

Н.О. КРЮЧЕНКО, Э.Я. ЖОВИНСКИЙ, К.Э. ДМИТРЕНКО, Т.А. ПОПЕНКО

### СВЯЗЬ ТЕРРИТОРИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА С ТЕКТОНИЧЕСКИМИ НАРУШЕНИЯМИ (НА ПРИМЕРЕ РАДОНА)

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко  
НАН Украины, г.Киев, Украина,  
[nataliya-kryuchenko@mail.ru](mailto:nataliya-kryuchenko@mail.ru),  
[zhovinsky@ukr.net](mailto:zhovinsky@ukr.net),  
[kostyadmytrenko@ukr.net](mailto:kostyadmytrenko@ukr.net),  
[tanya\\_simple@ukr.net](mailto:tanya_simple@ukr.net)*

*Представлены результаты исследования количественных показателей распределения объемной активности радона-222 в воздухе подвальных помещений жилых домов на территории города Киева (Печерский и Деснянский районы). На территории Печерского района установлено повышенное содержание радона, что соответствует зонам тектонических нарушений.*

Оценить активность разрывных структур классическими геологическими и геофизическими методами практически невозможно. Для решения этой задачи разработан комплекс геохимических методов, важной особенностью которых является использование информации об аномальных полях индикаторных химических элементов (F, Rn, As и других), фиксирующихся в поверхностных отложениях и природных водах [1].

Нами рассматривается литогеохимический аспект. Суть в том, что в поверхностном слое почвы образуются микродеформационные структуры, которые являются стражением современных геодинамических процессов в массивах коренных пород, и аномальное содержание индикаторных элементов позволяет выявлять эти территории [2]. На поверхности – это линейно-вытянутые элементы ландшафта, соответствующие зонам повышенной миграции вещества. Именно в этих зонах возможна максимальная степень снижения сейсмической устойчивости, к ним приурочены аварии на линейно-вытянутых объектах (нефте- и газопроводах, линиях электропередач), деформации и разрушения промышленных сооружений и жилых зданий.

Нами были проведены исследования с целью выявления зон тектонических нарушений по аномальному содержанию химических элементов в подвальных помещениях зданий, которые подтвердили эффективность обнаружения территорий экологической опасности по комплексу геохимических методов [1].

Радон является одним из индикаторных элементов при выявлении зон тектонических нарушений. Он поступает в человеческий организм через легкие, после чего происходит облучение внутренних органов и кровеобразующих клеток. Во многих странах (Великобритания, Канада, США, Франция и других) участки под жилищное строительство исследуются на предмет радоновой опасности, а также изучаются возможные источники и пути поступления радона в ранее построенные дома. В условиях Украины такие исследования находятся в начальной стадии.

Наиболее опасный для здоровья человека радиоактивный газ  $^{222}\text{Rn}$  (радон-222) является продуктом распада  $^{226}\text{Ra}$  (радий-226, период полураспада 1620 лет), который образуется из  $^{238}\text{U}$  (урана-238), содержащегося в осадочных породах [3]. Радон выделяется из земной коры практически повсеместно, так уран-238 содержится практически во всех видах пород и равномерно распределен в земной коре. Из-за того,

что периоды полураспада урана-238 и его дочернего продукта радия-226 составляют тысячи лет, концентрация радона в земной коре практически не уменьшается со временем. Сам газообразный радон постоянно распадается на другие изотопы (период полураспада составляет 3,8 суток). При распаде радона последовательно образуются цепочки дочерних продуктов, распад которых завершается стабильными элементами – изотопами свинца ( $^{206}\text{Pb}$  и  $^{208}\text{Pb}$ ).

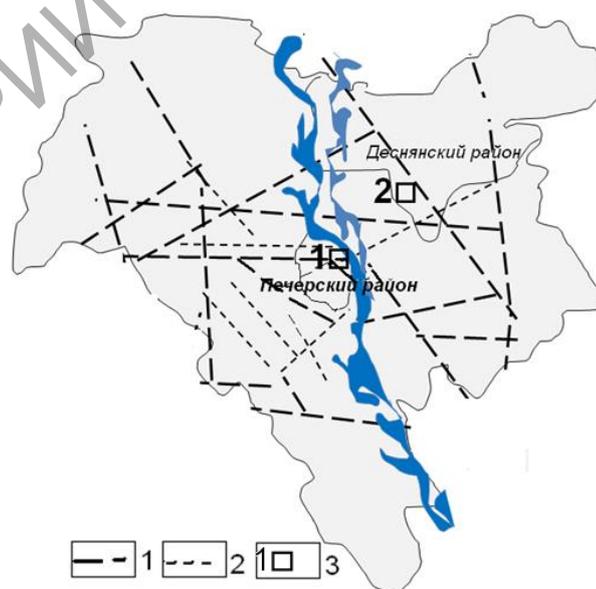
К 1980 году нормативы на содержание радона и дочерних продуктов распада в помещениях отсутствовали во всех странах, и только в 2009 году Российской Федерацией введены Нормы радиационной безопасности 99/09, согласно которым при проектировании новых зданий жилищного и общественного назначения должно быть предусмотрено, чтобы объемная активность дочерних продуктов радона и торона в воздухе помещений не превышала  $100 \text{ Бк/м}^3$ , в эксплуатируемых зданиях – до  $200 \text{ Бк/м}^3$  [4]. Поток радона из почвы определяют два процесса: выход из твердых минеральных зерен в поры, наполненные воздухом – эманация; и перенос через поры почв в атмосферу.

