

УДК 553.495:550.83:502+504

Г. А. КАЛАШНИК, д-р геол. наук, професор, Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету (КЛА НАУ), kalashnik_anna1@ukr.net, ORCID-0000-0002-9581-9865

РАДІОЕКОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ В МІСТІ КРОПИВНИЦЬКОМУ – ЦЕНТРИ УРАНОДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ГОРОДЕ КРОПИВНИЦКОМ – ЦЕНТРЕ УРАНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Рассмотрены результаты анализа радиоэкологической ситуации в городе Кропивницком. Представлены разработанные рекомендации и предложения по улучшению радиационной обстановки.

Ключевые слова: урановые месторождения, аномалии радиоактивности, радиоэкологическая ситуация.

G. A. Kalashnyk, Doctor of Geological Sciences (Dr. Sci. (Geol.)), Professor, Kirovograd Flight Academy Of National Aviation University, kalashnik_anna1@ukr.net, ORCID-0000-0002-9581-9865

RADIOECOLOGICAL SITUATION IN KROPIVNIISKY CITY – CENTER OF UKRAINIAN URANIUM DEVELOPMENT INDUSTRY

There were considered the results of radioecological situation in Kropivnitsky city. The developed recommendations and proposals for improving of the radiation situation are presented. The radioecological and sanitary-hygienic situation in Kropivnitsky city is generally assessed as an unfavorable and provoking concern of the radon factor. It requires the immediate implementation of anti-radon measures at the most anomalous concentrations of radon and thoron objects. Anti-radon measures will significantly reduce the radiation dose on residents of Kropivnitsky city and will reduce the dynamic growth of oncological diseases over time.

Keywords: uranium deposits, radioactivity anomalies, radioecological situation.

Общая постановка проблемы, обзор публикаций и нерешенные части проблемы

Город Кропивницкий является центром добычи уранового сырья в Украине. Он расположен на стыке двух промышленных разрабатываемых урановорудных полей – Центрального и Лелековского Кировоградского урановорудного района. На территории города и прилегающих окраин выявлено пять месторождений урана метасоматического (альбититового) геолого-промышленного типа, два из которых (Центральное и Мичуринское) в настоящее время эксплуатируются [2, 3]. Тела метасоматически измененных пород с повышенным и аномальным содержанием радионуклидов достигают по мощности, от первых метров до первых сотен метров и прослеживаются по простиранию на первые километры вдоль рудоконтролирующих глубинных разломов. Рудные тела имеют довольно простую пластообразную форму с раздувами и пережимами по мощности, доходящую до первых десятков метров, простиранию и падению до 500–800 м [4, 5]. Как правило, на месторождении устанавливается несколько рудных тел, совмещенных в плане и расположенных в основном параллельно друг другу. Они образуют эшелонированные залежи, над которыми фиксируются аномалии радиоактивности из-за высокого содержания радионуклидов [6].

Город Кропивницкий расположен в районе тектонического узла разнонаправленных глубинных разломов различного простирания, некоторые из которых контролируют урановое оруденение. Породы фундамента с повышенным и аномальным содержанием урана подходят близко к дневной

поверхности, что обуславливает в непосредственной близости, а также в пределах секущих их разломов, наличие связанных с ними повышенных концентраций радионуклидов на дневной поверхности, в перекрывающих рыхлых отложениях, а также аномалий эквивалентной равновесной объемной активности радона (до 10 000 Бк/м³ при норме 100 Бк/м³) в зданиях на территории города [7].

Техногенные аномалии мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-поля локализуются, главным образом, вдоль транспортных магистралей и их основным источником являются отходы добычи и переработки радиоактивного сырья, которое в 1970-х годах несанкционированно использовали в процессе прокладки и ремонта авто- и железнодорожных магистралей, в строительстве (рис. 1).

Согласно показателям областного управления охраны здоровья в г. Кропивницком аномальные в пределах Украины уровень онкозаболеваемости и уровень смертности от онкозаболеваний, а также динамично растущий первичный выход на пенсию по инвалидности, связанный с онкозаболеваниями в трудоспособном возрасте. По данным областного онкодиспансера на протяжении 2014 года был зафиксирован резкий рост онкологической заболеваемости на 5 % и составил 569,8 против 542,7 человек на 100 000 населения. В 2015 и 2016 годах эта тенденция повторилась, в то время как в 2013 году рост онкозаболеваемости составил приблизительно 1 %. В настоящее время в лечебно-профилактических учреждениях Кировоградской области на диспансерном учете находятся около 25 000 онкобольных с различными локализациями рака. Наиболее распространенными формами онкозаболеваний данного региона являются рак легких, мо-

