

ВЛИЯНИЕ ЗОН РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ РАДОНА В ПОЧВЕННОМ ВОЗДУХЕ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

А.В. Матвеев¹, М.И. Автушко², А.К. Карабанов¹, Л.А. Нечипоренко¹, С.М. Плюснин³

1 – Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, 220114, ул. Ф. Скорины, 10

2 – Институт радиологии Министерства по чрезвычайным ситуациям Беларуси

3 – Геофизическая экспедиция ГП “НПЦ по геологии”, партия № 41

Построена схема линейных аномалий объемной активности радона в почвенном воздухе. Установлено, что интенсивность аномалий определяется степенью современной геодинамической активности разломов.

Ключевые слова: объемная активность радона, почвенный воздух, разлом, аномалия.

Радонометрические исследования широко проводятся во многих развитых странах мира. В результате этих работ установлено, что повышенная концентрация радона в почвенном воздухе и подземных водах связана с активными геодинамическими зонами, определенными типами пород, нефтяными месторождениями и т. д. Общепризнано, что облучение от радона и многочисленных дочерних продуктов его радиоактивного распада (^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{210}Bi , ^{218}Po , ^{210}Po и др.) составляет не менее половины дозы, получаемой среднестатистическим жителем Земли от всех источников ионизирующего излучения [8, 14]. Все это свидетельствует о чрезвычайной важности и актуальности выявления радоновых аномалий и оценки их влияния на различные сферы хозяйственной деятельности и экологическую обстановку для любого региона.

Радон и его дочерние продукты распада (ДПР) достаточно активно изучают в Беларуси. Эти исследования выполняют в организациях Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды (Я.Г. Грибик, А.П. Стародубова, А.П. Иваненко, А.В. Гаврилов, А.В. Беляшов, М.Ю. Калинин и др.), Национальной академии наук (О.И. Ярошевич, А.К. Карабанов, А.В. Ку-

дельский, А.В. Матвеев, Л.Л. Василевский, И.В. Жук и др.), Министерства здравоохранения (И.В. Залуцкий, Ю.И. Аверин, Л.А. Чунихин, Д.Н. Дроздов, С.А. Мацкевич, Л.В. Липницкий и др.), Институте радиологии Министерства по чрезвычайным ситуациям (М.И. Автушко, К.Н. Буздалкин, Ю.М. Жученко, Л.В. Жукова и др.), в некоторых высших учебных заведениях.

В результате проведенных работ установлено формирование радоновых аномалий в зонах отдельных разломов, показаны возможности использования радонометрии при прогнозировании нефтяных залежей, выявлении трубок взрыва.

Собраны значительные данные по концентрациям радона в жилых помещениях ряда районов Гродненской, Могилевской и Гомельской областей, которые свидетельствуют, что нередко (от 5 до 15 %, в единичных случаях до 33 %) в зданиях объемная активность радона (ОАР) превышает 200 Бк/м³ [4, 19].

Однако, несмотря на сравнительно большой объем исследований, до сих пор в регионе не создано ни одной обоснованной достаточным фактическим материалом карты радоновых аномалий.

Цель работы – на основании обобщения ранее опубликованных данных и новых результатов полевых измерений ОАР в почвенном воздухе оценить влияние зон разрывных нарушений на распределение этого параметра.

Методика работ. Измерение концентрации радона в почвенном воздухе проводили по профилям вкрест простирания зон разломов, положение которых определено по опубликованным картам [2, 3] и схеме разломов более крупного масштаба, которая в свое время была любезно предоставлена авторам Н.В. Аксаментовой. Степень современной активности разрывных нарушений оценена по материалам [9].

Измерения в основном выполнены с использованием радиометров радона РРА-01М-03 (с приборным устройством ПОУ-04) и РРА-01М-01 “Альфарад” в соответствии с опубликованными руководствами по эксплуатации этих приборов [13, 15, 16]. Использована также методика, разработанная М.И. Автушко с соавторами [11, 12], основанная на оценке уровней концентрации радона в грунтах с помощью гамма-спектрального комплекса, состоящего из анализатора импульсов “Canberra-Packard Series 10+” и сцинтилляционного детектора гамма-излучения “Silena”. По этой методике оценивается удельная активность радона ($Rn_{\text{сум.}}$) в грунтовом массиве с подразделением этой величины на составные части $Rn_{\text{гр.}}$ (радон грунтовой) и $Rn_{\text{гл.}}$ (радон глубинный, поступающий в приповерхностные грунты из нижележащих пород). Величина $Rn_{\text{сум.}}$ оценивается по результатам полевых измерений плотности потока гамма-квантов (имп/с) от радионуклида $Bi-214$ – дочернего продукта распада (ДПР) радона [5], и затем пересчитывается на удельную активность. Одновременно с измерениями концентраций $Bi-214$ определяли содержание $K-40$ (для последующей калибровки полученных данных).

