В.М.Бондаренко, Н.В.Демин
Московская геолого-разведочная академия

УДК 546.296

ВЛИЯНИЕ ПОЛЯ РАДОНА НА КОНЦЕНТРАЦИЮ АЭРОИОНОВ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД

В результате проведения синхронных измерений объемной активности радона, концентрации и подвижности аэроионов, выявлены оптимальные уровни концентраций радона для радонотерапии, установлено, что повышение объемной активности радона приводит к генерации аэроионов свыше максимально допустимой концентрации, т.е. усугублению патогенного действия радона воздействием аэроионов.

Выполненные исследования показали, что определенные объемные активности радона подпочвенного воздуха приводят к изменениям электропроводности горных пород и приземного слоя атмосферы, в результате чего возникают пространственно приуроченные к радоновым аномалиям вариации электромагнитного поля и атмосферного электричества, в 3-5 раз превышающие фоновые значения, изменяющие информационное воздействие электромагнитных полей на человека.

As a result of performed simultaneous measurements of the radon volumetric activity, the concentration and mobility of the air-ions, the optimal radon concentrations for the radon-therapy were determined. It was found that increase in the volume activity of radon induces generation of air-ions above the permissible

concentration, i.e. to aggravation of the pathogenic effect of the radon due to the air-ion influence. The studies performed have shown that certain volumetric activities of the radon from the underground air change the electric conductivity of rocks and the near-earth atmospheric layer, this resulting in arising the spatially corresponding to the radon-anomalies variations of electromagnetic field and atmospheric electricity. The latter excess the background values by a factor of 3-5 and change the information influence of the electromagnetic fields on a human being.

Целью настоящих исследований является комплексное изучение и оценка опасности для человека воздействия естественных физических полей: радонового, аэроионного и электромагнитного.

Радиотоксичность радона и дочерних продуктов его распада связана в основном с их поступлением в организм человека через бронхи и легкие. Механизм патогенного воздействия этого источника ионизирующего излучения в настоящее время изучен достаточно полно и сводится к биологическому поражению клетки и генетическим воздействиям. Основной эффект лучевого поражения клетки обусловлен радикалами H и OH, возникающими при распаде ионов воды. При этом происходит деструктуризация биологических структур, развитие новообразований, не свойственных организму, нарушается обмен веществ в биологических системах и изменяются их функции. Генетическое воздействие радона и дочерних продуктов его распада вызывает генные и хромосомные мутации. Генные мутации проявляются в изменении молекулярной структуры генов с частотой, зависящей от дозы облучения, хромосомные вызывают структурные и численные изменения хромосом. Интенсивность перестроек хромосом зависит от плотности ионизации. Потоки ионизирующего излучения с большей плотностью, но с относительно меньшей энергией вызывают более интенсивную перестройку, поэтому и частота хромосомных перестроек, вызываемых корпускулярным излучением, выше, чем при электромагнитном излучении.

Нормирование облучения человека радоном и продуктами его распада регламентируется на основе требований федерального закона «О радиационной безопасности населения». Так, допустимая среднегодовая объемная активность дочерних продуктов распада радона и торона не должна превышать 100 Бк/м^3 в помещениях проектируемых и строящихся зданий и 200 Бк/м^3 в эксплуатируемых.

Радон применяют в медицине и бальнеологии в виде радоновых воздушных, водных и грязевых ванн. Радоновая терапия используется при лечении многих заболеваний сердечно-сосудистой и нервной систем, органов дыхания и пищеварения, опорно-двигательного аппарата, гинекологических заболеваний и болезней обмена веществ. Механизм лечебного действия радиоактивных газов полностью не раскрыт. Предполагается, что витагенный эффект возникает за счет как прямого, обусловленного своеобразием пространственного и временного распределения поглощенных доз, так и опосредованного стимулирующего действия излучений на организм.

Отметим, что ухудшение аэроионного режима в помещениях, выражающееся в появлении дисбаланса положительных и отрицательных аэроионов или выход за пределы регламентируемых уровней концентрации аэроионов может привести к негативным последствиям для здоровья человека. Минимально необходимый и максимально допустимый уровни концентрации легких аэроионов, а также показатель полярности (отношение разности и концентраций аэроионов определенной подвижности положительной и отрицательной полярности к сумме таковых) регламентируются «Санитарно-гигиеническими нормами допустимых уровней ионизации воздуха в производственных и общественных помещениях» 1980 г.

Радон является одним из природных источников аэроионов. Синхронные измерения объемной активности радона и концентрации и подвижности аэроионов выполнялись аппаратурой типа РЭКС, РРГ-01 и аспирационным счетчиком аэроионов типа UT-840. Проведенные эксперименталь-

ные исследования позволили сделать следующие основные выводы. Измерение ЭРОА радона в интервале 10-50 Бк/м^3 приводит к незначительному (на 10-15 %) увеличению концентрации аэроионов, что свидетельствует о незначительном вкладе «радоновых» аэроионов в общую концентрацию. На интервале 50-150 Бк/м^3 концентрация аэроионов возросла в 3-4 раза и, самое главное, наметился сдвиг показателя полярности в сторону отрицательных значений. Далее, до 200 Бк/м^3, происходит быстрое нарастание концентрации отрицательных аэроионов, она достигает предельно допустимого уровня (50000 ионов/см^3), а показатель полярности – 0,6, что является оптимальной величиной согласно санитарно-гигиеническим нормам.

