

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 550.42+551.1 (476)

*Академик А. В. МАТВЕЕВ***РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ
ПО СТЕПЕНИ РАДОНОВОЙ ОПАСНОСТИ ГРУНТОВ***Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь
matveyev@ecology.basnet.by*

На основании определений объемной активности радона в четвертичных отложениях, породах платформенного чехла и фундамента построена схема районирования, на которой выделено пять типов территорий: потенциально радоноопасные, потенциально радоноопасные на отдельных площадях, потенциально радоноопасные на локальных участках, относительно радонобезопасные и радонобезопасные.

Ключевые слова: радон, радоновая опасность, четвертичные отложения, породы чехла и фундамента, разломы, районирование.

*A. V. MATVEYEV***DIVISION OF THE TERRITORY OF BELARUS INTO THE REGIONS
WITH DIFFERENT RADON CONTAMINATION HAZARD LEVELS OF SOILS***Institute for Nature Management the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus
matveyev@ecology.basnet.by*

The volumetric activity of the region determined in Quaternary deposits, platform cover and basement rocks was used to compile a diagram representing five types of territories as follows: potentially hazardous in radon contamination, including separate areas potentially hazardous in radon contamination, including local sites potentially hazardous in radon contamination, relatively nonhazardous in radon and nonhazardous in radon.

Keywords: radon, radon contamination hazard, Quaternary deposits, platform cover rocks, basement rocks, faults, division into regions.

Введение. Общеизвестно, что облучение от радона и многочисленных дочерних продуктов его распада составляет не менее половины дозы, получаемой среднестатистическим жителем Земли от всех источников ионизирующего облучения, и является одной из основных причин развития онкологических заболеваний рака легкого, в меньшей степени желудка, кожи и других органов [1; 2]. Это свидетельствует об актуальности для любого региона выявления радоновых аномалий и оценки их влияния на экологическую обстановку, различные сферы хозяйственной деятельности. Поэтому радонометрические исследования активно проводятся во многих странах мира (Бельгия, Великобритания, Германия, Италия, Россия, США, Чехия, Швеция и др.). Определенное внимание уделяется этой проблеме и в Беларуси [2–4]. В нашем регионе исследуются особенности распределения объемной активности радона (ОАР) в почвах, подземных водах, в воздухе жилых помещений. Однако до сих пор не проведено районирование территории страны по степени радоновой опасности покровных отложений (грунтов), содержание газа в которых в значительной степени влияет на его поступление в жилые и иные сооружения. Именно этой проблеме посвящено представляемое сообщение.

Материалы и методы исследования. Основной материал для исследований был собран в процессе выполнения работ по заданию 1.6.7 «Разработать и внедрить схему районирования территории Беларуси по распределению радоновых аномалий в почвенном воздухе, методические рекомендации по использованию радонометрических данных для решения геологических и геоэкологических задач» (2013–2015 гг.) ГНТП «Природные ресурсы и окружающая среда» и проекту Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований Х15УК/А-009 «Системный анализ природных и природно-антропогенных опасностей и рисков на территории Украины и Беларуси» (2015–2017 гг.), анализировались также материалы, опубликованные в [3; 6–8].

Определение концентраций радона осуществлялось с использованием гамма-спектрального комплекса, состоящего из анализатора импульсов Canberra-Packard Series 10⁺ и сцинтилляционного детектора гамма-излучения Silena, радиометра PPA-01M-03 и комплекса Альфарад-плюс. Измерения проводились как в полевых условиях, так и по отобраным образцам в лаборатории. Методика измерений описана в [6; 8]. Всего выполнено 462 анализа ОАР в покровных отложениях. Обобщенная характеристика полученных результатов приведена в табл. 1. Кроме этих определений для характеристики концентраций радона в покровных отложениях использовались данные по распределению газа в зонах активных разрывных нарушений, приведенные в [9] и свидетельствующие, что независимо от типа отложений в активных геодинамических зонах ОАР приповерхностных грунтов превышает в 2–3 раза значения на прилегающих территориях.

Т а б л и ц а 1. **Объемная активность радона в поровом воздухе покровных отложений**

Отложения	Кол-во образцов	Объемная активность радона (Бк/м ³)	
		средняя	пределы колебаний
Моренные супеси и суглинки	75	25300	14200–48900
Пески, песчано-гравийный материал краевых ледниковых образований	55	14200	3600–38000
Флювиогляциальные пески	118	14400	6600–27800
Аллювиальные пески	30	10400	3800–16900
Аллювиальные пески с прослоями глины	5	20000	18500–23600
Лессовидные супеси и суглинки	77	28000	12700–51300
Озерно-аллювиальные пески	55	18400	8700–35300
Озерно-ледниковые суглинки и глины	25	42500	28400–54600
Торф	22	17600	3100–58000

Все результаты измерений концентраций радона наносились на геологическую карту четвертичных отложений [10] и затем с учетом контуров распределения генетических типов отложений строилась схема распределения ОАР в покровных грунтах.