Количество грунтового радона рассчитывали по результатам измерения концентрации $Bi-214$ в пробе грунта на лабораторном гамма-спектрометре. Этот показатель характеризует только ту часть радона, которая формируется непосредственно в грунтовом массиве за счет радонопродуцирующей способности осадочных отложений.

Значения удельной активности радона, полученные по описываемой методике, затем, с учетом данных [6] плотности различных генетических типов покровных отложений, пересчитывали в величину объемной активности. При этом оказалось, что чаще всего полученные значения в два и более раз превышают аналогичные величины, измеренные радиометрами радона. Подобные различия связаны с тем, что природный радионуклид радий ($Ra-226$), предшествующий радону в радиоактивном ряду урана–радия, содержится в

грунте практически только в составе минеральных частиц. При распаде $Ra-226$ образуется альфа-частица и ядро $Rn-222$ (ядро отдачи), энергия которого в этот момент составляет ~ 100 кЭв. Пробег ядра отдачи в твердом веществе $\sim 10^{-6} \div 10^{-7}$ см [17, 18]. Из этого следует, что лишь часть новообразованных ядер радона может вылететь за пределы минеральной частицы в газовую или водную среду порового пространства, т.е. оказаться в свободном (физически несвязанном) состоянии [1]. Таким образом, величина $Rn_{\text{сум.}}$ характеризует содержание изотопа не только в поровом пространстве грунта, в котором газ находится в свободном состоянии и способен мигрировать, но также и в субстрате (твердом веществе грунта), где радон содержится в физически связанном состоянии.

Оценить соотношение связанного и свободного радона довольно трудно. Поэтому авторы статьи приняли условно, что эти характеристики примерно соответствуют отношению объема пор и минерального скелета. В соответствии с этим для выделения доли свободного (почвенного) газа в точке измерения значения удельной активности уменьшались с учетом пористости отложений. Полученные таким способом величины вполне сопоставимы с данными измерений радиометрами радона. После расчета значений $Rn_{\text{сум.}}$ и $Rn_{\text{гр.}}$ путем вычитания из $Rn_{\text{сум.}}$ значения $Rn_{\text{гр.}}$ получали величину $Rn_{\text{гл.}}$.

Результаты и их обсуждение. Всего в процессе исследований были получены данные и составлены 30 графиков распределения ОАР в почвенном воздухе по профилям, пересекающим зоны разломов.

Участки, на которых выполнены измерения, расположены в районах Беларуси, различающихся по особенностям геологического строения, рангу разрывных нарушений (суперрегиональные, региональные, локальные), проявлению разломов в платформенном чехле и активности этих структур на современном этапе. Это позволяет считать, что проведенные исследования достаточно полно характеризуют влияние разрывных нарушений на распределение ОАР в почвенном воздухе. Остановимся подробнее на результатах проведенных работ. С этой целью авторами выбрано десять наиболее характерных примеров.

Профиль Конюхи – Нагорное на территории Солигорского и Ляховичского районов. По линии измерений была пересечена серия разрывных нарушений, в том числе Любешовский непроницающий в чехол суперрегиональный разлом, Ляховичский проникающий в чехол региональ-