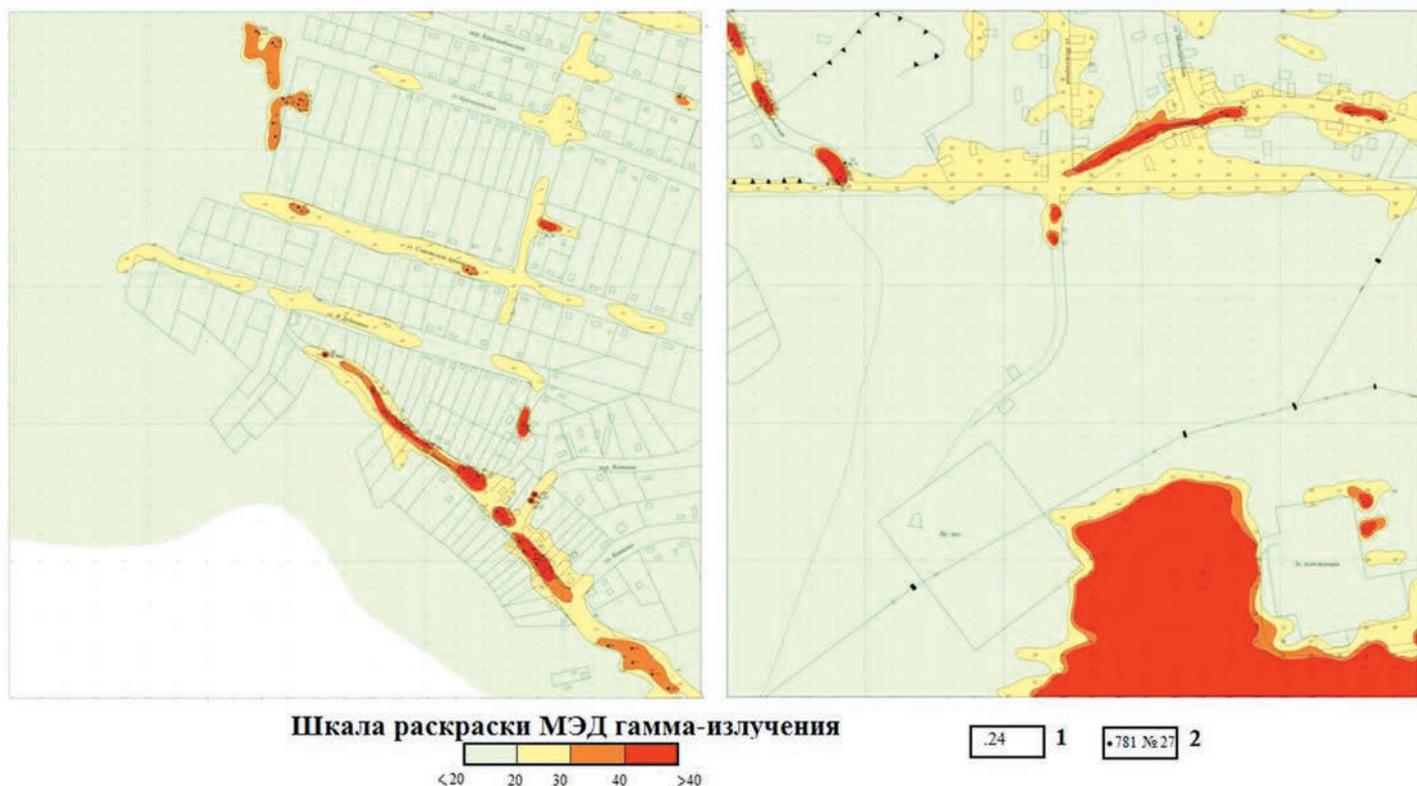


Рис. 1. Результаты площадной гамма-съемки масштаба 1:2 000 в г. Кропивницком (листы 3, 5):

1 – точка измерения и значение МЭД гамма-излучения в мкР/ч, 2 – аномалия МЭД гамма-излучения (значение МЭД гамма-излучения и номер аномалии в каталоге)

лочных желез, желудка, толстой кишки, кожи. Существенно увеличилась заболеваемость раком прямой кишки, губы, молочных желез, тела матки, почек, щитовидной железы. На парламентских слушаниях Кировоградщина была названа регионом с максимальным уровнем онкологических заболеваний в Украине.

Цель статьи: уточнение реального состояния радиационной обстановки на территории г. Кропивницкого с техногенно-усиленными источниками природного происхождения, разработка рекомендаций и предложений по улучшению радиационной обстановки.

Методика исследований. Изучение материалов по ранее проведенному радиационному обследованию района работ и результатов специализированных на уран геологоразведочных работ, выделение наиболее неблагоприятных микрорайонов на основании всей вышеуказанной информации.

Изложение основного материала

В 1991 году в г. Кировограде (Кропивницком) и Кировоградской области были начаты комплексные радиоэкологические исследования на радон, которые являлись составной частью “Национальной программы по ограничению облучения населения СССР от природных источников ионизирующих излучений”. Радиоэкологические исследования в г. Кировограде (Кропивницком) выполнял ряд организаций: Институт ядерных исследований НАН Украины, Днепропетровский институт проблем природопользования и экологии НАН Украины, ГРЭ № 37 ВГО “Кировгеология”, НТЦ КОРО МЧС Украины. Однако работы носили постановочный и рекогносцировочный характер по оценке степени загрязненности радиоактивными элементами биосферы города и радоновой проблеме. В связи с этим, в 1992 году Госуправлением охраны окружающей природной среды и ядерной безопасности в

Кировоградской области перед Минэкобезопасности Украины был поставлен вопрос о необходимости проведения дополнительных радиационных обследований с привлечением специализированных организаций с целью оценки состояния защиты человека от воздействия ионизирующих излучений и использования полученных результатов при подготовке и принятии соответствующих управленческих решений. Таким предприятием стало КП “Кировгеология”, получившее постановлением Кабинета Министров Украины расширенные полномочия в области проведения радиоэкологических работ на всей территории Украины. Основным подразделением по выполнению этих работ стала геологоразведочная экспедиция № 37 КП “Кировгеология”, которая базировалась в г. Кировограде (Кропивницком).

