

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лях, И. В. Влияние совместного и раздельного хронического введения свинца и динила на уровень катехоламинов в мозге крыс: возможность коррекции нарушений препаратом «тауцинк» / И. В. Лях // Тезисы докладов конференции студентов и молодых ученых, посвященной памяти профессора И. П. Протасевича 15–16 апр. 2010 г. — Гродно: ГрГМУ, 2010. — С. 264.
2. Лях, И. В. Влияние хронического и острого воздействия динилом на уровень биогенных аминов в мозге крыс / И. В. Лях // Сборник научных статей в двух частях «Наука-2010». — Гродно: ГрГУ, 2010. — Ч. 2. — С. 17–19.
3. Лях, И. В. Изменение уровней индоламинов в мозге крыс при совместном и раздельном введении свинца и динила: возможность коррекции нарушений препаратом «тауцинк» / И. В. Лях // Тезисы докладов конференции студентов и молодых ученых, посвященной памяти профессора И. П. Протасевича 15–16 апр. 2010 г. — Гродно: ГрГУ, 2010. — С. 265.
4. Нарушения липидного обмена у работников нефтеперерабатывающих предприятий / В. А. Чепурнов [и др.] // Мед. акад. журнал. — 2005. — Т. 5, № 1. — С. 105–119.
5. Sources and characteristics of lead pollution in the urban environment of Guangzhou / N. S. Duzgoren-Aydin [et al.] // Sci Total Environ. — 2007. — Vol. 385, № (1–3). — P. 182–195.
6. Polybrominated diphenyl ethers induce developmental neurotoxicity in a human in vitro model: evidence for endocrine disruption / T. Schreiber [et al.] // Environ Health Perspect — 2010. — Vol. 118, № 4. — P. 572–578.
7. Toxicological evaluation of chronic exposure to dinil / V. M. Sheibak [et al.] // Gig. Sanit. — 2008. — № 4. — P. 81–82.
8. Molecular and cell biology of phosphatidylserine and phosphatidylethanolamine metabolism / J. E. Vance [et al.] // Proq. Nucleic. Acid Res. Mol. Biol. — 2003. — Vol. 75. — P. 69–111.
9. Impact of lead pollution in environment on children's health in Shenyang City / C. Wang [et al.] // Acad. J. 1-st Med. Coll. PLA. — 2003. — Vol. 24, № 5. — P. 17–22.

Поступила 18.03.2013

УДК 613.15:574.546.296

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ РАДОНООПАСНОСТИ

А. А. Лабуда, Л. А. Чунихин

Гомельский государственный медицинский университет

**Цель исследования:** определение корреляционной связи между объемной активностью радона в помещениях зданий и показателем, определяющим содержание и поведение радона в почвах и геологических породах.

**Материалы и методы.** Результаты измерений объемной активности радона в помещениях зданий в сельских населенных пунктах Гомельской и Могилевской областей, выполненные специалистами НИИ морской и промышленной медицины (г. Санкт-Петербург) в 1992 г.; карты мощности экспозиционной дозы до аварии на ЧАЭС, составленные по результатам измерений специалистами РУП «Белгеология» в период 1969–1985 гг., а также геологические карты пород с различным содержанием урана.

**Результаты и обсуждение.** Предложен комплексный радоновый показатель, который рассчитывают как произведение относительного содержания урана в геологических породах на относительное значение их проницаемости для радона. Регрессионная зависимость объемной активности от комплексного радонового показателя, усредненная по районам Гомельской и Могилевской областей, имеет довольно высокий коэффициент корреляции — 0,76. Такой степени корреляционной связи достаточно, чтобы использовать данный показатель, полученный по измерениям радоновых характеристик в геологических породах на территории Гомельской и Могилевской областей, для картирования радонового потенциала этих территорий с целью определения радоноопасных участков.

**Ключевые слова:** радон, карта радонового потенциала, мощность экспозиционной дозы (МЭД), содержание урана в геологических породах, регрессионная зависимость, коэффициент корреляции, Гомельская и Могилевская области.

## METHODOLOGICAL BASIS FOR ECOLOGIC HYGIENIC MAPPING OF THE TERRITORY ACCORDING TO RADON HAZARD DEGREE

A. A. Labuda, L. A. Chunikhin

Gomel State Medical University

**Objective:** determination of the correlative relation between the indoor volume radon activity in buildings and some factors related to radon contents in soils and geological stones.

**Materials and methods.** The results of the indoor volume activity measurements in the rural settlements of Gomel and Mogilev regions, the dose rate power maps and the geologist rocks maps with various uranium contents are foundation for the radon risk mapping.

