

Медико-биологические проблемы жизнедеятельности

Научно-практический рецензируемый журнал

№ 1(19)

2018 г.

Учредитель

Государственное учреждение
«Республиканский научно-
практический центр
радиационной медицины
и экологии человека»

Журнал включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования диссертационных исследований по медицинской и биологической отраслям науки (31.12.2009, протокол 25/1)

Журнал зарегистрирован

Министерством информации
Республики Беларусь,
Свид. № 762 от 6.11.2009

Подписано в печать 10.04.18
Формат 60×90/8. Бумага мелованная.
Гарнитура «Times New Roman».
Печать цифровая. Тираж 100 экз.
Усл. печ. л. 23,25. Уч.-изд. л. 12,1.
Зак. 42/2.

Издатель ГУ «Республиканский
научно-практический центр
радиационной медицины и
экологии человека»
Свидетельство N 1/410 от 14.08.2014

Отпечатано в КУП
«Редакция газеты
«Гомельская праўда»
г. Гомель, ул. Полесская, 17а

ISSN 2074-2088

Главный редактор, председатель редакционной коллегии

А.В. Рожко (д.м.н., доцент)

Редакционная коллегия

В.С. Аверин (д.б.н., профессор, зам. гл. редактора),
В.В. Аничкин (д.м.н., профессор), В.Н. Беляковский (д.м.н., профессор), Н.Г. Власова (д.б.н., доцент, научный редактор),
А.В. Величко (к.м.н., доцент), И.В. Велякин (к.б.н., доцент),
А.В. Воропаева (к.м.н., доцент), В.В. Евсеенко (к.пс.н.),
С.В. Зыблева (к.м.н., отв. секретарь), С.А. Игумнов (д.м.н., профессор), И.Н. Коляда (к.м.н.), А.В. Коротаев (к.м.н., доцент), А.Н. Лызикив (д.м.н., профессор), А.В. Макавич (к.м.н., доцент), С.Б. Мельнов (д.б.н., профессор), Я.Л. Навменова (к.м.н.), Э.А. Надьров (к.м.н., доцент),
И.А. Новикова (д.м.н., профессор), Э.Н. Платошкин (к.м.н., доцент), Э.А. Повелица (к.м.н.), Ю.И. Рожко (к.м.н., доцент), И.П. Ромашевская (к.м.н.), М.Г. Русаленко (к.м.н.), А.П. Саливончик (к.б.н.), А.Е. Силин (к.б.н.), А.Н. Стожаров (д.б.н., профессор), А.Н. Цуканов (к.м.н.), Н.И. Шевченко (к.б.н., доцент), Ю.И. Ярец (к.м.н., доцент),

Редакционный совет

В.И. Жарко (зам. премьер-министра Республика Беларусь, Минск), А.В. Аклеев (д.м.н., профессор, Челябинск), С.С. Алексанин (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Д.А. Базыка (д.м.н., профессор, Киев), А.П. Бирюков (д.м.н., профессор, Москва), Е.Л. Богдан (Начальник Главного управления организации медицинской помощи Министерства здравоохранения), Л.А. Бокерия (д.м.н., академик РАН и РАМН, Москва), А.Ю. Бушманов (д.м.н., профессор, Москва), И.И. Дедов (д.м.н., академик РАМН, Москва), М.П. Захарченко (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Л.А. Ильин (д.м.н., академик РАМН, Москва), К.В. Котенко (д.м.н., профессор, Москва), В.Ю. Кравцов (д.б.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Г. Кручинский (д.м.н., Минск), Т.В. Мохорт (д.м.н., профессор, Минск), Д.Л. Пиневиц (Минск), В.Ю. Рыбников (д.м.н., профессор, Санкт-Петербург), Н.Д. Тронько (д.м.н., профессор, Киев), В.А. Филонюк (к.м.н., доцент, Минск), Р.А. Часнойть (к.э.н., Минск), В.Е. Шевчук (к.м.н., Минск), В.Д. Шило (Минск)

Технический редактор

С.Н. Никонович

Адрес редакции 246040 г. Гомель, ул. Ильича, д. 290,
ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», редакция журнала
тел (0232) 38-95-00, факс (0232) 37-80-97
<http://www.mbp.rcrm.by> e-mail: mbp@rcrm.by

© Государственное учреждение
«Республиканский научно-практический центр
радиационной медицины и экологии человека», 2018

№ 1(19)