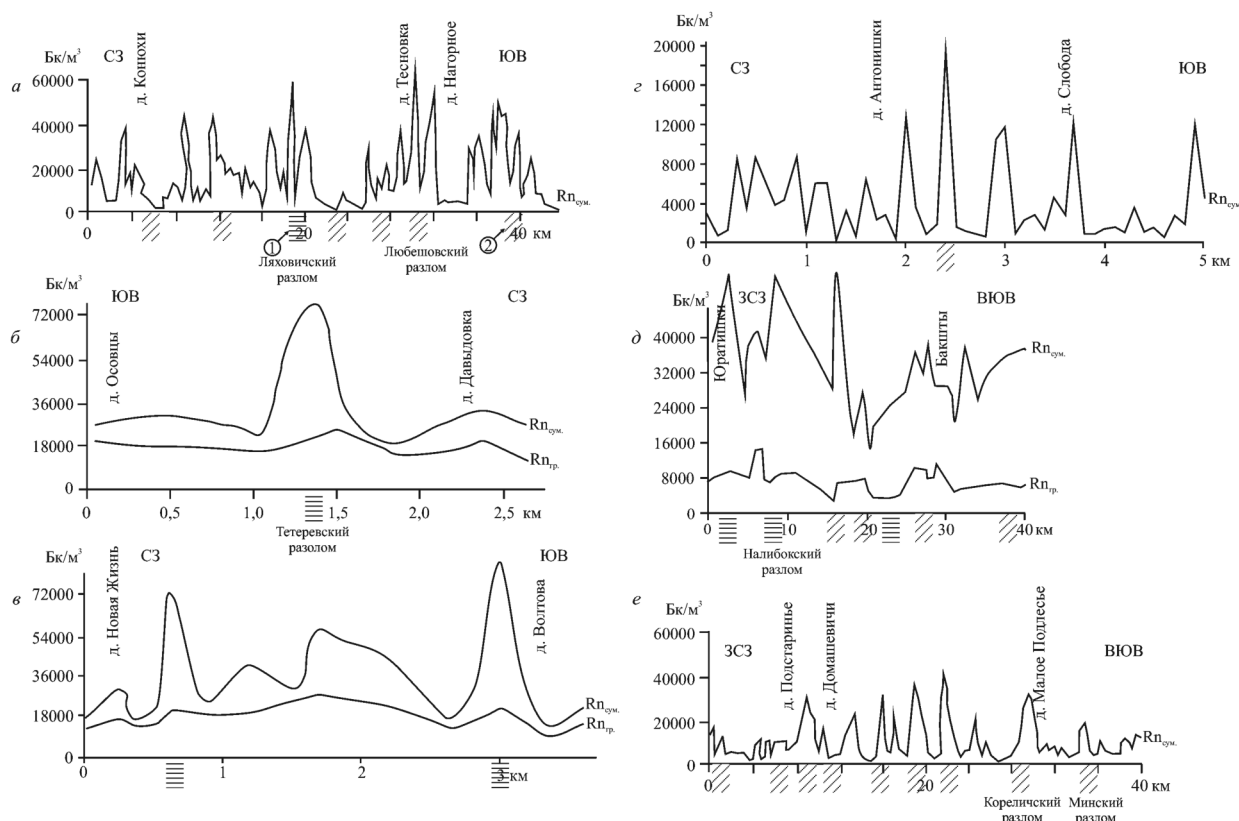


Рис. 1. Графики изменения концентрации радона в почвенном воздухе по линии профилей Конюхи – Нагорное (а), Осовцы – Давыдовка (б), Новая Жизнь – Волотова (в), Антонишки – Слобода (г), Юратишки – Бакшты (д), Подстаринье – Малое Подлесье (е). Разломы проникающие (1) и непроникающие (2) в чехол; объемная активность радона – суммарная ($Rn_{сум.}$), грунтового ($Rn_{гр.}$) и глубинного ($Rn_{гл.}$)

ный разлом, серия непроникающих в чехол локальных нарушений. Длина профиля около 40 км, измерения проведены через 0,2–1 км. Фоновые значения ОАР составляют около 15000 Бк/м³, при колебаниях от 1000–3000 Бк/м³ до 65000 Бк/м³ (рис. 1, а). При этом очень четко проявляется приуроченность основных максимумов концентраций газа к активным разломам. В зоне этих нарушений измеренные значения практически всегда превышают 40000 Бк/м³, а самые значительные величины (около 60 тыс. Бк/м³ и более) совпадают с зонами Ляховичского и Любешовского разломов, современная активность которых унаследована от предшествующих этапов геологической истории, так как именно на участке между названными нарушениями произошло резкое возрастание (почти на 800 м) глубины залегания поверхности кристаллических пород. Анализ полученных данных также показывает, что структура аномалий в зонах дизъюнктивных нарушений довольно сложная, что соответствует строению этих зон, которые нередко представляют собой систему трещин, по которым происходит смещение горных пород разной амплитуды [7].

Кроме того, следует подчеркнуть, что между Ляховичским и Любешовским разломами по геофизическим данным выделено локальное разрывное нарушение, с которым не связаны повышенные значения объемной активности радона. Эта линейная структура не проявляется в чехле, а по геолого-геоморфологическим данным не относится к категории активных на новейшем этапе.

Профиль Осовцы – Давыдовка (юго-западная окраина Гомеля). Линию профиля пересекает Тетереvский проникающий в чехол региональный разлом. Всего на расстоянии около 2,5 км проведены измерения ОАР в 11 точках. Среднее значение этого показателя составляет 35000 Бк/м³. Очень четко выражен максимум в зоне разлома, достигающий почти 80000 Бк/м³. Расчеты грунтовой компоненты варьируют примерно в интервале 12000–18000 Бк/м³, а на “глубинную” приходится от 3000 Бк/м³ до 60000 Бк/м³. В зоне разрывного нарушения в суммарной величине объемной активности радона главную роль играет глубинная составляющая (72–78 %), вне площади дизъюнктивного нарушения на нее приходится 15–50 %. Общая картина распределения радона в

почвенном воздухе показана на рис. 1, б. Привлекает внимание участок, расположенный непосредственно к северо-западу от зоны разлома. На этой площади доля глубинного радона аномально небольшая – всего 15 %, что требует специального пояснения. Такие значения показателя могли бы иметь место при высоком содержании U-238 в почвообразующих отложениях, но состав этих отложений практически не отличается от смежных территорий. Поэтому для объяснения подобной аномалии предложена гипотеза, в соответствии с которой установленные различия обусловлены подвижками по зоне разрывного нарушения. В результате этого процесса на приподнятом участке земной поверхности (зона разломов) оказались размыты грунты с относительно высоким содержанием U-238 (лессовидные суглинки), они были смыты и накопились в смежном понижении, за счет чего резко сократилась доля “глубинного” радона.