**Results and discussion.** We have suggested the complex radon parameter that may be calculated as multiplication of the dose rate on the relative rock uranium content factors and on the relative rock penetration factors. The regression dependence of the radon volume activities on the complex radon factor was taken as average in Gomel and Mogilev regions and has essentially high correlation coefficient — 0.76. This degree of correlation is enough to use this complex radon factor calculated on the measured rock radon characteristics for the territories of Gomel and Mogilev regions for the radon risk mapping to define any radon danger sections. This method may be used for the radon potential mapping of the whole territory of Belarus.

**Key words:** radon, Gomel and Mogilev regions, dose rate, uranium content in soils, regression, correlation factor.

**Введение**

Проблема облучения радоном с его дочерними продуктами распада (ДПР) и радиационной защиты на рабочих местах и в жилых помещениях были рассмотрены в Публикации № 50 МКРЗ, 1987 г.; Публикации № 60 МКРЗ, 1990 г. [1, 2]. Принципиально новые подходы к оценке радоновой опасности и радиационной защите от радона и его ДПР были показаны в Публикации № 65 МКРЗ, 1993 г. [3]:

- нецелесообразность использования дозиметрических моделей легкого при оценке доз облучения от ДПР радона;
- единство критериев подхода к защите от радона на рабочих местах и в жилых помещениях;
- введение понятия и критериев для оценки радоноопасных зон, позволяющее сконцентрировать усилия по проведению корректирующих мероприятий.

Первый тезис предусматривает консервативный подход к дозиметрическим оценкам радона, которые часто являются завышенными. Второй тезис распространяет выводы, сделанные в эпидемиологических исследованиях на шахтах, находящихся на рабочих местах с повышенным содержанием радона, на обычные бытовые условия проживания. Третий тезис является очень важным в случаях, когда имеется недостаток ресурсов для проведения полномасштабных исследований, как например, в Беларуси. В этом случае можно провести картирование территории по радоновой опасности, выделить наиболее радоноопасные зоны и провести необходимые противорадоновые мероприятия.

Картирование производят по радоновому потенциалу или радоновому риску, в первом случае показателем для картирования является объемная активность (ОА) радона в почвенном воздухе, во втором — в жилых и рабочих помещениях зданий.

**Цель работы**

Поиск корреляционных связей между среднерайонными значениями показателей, определяющих наличие радона в геологических породах, и ОА радона в помещениях зданий сельских населенных пунктов, усредненных по всем измерениям в районе. Существование регрессионной зависимости между ОА в помещениях зданий и радоновыми показателями, определенными по геологическим структурам, хотя и усредненными в масштабах районов, может быть основой для картирования территории по радоновому риску в более крупномасштабном варианте.

**Материал и методы**

Материалами для данной разработки являются результаты измерений объемной активности радона в типичных помещениях сельских населенных пунктов (НП) всех районов Гомель-

ской и Могилевской областей, полученные при широкомасштабном обследовании, выполненном специалистами НИИ морской и промышленной медицины (г. Санкт-Петербург) в 1992 г. [4]. В ходе исследований были проведены измерения ОА радона в 181 населенном пункте районов Могилевской области и в 224 — Гомельской. В каждом обследуемом населенном пункте сделано по несколько измерений ОА радона в типичных помещениях сельских зданий.

Рабочими материалами являются карты мощности экспозиционной дозы (МЭД), составленные по результатам измерений специалистами РУП «Белгеология» в период 1969–1985 гг. [5] и геологические карты Республики Беларусь, на которых показано расположение геологических пород с различным содержанием урана [5]. В настоящей разработке используются также данные по проницаемости различных пород для радона [6].

По картам МЭД были определены их средневзвешенные значения по каждому району Гомельской и Могилевской областей, согласно формуле:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{P}_1 \times S_i}{S_{\text{района}}} \quad (1)$$

где  $P_1$  — среднее значение МЭД на  $i$ -й площади района, мкР/час;

$S_i$  — площадь со значением МЭД  $P_{i2}$ , км<sup>2</sup>;

$S_{\text{района}}$  — общая площадь района, км<sup>2</sup>.

Среднерайонные значения ОА радона получали по измеренным значениям в помещениях зданий, как:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n} \quad (2)$$

где  $C_i$  — измеренная  $i$ -я ОА в районе, Бк/м<sup>3</sup>;

$n$  — количество измерений в районе.