2018

Medical and Biological Problems of Life Activity

Scientific and Practical Journal

Founder

Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

Journal registration
by the Ministry of information
of Republic of Belarus

Certificate № 762 of 6.11.2009

© Republican Research Centre
for Radiation Medicine
and Human Ecology

ISSN 2074-2088

Содержание

Content

Обзоры и проблемные статьи

Reviews and problem articles

Н.Г. Власова

Гигиеническая регламентация облучения человека

6

N.G. Vlasova

Hygienic regulation of human radiation

Е.С. Пашинская, В.В. Поляржин, В.М. Семенов

Паразитирование токсоплазм и его некоторые медико-биологические аспекты (обзор литературы, часть 1)

14

E.S. Pashinskaya, V.V. Pabiarzhyn, V.M. Semenov

The parasite *Toxoplasma gondii* and some medical and biological aspects (literature review, part 1)

Медико-биологические проблемы

Medical-biological problems

К.Н. Буздалькин

Облучение персонала в результате ингаляционного поступления радионуклидов при пожарах в зонах отчуждения и отселения Чернобыльской АЭС

25

K.N. Bouzdalkin

Irradiation of the personnel as a result of radionuclides inhalation during fires in Chernobyl exclusion zone

Л.А. Горбач

Риск туберкулеза у детей и подростков с различными заболеваниями в пострадавших от чернобыльской катастрофы районах

33

L.A. Gorbach

The risk of tuberculosis in children and adolescents with various diseases in affected by the Chernobyl disaster areas

М.В. Кадука, Л.Н. Басалаева, Т.А. Бекяшева, С.А. Иванов, Н.В. Салазкина, В.В. Ступина

Результаты радиационного контроля пищевой продукции на загрязненных территориях российской федерации в отдаленный период после аварии на ЧАЭС

40

M.V. Kaduka, L.N. Basalajeva, T.A. Bekjasheva, S.A. Ivanov, N.V. Salaskjina, V.V. Stupina

The results of radiation control of the foodstuffs from contaminated territories of Russian Federation in the remote period after the accident on Chernobyl NPP

Т.А. Кормановская

Контроль и учет доз природного облучения населения Российской Федерации

48

T.A. Kormanovskaja

Control and accounting of the natural exposure doses population Russian Federation

С. Д. Кулеш

Сравнительный анализ эпидемиологии внутримозгового кровоизлияния в Республике Беларусь и других странах

55

S. D. Kulesh

Comparative analysis of the epidemiology of intracerebral hemorrhage in the Republic of Belarus and other countries

С.Н. Соколовская, Л.Г. Карпишевич, Н.П. Минько, В.А. Пономарев, В.А. Игнатенко, Б.К. Кузнецов

Изотопы радона и их использование при водолечении в санатории «Радон»

60

S.N. Sakaloukaya, L.H. Karpishevich, N.P. Minko, V.A. Panamareu, V.A. Ignatenko, B.K. Kuznecov

Radon isotopes and their application in hydrotherapy in health center «Radon»

- А.С. Соловьев, М.А. Пимкин, Т.А. Анащенко**
Влияние делеции субдомена инозин-5'-монофосфат дегидрогеназы и точечных мутаций гена фермента, ассоциированных с пигментным ретинитом, на её активность и нуклеотидные пулы *Escherichia coli* 66
- Л.А. Чунихин, А.Л. Чеховский, Д.Н. Дроздов**
Обоснование возможности определения критических зон радоноопасности по косвенным показателям радона 72
- Л.Н. Эвентова, А.Н. Матарас, Ю.В. Висенберг, Н.Г. Власова**
Динамика соотношения доз внешнего и внутреннего облучения жителей населенных пунктов, находящихся на территориях с различной плотностью радиоактивного загрязнения 80
- Ю.И. Ярец, И.А. Славников, З.А. Дундаров, Н.Н. Шибасва**
Информативность цитологического и гистологического методов исследования для оценки состояния воспалительной и пролиферативной фаз репарации гранулирующей раны 86

