

10. Nikitin M. J u. Medvedeva A. A. Osobennosti stratigrafii i paleontologii golocenovyh otlozhenij srednego Poizhor'ja // Geologija, geojekologija, jevoljucionnaja geografija / Pod red. E. M. Nesterova. SPb.: Jepigraf, 2008. S. 62–66.

11. Jakovlev S. A. Nanosy i rel'ef gor. Leningrada i ego okrestnostej. Leningrad, 1926. Ch. 1–2. 186 s i 264 s.

M. И. Иванов

ПОВЕДЕНИЕ РАДОНА В ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТКАХ САБЛИНСКОГО ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ

На протяжении нескольких лет автор проводит научно-исследовательские работы в области мониторинга концентраций радона в Саблинских пещерах и изучение механизмов эманации радона из недр. При анализе полученных данных была прослежена сезонная динамика уровня эманации радона, максимальный уровень был зафиксирован в пещере Жемчужной 28 октября 2009 г. ($32\ 700\ \text{Бк}/\text{м}^3$), а минимальная там же в конце декабря того же года. При измерениях уровня радона был разработан и апробирован ряд методик, которые позволяют выявить закономерности его поведения.

Ключевые слова: радон, радионуклиды, геоэкология, окружающая среда, методы измерения, здоровье человека.

M. Ivanov

RADON BEHAVIOUR IN UNDERGROUND DEVELOPMENTS OF SABLINSKY NATURE SANCTUARY

Throughout several years the author has been conducting research in the field of monitoring Radon concentration in Sablinsky Caves and of the mechanisms of Radon emanation from bowels. The analysis of the data obtained shows seasonal dynamics of the level of Radon emanation, the maximum level being fixed in Pearl Cave on October, 28th 2009 g. ($32\ 700\ \text{Bk}/\text{m}^3$), and minimum fixed in the same place in the end of December of the same year. A range of techniques was applied for the measurements of Radon level which allow to reveal the laws of its behaviour.

Key words: Radon, radionuclides, geo-ecology, environment, measurement methods, health of the human.

В последнее время возрос интерес к радиационной обстановке окружающей среды в целом и мест постоянного или временного обитания человека в частности. Исследования распределения радона и других радиогенных газов в верхней части земной коры начинались в свое время как чисто прикладные: по этим данным пытались обнаружить месторождения урана. Затем оказалось, что эти работы позволяют получить новые данные для фундаментальных исследований по разломной тектонике, определяя как зоны разломов, так и их тектоническую глубину по термической эволюции Земли и глобальной эволюции планеты. Развитие исследований по геоэкологии как науке, определяющей состояние среды нашего обитания, привело к необходимости создания новых методик исследований радиогенных газов. В этих методиках соединились методы ядерной физики, физические методы анализа с использованием α -радиометров и масс-спектрометров, химические методы отбора и подготовки проб, геология и экология, которые представляют собой объект исследований [3].

Автором на протяжении нескольких лет и по настоящий момент ведутся работы по мониторингу и прогнозированию колебаний уровня радона в пределах пещер Саблинского памятника природы и изучение механизмов эманаций из недр. Результаты этой работы наряду с полученными данными американских исследователей и измерениями, проведенными на территории России и СНГ, могут быть полезны для посетителей пещер, жителей, проживающих в районах, находящихся в пределах областей с уровнем радона, превышающим допустимые значения, а также для специалистов: спелеологов, геологов, геофизиков и медиков.

В ходе мониторинга в пределах полигона Саблинского памятника природы были проведены тестовые замеры радона практически во всех средних и крупных пещерах, но основные результаты измерений были получены по двум самым большим по площади пещерам: Левобережной и Жемчужной.

В пределах Левобережной пещеры автором проводились измерения с 2006 по 2008 г. В результате проведенных измерений было подтверждено наличие повышенного уровня объемной активности радона в разные периоды в отдельных локальных участках пещеры. Эти величины говорят об аномальных временных скачках уровня радона и могут в отдельные периоды представлять определенный риск для здоровья посещающих Левобережную пещеру спелеологов и туристов. Однако стоит учитывать то, что для туристов в ходе экскурсии по пещере время пребывания незначительно и в некоторой степени даже полезно, поскольку в данном случае радон в атмосфере пещеры является профилактическим для многих заболеваний [5].

С 2008 г. и до момента написания данной статьи основные работы по мониторингу радона в пределах Саблинского памятника природы проводятся в Жемчужной пещере. При маршрутном обследовании Жемчужной пещеры в ней находятся точки измерений, охватывающие различные морфологические элементы пещеры, с учетом очевидных или вероятных особенностей воздухообмена и микроклиматического зонирования. Серию измерений, от которой ожидается характеристика пространственного распределения радона в пещере, следует производить в возможно более короткий период времени при неизменной микроклиматической ситуации. В ходе анализа полученных данных из пещеры Жемчужной была выявлена четкая сезонная динамика уровня эманации радона, максимальный уровень которого был зафиксирован 28 октября 2009 г. ($32\ 700\ \text{Бк}/\text{м}^3$), а минимальный — в конце декабря того же года (рис. 1).