Профиль Новая Жизнь – Волоново (северо-восточная окраина Гомеля). По профилю длиной около 3,5 км проведены измерения в 22 точках. Среднее значение ОАР составило 34000 Бк/м³. Выделено два пика повышенных концентраций газа в зонах субмеридиональных локальных разломов: до 72000 и 84000 Бк/м³. Ширина этих зон оценивается в 200–300 м. Изменение рассматриваемого показателя по линии профиля показано на рис. 1, в.

В общей величине ОАР в почвенном воздухе на долю “глубинной” компоненты приходится в зонах разломов 70–80 %, на остальной территории – 30–50 %, за исключением небольшого участка у д. Новая Жизнь, где доля глубинной составляющей снижается до 18 % (этот участок расположен в понижении вблизи прудов).

Профиль Антонишки – Слобода расположен на юго-западной окраине Минска и вытянут на 5 км. На исследованной территории по геофизическим данным выделен локальный непроникающий в чехол разлом, вытянутый в направлении с юго-запада на северо-восток и трассирующийся в районе работ примерно по линии южнее д. Городище, через д. Озерцо и Богатырево, севернее д. Дворище. В непосредственной близости от юго-восточного окончания профиля исследований также прослеживается суперрегиональный непроникающий в чехол Минский разлом, вытянутый в направлении с юго-запада на северо-восток.

Измерения ОАР проведены в 50 пунктах, то есть замеры выполняли с интервалом около 100 м.

В связи с довольно сложной картиной полученных результатов на отдельных участках профиля измерения повторены через небольшие промежутки времени (1–2 недели). В результате установлено, что в одних и тех же точках значения объемной активности колебались, хотя в целом особенности распределения по профилю практически не менялись: минимумы и максимумы значений сохранились в одних и тех же пунктах измерений. Для характеристики общей картины изменения концентраций радона были рассчитаны ее средние значения для каждого пункта и по этим данным построен соответствующий график (рис. 1, г). Среднее значение ОАР составляет 4000 Бк/м³. Довольно четко на графике выражен максимум, соответствующий пересечению с локальным разломом и достигающий 19000 Бк/м³ (по одному из замеров 30000 Бк/м³). Помимо этого пика на расстоянии 0,3–1,3 км от него установлено три пункта, где концентрация газа заметно превышает средние значения – примерно до 12000 Бк/м³. И наконец, в крайней юго-восточной части профиля ОАР также достигает 12000 Бк/м³. Такая сложная картина распределений газа в почвенном воздухе вызывает определенные вопросы. Основной пик естественно легко объясняется активными геодинамическими процессами в зоне нарушения. Точно с такой же причиной может быть связано повышение концентраций радона в крайней юго-восточной части, так как этот участок профиля может попадать в зону геодинамической активности Минского разлома, ширина которой с учетом ранга этого нарушения составляет 3–5 км и более.

Объяснить геодинамическими процессами в зоне локального разлома три других отмеченных выше повышения содержаний радона затруднительно, так как ширина небольших по протяженности разрывных нарушений не превышает нескольких сотен метров. Скорее всего, имея в виду достаточную пестроту состава краевых ледниковых образований, можно предположить, что эти пики объясняются повышенным содержанием залегающих вблизи земной поверхности песчано-гравийных отложений с галькой и валунами главным образом гранита, которые содержат значительные примеси U-238 [10].

Профиль Юратишки – Бахиты расположен на территории Ивьевского района и вытянут в субширотном направлении почти на 40 км. По геологическим и геофизическим данным на площади исследований выделена серия разрывных нарушений проникающих и непроникающих в