Клиническая медицина**Clinical medicine**

- Р.В. Авдеев, А.С. Александров, Н.А. Бакунина, Д.А. Белая, А.Ю. Брежнев, Н.В. Волкова, Л.М. Габдрахманов, И.Р. Газизова, А.Б. Галимова, В.В. Гарькавенко, А.М. Гетманова, В.В. Городничий, А.А. Гусаревич, Д.А. Дорофеев, Ю.Ф. Дюкарева, П.Ч. Завадский, А.Б. Захидов, О.Г. Зверева, У.Р. Каримов, И.В. Кондракова, А.В. Куроедов, С.Н. Ланин, Дж.Н. Ловпаче, Е.В. Молчанова, З.М. Нагорнова, О.Н. Онуфрийчук, С.Ю. Петров, Ю.И. Рожко, Ж.О. Сангилбаева, А.В. Селезнев, Л.Б. Таштитова, С.В. Усманов, А.С. Хохлова, А.П. Шахалова, Р.В. Шевчук**
Анализ вариантов гипотензивного лечения пациентов с первичной открытоугольной глаукомой по результатам многоцентрового исследования в клиниках шести стран 95
- A.S. Soloviov, M.A. Pimkin, T.A. Anaschenkova**
The subdomain deletion effect of the inosine-5'-monophosphate dehydrogenase and point mutations of the enzyme gene, associated with retinitis pigmentosa, on its activity and *Escherichia coli* nucleotide pools
- L. Chunikhin, A. Chekhovskiy, D. Drozdov**
Justification of the possibility for determining critical zones of radon danger on indirect radon indicators
- L.N. Eventova, A.N. Mataras, Y.V. Visenberg, N.G. Vlasova**
Dynamics of ratio of external and internal exposure doses of residents of settlements in territories with various density of radioactive contamination
- Y.Yarets, I. Slavnikov, Z. Dundarov, N.Shibasva**
Informativeness of cytological and histological research methods for assessing the state of inflammatory and proliferative reparation phases of granulated wounds

- А.В. Бойко**
Дебют моторных проявлений болезни Паркинсона. Роль стресса 112
- А.В. Величко, В.В. Похожай, З.А. Дундаров, С.Л. Зыблев**
Дифференцированный подход к хирургическому лечению первичного гиперпаратиреоза 118
- Н.В. Галиновская**
Состояние синтеза активных форм азота у пациентов с преходящими нарушениями мозгового кровообращения и лакунарным инсультом 129
- А.Ю. Захарко**
Предикторы развития неблагоприятных исходов беременности у женщин с метаболическим синдромом 142
- О.Н. Кононова, А.М. Пристром, А.В. Коротаев, Н.В. Николаева, О.В. Зотова, Е.В. Ковш, Я.Л. Навменова**
Применение суточного мониторингования артериального давления у беременных с метаболическим синдромом: анализ результатов 149
- А.С.Подгорная, Т.С. Дивакова**
Ультразвуковые критерии эффективности применения гистерорезектоскопической абляции эндометрия и левоноргестрелсодержащей внутриматочной системы в лечении меноррагий, ассоциированных с аденомиозом 157
- A.V. Boika**
The debut of motor symptoms of Parkinson's disease. The role of stress
- A.V. Velichko, V.V. Pohozhay, Z.A. Dundarov, S.L. Zyblev**
Differentiated approach to operant therapy of primary hyperparathyroidism
- N.V. Halinouskaya**
Status of active nitric oxide forms synthesis in patients with passing infringements of brain blood circulation and lacunar stroke
- A. Zakharko**
Predictors of development of adverse pregnancy outcome in women with metabolic syndrome
- O. Kononova, A. Pristrom, A. Korotaev, N. Nikolaeva, O. Zotova, E. Kovsh, Y. Navmenova**
Application of daily monitoring of arterial blood pressure in pregnant women with metabolic syndrome: analysis of results
- A.S.Podgornaya, T.S. Divakova**
Ultrasonic parameters of the uterus and ovaries in dynamics in patients with endometriosis of the uterus complicated by menorrhagia under the use of hystereselectoscopic ablation of the endometrium and levonorgestrel-containing intrauterine system

Обмен опытом**Experience exchange**

- М.В. Кажина**
Мозг как эндокринный орган. Биологические эффекты и терапевтические возможности нейростероидов с позиции гинеколога (Клиническая лекция) 167
- M.V. Kazhyna**
The brain as endocrine organ. Biological effects and therapeutic possibilities of neurosteroids (Clinical lecture)

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРИТИЧЕСКИХ ЗОН РАДОНООПАСНОСТИ ПО КОСВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ РАДОНА¹ГНУ «Институт Радиобиологии НАН Беларуси, Гомель, Беларусь²УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», Гомель, Беларусь

В работе приводится обоснование косвенных показателей для оценки радоноопасности территорий. Установлена линейная регрессия между показателями заболеваемости раком легкого и средневзвешенными значениями содержания урана в почвах. На основании регрессии предложен комплексный радоновый показатель – радоновый индекс, который может быть использован при построении карт радонового потенциала Республики Беларусь. Эти карты необходимы для выделения радоноопасных зон с последующим проведением противорадиационных мероприятий в построенных зданиях или для планирования радоновой защиты в проектируемых зданиях.