Город Киев расположен на северо-западном склоне Украинского щита (УЩ), фундамент которого состоит из твердых кристаллических докембрийских пород – гранитов, гнейсов, лабрадоритов, амфиболитов и других. Осадочный чехол сложен породами верхнепротерозой-четвертичного возраста. Киев находится на пересечении различных тектонических, геоморфологических структур [2].

Нами было изучено содержание радона в подвальных помещениях города Киева (Украина). Измерение производилось при помощи портативного радиометра радона – РРА-01М-01 и пробоотборного устройства к радиометру – РРА «ПОУ-04». Радон в подвальных помещениях измеряли по маршрутам, проложенным вдоль улиц города. Шаг измерений составлял 200 м, со сгущением в аномальных зонах до 100–50 м.

Статистическая обработка данных измерений объемной активности подпочвенного радона включала усреднение фактических значений (по 5 замерам).

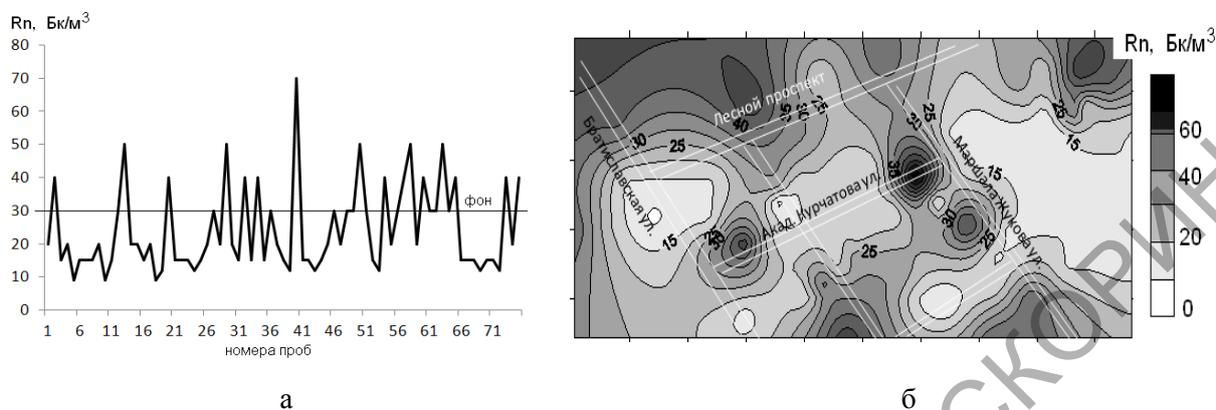
В качестве структурной основы выполняемых исследований нами была принята карта линеаментов и геодинамически активных зон города Киева. Территория исследований ограничивалась зоной тектонических нарушений – Печерский район (правобережье), и тектонически спокойной – Деснянский район (левобережье) (рисунок 1).



1 – зоны тектонических нарушений (установленные), 2 – зоны тектонических нарушений (предполагаемые), 3 – участки исследований: 1 – Печерский, 2 – Деснянский

**Рисунок 1 – Схема расположения участков исследований г. Киева**

Измерения произведены по 150 точкам (усредненные по 5 замерам). Анализ результатов измерений эманацій радона подвальных помещений Деснянского участка (проспект Лесной, улицы – Братиславская, Курчатова, Маршала Жукова, Шолом-Алейхема) следующий (рисунок 2): фоновое значение –  $30 \text{ Бк/м}^3$ , аномальные содержания –  $50\text{--}70 \text{ Бк/м}^3$ .



