

*Т. В. Кундельська, А. П. Дмитрів*  
*Івано-Франківський національний*

*технічний університет нафти і газу*

## **ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ РАДІОНУКЛІДАМИ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА**

Проведено вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози по гамма-випромінюванню від різних типів дорожнього покриття, що використовуються на території міста Івано-Франківська. Дорожнє покриття класифіковано в залежності від періоду його облаштування. Проаналізовано результати досліджень, встановлено залежність показників потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання від типу покриття. Проведено порівняння показників з фоновими значеннями радіаційного випромінювання по місту Івано-Франківську.

**Ключові слова:** гамма-випромінювання, дорожнє покриття, потужність амбієнтного еквівалента дози, дозиметр.

Проведены измерения мощности амбиентного эквивалента дозы по гамма-излучению от различных типов дорожного покрытия, используемого на территории города Ивано-Франковска. Проведена классификация дорожного покрытия в зависимости от периода его обустройства. Результаты исследований проанализированы, установлена зависимость показателей мощности амбиентного эквивалентна дозы гамма-излучения от типа покрытия. Проведено сравнение показателей с фоновыми значениями радиационного излучения по городу Ивано-Франковску.

**Ключевые слова:** гамма-излучения, дорожное покрытие, мощность амбиентного эквивалента дозы, дозиметр.

The measurements of ambient dose equivalent rate of gamma X-ray radiation from the different types of roads surface in Ivano-Frankivsk were conducted. The authors conducted the classification of road surface, depending on the period of its arrangement. The results of research were analyzed and the dependence of ambient doses equivalent rate of gamma X-ray radiation from the types of roads were established. The authors conducted the comparisons of research results with the background rates.

**Key words:** gamma X-ray radiation, types of roads, ambient dose equivalent, dosimeter.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Дослідження радіаційної безпеки, в останні роки, втратили свою актуальність, так як наслідки впливу на навколишнє середовище після аварії на ЧАЕС, зменшились. В результаті аварії до навколишнього середовища потрапили такі активні ізотопи як  $^{131}\text{J}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ . періоди напіврозпаду цих ізотопів відповідно складають для  $^{131}\text{J}$  – 8

днів,  $^{90}\text{Sr}$  – 27,7 років,  $^{137}\text{Cs}$  – 32 роки. Так як з часу аварії на ЧАЕС минуло 30 років, то активність ізотопів, що потрапили в навколишнє середовище, внаслідок техногенного забруднення, зменшилась. Тобто дослідження радіоактивної безпеки техногенного походження зменшило свою актуальність. Тому, увагу авторів привернули природні джерела іонізуючого випромінювання, а саме: гірські породи та корисні копалини. Саме ці природні матеріали використовують для виготовлення асфальтних та будівельних сумішей для зовнішніх робіт та облаштування дорожнього покриття.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Першу радіометричну зйомку міста Івано-Франківська було зроблено у 1990 році. Були проведені вимірювання експозиційної дози і вперше розроблена радіологічна карта міста Івано-Франківськ [1]. Причиною проведення досліджень 1990 р. стала аварія на ЧАЕС 1986р. Потужність експозиційної дози гамма-випромінювання в окремих точках досягала 40-46 мкР/год, що свідчило про аномальність внаслідок випадку цезію-137 (Сельський, Сав'юк 1994).

Другу радіологічну зйомку міста Івано-Франківськ було проведено в 2001 році. Найбільшу увагу приділили зонам, які мали підвищені значення під час зйомки 1990 року. Максимальне значення становило 20 мкР/год. [2]

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** На території міста, донедавна, проводилась тільки загальна радіологічна зйомка. Постійні вимірювання радіаційного фону здійснюють гідрометеослужба на авіаційній метеостанції міста, Державна служба надзвичайних ситуацій, Державна установа «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». У наукових публікаціях не виділялось окремого об'єкту досліджень в питанні радіаційної безпеки та визначення радіаційного фону в залежності від типу дорожнього покриття. Автори виділяють дорожнє покриття, як конкретний об'єкт досліджень.

**Постановка завдання.** Метою наших досліджень є вимірювання потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання різних типів дорожнього покриття, в залежності від матеріалів, які його складають та терміну використання цього покриття для потреб населення Івано-Франківська. Також, під час дослідження, необхідно було з'ясувати чи існує залежність між типом покриття та отриманими значеннями радіоактивного випромінювання, порівняти ці значення з допустимим нормативними показниками за НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України» [3] та значеннями фонових показників по місту Івано-Франківську.