Ключевые слова: радон, объемная активность радона, комплексный радоновый показатель, противорадиационные мероприятия, населенный пункт

Введение

Впервые доказательства связи заболеваемости раком легкого с концентрацией радона в рабочих помещениях были получены по результатам эпидемиологических исследований, проведенных среди работников урановых и других шахт [1]. Выводы, сделанные для категории шахтеров, работающих в условиях повышенных концентраций радона, были распространены согласно линейной беспороговой концепции на область значительно более низких концентраций, наблюдающихся в жилых помещениях. Впоследствии значения коэффициентов риска, а также половозрастные зависимости заболеваемости раком легкого были подтверждены в 13 эпидемиологических исследованиях, проведенных в 9 европейских странах [2]. Обычно определяют радоноопасные зоны, где концентрация радона значительно выше, чем в среднем по стране. Согласно рекомендациям работы [3], радоноопасная зона может быть определена как территория, в которой в 1% жилищ концентрация радона в 10 раз превышает среднее республиканское значение. Идентификация радоноопасных зон по измерениям в помещениях является до-

вольно трудоёмкой и затратной процедурой и для обозначения границ зон используют геологическую информацию [4].

Проблемы облучения радоном с его дочерними продуктами распада (ДПР) и радиационной защиты на рабочих местах и в жилищах были рассмотрены в Публикации №50 МКРЗ, 1987 г.; Публикации №60 МКРЗ, 1990 г. [5, 6]. Принципиально новые подходы к оценке радоновой опасности и радиационной защите от радона и его ДПР были показаны в Публикации №65 МКРЗ, 1993 г. [7]:

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

Первый тезис предусматривает осторожный подход к дозиметрическим оценкам радона, которые часто являются за-

вышенными. Второй тезис распространяет выводы, сделанные в эпидемиологических исследованиях на шахтерах, 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 противорадиационные мероприятия.

Целью настоящей работы являлось определение и обоснование косвенных показателей радона, которые можно использовать для идентификации радоноопасных зон. Существование регрессионной зависимости между объемной активностью (ОА) в помещениях зданий и радоновыми показателями, определёнными по геологическим структурам, усреднёнными в масштабах районов, может быть основой для картирования территории по радоновому риску в более крупномасштабном варианте.

Материал и методы исследования

Исследовали зависимости стандартизованного показателя средней по областям первичной заболеваемости раком легкого от средневзвешенных по территории содержания ²³⁸U в почвах и мощности экспозиционной дозы от природных источников. Объектом исследования являлись территория и население Республики Беларусь, кроме города Минска. Определяли линейную регрессионную связь между средними по областям Беларуси стандартизованными показателями заболеваемости раком легкого в 1975, 1980, 1985, 1990 гг. и средневзвешенными по территории областей Беларуси значениями содержания урана в почвах и дочернобыльско-го γ -фона. Для анализа использовали опубликованные ранее данные по стандартизованным показателям заболеваемости раком лёгкого в Беларуси [8] и картограммы дочернобыльско-го γ -фона [9] и концентрации урана в почвах Беларуси [10].

Материалами для данной разработки являются результаты измерений объёмной активности радона в типичных помещениях сельских населённых пунктов (НП) всех районов Гомельской и Могилёвской областей, полученные при широкомасштабном обследовании, выполненном специалистами НИИ морской и промышленной медицины (г. Санкт-Петербург) в 1992 г [11]. В ходе исследований были проведены измерения ОА радона в 181 НП районов Могилёвской области и в 224 НП районов Гомельской области. В каждом обследуемом НП сделано по несколько измерений ОА радона в типичных помещениях сельских зданий.

Рабочими материалами являются карты мощности экспозиционной дозы (МЭД), составленные по результатам измерений специалистами «Белгеологии» в период 1969-1985 гг. [12] и геологические карты Республики Беларусь, на которых показано расположение пород с различным содержанием урана [13]. В настоящей разработке используются также данные по проницаемости различных пород для радона.

По картам МЭД были определены средневзвешенные значения МЭД по каждому району Гомельской и Могилёвской областей, согласно выражению:

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

где \bar{P}_i – среднее значение МЭД на i -й площади района, мкР/час; S_i – площадь со значением МЭД P_i , км²; $S_{\text{района}}$ – общая площадь района, км².

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/м³; n – количество измерений в районе.

Было определено 9 геологических пород, существующих на территории Беларуси, различающихся по уровню содержания

урана [14], которые были нормированы на значение максимального содержания урана в породе (глине), принятое за 1. Кроме этого, эксхалация радона зависит от проницаемости пород. Проницаемость определяется пористостью и коэффициентами фильтрации радона в грунтах [15]. 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.

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 НП 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 предположения можно предложить в качестве комплексного радонового показателя т.н. «радоновый индекс», который можно рассчитать при помощи выражения:

$$R_i = U_i \cdot A_i \cdot F_i, \quad (3)$$

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 – отно-

сительный показатель коэффициента фильтрации, отн. ед.

