Не менш біологічно значимим радіонуклідом з позицій формування дози є ^{90}Sr . Проте масштаби забруднення території України ^{90}Sr порівняно з ^{137}Cs значно менші [1]. Крім цього, у ^{90}Sr менший коефіцієнт переходу «грунт-рослини». Резорбція розчинних сполук стронцію залежить від віку людини, фізіологічного стану, характеру харчування та вмісту в раціоні кальцію. Коефіцієнти переходу ^{90}Sr з бар'єрних органів в рідини організму становлять від 30 до 60%. В великих кількостях стронцій всмоктується у дітей, для дорослої людини визначено величину резорбції 30%. Таким чином, його вклад в дозу становить кілька відсотків і тільки в опромінених критичних групах населення.

Однак, незважаючи на те, що вклад стронцію в сумарну дозу невеликий, він відноситься до категорії радіонуклідів, які доцільно нормувати, беручи до уваги не радіологічно захисні аспекти, а соціально-психологічні. ^{90}Sr відомий населенню по радіоактивних випадіннях радіонуклідів при випробуваннях ядерної зброї і викидах ядерних підприємств, тому поява такого нормативу сприятиме покращенню психоемоційного стану та зменшенню радіотривожності людей.

Решта аварійних радіонуклідів дають вклад в сумарну дозу доли відсотка, їх нормувати недоцільно.

^{137}Cs та ^{90}Sr надходить в організм людини з практично всіма продуктами харчування, але найбільший внесок в дозу опромінення людини (близько 70%) дає молоко.

На забруднених територіях створена та функціонує розвинена система радіаційного контролю. Майже у 2 тис. населених пунктах проводиться відбір та аналіз проб молока і картоплі щодо вмісту в них ^{137}Cs та ^{90}Sr . З кожним роком зменшується кількість населених пунктів, у яких доза опромінення людини може перевищити нормативну величину 1 мЗв за рік. У 1991 році таких населених пунктів було 826, у 2004 році – 207 [2], на сьогодні – 56 [3].

Проте з метою обмеження надходження цих радіонуклідів в організм людини у післяаварійний період були введені в дію тимчасові допустимі рівні їх вмісту в продуктах харчування. Нормативи по мірі покращення радіаційної обстановки ставали жорсткіші, закріплюючи досягнуте покращення радіаційної ситуації та стимулюючи дії по зменшенню опромінення населення. Так, нормативи на продукти харчування протягом 1986-2006 рр. мінялись 6 разів [4-6].

За роки після аварії на Чорнобильській АЕС радіаційний стан територій, що зазнали радіоактивного забруднення, значно покращився. Перехід радіонуклідів у рослини й організм тварин знизився за рахунок фізичного розпаду та міграції радіонуклідів вглиб ґрунту, зниження їх біодоступності, а також завдяки вжитим контрзаходам [7]. Ці причини привели до того, що доза опромі-

нення населення забруднених територій значно знизилась. Наприклад, в смт. Народичі середня доза опромінення жителів (без дози на щитоподібну залозу) знизилась з 9,6 мЗв в 1986 році [8] до 1,24 мЗв в 2007 році [3], тобто на порядок.

Основною метою будь-яких аварійних нормативів в радіаційній гігієні є захист здоров'я людини шляхом зменшення дози опромінення її. При цьому доза – це кількість енергії іонізуючого проміння, що поглинуто одиницею маси органу, тканини чи тіла людини. Якраз доза визначає ймовірність прояву негативних ефектів для здоров'я людини.

З врахуванням неможливості прямих вимірювань доз у всіх ситуаціях опромінення, контроль радіаційної ситуації в конкретних умовах опромінення проводиться величинами, похідними від дози. Це активність конкретних радіонуклідів.

Мета роботи.

1. Аналіз обсягів контролю радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr в продуктах харчування радіологічними підрозділами санітарно-епідеміологічної служби України.
2. Оцінка величини відвернутої дози внутрішнього опромінення населення країни, оцінка оптимальності та виправданості введених в дію нормативів.