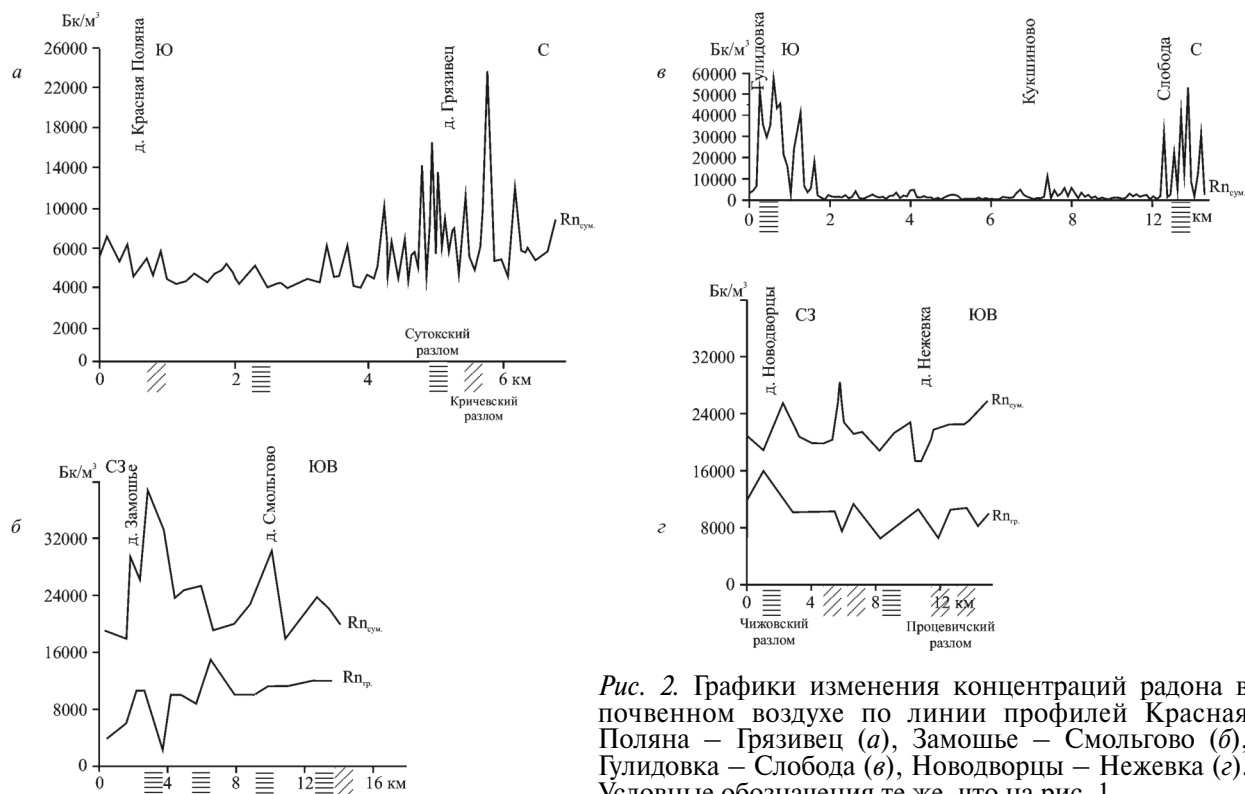


Рис. 2. Графики изменения концентраций радона в почвенном воздухе по линии профилей Красная Поляна – Грязивец (а), Замощье – Смольгово (б), Гулидовка – Слобода (в), Новодворцы – Нежевка (г). Условные обозначения те же, что на рис. 1

чехол, в том числе и региональный проникающий в чехол Налибокский разлом, ограничивающий Воложинский грабен.

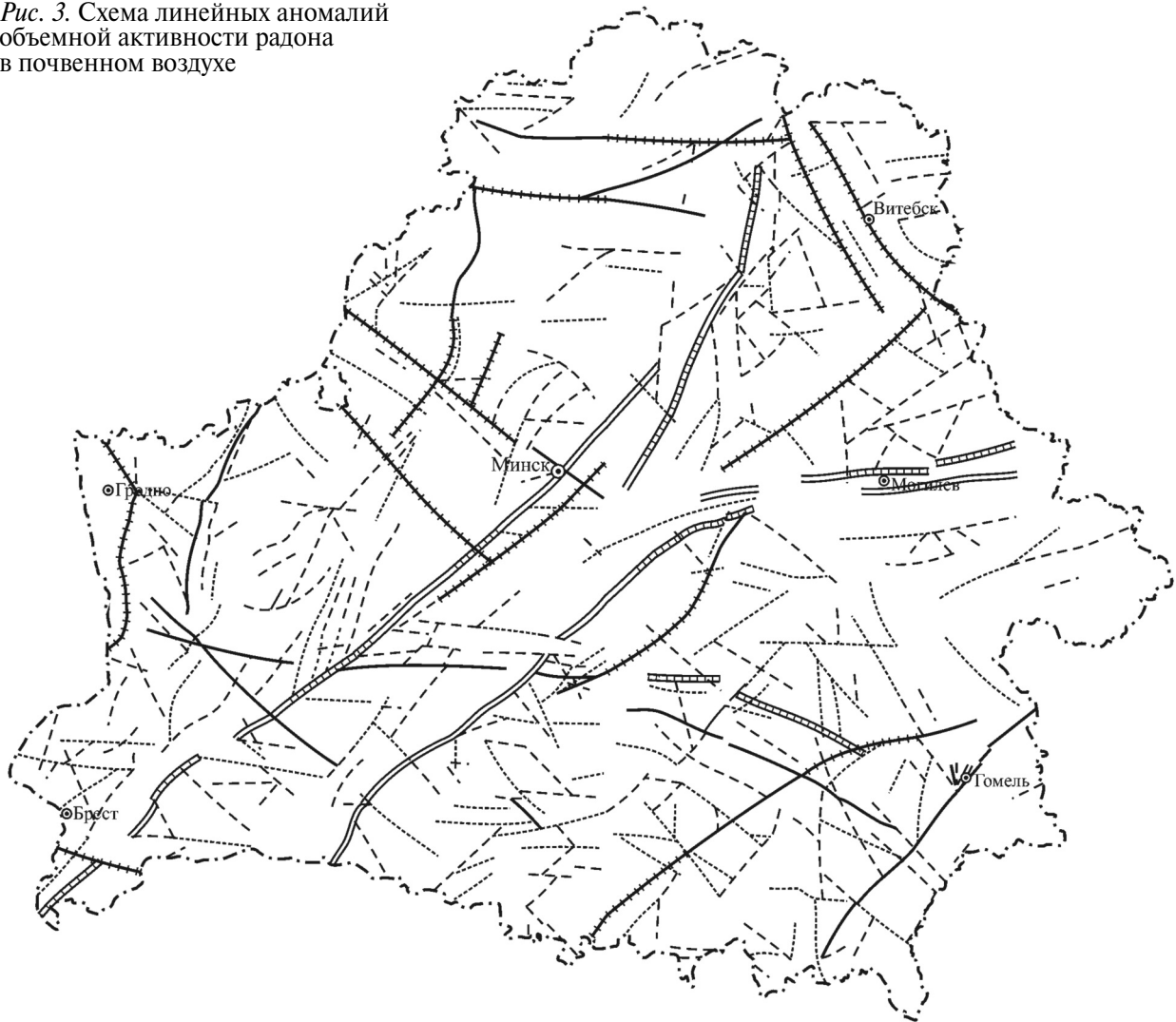
По результатам работ установлены значительные вариации значений ОАР. Фоновая величина составляет около 32000 Бк/м³. Пределы колебаний суммарных значений концентрации радона 14000–54000 Бк/м³. При этом довольно четко проявляется приуроченность большинства пиков на графике распределений объемной активности характеризуемого газа к зонам разрывных нарушений (рис. 1, д). Особенно четкие максимумы тяготеют к зоне Налибокского и оперяющих его локальных разрывных нарушений в западной части профиля. Именно на этом участке проведенных измерений по геологическим данным (дистальная граница Ошмянских гряд, наличие гляциодислокаций, значительная амплитуда скоростей современных вертикальных движений и др.) наиболее активно проявлялись геодинамические процессы в плейстоцене и голоцене.