Средневзвешенное значение радонового индекса рассчитывается по выражению:

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

где R_i – значение радонового индекса i -й породы; S_i – площадь, занимаемая i -й породой в районе, км²; $S_{\text{района}}$ – общая площадь района, км².

Для удобства дальнейшего использования полученный ряд значений радонового индекса R по районам Гомельской и Могилёвской областей нормирован на максимальную величину.

Результаты исследования

Для оценки влияния радона на заболеваемость раком легкого были получены регрессионные зависимости между стандартизованным показателем средней по областям Республики Беларусь заболеваемости раком легкого в 1975, 1980, 1985 и 1990 гг. и косвенным показателем радоновой опасности: средневзвешенным по территории области значениям концентрации урана в почвах Беларуси и МЭД от природных источников. На рисунке 1 приведены зависимости стандартизованного показателя заболеваемости раком лёгкого в 1975, 1980, 1985 и 1990 гг. от средневзвешенного по территории областей Республики Беларусь содержания ²³⁸U в почвах.

Приведенные линии регрессии параллельны между собой и имеют высокие значения коэффициентов корреляции – для 1975, 1980, 1985 и 1990 гг., со-

Таблица 1 – Относительные характеристики радоновых показателей геологических пород

Состав пород	Глина	Суглинок	Суглинок моренный	Супесь моренная	Песчано-гравийная смесь	Супесь	Алевролит	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 коэфф. фильтрации, F	0,002	0,004	0,004	0,027	1,0	0,04	0,04	0,15	0,33

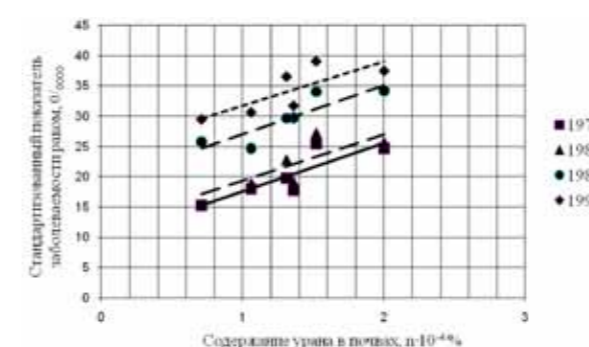


Рисунок 1 – Зависимость показателя заболеваемости раком легкого от концентрации урана в почвах

ответственно, 0,93, 0,87, 0,94, 0,89. Дочернобыльский природный γ -фон территории Республики Беларусь обусловлен, в основном, излучением от радионуклидов урана и тория с дочерними продуктами распада (ДПР) и ⁴⁰K, находящихся, главным образом, в составе почв и горных пород. Некоторый, относительно небольшой вклад в естественный гамма-фон вносит излучение ¹³⁷Cs, выпавшего в составе глобальных выпадений и равномерно распределенного по всей территории Беларуси. В первом приближении будем считать, что неравномерность естественного γ -фона на территории Беларуси обусловлена, в основном, гамма-излучением радия и его ДПР. На рисунке 2 приведена регрессионная зависимость средневзвешенного по территории областей Республики Беларусь содержания ²³⁸U в почвах от средневзвешенного по территории областей значения дочернобыльского γ -фона.

Регрессионная зависимость имеет высокую величину коэффициента корреляции $r=0,97$ и относительно небольшое отрицательное значение свободного члена. На рисунке 3 приведены регрессионные зависимости между стандартизованными показателями первичной заболеваемости раком легких по областям Республики Беларусь в 1975, 1980, 1985, 1990 гг. и средневзвешенным по территории показателем МЭД от природных источников.

Линии регрессии также параллельны между собой и имеют значения коэффициентов корреляции несколько ниже, чем приве-

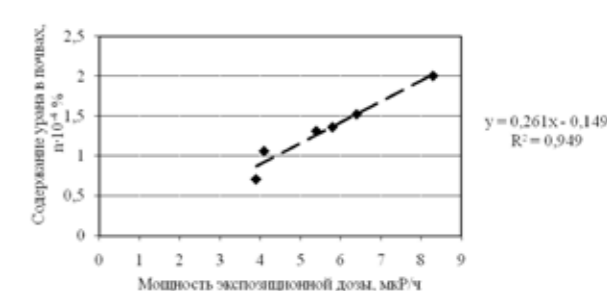


Рисунок 2 – Зависимость средневзвешенного содержания урана в почвах от средневзвешенных по областям значений МЭД

денные на рисунке 1, – для 1975, 1980, 1985 и 1990 гг., соответственно, 0,83, 0,67, 0,92, 0,83.