Проведенный анализ экспериментальных данных приводит к очевидным выводам. Во-первых, оптимальным уровнем ЭРОА радона для радиотерапии является 150-200 Бк/м^3 Во-вторых, дальнейшее повышение объемной активности радона приводит к генерации аэроионов до концентраций выше максимально допустимых, т.е. патогенное действие радона будет усугубляться патогенным воздействием аэроионов.

Производственная деятельность человека существенно изменила природный электромагнитный фон, к которому адаптировалась вся биота в процессе длительной эволюции. Так, живые организмы не адаптированы к миллиметровым и субмиллиметровым волнам, так как они интенсивно поглощаются верхними слоями атмосферы. Биологическое воздействие электромагнитных полей в общем случае сводится к энергетическому и информационному воздействию. Первый вид воздействия заключается в переходе поглощенной электромагнитной энергии в тепло биоткани, и патогенное действие электромагнитного поля возникает в любом диапазоне частот с плотностью мощности, превышающей десятки милливольт на 1 см^2 облучаемой площади. Информационное, или управляющее, действие электромагнитного поля не вызывает нагрева биоткани, а изменяет характер и скорость передачи информации внутри организма, процесс формирования условных рефлексов, количество ключевых ферментов энергетического обмена и др. Но величина этих реакций может быть не пропорциональной интенсивности воздействующих электромагнитных полей и даже уменьшаться или не возникать при высокой интенсивности. Этим свойством обладают миллиметровые волны. Таким образом, снижение интенсивности электромагнитных полей, например, за счет ионизации горных пород радоном, приводит к ослаблению патогенного энергетического воздействия и восстановлению информационного.

Статическое электрическое поле Земли (атмосферное электричество) также оказывает влияние на организм человека. Фоновая напряженность земного электрического поля E = 100÷130 В/м в среднем, а при напряженности более 1000 В/м у человека появляется головная боль, утомляемость, раздражительность, нарушается обмен веществ. Величина E обратно пропорциональна электропроводности атмосферы, которая у земной поверхности составляет (2÷3) 10^{-14} (Ом·м)$^{-1}$ и экспоненциально возрастает с высотой. Электропроводность атмосферы определяется концентрацией легких аэроионов, основным источником которых в приземном слое воздуха является радиоактивность, обусловленная, главным образом, радоном. Следовательно, увеличение объемной концентрации радона в горных породах, а значит, и в атмосфере, понижает возможное патогенное воздействие статического электрического поля Земли.

Увеличение коэффициента поглощения электромагнитной энергии на частоте 1,8 МГц впервые экспериментально было установлено на месторождении урана. Так, изменение концентрации урана от 0,1 до 0,26 % приводит к увеличению коэффициента поглощения более чем в 3 раза, электропроводимость для сред-диэлектриков меняется более чем в 3 раза, а для сред-проводников более чем в 10 раз.

Измерения электрического компонента переменного естественного электромагнитного поля показали, что местам с повышенными объемной активностью радона подпоч-

венного воздуха и мощностью экспозиционной дозы соответствуют классические аномалии, возникающие над проводящим вертикальным пластом. Такие данные были получены в нескольких районах Москвы (Химки, Крылатское, Битцевский парк), а также на учебном полигоне академии. Можно отметить пространственное совпадение аномалий атмосфериков, объемной активности радона и мощности экспозиционной дозы. При этом амплитуда напряженности электромагнитного поля изменяется в 3-5 раз при переходе от участков пород с повышенной ионизацией к фоновым.

Выводы

1. Впервые экспериментально обоснован оптимальный диапазон объемной активности радона и дочерних продуктов его распада для радонотерапии.

2. Патогенное воздействие радона начинает проявляться при меньшей объемной активности, чем это предусмотрено нормами радиационной безопасности НРБ-99 за счет генерации аэроионов, концентрации которых превышают максимально допустимый уровень. Это может послужить основанием для пересмотра действующих норм.

3. Разная объемная активность радона подпочвенного воздуха приводит к изменениям электропроводности горных пород и приземного слоя атмосферы. Следствием этого являются пространственно приуроченные к радоновым аномалиям вариации электромагнитного поля и атмосферного электричества, достигающие 300-500 % от фоновых значений и, следовательно, изменяющие энергетическое и информационное воздействие электромагнитных полей на человека. Этот факт необходимо учитывать при выборе участков земли под строительство, особенно, дошкольных, учебных и медицинских учреждений.

4. Продолжать исследования следует, главным образом, в направлении изучения генерации аэроионов полем радона, так как это явление, возможно, следует учитывать в нормативных документах.