Для районирования территории Беларуси по степени радоновой опасности, помимо этой схемы, с целью увеличения достоверности проводимых оценок учитывалось возможное дополнительное влияние на геоэкологическую обстановку пород чехла и фундамента. Такой подход обусловлен тем, что на отдельных площадях коренные породы образуют выходы на земную поверхность либо же залегают на относительно небольших глубинах (до 20–30 м). Поэтому их влияние на ОАР в зданиях и поровом воздухе грунтов может заметно возрастать. Результаты определения концентраций радона в коренных породах приведены в табл. 2.

Обобщение всех материалов аналитических исследований с учетом площадей распространения и глубин залегания коренных пород, распространения активных разломов по [8] позволило построить схему районирования территории Беларуси по степени радоновой опасности. Оценка радоновой опасности проводилась в соответствии с подходами Инспекции Госатомнадзора Российской Федерации [11]. К радонобезопасным отнесены грунты с ОАР в поровом воздухе менее 10000 Бк/м³, относительно радоноопасным – 10000–50000 Бк/м³, радоноопасным – более 50000 Бк/м³.

Результаты и их обсуждение. На основании комплексного подхода к районированию выделено пять типов территорий: потенциально радоноопасные, потенциально радоноопасные на от-

Т а б л и ц а 2. Объемная активность радона (Бк/м³) в основных типах пород платформенного чехла и фундамента

Порода	Кол-во образцов	Объемная активность радона	
		средняя	пределы колебаний
Пески кварцево-палевошпатовые	4	13800	12000–17800
Пески кварцево-глауконитовые	6	29400	18400–47100
Глины	14	37300	27800–50600
Алеврит	2	16900	15600–18100
Бурый уголь	2	19300	17500–21000
Мел	3	19300	18400–20200
Мергель	3	33700	32700–34700
Известняк	5	33300	18500–50100
Доломит	6	17600	5000–32300
Песчаник	4	34400	24000–51000
Алевролит	2	36700	35900–37600
Гранит	4	82600	73800–90700
Гранодиорит	1	48700	
Диорит	2		65200–68200
Трахиродацит	3	105600	83000–135100
Габбро	8	24300	6000–41400
Габбро измененный	2	83400–128400	
Долерит	1	8400	
Гнейсы	6	40200	27000–57500
Пироксенит	3	27100	7200–53100
Сиенит	6	54500	24000–70500
Базальт	3	26600	5700–66900
Амфиболит	3	47400	24900–81800
Чарнокит	3	28900	22400–34300
Мигматит	1	25800	
Кварцит	2		8600–66400

дельных площадях, потенциально радоноопасные на локальных участках, относительно радоно-безопасные и радонобезопасные (рисунок).

Потенциально радоноопасные территории характеризуются преобладанием среди покровных отложений озерно-ледниковых глин и суглинков, лессовидных и моренных суглинков и глин, в поровом воздухе которых ОАР может достигать 50000 Бк/м³ и более. Кроме того, на этих площадях из неглубоко залегающих коренных осадочных пород распространены девонские глины, юрские и палеогеновые глины, мергели и кварцево-глауконитовые пески (песчаники), ОАР в которых превышает 40000 Бк/м³. Среди пород фундамента преобладают гранитоиды, общая ОАР в которых более 70000 Бк/м³.

Потенциально радоноопасные территории на отдельных площадях характеризуются распространением озерно-ледниковых глин и суглинков в тех случаях, когда в контурах этих отложений в платформенном чехле и фундаменте отсутствуют породы с ОАР выше 40000 Бк/м³ в чехле и более 70000 Бк/м³ в фундаменте. К этому типу территорий отнесены также площади распространения лессовидных и моренных суглинков и глин, ОАР в почвенном воздухе которых в основном варьирует в интервале 20000–40000 Бк/м³, а среди коренных пород, подстилающих четвертичную толщу, преобладают ордовикские, палеогеновые и неогеновые глины, алевриты, пески и известняки. ОАР в перечисленных коренных породах преимущественно изменяется от 30000 до 40000 Бк/м³. Среди относительно неглубоко залегающих пород фундамента преобладают диориты, гнейсы, андезиты, кварциты, гранулиты, ОАР в которых варьирует в диапазоне 50000–70000 Бк/м³. В этот тип территорий также включены площади распространения флювиогляциальных, озерно-аллювиальных, аллювиальных, краевых ледниковых песков, моренных супесей, торфа, ОАР в почвенном воздухе которых в основном составляет 20000–30000 Бк/м³, в кровле коренных пород представлены девонские, юрские и палеогеновые