Близкие значения коэффициентов регрессии, приведенных на рисунках 1 и 3 (равные в среднем, соответственно, $7,8 \pm 0,5$ и $4,1 \pm 0,20$), указывают на устойчивую зависимость стандартизованного показателя заболеваемости раком легкого от таких косвенных показателей радоноопасности, какими являются содержание урана в почвах и значения МПД, на протяжении 15 лет. При этом происходит рост показателя, рассчитанного при гипотетически нулевом значении МЭД, за каждые 5 лет, примерно в 1,5 раза. Так же, примерно в 1,5 раза, различаются крайние значения показателя для областей Беларуси в каждом исследуемом периоде. Если принять, что существует корреляция между содержанием урана в почвах, МПД и эксхалацией радона, который затем попадает в помещение

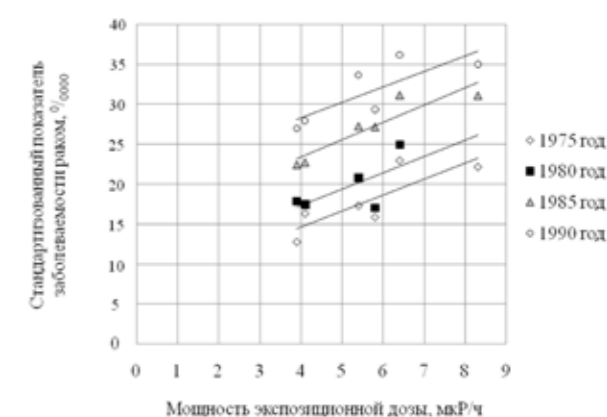


Рисунок 3 – Зависимость показателя заболеваемости раком легкого от мощности экспозиционной дозы

зданий, то полученные регрессионные зависимости стандартизованного показателя заболеваемости раком легких от МПД можно считать первичной классификацией территории Беларуси по радоноопасности. При наличии крупномасштабных карт дочернобыльского γ -фона и содержания урана в почвах, используя показатель проницаемости почв для радона, можно предварительно оконтурить радоноопасные зоны на определённых территориях, которые затем исследовать более подробно путём измерения объёмной активности радона в помещениях зданий. Приведенные на рисунках 1 и 3 регрессионные зависимости выражены в относительных координатах и их нельзя интерпретировать с точки зрения получения количественных величин. Анализ результатов проведенных в 1992 году на территории Гомельской и Могилевской областей широкомасштабных исследований по определению концентрации радона в помещениях сельских населенных пунктов [11] показал, что имеется определенная корреляция между средними значениями объёмной активности радона в помещениях с величиной дочернобыльского гамма-фона. Полученная регрессия приведена на рисунке 4.

Линейная регрессионная зависимость средне-районных показателей ОА радона в жилых помещениях сельских НП на территории Гомельской и Могилевской областей от радонового индекса пород приведена на рисунок 5.

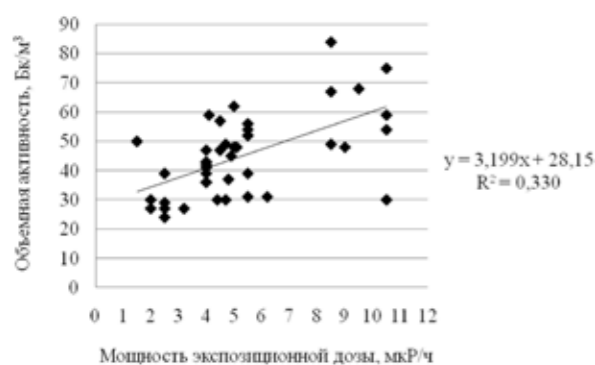


Рисунок 4 – Зависимость средне-районных значений ОА радона в помещениях от МЭД на территории

Исходные данные для полученных регрессионных зависимостей приведены в таблице 2.

Приведенные на рисунках 4, 5 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 расчёта необходимого числа значений радонового индекса на определённой территории, можно составить тематические карты этих территорий по радоновому потенциалу, что позволит выделить наиболее радоноопасные участки. Однако для принятия решений по проведению противорадиационных контрмер необходимо на выделенных радоноопасных участках провести дополнительные исследования по определению среднегодовых значений ОА радона в помещениях зданий [7].

На рисунке 6 приведена регрессионная зависимость между средне-районными показателями ОА радона в помещениях зданий и значениями МЭД на открытой местности.

Относительно небольшое значение коэффициента корреляции показывает, что в общем не имеется достаточной для анализа корреляционной связи между содержанием урана, тория и калия.