Геологоразведочной экспедицией 37 КП “Кировгеология” (ГРЭ № 37) на протяжении 21 года были проведены разноплановые радиоэкологические работы в городе Кировограде (Кропивницком) (табл. 1). Кроме того, для оценки экологического состояния города использовали данные специализированных на уран геологоразведочных работ, которые ГРЭ № 37 проводила на протяжении многих лет.

Работы проводили в три этапа. На первом этапе за счёт средств Кировоградского облисполкома ГРЭ № 37 были проведены рекогносцировочные работы в г. Кировограде и 25 населенных пунктах области, расположенных в потенциально опасной по радону зоне. Измерения проводили в погрехах частных домов и подвалах многоэтажных жилых домов, г. Кировоград (Кропивницкий) по результатам первого этапа был признан наиболее неблагоприятным по радону.

Второй этап (1992–1996 гг.) заключался в радиоэкологическом обследовании жилых помещений города Кировограда на основе определений объемной активности (ОА) дочерних

Таблиця 1. Фактичні об'єми робіт, виконані ГРЭ № 37 на території житлової зони г. Кіровограда (Кропивницького)

№ п/п	Види робіт	Об'єми робіт
1	Пешеходна гамма-съемка території міста по сітці 10×10 м	10,3 тис. га
2	Вимірювання гамма-фону в місцях вибору проб, житлих і підвальних приміщеннях будівель, на території дворів громадських і приватних будинків	1443 фіксовані точки
3	Вимірювання об'ємної активності радона в повітрі житлих і підвальних приміщень	8427 житлих будинків приватного сектору 142 підвала житлих будинків приватного сектору
4	Вимірювання еквівалентної рівноважної об'ємної активності радона в повітрі приміщень першого поверху шкільних і дошкільних закладів	2179 приміщень
5	Вимірювання еквівалентної рівноважної об'ємної активності торону в повітрі приміщень першого поверху шкільних і дошкільних закладів	867 приміщень
6	Радіохімічні, радіометричні і спектрометричні дослідження і аналізи твердих проб, в т. ч. на: ²³² Th, ²²⁶ Ra, ⁴⁰ K, ¹³⁷ Cs, U _{сст} , ²¹⁰ Po, ²¹⁰ Pb, удільну β- і α-активність	199 проб 139 проб
7	Радіохімічні, радіометричні і спектрометричні дослідження і аналізи води на: ²³² Th, ²²⁶ Ra, ⁴⁰ K, ¹³⁷ Cs, ²³⁵ U, ²¹⁰ Po, ²¹⁰ Pb	200 проб
8	Підпочвенна геохімічна з'їмка	2000 проб

продуктів розпаду (ДПР) радона в повітрі цих приміщень. Всього було обстежено 8427 будинків, що становило 23–24 % від загальної кількості приватних будинків міста. Серед обстежених будинків підвищена забрудненість повітря (від 50 до 100 Бк/м³) була встановлена в 2736 (32,5 %) будинках, в 2842 (33,7 %) будинках рівень забруднення повітря перевищив допустимий – 100 Бк/м³, в тому числі високий рівень забруднення (свище 200 Бк/м³) був зафіксований в 984 (11,7 %) будинках, в 12 будинках ОА ДПР перевищила 1000 Бк/м³. В цей період також була виконана пішохідна гамма-съемка території міста по сітці 10×10 м на площі 10,3 тис. га.

Згідно виконаним в 1990-і роки локальним вимірюванням об'ємної активності ДПР радона і торону радон-торонна обстановка по місту Кіровограду (Кропивницькому) була визнана як дуже несприятлива. Середньорічна еквівалентна концентрація радона і торону в еквіваленті радона в місті становила 234 Бк/м³ (для знову введених в експлуатацію житлих приміщень верхній межа допустимої ОА ДПР становить 50 Бк/м³, для житлих приміщень, введених в експлуатацію до 1992 року – 100 Бк/м³), з коливаннями по мікрорайонах міста від 69 Бк/м³ (пос. Горний) до 323 Бк/м³ (Суха Балка) і 577 Бк/м³ (Завадка). Два останніх мікрорайонів розташовані в зонах двох родовищ урану, які до сих пор експлуатуються. В межах цих родовищ за результатами аналізів проб ґрунту на радії виявлені вміщення вище кларкових в 1,5–2,0 рази. Неблагоприятним фактором для цих двох мікрорайонів є також і те, що в їх межах зустрічаються виходи кристалічних порід на поверхню, товща перекриваючих рихлих порід є незначительною. Немаловажним є сейсмічне вплив, обумовлене регулярним проведенням вибухових робіт в підземних гірних виробках Інгульського рудника, мікросейсмічність, обумовлена геохімічними наслідками виїмки руд з надр. Порова концентрація радона в ґрунті (рихлих відкладеннях) по місту висока і коливається від 13,6·10³ до 81·10³ Бк/м³. Результати цих досліджень віднесені на схему (рис. 2). Більше того, найбільш несприятливими по радонному фактору, крім вказаних раніше, є мікрорайони Лелеківка з середньорічної еквівалентної ЕРОА радона – 209 Бк/м³, Арнаутів – 178 Бк/м³, Масляниківка – 171 Бк/м³. Загальною кількістю будинків, в яких середньорічна рівноважна об'ємна активність радона перевищила 100 Бк/м³ (при нормі 50 Бк/м³