Матеріали і методи. Для вивчення стану проблеми було проаналізовано матеріали річних звітів відділів радіаційної гігієни, представлених різними обласними СЕС. Також проаналізовано динаміку змін нормативних документів «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді» та встановлено відповідність діючого документа потребам сьогодення.

Науковий аналіз отриманих даних. В ситуації аварії на ЧАЕС нормативи встановлювалися для тих радіонуклідів, які в певний момент часу визначали найбільше опромінення населення [4]. Відразу після аварії були введені нормативи для ^{131}I (3,7 кБк·л⁻¹ в молоці), спрямовані на неперевищення дози опромінення щитоподібної залози у дітей понад 0,3 Гр [9].

Надалі нормативи, затверджені 30.05.1986 р. (ДР-86), регламентували вміст радіоцезію та радіостронцію в 22 видах продуктів харчування, воді, лікарській сировині. Після розпаду ^{131}I (через 2-3 місяці) радіоактивний цезій формував основну дозу внутрішнього опромінення.

По-перше, при розробці цих нормативів виходили з наявності вимірювальних приладів, їх кількості, котрі можуть забезпечити контроль виконання нормативів. По-друге, норматив забезпечував надходження радіонуклідів ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{90}Sr не більше 11 кБк·добу⁻¹.

При такому надходженні максимальна доза внутрішнього опромінення може скласти 50 мЗв·рік⁻¹ – нормативу внутрішнього опромінення того часу.

В той час практично у всіх лабораторіях були бета-радіометри [4]. Враховуючи те, що цезій є β- та γ-випромінюючим радіонуклідом, а стронцій – тільки β-випромінюючим, обидва могли контролюватись β-радіометрами. Але в цьому випадку в сумарну β-активність продукту буде входити β-активність природного, присутнього у всіх продуктах харчування калію-40, в кількості, пропорційній вмісту стабільного калію в продукті. При цьому його вміст коливається в достатньо вузькому діапазоні. Це значить, що його можна завжди відняти з величини отриманого сумарного спектру.

Та навіть, якщо не віднімати його з величини отриманого сумарного спектру, похибка буде незначна. Наприклад, середній вміст калію-40 в молоці, в найбільш дозоформуючому по цезію-137 продукті, становить в середньому 40 Бк·л⁻¹, а норматив становив 11000 Бк·добу⁻¹.

Як наслідок введення жорсткішого нормативу на вміст радіоцезію в молоці 1·10⁻⁸ Кі·л⁻¹ (370 Бк·л⁻¹) замість 1·10⁻⁷ Кі·л⁻¹ (3700 Бк·л⁻¹) в серпні 1986 р. відбулося зниження вмісту ^{137}Cs в харчовому раціоні. Жорсткий норматив на молоко, яке забезпечувало близько 70% дози внутрішнього опромінення жителів села призвів до стимуляції захисних заходів та зниження дози внутрішнього опромінення [10].

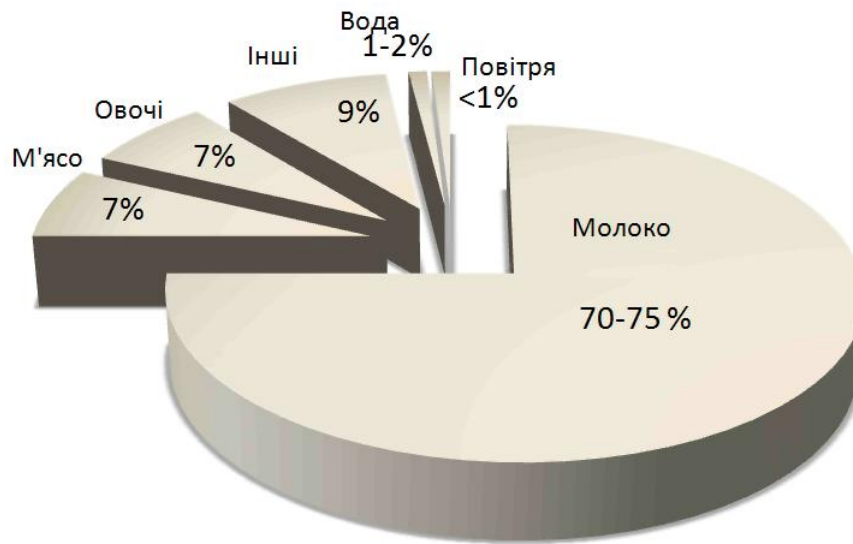


Рисунок 1. Структура доз внутрішнього опромінення населення на 1986 р. [10].