Из отмеченной выше суммарной объемной активности радона на долю “грунтового” (“местного”) газа приходится в зонах активных линейных нарушений 12–20 %, на остальной территории – от 20 до 40 %. Следовательно, вклад “глубинного” радона в суммарной объемной активности оценивается от 60 до почти 90 %.

Профиль Подстарины – Малое Подлесье вытянут в субширотном направлении севернее г. Барановичи примерно на 40 км. Измерения ОАР выполнены в среднем через 400–500 м. По линии профиля выделена довольно густая сеть разрывных нарушений: суперрегиональные непроникающие в чехол Минский и Кореличский разломы и серия локальных непроникающих в чехол разрывных нарушений.

Фоновые значения ОАР на исследованной территории составляют около 10000 Бк/м³, а пределы колебаний – от 1000 Бк/м³ до 42000 Бк/м³ (рис. 1, е). Основные максимумы ОАР, превышающие фоновые значения в два и более раз, в большинстве своем совпадают с зонами разрывных нарушений. При этом величина повышенных концентраций газа практически не зависит от ранга разлома (суперрегиональный, локальный), а в основном определяются степенью активности геодинамических процессов. Именно поэтому величины объемной активности, достигающие почти 40000 Бк/м³, приурочены к серии локальных нарушений, в зонах которых, по геологическим данным, активно протекали и протекают геодинамические процессы. На это указывают погребенные ледниковые ложбины и речные долины, наличие отторженцев, строение долин современных водотоков и т. д.

Рис. 3. Схема линейных аномалий объемной активности радона в почвенном воздухе



Условные обозначения

- а Локальные линейные аномалии, ширина зон до 1 км, значения объемной активности радона превышают фоновые до 2-х раз (а) и более 2-х раз (б)
- б
- а Региональные линейные аномалии, ширина зон 1-3 км, значения объемной активности радона превышают фоновые до 2-х раз (а) и более 2-х раз (б)
- ++++ б
- ===== а Суперрегиональные линейные аномалии, ширина зон более 3 км, значения объемной активности радона превышают фоновые до 2-х раз (а) и более 2-х раз (б)
- ++++ б

Относительно пониженная интенсивность геодинамических процессов объясняет сравнительно меньшие значения ОАР на соответствующих участках суперрегиональных Минского (около 18000 Бк/м³) и Кореличского (около 30000 Бк/м³) разломов. Близфоновые величины рассматриваемого показателя в зонах локальных разломов западнее д. Подстаринье также свидетельствуют о

расположении этой части профиля на стабильном блоке земной коры. Не установлено проявление в распределении объемной активности радона зоны локального разлома восточнее д. Домашевичи, но это связано с сильной заболоченностью участка, что не позволило провести здесь измерения.

Ряд пиков на графике распределения ОАР имеет сложный характер, что позволяет оценить

ширину зон разрывных нарушений, которая для локальных разломов составляет 1 км, а для систем этих разломов, а также региональных и суперрегиональных линейных нарушений и оперяющих их структур может достигать 7–10 км.