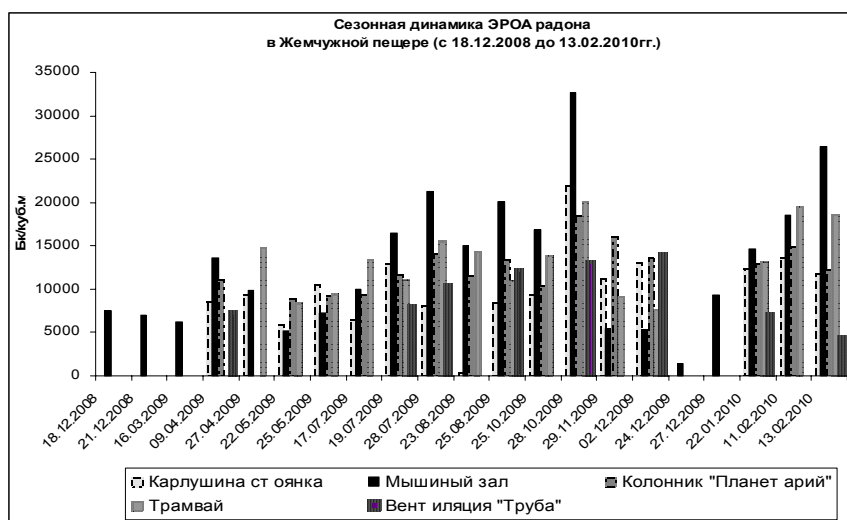


Рис. 1. Сезонная динамика уровня радона в Жемчужной пещере (Саблинский памятник природы)

В ходе измерения уровня радона в пещерах были апробированы и освоены методики, позволяющие в совокупности выявить ряд особенностей и закономерностей в сезонных и суточных колебаниях эманаций радона [2]. Используемые методики получили сравнение между собой в степени точности и корреляции полученных данных (рис. 2).