Такі профілактичні і захисні заходи в перші роки після аварії були виправданими, а з врахуванням їх орієнтування тільки на найбільш дозоутворюючі продукти харчування – і оптимальними. Під контроль підпадали також найбільш критичні по психоемоційному аспекту продукти (наприклад, лікарські рослини, вода). Нормативи дійсно сприяли зниженню дози внутрішнього опромінення населення та стимулювали впровадження ефективних захисних заходів по зменшенню надходження радіоцезію в сільськогосподарську продукцію.

До 1997 р. регламентування активності ^{137}Cs в 13 видах продуктів харчування та ^{90}Sr в 7 видах здійснювалось відповідно до "Временных допустимых уровней содержания радионуклидов цезия-137, 134 и стронция-90 в продуктах питания и питьевой воде (ВДУ-91)", затверджених в 1991 році МОЗ СРСР [4].

ДР-97 (перші національні нормативи в незалежній Україні) запроваджувалися з метою подальшого зниження дози внутрішнього опромінення населення України шляхом обмеження надходження радіонуклідів з продуктами харчування та стимуляції дотримання виробниками необхідних умов одержання чистої продукції на забруднених територіях [5].

Наказом МОЗ України від 3.05.2006 р. №256 затверджено діючі на сьогодні Державні гігієнічні нормативи "Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах

харчування та питній воді" (ДР-2006) [6]. Нормативи радіаційної безпеки харчових продуктів визначені для ^{137}Cs та ^{90}Sr -радіонуклідів аварійного походження, що формують дозу внутрішнього опромінення для аліментарного шляху надходження. Вони встановлені виходячи з того, що вміст радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді повинен забезпечити неперевищення прийнятої границі річної ефективної дози внутрішнього опромінення 1мЗв в рік.

В 2002-2005 рр. радіологічними підрозділами обласних держсанепідстанцій досліджено велику кількість проб продовольчої сировини і харчових продуктів на вміст радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr (табл. 1), в т.ч. в 2006 р. (рік введення в дію нового нормативу) – 150 тис. проб. З них у 2006 р. в 2,32% та 0,03% проб вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr відповідно не задовольняє діючому на час вимірювання вимогам гігієнічного нормативу.

Фактично протягом останніх років перевищення вмісту радіоактивних речовин реєструється в молоці та м'ясі Волинської, Житомирської, Рівненської областей, овочах Рівненської та дикорослих харчових продуктах шести північних областей. Відзначається перевищення гігієнічного нормативу за вмістом ^{137}Cs в пробах молока індивідуального сектору (5,67% від кількості досліджених проб), продуктів лісу (13,96%), м'яса (1,30%).

Таблиця 1. Число проб харчових продуктів, виміряних на вміст ^{137}Cs та ^{90}Sr за 2002-2006 рр.*

Роки	Досліджено проб харчових продуктів	в т.ч.			
		на ^{137}Cs		на ^{90}Sr	
	всього	всього	з них не відповідають гігієн. нормативам	всього	з них не відповідають гігієн. нормативам
2002	162144	152085	5730 (3,77%)	23459	26 (0,11%)
2003	165835	165829	6550 (3,95%)	28502	64 (0,22%)
2004	150967	150469	5966 (3,96%)	24049	3 (0,01%)
2005	147918	146955	3740 (2,54%)	23974	8 (0,03%)
2006	150086	149311	3463 (2,32%)	26722	8 (0,03%)

Примітка: * 2002-2005 рр. – контроль вимог ДР-97; 2006 р. – контроль вимог ДР-2006.