**Виклад основного матеріалу.** Радіаційна безпека – стан техногенних радіаційно-ядерних об'єктів та природного середовища, що забезпечує не перевищення основних дозових лімітів, будь-яке невикористане опромінення та зменшення радіаційних доз персоналу і населення [4].

Радіаційна безпека також передбачає визначення та забезпечення умов для проживання населення на селітебних територіях, де запроваджена система радіоекологічного моніторингу [5]. Такий моніторинг проводиться на пунктах спостереження гідрометеослужби в місті Івано-Франківську та Державною установою «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». Радіоекологічний моніторинг проводиться без прив'язки до конкретних архітектурно-будівельних чи природних об'єктів селітебних територій. Облік джерел іонізуючого випромінювання та оцінку безпеки здійснює Західна державна інспекція з ядерної та радіаційної безпеки Державної інспекції ядерного регулювання України, повноваження якої поширюються на місто Івано-Франківськ та область.

За даними Західної державної інспекції з ядерної та радіації безпеки, в Івано-Франківську немає відкритих джерел іонізуючого випромінювання. Джерела іонізуючого випромінювання в місті застосовуються лише в медичних цілях, таких як рентгенологічні дослідження, променева терапія, флюорографія. Всі джерела є абсолютно ізольованими, проходять необхідне державне ліцензування та обліковуються.

Як відомо, джерела іонізуючого випромінювання класифікують на природні та штучні. В статті автори зосередили свою увагу на природних джерелах випромінювання таких як: гірські породи та залишкові фракції корисних копалин. До осадових гірських порід, що мають природну радіоактивність належать щебінь, гравій, дресва та гранітний відсів, окрім того ці породи мають здатність акумулювати штучні радіонукліди. Саме такі природні матеріали використовують при виробництві будівельного цементу, тротуарних плиток, бордюрів, бруківки, осипання доріжок та клумб, зведення масштабних архітектурних споруд та мостів, підсилення автодоріг, залізничних колій. До корисних копалин, які мають природну радіоактивність належать бітуми (високомолекулярні фракції нафти), такі їхні властивості обумовлені, в основному, гама-випромінюванням урану та радію. Бітуми це основний матеріал асфальтних сумішей, що використовуються в дорожньому будівництві. Бітуми часто змішують з піском, гравієм та щебенем для використання в якості ізоляційного матеріалу.

З розвитком суспільства матеріали для покриття доріг змінювались. В місті Івано-Франківську є різні типи дорожнього покриття, в залежності від періоду їх облаштування. Для проведення даної роботи ці типи класифікували наступним чином:

- нове асфальтоване покриття (період 2010-2016 років);
- старе асфальтоване покриття (період СРСР);
- нова бруківка (період 2013-2016 років);
- стара бруківка (період існування Австро-Угорської імперії), даний вид покриття зберігся тільки на території історико-архітектурного центру колишнього Станіславава.

Автори, мали на меті, виміряти та проаналізувати показники потужності амбієнтного еквівалента дози гамма-випромінювання саме автодорожнього покриття та бруківки по місту Івано-Франківську, що містять вищенаведені природні матеріали. Всі дослідження проводились за допомогою дозиметра-радіометра «Терра МКС-05». Вимірювання проводились за стандартною методикою на відстані 15 см від об'єкту, та на відстані 1 м. Дані знімались з приладу в межах стабільної статистичної похибки в мкЗв/год, для порівняння з радіаційним фоном ці одиниці вимірювання були переведені в мкР/год.

Потужність амбієнтного еквівалентна доза – це відношення приросту амбієнтного еквівалента дози за інтервал часу до величини цього інтервалу. Еквівалентна доза –це добуток поглинутої дози на середній коефіцієнт якості іонізуючого випромінювання, який враховує біологічний вражаючий ефект для різних тканин. За одиницю вимірювання еквівалентної дози прийнятий зіверт (Зв). Потужність амбієнтного еквівалентна доза вимірюється в мкЗв/год [4]. Для дослідження, точки на яких проводили вимірювання, розподілили рівномірно по території міста Івано-Франківська, щоб їх кількість була однаковою для різних типів дорожнього покриття. Результати вимірювання наведені в табл. 1 та 2. За результатами вимірювань побудовані порівняльні графіки радіаційного забруднення для асфальтного покриття та для покриття у вигляді бруківки (рис. 1, 2).