Было определено 9 геологических пород, существующих на территории Беларуси, различающихся по уровню содержания урана [7], содержание урана в них было нормировано на значение максимального содержания урана в породе (глине), принятое за 1. Кроме этого, эксхалация радона зависит от проницаемости пород, которая определяется пористостью и коэффициентами фильтрации радона в грунтах [8]. Относительные значения пористости и коэффициентов фильтрации представленных пород вместе с относительными показателями урана в этих породах приведены в таблице 1. По аналогии значения пористости были нормированы на максимальную величину, содержащуюся в супеси и алевролите, а коэффициенты фильтрации — на его максимальное значение в песчано-гравийной смеси.

Таблица 1 — Относительные характеристики радоновых показателей геологических пород

Состав пород	Глина	Суглинок	Суглинок моренный	Супесь моренная	Песчано-гравийная смесь	Супесь	Алеврит	Песок полевой шпатовый	Песок кварцевый
Отн. показатель запаса урана, U...	1,0	0,77	0,70	0,62	0,62	0,46	0,45	0,30	0,11
Отн. показатель пористости грунта, A	0,90	0,90	0,70	0,70	0,85	1,0	1,0	0,90	0,85
Отн. показатель коэф. фильтрации, F	0,002	0,004	0,004	0,027	1,0	0,04	0,04	0,15	0,33

Следует отметить, что ОА радона в помещениях зданий зависит как от содержания урана в грунтах и их проницаемости, так и от конструктивных особенностей и защитных свойств зданий. Если принять, что в сельских населенных пунктах преобладают одноэтажные деревянные строения с простыми фундаментами и деревянными полами, то можно считать, что поступление радона в помещение определяется в основном свойствами подстилающих пород. Исходя из этого, предлагается в качестве комплексного радонового показателя так называемый «радоновый индекс», который можно рассчитать по формуле:

$$R_i = U_i \times A_i \times F_i \quad (3)$$

где  $R_i$  — значение радонового индекса для  $i$ -й породы, отн. ед.;

$U_i$  — относительный показатель запаса урана для  $i$ -й породы, отн. ед.;

$A_i$  — относительный показатель пористости  $i$ -й породы, отн. ед.;

$F_i$  — относительный показатель коэффициента фильтрации, отн. ед.

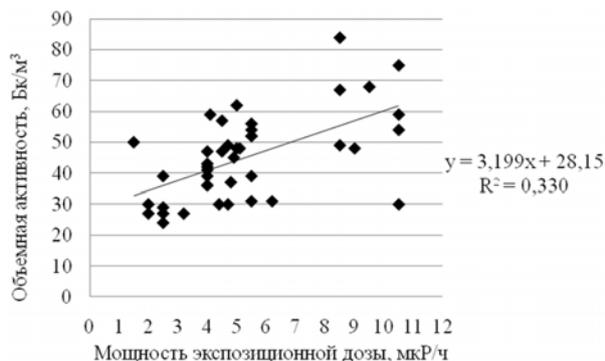


Рисунок 1 — Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от среднего значения МЭД на территории районов

Средневзвешенное значение радонового индекса рассчитываем по формуле:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n R_i \times S_i}{S_{\text{района}}} \quad (4)$$

где  $R_i$  — значение радонового индекса  $i$ -й породы;

$S_i$  — площадь, занимаемая  $i$ -й породой в районе, км<sup>2</sup>;

$S_{\text{района}}$  — общая площадь района, км<sup>2</sup>.

Для удобства дальнейшего использования полученный ряд значений  $R$  по районам Гомельской и Могилевской областей нормирован на максимальную величину.

**Результаты и обсуждение**

Линейные регрессионные зависимости средних значений ОА радона, полученных по результатам измерений в районах Гомельской и Могилевской областей, от средневзвешенных значений МЭД и радонового индекса приведены на рисунках 1 и 2.

Исходные данные для полученных регрессионных зависимостей приведены в таблице 2.

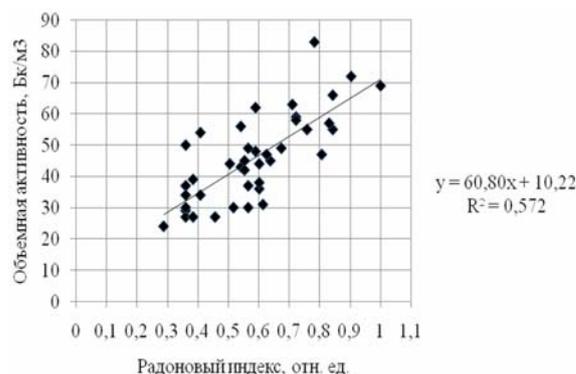


Рисунок 2 — Зависимость среднерайонных значений ОА радона в помещениях от радонового индекса геологических пород