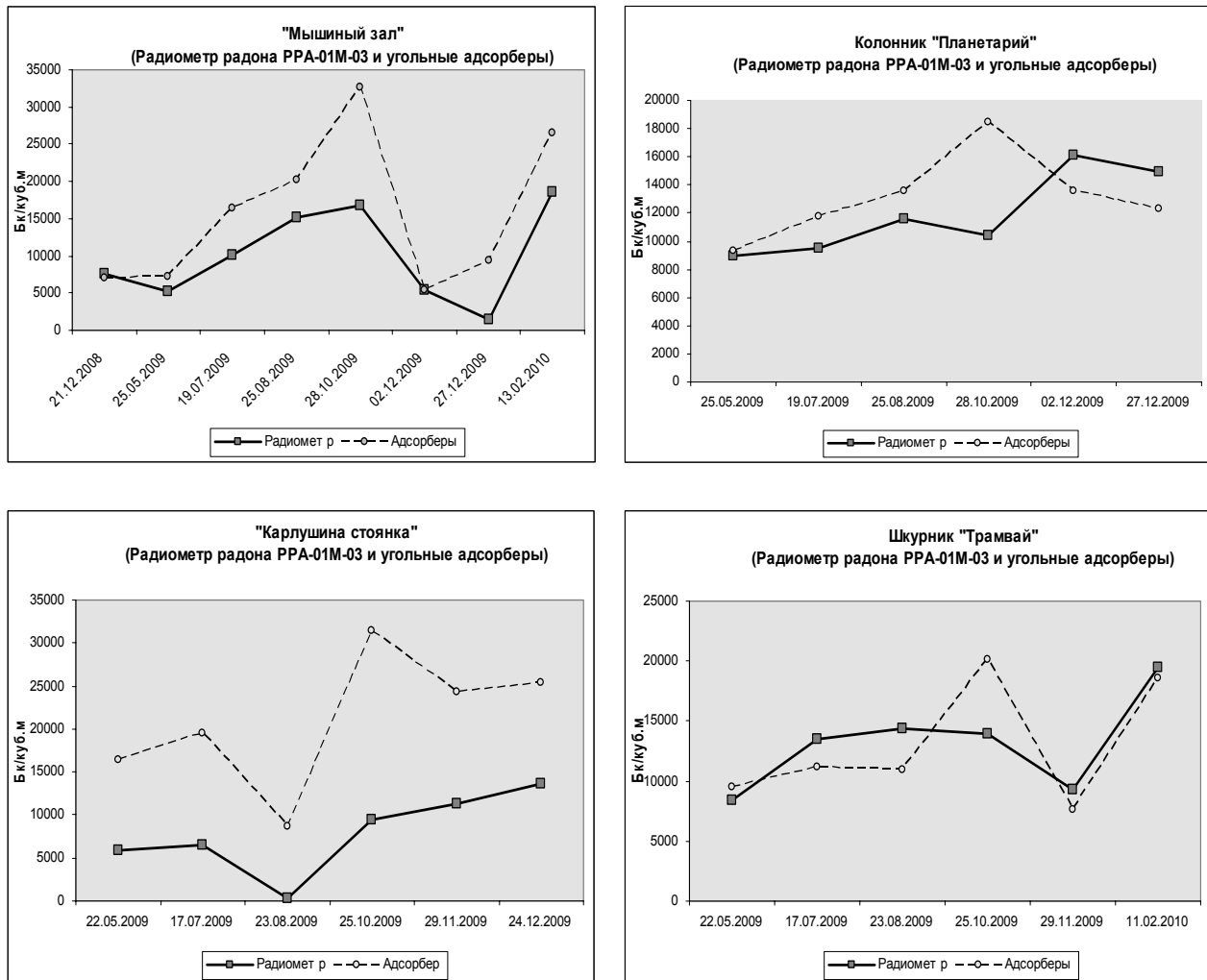


Рис. 2. Сравнение двух методик измерения ЭРОА радона в пределах пещеры Жемчужной

Использование нескольких методик для определения уровня радона в пещерах дает в совокупности более точный результат и позволяет проводить анализ полученных данных, учитывая факторы погрешности или закономерного расхождения данных. Так, измерения радиометром проводят по 3 повтора в каждой точке (25 минут каждое измерение) 1–2 раза в месяц. В то время как угольные адсорберы ставятся на накопление на 2–3 суток и позволяют, в отличие от разовых измерений радиометром, учитывать суточные колебания, а также дают возможность проникнуть в те части пещеры, куда с радиометром физически попасть не представляется возможным.

На рис. 2 в точке под названием «Планетарий» прослеживаются расхождения в данных описанных методик. Скорее всего это связано с тем, что, возможно, в течение суток

происходит большой диапазон расхождений уровня радона (аномальные скачки), в отличие от других частей пещеры, а суточные расхождения фиксируются только адсорберами.

Основные закономерности формирования и поведения радона в пещерах уже неплохо изучены и подтверждаются приведенными в настоящей статье данными [4; 8; 9].

Тесная связь поведения радона в пещерах с их микроклиматом позволяет использовать радонометрические исследования в качестве инструмента микроклиматического зонирования крупных пещерных систем. Особенно интересной представляется возможность выявления структуры воздухообмена в сложных лабиринтовых пещерах и вероятных продолжений по контурам разведанных пещерных полей [9; 10].

Интересной и практически неизученной проблемой является роль радона в аэрозольном массопереносе и осаждении минеральных образований из аэрозолей пещер. Повышенная радиоактивность пещерного воздуха вызывает его повышенную ионизацию, что должно определять существенные особенности переноса и локализации аэрозольных частиц [6].

Доза, которую могут получить спелеологи-любители, проводящие в пещерах 100–200 часов в год (20–40 условных выходов в пещеры) может легко превысить допустимую для «публики» (5 мЭв), но в большинстве случаев останется в пределах допустимой для людей, профессионально задействованных в этой сфере. Но в некоторых пещерах пороговая доза для персонала может быть легко достигнута и при «любительской» нагрузке (за 20–100 часов) [3; 6]. Это еще раз подтверждает необходимость радонометрического обследования основных активно посещаемых пещер и публикации данных с тем, чтобы спелеологическая общественность могла планировать свою активность осознанно и принимать меры к уменьшению радиационной опасности. Развитие геоэкологии последних лет показывает, что только комплексный подход к таким исследованиям позволяет получить ценные результаты [1].

На данный момент очень слабо изучен вопрос о содержании радона в искусственных подземных полостях и сооружениях. Радиационная опасность различных сооружений зависит не только от их положения, но и от строительных материалов. В то же время многие спелеологи проводят под землей месяцы и годы, хотя по современным данным во многих пещерах можно было бы находиться сутки и недели, а кое-где часы. Главным источником данных о вреде здоровью от облучения радоном до настоящего времени являлись результаты исследований когорт шахтеров урановых рудников. На основании результатов этих исследований были разработаны модели радиационного риска рака легкого [8; 10].