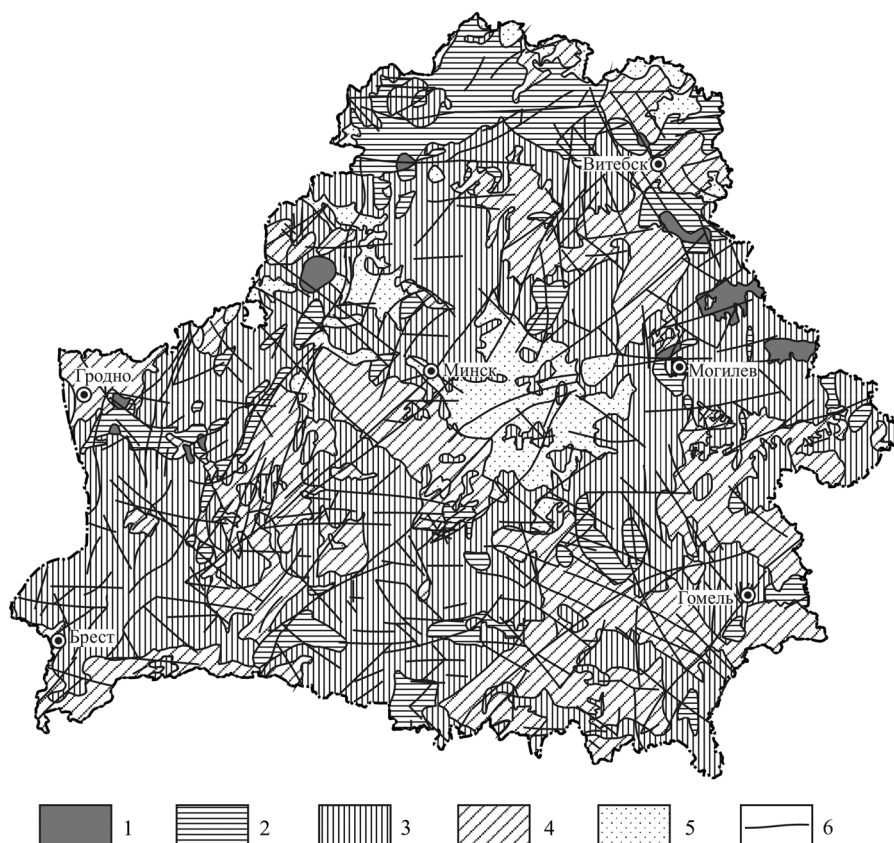


Схема районирования территории Беларуси по степени радоновой опасности грунтов: территории потенциально радоноопасные (1), потенциально радоноопасные на отдельных площадях (2), потенциально радоноопасные на локальных участках (3), относительно радонобезопасные (4), радонобезопасные (5); потенциально радоноопасные участки в зонах активных в четвертичное время разрывных нарушений (6)

глины, мергели и пески, а среди пород фундамента преобладают неглубоко залегающие гранитоиды.

Потенциально радоноопасные территории на локальных участках характеризуются распространением среди покровных отложений преимущественно песков разного генезиса с ОАР в поровом воздухе в основном в интервале 9000–20000 Бк/м³. Из пород чехла, подстилающих четвертичную толщу, на этих территориях преобладают ордовикские, палеогеновые и неогеновые глины, пески, алевролиты и известняки (ОАР 30000–40000 Бк/м³), а среди пород фундамента – диориты, гнейсы, андезиты, кварциты, гранулиты (ОАР 50000–70000 Бк/м³). К этой градации земель отнесены также участки распространения флювиогляциальных, озерно-аллювиальных, краевых ледниковых песков, реже супесей, моренных супесей и торфа, в контурах которых в верхней части коренных пород преобладают вендские, девонские, меловые и палеогеновые пески, алевролиты, алевролиты, доломиты с общей ОАР 15000–24000 Бк/м³. В породах фундамента чаще представлены относительно неглубоко залегающие диориты, гнейсы, андезиты, кварциты, гранулиты. В потенциально опасные территории на локальных участках также входят площади распространения моренных и лессовидных суглинков и глин при условии, что из коренных пород на этих площадях преобладают вендские, девонские, меловые и палеогеновые пески, алевролиты, алевролиты, доломиты, а из пород фундамента – залегающие относительно неглубоко диориты, гнейсы, андезиты, кварциты, гранулиты.

Относительно радонобезопасные территории характеризуются распространением среди покровных отложений флювиогляциальных, краевых ледниковых, озерно-аллювиальных, аллювиальных песков, реже тонких супесей и торфа (объемная активность радона в поровом воздухе составляет в основном 9000–20000 Бк/м³), среди коренных пород преобладают вендские, девонские, меловые и палеогеновые пески, алевролиты, алевролиты и доломиты (ОАР 15000–24000 Бк/м³),

из пород глубоко залегающего фундамента основными являются диориты, гнейсы, андезиты, кварциты, гранулиты (ОАР 50000–70000 Бк/м³).