для будівель, введених в експлуатацію після 1992 року), становило 53 % від загальної кількості обстежених будинків. Якщо врахувати, що Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97) [8] регламентують не об'ємну активність ОА ДПР радона, а еквівалентну рівноважну об'ємну

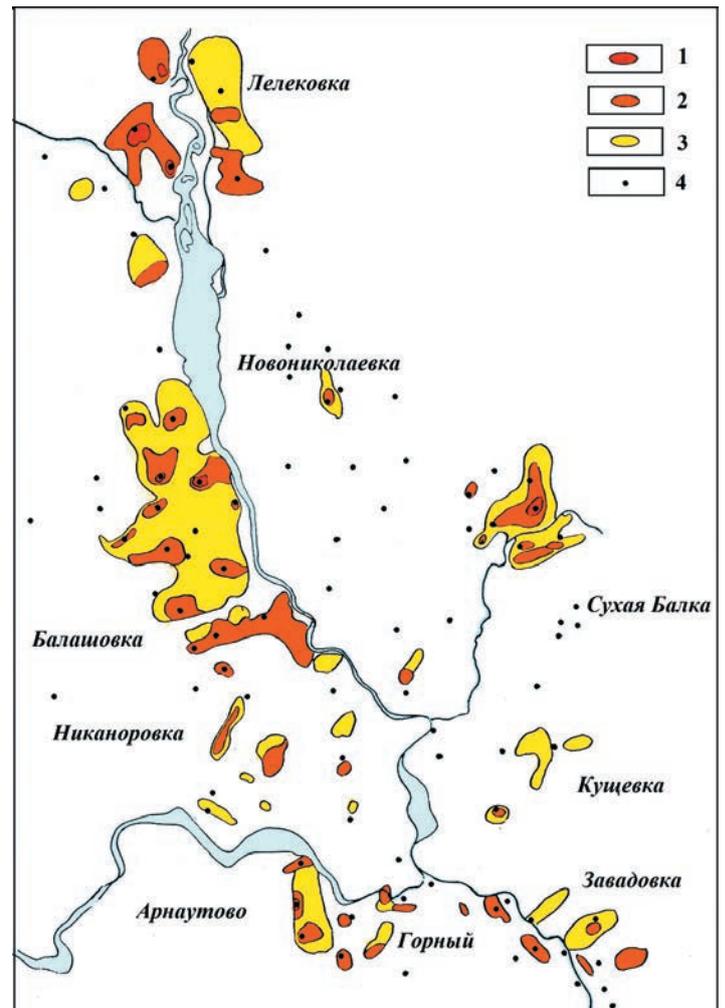


Рис. 2. Результати досліджень ЕРОА радона в г. Кропивницькому (ГРЭ № 37):

1–3: ізолінії ОА ДПР радона: 1 – 10000 Бк/м³, 2 – 2000 Бк/м³, 3 – 1000 Бк/м³, 4 – точки вибору проб ґрунту на вміщення ²³²Th, ²²⁶Ra, ⁴⁰K, ¹³⁷Cs, U_{сст}, ²¹⁰Po, ²¹⁰Pb

активность (ЭРОА) радона, то ситуация будет выглядеть еще хуже. Для того, чтобы оценить по полученным данным ЭРОА радона, необходимо ввести ряд поправок:

- на суточные вариации концентраций радона и его ДПР (в ранние часы активность радона и ДПР в 3–4 раза выше, чем вечером);

- на месячно-сезонные вариации концентраций радона и ДПР (в зимние месяцы активность радона и ДПР в 2,0–2,5 раза выше, чем в летние);

- на сдвиг радиоактивного равновесия (коэффициент равен 0,4 по результатам проведенных исследований).

На третьем этапе (1996–2013 гг.) ГРЭ № 37 выполняла измерения ЭРОА радона и торона в помещениях детских дошкольных учреждений, школ, общественных учреждений и зданий частного сектора с одновременным проведением противорадоновых мероприятий в помещениях с наибольшими концентрациями радона и торона путем создания систем принудительной вентиляции.

Большой объем работ был выполнен ГРЭ № 37 без привлечения бюджетных средств за счет выигранных призовых грантов различных конкурсов и программ (Программа “МАТРАКАП” Посольства Королевства Нидерландов в Украине (2005 г.), призовой грант Всеукраинского конкурса проектов и программ органов местного самоуправления (2007 г.)) совместно с Ленинским в г. Кировограде районным советом. В рамках этих проектов была выполнена детализация и дезактивация большей части выявленных на территории города Кропивницкого аномалий МЭД гамма-излучения, измерения ЭРОА радона и торона в помещениях детских школьных и дошкольных учреждений.