Таблица 2 — Среднерайонные радоновые показатели Гомельской и Могилевской областей

№ п/п	Гомельская область				Могилевская область			
	район	ОА, Бк/м <sup>2</sup>	МЭД, мкР/ч	радоновый индекс, отн. ед.	район	ОА, Бк/м <sup>2</sup>	МЭД, мкР/ч	радоновый индекс, отн. ед.
1	Светлогорский	37	4,8	0,57	Дрибинский	58	5,5	0,72
2	Лельчицкий	24	2,5	0,29	Горецкий	75	10,5	0,90
3	Брагинский	39	2,5	0,39	Мстиславльский	68	9,5	0,71
4	Хойникский	56	5,5	0,54	Краснопольский	52	5,5	0,78
5	Калинковичский	29	2,5	0,36	Кировский	54	5,5	0,41

Окончание таблицы 2

№ п/п	Гомельская область			Могилевская область				
	район	ОА, Бк/м <sup>2</sup>	МЭД, мкР/ч	радоновый индекс, отн. ед.	район	ОА, Бк/м <sup>2</sup>	МЭД, мкР/ч	радоновый индекс, отн. ед.
6	Петриковский	27	2,0	0,36	Круглянский	66	4,5	0,84
7	Речицкий	45	4,9	0,64	Кричевский	84	8,5	0,78
8	Буда-Кошелевский	31	6,2	0,61	Бельничский	30	5,0	0,41
9	Гомельский	62	5,0	0,59	Быховский	42	5,5	0,51
10	Добрушский	47	4,5	0,81	Хотимский	42	4,0	0,55
11	Жлобинский	43	4,0	0,54	Костюковичский	36	4,0	0,60
12	Октябрьский	30	2,0	0,36	Шкловский	57	8,5	1,0
13	Рогачевский	30	4,4	0,52	Климовичский	31	5,5	0,41
14	Чечерский	59	4,1	0,72	Могилевский	49	8,5	0,57
15	Ветковский	47	4,0	0,63	Глусский	39	4,0	0,60
16	Житковичский	50	1,5	0,36	Осиповичский	41	4,0	0,60
17	Кормянский	48	5,1	0,59	Кличевский	36	4,0	0,36
18	Ельский	27	2,5	0,39	Бобруйский	57	4,5	0,76
19	Наровлянский	30	4,7	0,57	Чаусский	69	8,5	0,83
20	Мозырский	27	3,2	0,46	Чериковский	52	5,5	0,84
21	Лоевский	49	4,7	0,67	Славгородский	48	5,0	0,55

Приведенные на рисунках 1, 2 регрессионные зависимости показывают, что использование комплексного радонового показателя повышает коэффициент корреляции по сравнению с простым радоновым показателем, каким является МЭД.

При накоплении достаточного количества измерений для расчета необходимого числа значений радонового индекса на определенной территории можно составить карты радонового потенциала этих территорий, что позволит

выделить наиболее радоноопасные участки. Однако для принятия решений по проведению противорадоновых контрмер необходимо на выделенных радоноопасных участках провести дополнительные исследования по определению среднегодовых значений ОА радона в помещениях зданий [3].

На рисунке 3 приведена регрессионная зависимость среднерайонных показателей ОА радона в помещениях зданий от значений МЭД на открытой местности.

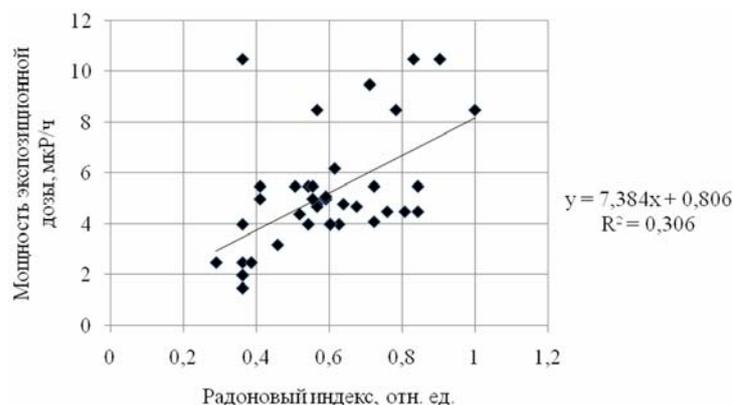


Рисунок 3 — Зависимость средневзвешенных по районам значений МЭД от радонового индекса геологических пород

Относительно небольшое значение коэффициента корреляции показывает, что имеется в соотношении урана, тория и калия в породах, за исключением моренных отклонений в Витебской области, значительно обогащенных ураном [6].