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

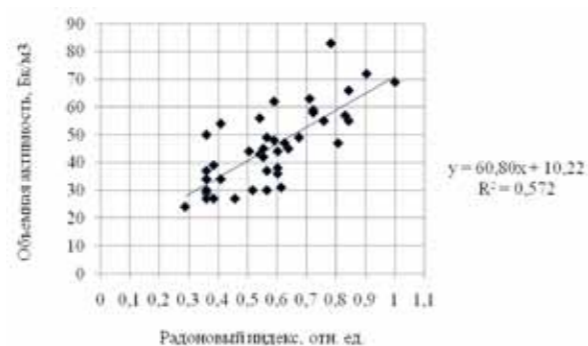


Рисунок 5 – Зависимость средне-районных значений ОА радона в помещениях от радонового индекса пород

Таблица 2 – Средне-районные радоновые показатели Гомельской и Могилевской областей

Гомельская область				Могилевская область			
Район	ОА, Бк/м³	МЭД, мкР/ч	Радоновый индекс, отн. ед.	Район	ОА, Бк/м³	МЭД, мкР/ч	Радоновый индекс, отн. ед.
Светлогорский	37	4,8	0,57	Дрибинский	58	5,5	0,72
Лельчицкий	24	2,5	0,29	Горецкий	75	10,5	0,90
Брагинский	39	2,5	0,39	Мстиславльский	68	9,5	0,71
Хойникский	56	5,5	0,54	Краснопольский	52	5,5	0,78
Калинковичский	29	2,5	0,36	Кировский	54	5,5	0,41
Петриковский	27	2,0	0,36	Круглянский	66	4,5	0,84
Речицкий	45	4,9	0,64	Кричевский	84	8,5	0,78
Буда-Кошелевский	31	6,2	0,61	Бельничский	30	5,0	0,41
Гомельский	62	5,0	0,59	Быховский	42	5,5	0,51
Добрушский	47	4,5	0,81	Хотимский	42	4,0	0,55
Жлобинский	43	4,0	0,54	Костюковичский	36	4,0	0,60
Октябрьский	30	2,0	0,36	Шкловский	57	8,5	1,0
Рогачевский	30	4,4	0,52	Климовичский	31	5,5	0,41
Чечерский	59	4,1	0,72	Могилевский	49	8,5	0,57
Ветковский	47	4,0	0,63	Глусский	39	4,0	0,60
Житковичский	50	1,5	0,36	Осиповичский	41	4,0	0,60
Кормянский	48	5,1	0,59	Кличевский	36	4,0	0,36
Ельский	27	2,5	0,39	Бобруйский	57	4,5	0,76
Наровлянский	30	4,7	0,57	Чаусский	69	8,5	0,83
Мозырский	27	3,2	0,46	Чериковский	52	5,5	0,84
Лоевский	49	4,7	0,67	Славгородский	48	5,0	0,55

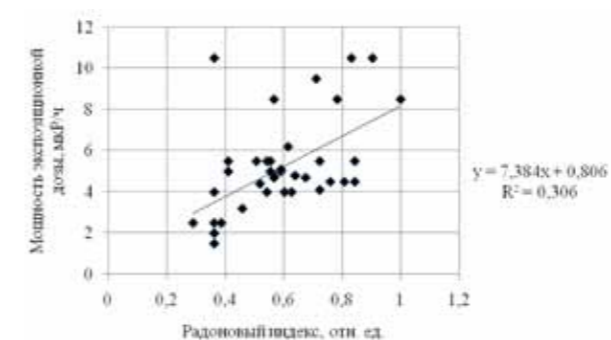


Рисунок 6 – Зависимость средне-районных значений ОА радона в помещениях от МЭД на открытой местности

при учёте уровня грунтовых вод на территории. Как известно [16], уровень грунтовых вод в 1-3 м полностью поглощает почвенный радон, а уровень более 10 м практически оставляет весь выделенный из пород радон в почвенном воздухе.

Выводы

Полученные регрессионные зависимости между комплексным радоновым показателем – радоновым индексом и ОА радона

в помещениях сельских зданий указывает на возможность его использования при построении карт радонового потенциала. Эти карты 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 [17].

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. Это необходимо учитывать при планировании противорадиационных контрмер на территориях, загрязнённых чернобыльскими радионуклидами, а также при регистрации доз облучения в Государственном регистре лиц, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на ЧАЭС, других радиационных аварий.

Полученные зависимости средних по областям Республики Беларусь стандартизованных показателей первичной заболева-

емости раком легкого от средневзвешенных по территории областей Беларуси значений содержания урана в почвах и дочернобыльского γ -фона имеют высокую степень корреляции. Учитывая наличие обоснованной связи концентрации радона в жилых помещениях и возникновения рака легкого, полученной в эпидемиологических исследованиях, можно считать эти факторы индикаторами наличия и неблагоприятного воздействия радона. Однако количественные соотношения такого воздействия, например, величину радоновой составляющей рака лёгкого, можно получить только на основании эпидемиологических исследований, при организации и проведении которых можно использовать полученные в настоящей работе регрессионные зависимости.