За даними управління Державної установи «Івано-Франківський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України» фоновим значенням для міста Івано-Франківська є 9–14 мкР/год [6].

Таблиця 1

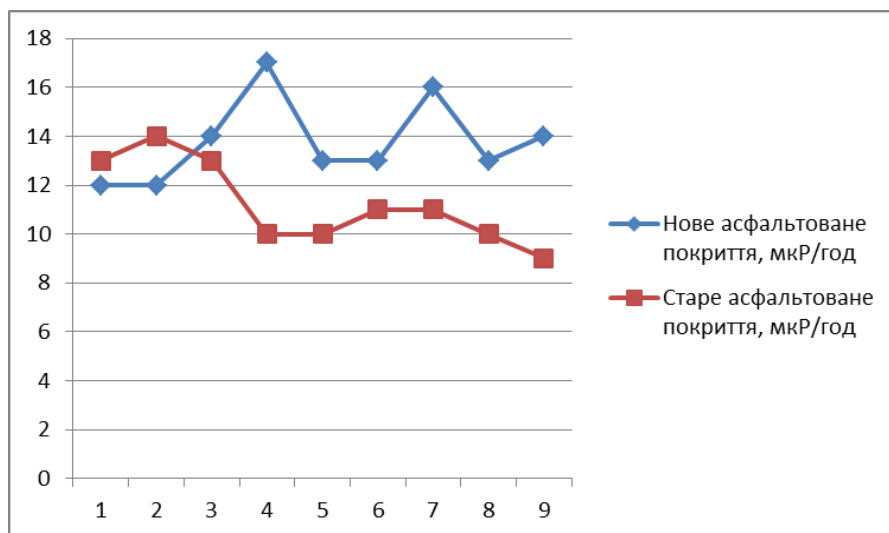
**Результати вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози за гамма-випромінюванням асфальтованого покриття м. Івано-Франківська**

<b>№ п/п</b>	<b>Нове асфальтоване покриття</b>	<b>Значення, мкР/год</b>	<b>Старе асфальтоване покриття</b>	<b>Значення, мкР/год</b>
1	вул. Романа Гурика	12	вул. Млинарська	13
2	вул. Новгородська	12	вул. Короля Данила	17
3	вул. Тичини	17	вул. Чорновола	13
4	вул. Надрічна	13	вул. Чорновола, стадіон «Рух»	10
5	вул. Набережна, («Пако»)	13	вул. Горбачевського, АС-2	10
6	вул. Вовчинецька	13	вул. Грюнвальська	11
7	вул. Гетьмана Сагайдачного	16	вул. Донцова	11
8	вул. Миколайчука	13	вул. Степана Бандери	10
9	вул. Івасюка	14	вул. Василя Стуса	9