Як уже було зазначено, в основному це проби харчових продуктів з найбільш забруднених шести північних областей. Практично не реєструється перевищення гігієнічного нормативу ДР-2006 за вмістом ^{137}Cs в продуктах харчування та продовольчій сировині східних, південних та центральних областей України.

Дослідження продукції тваринного походження свідчить про те, що протягом останніх років на фоні природних процесів очищення відбувається поступове зниження вмісту ^{137}Cs в молоці, але в окремих господарствах рівні забруднення залишаються відносно високими і в декілька разів перевищують ДР-06. Аналіз результатів вимірювань проб молока, що заготовлюється, показав, що найбільша кількість проб з перевищенням нормативу щодо забруднення молока радіонуклідами ^{137}Cs відзначається в Волинській (16,67%), Рівненській (12,51%) і Житомирській (5,80%) областях.

В Київській, Сумській та Чернігівській областях за останні роки реєструється незначне перевищення активності ^{137}Cs у молоці з окремих приватних господарств деяких районів. У решті областей за 2002-2005 рр. не виявлено жодної проби молока з перевищенням гігієнічних нормативів.

При цьому слід відмітити, що якість продуктів харчування за показниками радіологічної безпеки суттєво відрізняється для приватного сектору і молокопереробних підприємств. Як показує моніторинг, що здійснюється держсанепідслужбою (нагадаємо, що це 35-40 тис. досліджень зразків молока і молокопродуктів за рік), в молокопродуктах,

що надходять на реалізацію, не фіксується перевищення введених нормативів.

Очевидний висновок: цей норматив для молока, продукту з найбільшим вкладом у дозу опромінення людей якщо має бути, то тільки в окремих місцях (населених пунктах) забруднених територій. Тільки тоді він буде забезпечувати зменшення дози опромінення жителів цих населених пунктів.

Як уже було відмічено, дози опромінення населення України значно зменшились за післяаварійний період. А це значить, що найменування груп продуктів харчування, що підлягають радіаційному контролю, теж повинні зменшуватися. Якщо в попередньому документі нормативи стосувалися тільки 16 продуктів харчування, то в ДР-2006 встановлено регламенти на 51 найменування груп продуктів, де фактично перераховано не компоненти раціону, а все можливе в харчуванні людини (див. табл.2). Це різко підняло ціну моніторингу, при цьому з нульовим ефектом. Ні одного зразка з перевищенням нормативних величин. Це свідчить про неоптимальність ДР-2006.

Для цього ряду продуктів складно уявити умови, за яких відбулося б забруднення радіонуклідами вище зазначених нормативів. А по вкладу в дозу опромінення такі продукти дають дуже малу долю. Наприклад, середнє рекомендоване річне споживання кухонної солі дорослою людиною – 3,6 кг. Доза за рахунок перорального надходження ^{137}Cs з харчовою сіллю (при нормативі в $120 \text{ Бк}\cdot\text{кг}^{-1}$) становитиме $9,1 \times 10^{-3} \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$, що відповідає 0,9% нормативної величини $1 \text{ мЗв}\cdot\text{рік}^{-1}$.

Таблиця 2. Значення допустимих рівнів питомих активностей радіонуклідів ^{137}Cs та ^{90}Sr у деяких продуктах харчування (ДР-2006).

Продукт	Норматив, Бк·кг ⁻¹	
	^{137}Cs	^{90}Sr
Алкогільні напої (за винятком пива)	50	30
Лікарські рослини сушені; фіточаї, мате (парагвайський чай), каркаде (суданська троянда) та інші	200	100
Тютюн та тютюнові вироби	120	50
Харчові добавки та їх суміші...; оцет; сода харчова; дріжджі...	150	50
Сіль кухонна харчова	120	30

Найкращі γ -спектрометри такі рівні ^{137}Cs (120 Бк·кг⁻¹) дозволяють виміряти з відносною похибкою близько 2,5% протягом однієї години. В практичних організаціях радіаційного контролю існуючі прилади дозволяють за прийнятний час вимірювань – 20 хвилин – отримати результат з відносною похибкою близько 10%. В будь-якому випадку, похибка вимірювань в рази більша від дольового вкладу продукту в дозу. Такі продукти (фактори-забруднювачі довкілля будь-якої природи) в гігієні виключаються з системи контролю.