К *радонобезопасным территориям* отнесены площади распространения флювиогляциальных, краевых ледниковых, озерно-аллювиальных песков и торфа, ОАР в поровом воздухе которых составляет преимущественно 9000–15000 Бк/м³. Среди подстилающих четвертичную толщу коренных пород преобладают вендские, ордовикские, силурийские, девонские и меловые пески, известняки, доломиты с общей объемной активностью радона в основном менее 15000 Бк/м³ (в поровом воздухе менее 10000 Бк/м³). В породах глубокозалегающего фундамента (кварциты, гнейсы, амфиболиты, гранулиты, чарнокиты) концентрация радона, как правило, не превышает 40000 Бк/м³.

На схему районирования также вынесены зоны *потенциально радоноопасных линейных нарушений*, в пределах которых заметно повышена ОАР в почвенном воздухе независимо от состава почвообразующих пород. Концентрации радона в этих зонах нередко превышают 40000 Бк/м³, достигая иногда 60000–70000 Бк/м³.

Во всех перечисленных выше таксонах разной степени радоноопасности термин «потенциально» использован по двум причинам. Во-первых, это связано с масштабом проведенных исследований, а во-вторых, с возможным значительным техногенным воздействием на покровные отложения, при котором будет возрастать влияние на здания и сооружения более радононасыщенных коренных пород.

Построенная по описанному выше подходу схема районирования территории Беларуси свидетельствует, что линейные радоноопасные зоны распространены практически повсеместно. Их некоторая разреженность в северной (северо-западной) части страны скорее всего связана с неравномерной геолого-геофизической изученностью.

В противоположность этому некоторые более изометричные площади с разной степенью радоноопасности отложений встречаются относительно неравномерно. Так, потенциально радоноопасные покровные отложения приурочены только к северо-западной и северо-восточной частям Беларуси. Суммарно на них приходится около 2 % площади региона. Другие типы радоновой опасности грунтов распространены значительно шире: потенциально радоноопасный на локальных площадях занимает 15 %, потенциально радоноопасный на локальных участках – 40 %, относительно радонобезопасный – 35 %, радонобезопасный – 8 % поверхности страны.

Список использованной литературы

1. Публикация 50 МКРЗ. Риск заболевания раком легких от воздействия дочерних продуктов распада радона в помещениях. – М., 1992. – 105 с.
2. Диденко, П. Н. Экологические аспекты воздействия радона на население / П. Н. Диденко / Техногенно-экологична безпека та цивільний захист. – 2013. – № 6. – С. 72–81.
3. Автушко, М. И. Концентрация радона в приповерхностных грунтах на территории Солигорского геодинамического полигона (Беларусь) / М. И. Автушко, А. В. Матвеев // Літасфера. – 2010. – № 2 (33). – С. 98–105.
4. Исследования по проблемам радона в Беларуси и других странах Европы / О. И. Ярошевич [и др.] // Вестн. БРФФИ. – 2013. – № 4 (66). – С. 101–117.
5. Липницкий, Л. В. Оценка медицинских последствий при облучении дочерними продуктами распада радона населения Могилевской области / Л. В. Липницкий, Е. В. Костицкая // Агроэкология. – 2004. – Вып. 1. – С. 100–105.
6. Автушко, М. И. Проявление линейных нарушений в концентрациях радона в покровных отложениях на территории Воложинского грабена / М. И. Автушко, А. В. Матвеев, Л. А. Нечипоренко // Докл. Академии наук Беларуси. – 1996. – Т. 40, № 6. – С. 92–94.
7. Радон в природных и техногенных комплексах Беларуси / А. В. Матвеев [и др.] // Літасфера. – 1996. – № 5. – С. 151–161.
8. Концентрации радона в почвенном воздухе на смежных площадях Белорусской антеклизы и Припятского прогиба / А. В. Матвеев [и др.] // Природопользование. – 2012. – Вып. 21. – С. 68–74.
9. Влияние зон разрывных нарушений на концентрацию радона в почвенном воздухе на территории Беларуси / А. В. Матвеев [и др.] // Геохимия и рудообразование. Поисковая геохимия. Геохимия окружающей среды. – Киев, 2014. – Вып. 34. – С. 69–76.
10. Чацвярцічныя адклады. М 1 : 1250000 // Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск, 2002. – С. 42–43.
11. Реализация федеральной программы «Радон» в 1997 г. Анализ достоверности проведенных измерений. Оценка радоноопасности территории / Н. А. Манаков [и др.] // АНРИ. – 1998. – № 4. – С. 8–18.

Поступило в редакцию 11.04.2016