Значения дочернобыльского γ -фона и концентрации урана в почвах коррелируют с объемной активностью радона в помещениях зданий. Эти показатели могут быть использованы при проведении картирования радонового риска, как отдельно, так и в совокупности, в качестве интегрального показателя. При применении этого интегрального показателя можно дополнительно, в качестве составной части, использовать фактор проницаемости почв для радона. При этом на территориях с различными типами почв следует сопоставлять эти показатели с надёжными оценками объёмной активности радона в помещениях зданий.

Библиографический список

1. Doll, R. Cancer Incidence in Five Continents / R. Doll, P. Payne, J.A.H. Waterhouse. – Geneva: Vice: Berlin: Springer, 1966. – 403с.
2. Radon in home and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from European case-control studies / D. Darby [et al.] // Br. Med. Journal. – 2005. – №330. – P. 223-227
3. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах: Публикация № 65 МКРЗ/ Доклад Международной комиссии по радиологической защите; пер. М.В. Жуковского под ред. А.В. Кружалова. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 77с.

4. Clavensjo, B. The Radon Book. Measures against Radon / B. Clavensjo, G. Akerblom.-Stockholm: SSM, 1994. – 129с.

5. ICRP Publication №50.– Oxford: Pergamon Press.– 1987. – 79 с.

6. ICRP Publication №60.– Oxford: Pergamon Press. – 1990.– 94 с.

7. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах. / Публикация №65 МКРЗ.– М.: Энергоатомиздат, 1995. – 78 с.

8. Эпидемиология злокачественных новообразований в Беларуси / И.В. Залуцкий [и др.]. – Минск, изд-во «Зорны верасень», 2006. – 247 с.

9. Karabanov, A.K. Impact of geological structures of Belarus on Radon Concentration in Air. / A.K. Karabanov // Workshop on Natural Radiation and Radon: seminar on Radon, Stockholm, SSM, 25-27 January, 2009.

10. Шагалова, Э.Д. Содержание урана-238 в почвах Белоруссии / Э.Д. Шагалова // Почвоведение. – 1986. – №2. – С. 140-145.

11. Радоновый мониторинг Могилевской и Гомельской областей Республики Беларусь: отчет о НИР (закл.) / Научн.-иссл. ин-т промышленной и морской медицины; рук. Э.М. Крисюк. – СПб., 1992. – 205 с.

12. Беляшов, А.В. Оценка гидрогеологических параметров по данным геофизических исследований в скважинах: Методическое руководство / А.В. Беляшов [и др.]; – Минск: Фонды геофизической экспедиции, 2008. – 43 с.

13. Лукашев, К.И. Геохимические провинции покровных отложений БССР / К.И. Лукашев – Минск, 1969. – 387 с.

14. McDonough, W.F. The Composition of the Earth / W.F. McDonough, S.-s. Sun // Chem. Geol. – 1995.– Vol.120, №1.– P. 223-253

15. 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 / В.В. Адушкин, И.И. Дивков, С.А. Кожухов.– М.: Геос, 2005. – С. 173-178.

16. Выполнение комплексной геофизической съёмки на площадке возможного размещения АЭС и прогноз миграции радионуклидов с подземными водами (Шкловско-Горецкий пункт, Кукшиновская площадка):

Отчёт о НИР (закл.)/ Бел. геофиз. экспед; рук. темы А.В. Гаврилов. – Минск, 2008. – 257 с.

17. Akerblom, G. The Radon Book / G. Akerblom, R. Clavensjo. – Stockholm: SSM, 1994. – 256 p.

L. Chunikhin, A. Chekhovskiy, D. Drozdov

JUSTIFICATION OF THE POSSIBILITY FOR DETERMINING CRITICAL ZONES OF RADON DANGER ON INDIRECT RADON INDICATORS

A method of radon dangerous zones estimation by indirect indicators of radon was suggested in this work. Taking into account that the dependence of incidence and development of lung cancer from radon is epidemiologically proved, there were received the regression dependences of lung cancer disease from the uranium concentration in soils and level of the nature before-Chernobyl gamma-background on the territory of Belarus. The radon index was suggested as multiplication the uranium concentration in soils values on the nature before-Chernobyl gamma-background and on the soil radon penetrability. Taking into account the received within the work high values of correlation factors, one can use these indicators for identification of radon dangerous zones and indirectly for receiving the value of radon component of lung cancer.

Key words: radon, volumetric activity of radon, complex radon index, anti-radon measures, human settlement

Поступила 06.03.2018