Повышение коэффициента корреляции между ОА радона в помещениях зданий и значениями радонового индекса возможно при учете

уровня грунтовых вод на территории. Как известно [9], в 1–3 м он полностью поглощает почвенный радон, а более 10 м — практически оставляет весь выделенный из пород радон в почвенном воздухе.

#### Заключение

Полученные регрессионные зависимости комплексного радонового показателя — радо-

нового индекса от ОА радона в помещениях сельских зданий указывает на возможность его использования при построении карт радонового потенциала. Они необходимы для определения и выделения радоноопасных зон с вероятным последующим проведением противорадиационных мероприятий в уже построенных зданиях или для планирования радоновой защиты в проектируемых зданиях [10].

Кроме того, особенно важным, на наш взгляд, является тот факт, что облучение от радона на территории Беларуси является очень неравномерным при относительно высоких значениях дозы облучения населения в отдельных регионах РБ [5]. Это необходимо учитывать при планировании противорадиационных контрмер на территориях, загрязненных чернобыльскими радионуклидами, а также при регистрации доз облучения в Государственном регистре лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС и других радиационных аварий.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ICRP Publication № 50. — Oxford: Pergamon Press. — 1987. — 79 с.
2. ICRP Publication № 60. — Oxford: Pergamon Press. — 1990. — 94 с.
3. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах / Публикация № 65 МКРЗ. — М.: Энергоатомиздат, 1995. — 78 с.
4. Радоновый мониторинг Могилевской и Гомельской областей Республики Беларусь: отчет о НИР (закл.) / Науч.-иссл. ин-т промышленной и морской медицины; рук. Э. М. Крисюк. — СПб., 1992. — 205 с.
5. Karabanov, A. K. Impact of geological structures of Belarus on Radon Concentration in Air Workshop on Natural Radiation and Radon: seminar on Radon, Stockholm, SSM, 25-27 January, 2009.
6. Оценка гидрогеологических параметров по данным геофизических исследований в скважинах: метод. руководство / А. В. Беляшов [и др.]. — Минск: Фонды геофизической экспедиции, 2008. — 43 с.
7. McDonough, W. F. The Composition of the Earth / W. F. McDonough, S.-s. Sun // Chem. Geol. — 1995. — Vol. 120, № 1. — P. 223–253.
8. Адушкин, В. В. Поля почвенного радона в восточной части Балтийского щита / В. В. Адушкин, И. И. Дивков, С. А. Кожухов // Динамические процессы в системе внутренних внешних взаимодействующих геосфер. — М.: Геос, 2005. — С. 173–178.
9. Выполнение комплексной геофизической съемки на площадке возможного размещения АЭС и прогноз миграции радионуклидов с подземными водами (Шкловско-Горещкий пункт, Кукшиновская площадка): Отчет о НИР (закл.) / Бел. геофиз. экспед; рук. темы А. В. Гаврилов. — Минск, 2008. — 257 с.
10. Akerblom, G. The Radon Book / G. Akerblom, R. Claven-sjo. — Stockholm: SSM, 1994. — 256 p.

Поступила 28.02.2013

## СЛУЧАЙ ИЗ КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

УДК 616.831-003.84

### БОЛЕЗНЬ ФАРА ПРИ ПАТОЛОГОАНАТОМИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ (случай из практики)

В. Н. Тищенко, Г. В. Тищенко

Гомельское областное клиническое патологоанатомическое бюро

В статье проведен ретроспективный анализ секционного случая с болезнью Фара. Изложены литературные данные, приведены собственные наблюдения с акцентом на макроскопическую и гистологическую картину поражения головного мозга. Отмечены трудности ранней диагностики данного заболевания. При патологоанатомическом исследовании в головном мозге выявлены четкие морфологические критерии болезни Фара.

Ключевые слова: болезнь Фара, кальцификация, базальные ганглии, патоморфология.

### FAHR DISEASE IN POSTMORTEM EXAMINATION (case report)

V. N. Tishchenko, G. V. Tishchenko

Gomel Regional Clinical Pathologic Bureau

The article provides the retrospective analysis of an autopsy case of Fahr disease. The article presents literature data and the authors' own experience focused on macroscopic and histological lesions of brain. The difficulties of early diagnosis of this disease are stressed. The postmortem examination of the brain revealed distinct morphological criteria of Fahr disease.

Key words: Fahr disease, calcification, basal ganglia, pathomorphology.

#### Введение

В практике врача-патологоанатома относительно редки случаи обнаружения на аутоп-

сии неатеросклеротических нейродегенеративных заболеваний. Основными этиологическими факторами чаще всего являются алкоголь-