Що стосується сушених лікарських рослин, то вважаємо дивним необхідність контролю імпортованих чаїв (наприклад, парагвайського), де забруднення території радіоцезієм не відбулось.

Розрахунки показують, що максимально можливе значення річної індивідуальної дози внутрішнього опромінення від щоденного використання галенових препаратів (хоча такі препарати містять біологічно активні компоненти, і постійне їх вживання недопустиме) при граничних рівнях вмісту у рослинній лікарській сировині 200 Бк·кг⁻¹ ^{137}Cs становить $4\text{--}7 \times 10^{-3}$ мЗв (або 0,4–0,7% від референтної дози 1 мЗв·рік⁻¹). Реальна доза опромінення від цезію буде в десятки-сотні разів меншою.

Крім цього, у зв'язку з невиправдано низькими нормативами вмісту ^{137}Cs та ^{90}Sr у рослинній лікарській сировині (ДР-2006) виникли проблеми з її заготівлею та, відповідно, суттєвим зменшенням обсягу виробництва вітчизняних лікарських засобів. Згаданий документ порушує головний принцип протирадіаційного захисту – виправданості дій, бо

дефіцит лікарської сировини для населення України обумовлює шкоду значно більшу, ніж позитивний ефект від економії мізерної дози при реалізації нормативу.

Чим жорсткіше значення нормативної величини, тим більш гуманним виглядає документ. Однак слід мати на увазі, що контроль виконання такого нормативного документу вимагає більших затрат. Виникає проблема виправданості цього нормативу з позицій здоров'я людини. Ціна затрачених коштів на контроль вимог такого нормативу входить в ціну продукту і через погіршення економіки сім'ї може принести більше шкоди здоров'ю.

Вартість одного вимірювання¹, що проводиться держсанепідслужбою, складає:

- ^{137}Cs – 61,28 грн.;
- ^{90}Sr – 81,05 грн. (метод β -спектрометрії).

Так, в 2006 р. вартість проведених радіологічними підрозділами СЕС досліджень склала 11,32 млн. грн. (в т.ч. 9,15 млн. грн. – дослідження ^{137}Cs та 2,17 млн. грн. – ^{90}Sr). Тобто, для виявлення восьми проб продуктів харчування з перевищенням нормативу по ^{90}Sr (табл. 1) в 2006 р. було виміряно 26,7 тис. зразків продуктів харчування та витрачено більше 2 млн. грн. (без вартості продуктів харчування).

¹ Вартість вимірювання визначено постановою КМУ від 27.08.2003 р. №1351 із змінами, згідно з постановою КМУ №662 від 11.05.2006 р.

Висновки

Аналіз радіаційного контролю продуктів харчування закладами держсанепідслужби показує, що контроль функціонує, але діючі нормативи не дають зменшення доз внутрішнього опромінення населення.

Збільшення переліку віднормованих продуктів (в тому числі похідних та тих, що дають мізерний вклад в дозу) призводить до того, що виконання нормативу зростає в ціні, а користь від такого регулювання практично нульова.

Норматив ДР-2006 невиправданий та неоптимізований, він не відповідає вимогам Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Тому, вважаємо, документ повинен бути відмінений.