Инновационность способа решения ГРЭ № 37 КП “Кировгеология” задачи снижения дозовой нагрузки населения заключалась в обоснованной предварительной локализации объектов естественного загрязнения на основании установления их прямой связи с урановорудными объектами и зонами глубинных разломов, к которым приурочены максимальные эманаии радона и зоны уранового оруденения, а также в проведении дезактивационных работ на объектах техногенного загрязнения, направленных на ликвидацию последствий несанкционированного использования в строительстве дорог камнещебневого материала с Ингульского уранодобывающего горнорудного предприятия, находящегося в пределах г. Кировограда (Кропивницкий). Это, главным образом, дороги с щебеночным покрытием в микрорайонах частного сектора, примыкающих или находящихся в непосредственной близости к указанному предприятию. Дезактивация была проведена путем снятия наиболее загрязненного слоя щебня, его захоронения, замены на чистый и создания асфальтового покрытия. Данные мероприятия позволяли одновременно решить задачи проведения радиационного контроля, установления и ликвидации опасных для населения объектов и решения проблемы дорог, стоящей в городе очень остро.

В ходе исследований была проведена оценка соотношения между значениями ЭРОА радона в домах и погребках (подвалах). Было выполнено 142 комплексных исследования, которые показали, что в подвалах ЭРОА радона в среднем в 6 раз выше, чем на первых этажах расположенных над ними зданий. Также проводился мониторинг ЭРОА радона помещений при различных условиях проветривания. Полученные результаты свидетельствуют, что при регулярном проветривании в течение 15–20 мин при 8-ми часовом интервале за 2–3 суток ЭРОА радона уменьшалась в 4–7 раз, и, наоборот,

за такой же период при отсутствии проветривания она восстанавливалась. Таким образом, в большинстве домов только за счет регулярного проветривания можно поддерживать необходимый уровень ЭРОА радона.

Было выполнено детальное радиационное обследование 2179 помещений первых этажей детских дошкольных учреждений, школ, общественных учреждений города на ЭРОА радона и 867 помещений на ЭРОА торона. Количество помещений в дошкольных и школьных учреждениях города, в которых эквивалентная равновесная объемная активность радона более 50 Бк/м³ составляет 410 или 19 % от всех обследованных 2179 помещений, ЭРОА радона более 100 Бк/м³ (где необходимы противорадоновые мероприятия) – 151 помещение или 7 % от всех измерений. Количество помещений, в которых эквивалентная равновесная объемная активность торона больше, либо равняется 3 Бк/м³, составляет 196 помещений либо 18,5 % от всех помещений.

На основе накопленной информации в соответствии с основными принципами радиационной защиты была проведена разработка комплекса контрмер по уменьшению радонной компоненты дозы.

Небольшую часть этой работы ГРЭ № 37 выполнила в комнатах школьных и дошкольных учреждений с установленным аномальным содержанием ²²²Rn и ²²⁰Rn (школы № 24, 7, 22, 33, 16; детские дошкольные учреждения № 19, 69; спецсадик № 46, областная библиотека для детей им. А. П. Гайдара, областная библиотека для юношества им. А. М. Бойченко, строительный техникум, колледж, Педагогический университет им. В. Винниченко), также были проведены дезактивационные мероприятия: созданы системы принудительной вентиляции.

Анализ результатов ранее выполненных радиационных обследований г. Кировограда (Кропивницкого), проведенных ГРЭ № 37 КП “Кировгеология”, НТЦ КОРО МЧС Украины, Институтом ядерных исследований НАН Украины, позволяет сделать следующие выводы.

Основной вклад (до 98 %) в суммарную эффективную дозу (ЭД) облучения населения г. Кропивницкого от техногенно-усиленных источников природного происхождения вносит внутреннее облучение легких радонотом и его дочерними продуктами распада. Выполненными предварительными расчетами при рекомендуемых стандартных условиях возможные значения ЭД от радона оцениваются в пределах от 1,7 до 39,1 мЗв·год⁻¹ (средневзвешенная ЭД от радона для Украины составляет 3,8 мЗв·год⁻¹).

Источниками техногенного повышенного радиационного фона открытых территорий г. Кропивницкого, объектов жилья и соцкультбыта выступают естественные радионуклиды (ЕРН) уран-радиевого и ториевого рядов, основными из которых являются $U_{\text{ест}}$, ²²⁶Ra, ²³²Th, ⁴⁰K, ²¹⁰Po, ²¹⁰Pb, ²²²Rn и дочерние продукты его распада. Причем ²²²Rn вносит наибольший вклад в эффективную дозу облучения человека и в определенных условиях может достигать опасных для здоровья людей уровней.