Помимо использования радона спелеомедициной выявлены и некоторые другие «положительные» стороны повышенной альфа-радиации. Детальная радонометрическая съемка пещер-лабиринтов и крупных вертикальных полостей является великолепным средством их микроклиматического зонирования, выявления основных путей воздухообмена и прогнозирования возможных продолжений. Ведь известно, что за узкими «газящими» щелями скрываются крупные залы. В завершение следует отметить, что мониторинг поведения радона является одним из средств прогнозирования землетрясений, а также показателем пористо-трещиноватого состояния горных пород [1; 2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекман И. Н. Проблема радона // 1-я Рос. конф. по радиохимии. Дубна, 1994. С. 101
2. Кузнецов Ю. В. К вопросу о методиках измерения плотности потока радона // АНРИ: Научно-информационный журнал. 1998. Вып. 4.

3. *Наседкин В. М., Klimchuk A. B.* Воздушная альфа-радиация в пещерах: состояние проблемы // Свет: Вестник Киевского карстологоспелеологического центра. 1991. № 1. С. 9–13
4. *Решетов В. В., Бердников П. В.* Результаты совместных измерений объемной активности радона в почвенном воздухе и плотности потока радона с поверхности почво-грунтов на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области // АНРИ: Научно-информационный журнал. 2001. Вып. 4.
5. *Смыслов А. А., Ассиновская В. А., Молчанов А. А.* // Мониторинг. Безопасность жизнедеятельности. 1995. С. 23–25.
6. *Смыслов А. А., Максимовский В. А., Харламов М. Г. и др.* Радон в земной коре и риск радоноопасности // Разведка и охрана недр. 1995. № 5.
7. Экодинамика и экомониторинг Санкт-Петербургского региона в контексте глобальных изменений / Под ред. К. Я. Кондратьева и А. К. Фролова. СПб.: Наука, 1996.
8. *Ahlstrand G. M., Fry P. L.* Alpha radiation project at Carlsbad Caverns: two years and still counting // Proceedings of the Nat. Cave Management Symposium. Big Sky. Montana, 1977. С. 133–137.
9. *Beckman R. T.* Radiation hazards in caves // Proceedings of the Nat. Cave Management Simposia. Mammoth Cave. Kentucky, 1980. S. 204.
10. *Gunn J.* Radon concentrations in three Russian cave areas // Cave Science. 1991. Vol. 18 № 2. S. 85–87.

REFERENCES

1. *Bekman I. N.* Problema radona // 1-ja Ross. konf. po radiohimii. g. Dubna 1994. S. 101.
2. *Kuznecov JU. V.* K voprosu o metodikah izmerenija plotnosti potoka radona // ANRI: Nauchno-informacionnyj zhurnal. 1998. Vyp. 4.
3. *Nasedkin V. M., Klimchuk A. B.* Vozdushnaja al'fa-radiacija v peverah: sostojanie problemy // Svet: Vestnik Kievskogo karstologospeleologicheskogo centra. 1991. № 1. S. 9–13.
4. *Reshetov V. V., Berdnikov P. V.* Rezul'taty sovmestnyh izmerenij ob#emnoj aktivnosti radona v pochvennom vozduhe i plotnosti potoka radona s poverhnosti pochvo-gruntov na territorii Sankt-Peterburga i Leningradskoj oblasti // ANRI: Nauchno-informacionnyj zhurnal. 2001. Vyp. 4.
5. *Smyslov A. A., Assinovskaja V. A., Molechanov A. A.* // Monitoring. Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti. 1995. S. 23–25.
6. *Smyslov A. A., Maksimovskij V. A., Harlamov M. G. i dr.* Radon v zemnoj kore i risk radonooPASnosti // Razvedka i ohrana neдр. 1995. № 5.
7. Jekodinamika i jekomonitoring Sankt-Peterburgskogo regiona v kontekste global'nyh izmenenij / Pod red. K. JA. Kondrat'eva i A. K. Frolova. SPb.: Nauka, 1996.
8. *Ahlstrand G. M., Fry P. L.* Alpha radiation project at Carlsbad Caverns: two years and still counting // Proceedings of the Nat. Cave Management Symposium. Big Sky. Montana, 1977. S. 133–137.
9. *Beckman R. T.* Radiation hazards in caves.//Proceedings of the Nat. Cave Management Simposia. Mammoth Cave. Kentucky, 1980. S. 204.
10. *Gunn J.* Radon concentrations in three Russian cave areas // Cave Science. 1991. Vol. 18. № 2. S. 85–87.

Т. Л. Мелто

ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Рассмотрены экономико-географические факторы, влияющие на развитие конгрессно-выставочной деятельности в Приморском крае. Оценены и проанализированы предполагаемые социально-экономические выгоды от развития данной отрасли.

Ключевые слова: Приморский край, конгрессно-выставочная деятельность, экономическая география.