Причина виникнення такого документу – відсутність нормативно-методичного керівництва щодо наукового обґрунтування такого роду нормативів. На нашу думку, регулюючими органами України слід передбачити підготовку відповідних документів з цієї проблеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас Україна. Радіоактивне забруднення / Розроблено ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО на замовлення Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. – К., – 2002. – 46 с.
2. 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє: Національна доповідь України. – К.: Атіка, – 2006. – 224 с.
3. Загальнодозиметрична паспортизація та результати ЛВЛ-моніторингу в населених пунктах України, які зазнали радіоактивного забруднення після Чорнобильської аварії (Узагальнені дані за 2007 р. Збірка 12) // МНС України, НЦРМ АМНУ, ІРЗ АТНУ. – Київ, – 2008. – 49 с.
4. Чорнобильська трагедія: Документи і матеріали // НАН України; Інститут історії України. – К.: Наук. думка, – 1996. – 784с.
5. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді / Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 25.06.1997 р. №61. – К., – 1997. – 8 с.
6. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді / Затверджено наказом МОЗ України від 03.05.2006 №256, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 17.07.2006 №845/12719. – К., – 2006. – 26 с.
7. Міжнародна конференція «Двадцять років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє» м. Київ, Україна, 24-26 квітня 2006 р. / Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2007. – №1. – С. 61-71.
8. Десять років після аварії на Чорнобильській АЕС: Національна доповідь України. – К.: Мінчорнобиль України, – 1996. – 250 с.
9. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных электростанций СП АЭС-79 /Ин-т биофизики М-ва здравоохранения СССР. – М., Энергоиздат, – 1981. – 40 с.
10. Лось И.П. Гигиеническая оценка дозообразующих источников ионизирующих излучений природного и техногенного происхождения и доз облучения населения Украины: дис... д-ра биол. наук: 14.00.07. – К., – 1992. – 347 с.

ПОЗДНЯЯ ФАЗА РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ: НЕОПРАВДААННОСТЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМАТИВОВ

Лось И.П., Тарасюк О.Е.

В статье показаны объемы и качество контроля радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания радиологическими подразделениями санитарно-эпидемиологической службы Украины.

Дана оценка величины предотвращенной дозы внутреннего облучения населения страны. Исследованы основные принципы противорадиационной защиты действующих нормативов – оправданности и оптимизации.

Анализ радиационного контроля продуктов питания показывает, что система контроля функционирует, но нормативы не дают уменьшения доз.

***LATE PHASE OF RADIATION ACCIDENT:
UNJUSTIFIED IN WORKING REGULATION***

Los I.P., Tarasiuk O.Ye.

Report includes volume and quality of control of ^{137}Cs and ^{90}Sr radionuclides in food by radiologic laboratories of Ukrainian sanitary inspection.

Value of the prevented dose of internal exposure of the population is estimated. The main principles (justification and optimization) of radiation protection of working regulation are investigated.

Study of food radiation control show the monitoring system functions, but normative documents don't reduce radiation doses.

УДК 613.6:614.876

**САНІТАРНО–ГІГІЄНІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛИШКІВ
З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ ПРИРОДНИХ РАДІОНУКЛІДІВ,
ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НАФТОГАЗОВОГО
КОМПЛЕКСУ**

*Шаповал В.Ф., Загорулько О.С., Катрушов О.В., Саргош О.Д.
Полтавська обласна санітарно-епідеміологічна станція, м. Полтава
ВДНЗУ «Українська медична стоматологічна академія», м. Полтава*

Багаторічний досвід нафтовидобування свідчить про те, що у світі відбувається інтенсивне забруднення навколишнього природного середовища природними радіоактивними елементами, що містяться в горизонтах Землі [9]. Проблема забруднення радіонуклідами місцевості й обладнання на нафтопромислах світу уже давно є актуальною й спеціально вивчається в багатьох районах нафтовидобування [1,2].

На робочих місцях, згідно технологічного процесу видобутку і первинної переробки сировини, основними природними джерелами опромінення працівників організацій нафтогазового комплексу (НГК) у виробничих умовах можуть бути: промислові води, що містять природні радіонукліди; відкладення солей з високим вмістом природних радіонуклідів на технологічному устат-

куванні; виробничі відходи з підвищеним вмістом природних радіонуклідів; забруднені природними радіонуклідами території (окремі ділянки територій) нафтогазовидобувних та переробних організацій; забруднені природними радіонуклідами технологічне устаткування [3].

Той факт, що при проведенні радіаційного обстеження об'єктів нафтогазовидобування Полтавської області було зафіксовано досить високі рівні потужності експозиційної дози на технологічному обладнанні та підвищений вміст природних радіонуклідів у шламі [6,7], а також, що Полтавська область займає одне з перших місць в Україні по видобуванню нафти та газу (з надр Полтавського регіону видобувається близько 38% українського газу і 24% нафти), становить науковий інтерес в плані проведення більш