Показатели МЭД гамма-излучения (гамма-фон) на обследованных открытых участках территории города (улицы, дворы, дороги, грунтовые площадки и т. п.) изменяются в интервале от 10 до 35 мкР/ч). Средние значения показателей мощности поглощенной дозы (МПД) для территории жилой зоны города составляют 0,12±0,15 мкГр/ч (МЭД = 14±17 мкР/ч). При этом 47 % территории характеризуются МЭД гамма-излучения от 10 до 20 мкР/ч, а 53 % (Левобережная Лелековка,

Новая Балашовка, Новоалексеевка, пос. Горный, Савиновка, Завадовка, Сухая Балка) – от 20 до 40 мкР/ч. Была установлена закономерная связь повышенного гамма-фона с дорогами и улицами, которые покрыты гранитным камнещебневым материалом, поскольку гранит характеризуется повышенным содержанием радионуклидов. На территории города было выявлено 836 локальных аномалий с уровнем МЭД гамма-излучения от 45 до 1200 мкР/ч, при этом 75 % аномалий отнесены в группу с МЭД от 35 до 100 мкР/ч. Все аномалии связаны с камнещебневым материалом – это обломки альбититов и альбитизированных пород. Наиболее интенсивные аномалии МЭД гамма-излучения были дезактивированы ГРЭ № 37. Во время выполнения дезактивационных работ согласно методике были последовательно осуществлены детализация МЭД гамма-поля аномалии в масштабе 1:500, контрольные измерения масштаба 1:500 МЭД гамма-поля: 1) после выемки загрязненного щебня; 2) после настила дорожного покрытия из чистого щебня (рис. 3).

В целом результаты выполненных работ по определению уровней гамма-излучения в жилых домах, детских учреждениях, на улицах, открытых грунтовых площадях и отдельных местах территории обследованных участков г. Кропивницкого после проведения дезактивационных работ на локальных аномалиях свидетельствуют о соответствии фактического состояния радиационной обстановки по фактору внешнего гамма-облучения требованиям действующих в Украине норм и правил в области радиационной безопасности и защите человека от воздействия ионизирующих излучений. Оптимизация составляющей радиационного воздействия от внешнего гамма-облучения в настоящее время не требуется.

По результатам проведенных исследований жидких проб объектов окружающей среды аномальных участков и зон радиоактивного загрязнения не выявлено, уровни содержания в них радионуклидов соответствуют регламентируемым требованиям и находятся в пределах фоновых колебаний

состава и содержания радиоактивных компонентов. Однако по ряду разведочных скважин, пробуренных на территории города, величина скрытой энергии радона в воде превышает 1000 Э при норме 27 Э [7]. Это требует постоянного радиационного контроля за содержанием радионуклидов в питьевой воде водозаборов города.

В пробах минерального строительного сырья в виде отсева скальных пород, используемого в городе, отмечается повышенное содержание естественных радионуклидов (ЕРН) и их показатели суммарной эффективной активности $A_{эф}$ составляют порядка 409–412 Бк/кг. Согласно радиационно-гигиеническим регламентам четвертой группы (п. 8.5.1 НРБУ-97) они относятся ко II классу строительных материалов и минерального строительного сырья (370 Бк/кг < $A_{эф}$ ≤ 740 Бк/кг), которые могут быть использованы для промышленного и дорожного строительства. В связи с тем, что используемые в городе стройматериалы и минеральное строительное сырье могут иметь повышенные уровни содержания ЕРН, при областном лабораторном центре ионизирующих излучений МОЗ Украины организован контроль за регламентируемыми радиационными показателями камнещебневой продукции карьеров области.

При проведении ГРЭ № 37 подпочвенной геохимической съемки (ППГС) в пределах Мичуринского урановорудного узла, охватывающего часть областного центра, было отобрано и проанализировано 2000 проб из переходного слоя (гумусовых грунтов к подстилающим осадочным породам) (табл. 2).

Пробы подвергались спектральному анализу на 47 элементов, лазерно-люминисцентному анализу на определение общего урана, рентгено-спектральному анализу на определение тория и мышьяка и химико-спектральному – на определение золота. Данный комплекс анализов позволил обнаружить повышенные и аномальные содержания таких элементов: U, Th, As, Au, Ba, P, Cr, Pb, Sn, Cu, Ag, Zn, Mo.



Рис. 3. Результаты детализации локальных аномалий МЭД гамма-поля в г. Кропивницком, площадная съемка по сети 5×5 м: А, В – до проведения дезактивационных работ; Б, Г – после проведения дезактивационных работ

Таблиця 2. Содержание урана в литологических разновидностях подпочвенных отложений Мичуринского рудного узла

№ п/п	Название породы	Количество проб	Среднее содержание (фон), г/т	Стандартное отклонение, σ
1	Почва (чернозем)	22	1,8	0,2
2	Илистые отложения	29	1,8	0,1
3	Суглинки	1556	1,8	0,01
4	Супеси	320	1,25	0,04
5	Пески	50	1,05	0,1

По результатам лазерно-люминисцентного анализа на определение общего урана были получены статистические параметры распределения урана. Полученные в результате обработки исходные данные послужили основанием для построения карт распределения урана в г/т (рис. 4). Было выделено 23 аномалии урана в подпочвенных отложениях и множество точечных слабоаномальных ореолов. Анализ распределения урана показывает, что практически все выявленные урановородные объекты (месторождения и рудопроявления) в пределах