Профиль Красная Поляна – Грязивец (Чаусский район). Исследования проводены по профилю длиной около 10 км, простирающемуся в направлении с юга на север. Замеры выполнены в среднем через 100–200 м. По геофизическим данным по линии профиля выделено несколько зон разрывных нарушений, причем в северной части установлен узел сочленения непроникающего в чехол Кричевского и проникающего в нижнюю часть чехла Сутокского региональных разломов. Определения ОАР показали, что значения этого показателя варьируют от 3000–5000 до 23000 Бк/м³, при фоновой величине около 6000 Бк/м³ (рис. 2, а). Основные максимумы концентраций газа приурочены к зоне сочленения Кричевского и Сутокского разломов. Выявленные другие локальные непроникающие в чехол разрывные нарушения в концентрациях радона не выражены, что указывает на стабильность соответствующего участка земной коры.

Профиль Замошье – Смольгово (Любанский район). Длина профиля около 15 км, замеры выполнены через 0,6–1,0 км. По геофизическим данным на этой территории выделена серия разрывных нарушений, проникающих и непроникающих в чехол. Измеренные величины ОАР варьируют примерно от 18000 до 450000 Бк/м³, фоновые составляют около 24000 Бк/м³ (рис. 2, б). Почти все максимальные значения концентрации радона приурочены с небольшим смещением к выявленным зонам разрывных нарушений, что может указывать на наклонный характер этих структур.

Доля грунтовой компоненты в суммарной величине ОАР варьирует от 5–6 % до 55 %, соответственно на “глубинный” радон приходится от 45 до 94 %, причем наибольшая доля глубинных эманаций в суммарной составляющей установлена в зонах разломов, с которыми связана максимальная концентрация газа.

Профиль Гулидовка – Слобода (Горецкий район). Исследования проводились по линии длиной около 13 км, простирающейся в субмеридиональном направлении. Замеры ОАР радона выполнены в среднем с интервалом 100 м. По геофизическим данным северная и южная части профиля пересекают зоны локальных разрывных нарушений, которые не проникают в чехол.

Результаты измерений показали, что на большей части профиля концентрация радона в почвенном воздухе варьирует в интервале 5000–10000 Бк/м³ и только в зонах разрывных нарушений возрастает до 50000–60000 Бк/м³ (рис. 2, в). Установлен сложный характер сформировавшихся в этих зонах аномалий, которые включают до 4–5 пиков значений ОАР. Такое строение аномальных зон позволяет предположить, что общая ширина зон линейных нарушений в северной части профиля составляет около 1 км, в южной – до 1,5 км.

Профиль Новодворцы – Нежевка (Слуцкий район) простирается от южной окраины Слуцка в юго-восточном направлении примерно на 15 км. По линии измерений были пересечены Чижовский региональный и два локальных проникающих в чехол разлома, а также Процевичский региональный и три локальных непроникающих в чехол разлома. Наиболее четко в концентрациях радона проявляются Чижовский и расположенный к юго-востоку от него локальный разломы, в зоне которых ОАР достигает 26000–28000 Бк/м³ (фоновые значения – около 20000 Бк/м³). В целом на долю глубинной составляющей приходится примерно 15–70 %, причем наибольшие величины соответствуют зонам активных линейных нарушений. Остальные разломы выражены в концентрациях радона в почвенном воздухе не так очевидно, что свидетельствует о низком уровне их геодинамической активности на современном этапе. Минимальные значения ОАР приурочены к понижениям рельефа, которые дренируются мелкими водотоками. Следует отметить еще одну особенность в распределении максимумов концентрации радона: они несколько сдвинуты по отношению к положению разлома на карте, что свидетельствует, скорее всего, о наклонном характере плоскостей, по которым происходит смещение горных пород.

Обобщение всех материалов по измерению ОАР в почвенном воздухе по профилям, пересекающим зоны разломов разного ранга, позволило построить схему соответствующих линейных аномалий (рис. 3). Выделено три типа таких аномалий, которые сформировались в зонах локальных, региональных и суперрегиональных разрывных нарушений. Установлено, что эти аномалии различаются по ширине (в среднем соответственно до 1 км, 1–3 км и более 3 км). По степени проявления геодинамических процессов в каждом из типов выделено два подтипа со значениями объемной активности, превышающей фоновую величину не

более, чем вдвое и более, чем в два раза. Следует особо подчеркнуть, что концентрация радона в зонах разрывных нарушений мало зависит от ранга этих нарушений, а определяются в основном интенсивностью геодинамических процессов.

Выводы. 1. По данным проведенных измерений установлено, что объемная активность радона в почвенном воздухе варьирует по профилям, пересекающим зоны разломов, в интервале от 1000–3000 до 54000–72000 Бк/м³ и в отдельных случаях более.

2. В зонах активных в новейшее время линейных нарушений концентрации радона повышены и в основном составляют 20000–72000 Бк/м³ и единично более, что в 1,5–3,0 раза (иногда до 5 раз) превышает фоновые значения на прилегающих территориях.

3. Выявлена сложная структура линейных аномалий объемной активности радона в зонах разломов (чередование на небольшом расстоянии максимальных и близких к фоновым значений), что соответствует строению этих зон, состоящих из серии чешуй, по плоскостям раздела которых происходит смещение горных пород.