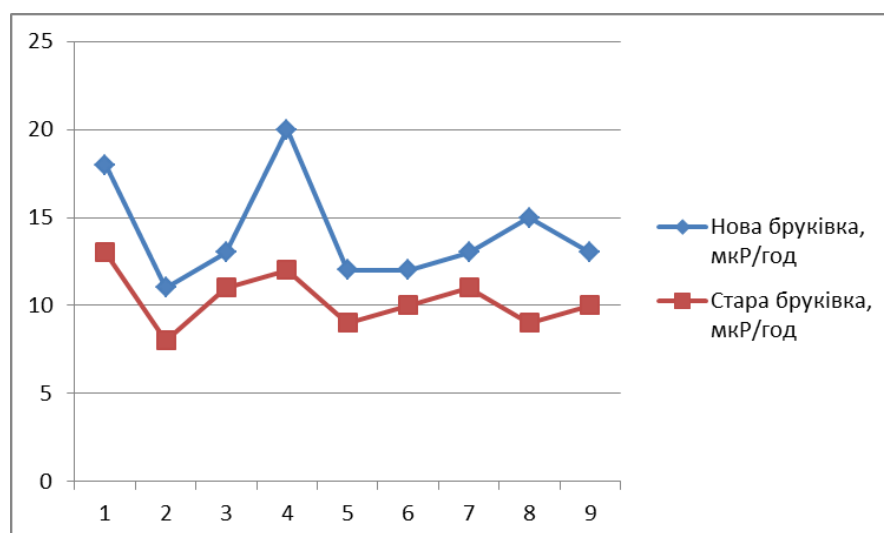
Таблиця 2

**Результати вимірювань потужності амбієнтного еквівалента дози за гамма-випромінюванням бруківки м. Івано-Франківська**

<b>№ п/п</b>	<b>Нова бруківка</b>	<b>Значення мкР/год</b>	<b>Стара бруківка</b>	<b>Значення, мкР/год</b>
1	вул. Шевченка 23а	18	вул. К. Данила 9	13
2	вул. Шевченка 63	11	вул. Галицька 2	8
3	вул. Грушевського	13	вул. І. Труша	11
4	вул. Галицька 41а	20	вул. Галицька 41а	12
5	вул. Галицька 47	12	Привокзальна площа	9
6	вул. Новгородська	12	вул. Вовчинецька	10
7	вул. Тичини	13	вул. Б. Хмельницького	11
8	вул. Вовчинецька	15	вул. В. Стуса	9
9	вул. Гетьмана Сагайдачного	13	вул. Миру	10



**Рис. 1. Графік залежності значень вимірювання від типу асфальтованого дорожнього покриття у місті Івано-Франківську**



**Рис. 2. Графік залежності значень вимірювання від типу бруківки у місті Івано-Франківську**

За даними управління Державної служби надзвичайних ситуацій в Україні типовими значеннями радіаційного фону є:

- на вулиці – 8–12 мкР/год;
- в приміщенні – 15–20 мкР/год.

Згідно НРБУ-97 [3] допустима норма радіаційного фону становить 25-30 мкР/год. Крім того, варто зауважити, що якщо фактичне значення радіоактивного забруднення не перевищують фонове значення втричі, то дане число знаходиться в межах норми.

**Висновки.** Одним із завдань, які ставили перед собою автори, було відслідкувати як впливає тип дорожнього покриття на значення потужності еквівалентної дози. Чіткої залежності від типу покриття до значення вимірювань не прослідковується.

У місті Івано-Франківську виявлено кілька проблематичних зон з підвищеної радіоактивності у порівнянні з фоновими значеннями по місту, а саме т.3, т.7 з новим асфальтованим покриттям та т.2 з старим асфальтованим покриттям (табл.1); т.1, т.4, т.8 з новою бруківкою, перевищень фону по старій бруківці не виявлено. Найвищим значенням було 20 мкР/год по вулиці Галицька, 41, тип покриття – нова бруківка, в даному випадку прокладена в 2016 році. Найнижче значення 8 мкР/год зафіксоване по вулиці Галицькій, 2 – центр міста, де досі збереглася бруківка часів Австро-Угорщини. Отже, можемо зробити висновок, що сучасні матеріали для дорожнього покриття є менш безпечними ніж ті, що використовувались з цією метою раніше.

Загалом, якщо порівнювати отримані показники із заявленими значеннями за НРБУ-97 (фактичні значеннями не повинні перевищувати фонові більш ніж у три рази), то жодне з фактичних показників немає перевищень, тобто не несе небезпеки для мешканців Івано-Франківська, та не має суттєвого впливу на радіаційний фон міста.

### Література

- 1 Природничі основи екологічного моніторингу Карпатського регіону. Монографія О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, В. О. Булмасов, Б. Я. Голояд та ін. Київ, «Манускрипт», 1996 р. – 208 с.
- 2 Адаменко О. М., Русанов Г. Г., Журавель О. М., Міщенко Л. В., Кольцова Н. І. Екологія міста Івано-Франківська. Наукова монографія за редакцією професора О. М. Адаменка. Івано-Франківськ, видавництво «СІВЕРСІЯ», 2002.
- 3 НРБУ-97 «Норми радіаційної безпеки України». Київ.1997 р
- 4 Іванов Є. А. Радіоекологічні дослідження: Навч. посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. - 149 с
- 5 ДСТУ 4742:2007 Система радіоекологічного моніторингу селітебних територій. Технічні умови
- 6 Електронний ресурс: <http://www.ses.if.ua/>