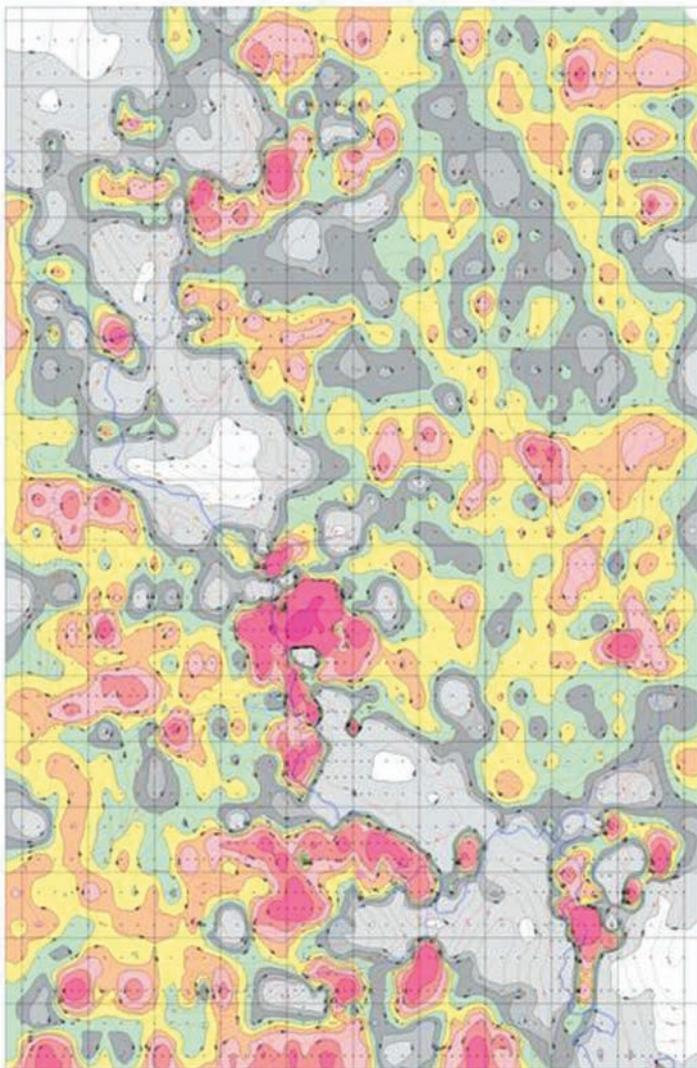


Рис. 4. Схема содержания урана в подпочвенном слое площади Мичуринского рудного узла (уровень условный) (по Г. В. Смирнову, материалы ГРЭ № 37, КП «Кировгеология»)

кристаллического фундамента проявляются аномалиями урана в подпочвенных отложениях.

Выводы и направления дальнейших исследований

Город Кропивницкий является сложившимся естественным полигоном, на котором можно и нужно решать все проблемы, связанные с воздействием ионизирующего излучения на человека, отработки методик исследований, разработки и апробирования защитных мероприятий. Знание дозы облучения людей от всех естественных и искусственных источников ионизирующего излучения и ДПР радона необходимо для разработки стратегии радиационной защиты населения [1].

Проблема накопления радона в жилых домах привлекает к себе внимание в большинстве промышленно развитых стран мира. Работы зарубежных авторов показывают, что радон является существенной причиной возникновения рака легких. Радон является причиной 1/4 всех случаев заболевания лейкемией в мире. Особую опасность дочерние продукты распада радона представляют для детей (детям свойственно более учащенное дыхание). Эффективная эквивалентная доза достигает максимального значения для возраста 6 лет и она в 2,5 раза выше, чем при равных условиях у 30-летних людей.

Все это требует незамедлительного выполнения противорадоновых мероприятий на наиболее аномальных по концентрации радона и торона объектах, что позволит значительно уменьшить дозовую нагрузку на жителей города Кропивницкого и со временем снизит динамичный рост онкозаболеваний.

Результаты исследований и оценки содержания радона в воздухе помещений города однозначно указывают на актуальность и важность выполненного радиационного обследования и диктуют необходимость дальнейшего расширения работ по детальному обследованию зданий и помещений жилого сектора города и детских учреждений с целью недопущения сверхнормативного и необоснованного хронического облучения жителей, учащихся и детей г. Кропивницкого.

По результатам выполненных работ рекомендуется:

1. Разработать программу по приведению территории города в радиационно-экологически безопасное состояние и экономически обоснованное планирование, использование финансовых и технических ресурсов и средств города.

2. Основная цель программы может быть сформулирована как обеспечение радиационного благополучия в регионе. Ее достижение возможно только поэтапно в результате продолжительного выполнения большого комплекса работ. По этой причине для координации работ по программе и выполнения их основного объема целесообразно предусмотреть организацию регионального центра радиационной защиты населения, расположенного в г. Кропивницком, и его оснащения необходимыми помещениями, средствами измерений, транспортом и специалистами.

3. Продолжить работы по измерениям ЭРОА ^{222}Rn в детских садах, школах, жилых, производственных и общественных помещениях города с целью получения среднегодовой ЭРОА ^{222}Rn . К исследованиям интегральными методами измерения со временем экспозиции радиометров не менее 30 суток в отопительный сезон в соответствии с требованиями НРБУ-97 рекомендуется приступить с началом нового отопительного сезона.