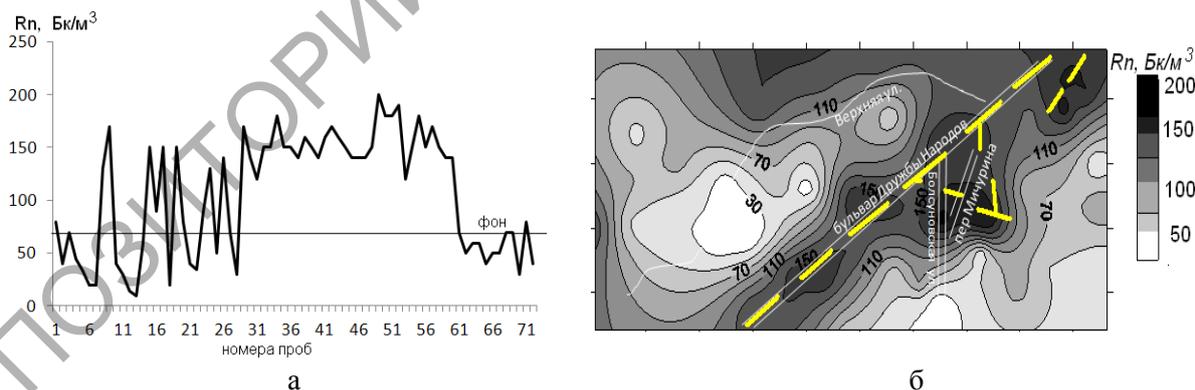
**Рисунок 2 – График концентрации радона в подвальных помещениях (а) и схема распределения радона по площади (б) Деснянского участка**

Содержание радона не вызывает опасений, так как максимальное значение –  $70 \text{ Бк/м}^3$  (пересечение улиц Академика Курчатова и Маршала Жукова), находится в пределах нормы.

Территория исследований Печерского района (Печерский участок). Для этого участка характерны крутые склоны, резкие перепады рельефа. Причем, склоны состоят преимущественно из рыхлых пород, чувствительных к водонасыщению.

Территория исследований Деснянского района (Деснянский участок) представлена равниной, где распространены намывные почвы.

Анализ результатов измерений эманацій радона подвальных помещений Печерского участка (бульвар Дружбы Народов, переулочка и улицы Мичурина, улиц Болсуновской и Верхней) следующий (рисунок 3): фоновое значение –  $70 \text{ Бк/м}^3$ , аномальные содержания –  $140\text{--}200 \text{ Бк/м}^3$ .



**Рисунок 3 – График концентрации радона в подвальных помещениях (а) и схема распределения радона по площади (б) Печерского участка (штриховая линия – зоны тектонических нарушений)**

Аномальные значения –  $140\text{--}200 \text{ Бк/м}^3$  соответствуют узлу тектонических нарушений – бульвар Дружбы Народов – улица Болсуновская и переулочек Мичурина (номера проб 31–56).

Ввиду того, что правобережье города Киева расположено в зоне тектонических разломов эманация радона идет быстрее, накапливаясь в подвалах домов. Кроме того, наличие лёссовой толщи мощностью 5–10 м (супеси, суглинки, глины), обладающей низкими прочностными и деформационными свойствами приводит к вероятности обрушения зданий и сооружений, магистральных инженерных сетей и коммуникаций. Геодинамическая активность способствует возникновению оползней, образованию провалов, подтапливанию и заболачиванию. В местах пересечения тектонических и неотектонических зон особенно активно развиваются опасные процессы.

Повышенная концентрация радона в подвальных помещениях обусловлена его конвективным (вместе с воздухом) переносом через щели в конструкции здания, а также диффузионным переносом через поры ограждающих конструкций. Морфология распространения аномалий радона (линейная) четко показывает наличие тектонических нарушений, и именно эти площади и являются зонами экологического риска.

### Список литературы

- 1 Жовинский, Э.Я. Основы поисковой и экологической геохимии / Э.Я. Жовинский, Н.О. Крюченко // Минералогический журнал. – Т. 36. – №3–2014. – С. 7–11.
- 2 Основные проблемы радоновой безопасности / И.Л. Комов, Е.А. Кулиш, Э.Я. Жовинский и др. – К.: Логос, 2005. – 351с.
- 3 Рид, Р. Свойства газов и жидкостей / Р.Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. – 3-е изд.; перевод с англ. под ред. Б.И. Соколова. – Л.: Химия, 1982. – 592.
- 4 Уткин, В.И. Радоновая проблема в экологии / В.И. Уткин // Соросовский образовательный журнал. – Т. 6. – № 3. – 2000. – С. 73–80.

*N.O. KRYUCHENKO, E.Y. ZHOVINSKY, K.E. DMITRENKO, T.A. POPENKO*

### ***CONTACT AREAS WITH ENVIRONMENTAL RISK TECTONIC FAULTS (ON THE EXAMPLE OF RADON)***

*The results of the study quantitative distribution of volume activity of radon-222 in the air basements of apartment houses in the city of Kiev (Pechersk and Desnyansk district). On the territory of the Pechersk district of the high content of radon found that correspond to zones of tectonic faults.*