4. В величине объемной активности радона на долю “грунтовой” (местной) составляющей

приходится 10–50 %, “глубинной” – 50–90 %, причем наибольшие значения глубинных поступлений связаны с зонами разломов.

5. Величина объемной активности радона в зонах разрывных нарушений не зависит от ранга разлома, а определяется интенсивностью геодинамических процессов.

6. Построена схема линейных аномалий объемной активности радона в почвенном воздухе, на которой выделено три типа аномалий и по два подтипа в каждом типе, различающиеся по ширине зон аномалий и обобщенным значениям объемной активности радона.

Работы выполнялись в рамках задания “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” Государственной научно-технической программы “Разработка и освоение инновационных технологий рационального использования природных ресурсов и повышения качества окружающей среды” (ГНТП “Природные ресурсы и окружающая среда”).

Литература

1. Автушко М.И., Матвеев А.В. Концентрация радона в приповерхностных грунтах на территории Солигорского геодинамического полигона (Беларусь) // Літасфера. – 2010. – № 2 (33). – С. 98–105.
2. Айзберг Р.Я., Гарэлік З.А., Гарэцкі Р.Г. і інш. Тэктанічная карта. М 1:1 250 000 // Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск, 2002. – С. 46–47.
3. Аксаментава Н.В., Данкевіч І.У., Найдзянкоў І.В., Пап А.М. Карта крышталічнага фундаменту. М 1:2 000 000 // Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск, 2002. – С. 41.
4. Василевский Л.Л., Жук И.В., Карабанов А.К. и др. Мониторинг радона в воздухе зданий на потенциально радоноопасных территориях Гродненской области // Вестник БРФФИ. – Минск, 2011. – № 4 (58). – С. 86–92.
5. Войткевич Г.В., Кокин А.В., Мирошников А.Е., Прохоров В.Г. Справочник по геохимии. – М., 1990. – 480 с.
6. Галкин А.Н., Матвеев А.В., Жогло В.Г. Инженерная геология Беларуси. – Витебск, 2006. – 208 с.
7. Горелик З.А., Айзберг Р.Е., Синичка А.М. и др. Современная структура и история тектонического развития Припятской впадины. – Минск, 1968. – 204 с.
8. Защита от радона-222 в жилых зданиях и на рабочих местах. – М., 1998. – 78 с.
9. Матвеев А.В. Активизация разломов в квартире на территории Беларуси // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. – Ростов-на-Дону, 2013. – С. 426–428.
10. Мияки Я. Основы геохимии. – Л., 1969. – 328 с.
11. Патент № 987 ВУ. МКИ G01 V 5/02. Способ поиска аномалий радона глубинного происхождения / Авторы: М.И. Автушко, К.Н. Буздалькин. – Заявл. 3.06.1993. – Оpubл. 20.03.1995.
12. Патент № 6422 ВУ. МКИ 7 G01 V 5/00. Способ поиска аномалий радона глубинного происхождения / Авторы: М.И. Автушко, В.Э. Ковдерко. – Заявл. 15.08.2001. – Оpubл. 30.09.2004.
13. Приборное устройство ПОУ-04. Рекомендации. – М., 2008. – 70 с.
14. Радиация: дозы, эффекты, риск. – М., 1988. – 79 с.
15. Радиометр радона портативный РРА-01М-01. Руководство по эксплуатации БВЕК 694330.001РЭ. – М., 2009. – 28 с.
16. Радиометр радона РРА-01М-03. Руководство по эксплуатации. – М., 2007. – 72 с.
17. Справочник по геохимии. – М., 1990. – 480 с.
18. Старик И.Е. Основы радиохимии. – Л., 1969. – 648 с.
19. Ярошевич О.И., Жук И.В., Карабанов А.К., Матвеев А.В. и др. Радон в воздухе зданий и радоновая составляющая дозы радиоактивного облучения населения в различных областях Беларуси // Доклады НАН Беларуси. – 2012. – 56, № 6. – С. 92–97.

Matveyev A.V., Avtushko M.I., Karabanov A.K., Nechiporenko L.A., Plusnin S.M.

Fault zones and their influence on the radon concentration in the soil air in the territory of Belarus.

A map of the linear anomalies of the volume activity of radon in the soil air is suggested. The intensity of anomalies depends on the degree of the recent geodynamic activity of faults.

Key words: volumetric activity of radon, soil air, fault, anomaly.

Матвеев О.В., Автушко М.І., Карабанов О.К., Нечипоренко Л.А., Плюснін С.М.

Вплив зон розривних порушень на концентрацію радону в ґрунтовому повітрі на території Беларусі.

Побудована схема лінійних аномалій об'ємної активності радону в ґрунтовому повітрі. Встановлено, що інтенсивність аномалій визначається ступенем сучасної геодинамічної активності розломів.

Ключеві слова: об'ємна активність радону, ґрунтове повітря, розлом, аномалія

Поступила 02.07.2014