4. Система контрмер по уменьшению ЭД (эффективной дозы) облучения от ^{222}Rn в воздухе зданий включает два основных направления: обоснование наиболее приемлемых для условий нашей страны противорадоновых мероприятий,

связанных с реконструкцией старых и строительством новых домов, что подразумевает: максимальное сокращение площади соприкосновения с подстилающей почвой; изоляция мест поступления ^{222}Rn в воздух помещений; отвод (дренаж) радона из-под здания; снижение различными способами объемной активности ^{222}Rn и его ДПП в воздухе помещения. Проведение противорадоновых мероприятий в существующих зданиях подразумевает их реконструкцию, что накладывает определенные ограничения – мы имеем дело с реальными зданиями, заселенными людьми.

5. Радиоэкологическая и санитарно-гигиеническая обстановка в городе Кропивницком в целом оценивается как неблагоприятная и вызывающая озабоченность по радоновому фактору. Геологоразведочная экспедиция № 37 КП “Кировгеология”, которая на протяжении 21 года (1992–2013 гг.) выполняла комплекс масштабных радиоэкологических исследований, а также дезактивационные и противорадоновые мероприятия, направленные на обеспечение радиационного благополучия в регионе добычи и первичного обогащения урановых руд, уменьшение хронических дозовых нагрузок населения города, в 2013 году была ликвидирована, поэтому проблема с улучшением радиоэкологической ситуации в г. Кропивницком по радоновому фактору так и осталась нерешенной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України “Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань”, Київ, від 14.01.1998 р. № 15/98-ВР.
2. Калашник А. А. Закономерности формирования урановорудных метасоматитов в связи с особенностями глубинного строения литосферы Украинского щита/А. А. Калашник//Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – № 3. – Т. 74. – 2016. – С. 51–57.
3. Калашник А. А. Инвариантные и специфические условия формирования разнотипных крупных рудных объектов Ингульско-го мегаблока УЩ//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2016. – № 4. – С. 45–63.
4. Калашник А. А. Новые возможности технологии прогноза и поиска промышленных уран-полиметалльных месторождений на базе концепции первичного астеносферного концентрирования рудных компонентов/А. А. Калашник//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2014. – № 3–4. – С. 114–137.
5. Калашник А. А. Новые прогнозно-оценочные критерии в технологии прогнозирования формирования промышленных эндогенных месторождений урана Украинского щита/А. А. Калашник//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2014. – № 2. – С. 27–54.
6. Калашник А. А. Причины пространственной связи и монометалльности формирования промышленного золотого и уранового оруденений в Кировоградском рудном районе УЩ/А. А. Калашник//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – 2015. – № 3. – С. 88–103.
7. Калашник А. А. Радиоэкологические проблемы г. Кировограда – центра уранодобывающей промышленности в Украине/А. А. Калашник, А. Н. Калашник//Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції. – Дніпропетровськ: Моноліт, 2005. – С. 45–47.
8. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ–97), “Державні гігієнічні нормативи” ДГН 6.6.1.–6.5.001-98, МОЗ України, Комітет з питань гігієнічної регламентації, Національна комісія з радіаційного захисту населення України. – Київ, 1997.

REFERENCES

1. The Law of Ukraine “On Protection of Rights of Ionizing Radiation”, Kyiv, 14.01.1998, № 15/98-VR. (In Ukrainian).
2. Kalashnik A. A. Regularities of localization of uranium-ore metasomatites in connection with features of Ukrainian Shield lithosphere’s deep structure//Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka. Neolohiia. – № 3. – V. 74. – 2016. – P. 51–57. (In Russian).

3. Kalashnik A. A. Invariant and specific conditions of formation of heterogeneous of formation major ore objects in Ingulsky megablock of the UkrSh//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2016. – № 4. – P. 45–63. (In Russian).

4. Kalashnik A. A. New possibilities of the technology of prognosis and search of uranium-polymetal industrial deposits based on the concept of initial concentration ore components in astenosphere//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2014. – № 3–4. – P. 114–137. (In Russian).

5. Kalashnik A. A. New prognostic-evaluation criteria in technology prognosis of forming industrial endogenic uranium deposits of the Ukrainian Shield//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2014. – № 2. – P. 27–54. (In Russian).

6. Kalashnik A. A. Causes of spatial relationships and monometal of industrial gold and uranium ore formation in Kirovograd ore region of the UkrSh//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2015. – № 3. – P. 88–103. (In Russian).

7. Kalashnik A. A., Kalashnik A. N. Radioecological problems of Kirovograd – the center of uranium mining industry in Ukraine//Problems of nature management, sustainable development and technogenous safety of regions. Proceedings of the III International scientific-practical conference. – Dnipropetrovsk: Monolit, 2005. – P. 45–47. (In Russian).

8. Radiation Safety Standards of Ukraine (NRBU-97), “State Hygienic” DHN 6.6.1.–6.5.001-98, Ministry of Health of Ukraine Committee on sanitary regulation, the National Commission of Radiological Protection of Ukraine, Kyiv, 1997. (In Ukrainian).

Р у к о п и с о т р и м а н о 23.08.2016.