

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 419 (2016), 79 – 91

**A. U. Abdullaev, E. I. Lagutin, G. E. Tukeshova, T. S. Zhunisbekov, I. A. Veselkina,
T. P. Suslova, A. O. Mukhamadiev, S. M. Menbayev, Z. B. Koblanov**

Institute of seismology MON RK, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: u.abdullaev@mail.ru

THE FIRST RESULTS OF THE GEOCHEMICAL SENSING TECTONIC FAULTS ON THE BASIS OF PROFILE MEASUREMENTS OF SOIL RADON VOLUME ACTIVITY IN THE TERRITORY OF ALMATY METROPOLIS

Abstract. Consider questions probe of active faults on soil radon exhalation. This article deals with the sensing of active faults on soil radon exhalation. The main objectives were aimed at confirmation of activity available on SMZ map (1982) faults, and identification of new activated fault zones on the territory of Almaty within the new borders in 2013 year. For this purpose, the field work on the profile and dimensional sensing activity of the soil radon have been conducted (VASR) on the territory of the metropolis. During the period 2014–2015 year, three longitudinal and one transverse profile with a total length of about 90 km. On the study constitute map-scheme fault. The work has been confirmed by the activity faults 7, found the lack of activity of the two faults and detected three new active fault zones. Work continues.

Key words: exhalation, the total activity radon, zoning, monitoring.

УДК 550.348.4

**А. У. Абдуллаев, Е. И. Лагутин, Г. Е. Тукешова, Т. С. Жунисбеков, И. А. Весёлкина,
Т. П. Сулова, А. О. Мухамадиев, С. М. Менбаев, Ж. Б. Кобланов**

Институт сейсмологии МОН РК, Алматы, Казахстан

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ РАЗЛОМОВ НА ОСНОВЕ ПРОФИЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ОБЪЕМНОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЕННОГО РАДОНА НА ТЕРРИТОРИИ АЛМАТИНСКОГО МЕГАПОЛИСА

Аннотация. Рассматриваются вопросы зондирования активных разломов по эксхалиции почвенного радона. Основная задача работы заключалась в проверке активности имеющихся на карте СМР (1982) разломов, и выявить новые активизированные разломные зоны на территории г. Алматы в новых границах 2013 г. Для этой цели были проведены полевые работы по профильному зондированию объемной активности

почвенного радона (ОАПР) на территории мегаполиса. За период 2014–2015 гг. были пройдены три продольных и один поперечный профили с общей протяженностью около 90 км. В ходе работы было подтверждено активность 7 разломов, установлено отсутствие активности двух разломов и выявлены три новые активные разломные зоны. Работа продолжается.

Ключевые слова: эксхалация, радон, разлом, зондирование, мониторинг.

Введение. Мировой опыт, в том числе в Казахстане показывает, что ввиду ряда особых свойств радона (Rn^{222}) его пространственно-временные вариации в подземных водах, особенно в приземной атмосфере, являются весьма информативным показателем геодинамического состояния земной коры [1-5]. На основании этих факторов определено, что аномальные потоки почвенного радона из тектонических трещин оказались эффективными критериями ранжирования разломов и показателями их активности в современную эпоху. Целью полевых опытно-экспериментальных исследований являлась геохимическое зондирование активных разломов территории Алматинского мегаполиса на основе профильных измерений объемной концентрации почвенного радона (Rn^{222}). Основное внимание обращалось на определение устойчивых фоновых средних значений эманации радона, на фоне которых выделялись относительно активные и неактивные разломные зоны на карте тектонических разломов территории города Алматы 1982 г. [4].

Следует отметить, что планомерные работы по проведению оценки геодинамического состояния территории г. Алматы по объемной концентрации почвенного радона предпринимаются впервые, так как до этого подобные работы не проводились. В процессе работы были составлены карты-схемы гидрогеологической ситуации на территории новых границ мегаполиса (рисунок 1), где отражены гидрогеологическая и частично инженерно-геологические особенности, а именно – распространение стратифицированных по возрасту основных водоносных горизонтов с конкретными характеристиками водовмещающей среды [1].

На первом этапе по профильным измерениям объемной активности радона (ОАР) на территории г. Алматы, отработано четыре профили с общей протяженностью около 90 км (рисунки 1, 2).

На рисунке 2 показана схематическая карта расположения исследовательских маршрутов и предполагаемые зоны выявляемых новых активных разломных зон.

Обобщенный гидрогеологический разрез пройденных профилей показан на рисунке 3, где выделяются скальные гранитные породы, которые в направлении на северную часть мегаполиса перекрываются средне и верхнее четвертичными аллювиально-пролювиальными отложениями.

Методика полевых исследований. Для решения поставленных задач были использованы два прибора: радиометр «Рамон-Радон 01» и радиометр «Рамон 02» (рисунок 4) производства фирмы ТОО «СОЛО ЛТД» РК [6, 7].

Данные приборы (в дальнейшем радиометр) предназначены для определения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона Rn^{222} в воздухе жилых производственных помещений, а также в атмосферном воздухе. Радиометр работает в полуавтоматическом режиме. Диапазон измерений ЭРОА радона от 4 до 5·10⁵ Бк. Пределы допускаемой основной относительной погрешности ЭРОА Rn^{222} не более 30%. Измерение ЭРОА радона заключалось в отборе аэрозольных дочерних продуктов распада (ДПР) на аэрозольные фильтры, измерения активности альфа-излучателей RaA и RaC. Объемная активность короткоживущих ДПР рассчитывается по формулам, учитывающим накопление ДПР, как на стадии отбора проб, так и при измерении активности пробы [7].

Радиометр конструктивно состоит из пластмассового корпуса, и размещенного в нем металлического каркаса с электронными узлами (блок детектирования альфа-излучения микроконтроллер) сетевого и автономного источников питания, воздухозаборного устройства. Установка рабочей комплектации в полевых условиях собирается согласно схеме (рисунок 5) [6].

Экспериментальные полевые исследования на реке Казачка. Первые полевые исследования начались в 2013 г. по измерению плотности потока почвенного радона (Rn^{222}) в специальных закопках в грунте на реке Казачка по трем маршрутам. 1-й маршрут проходил вдоль речки «Казачки», 2-й маршрут – параллельно речки на расстоянии 50 м, а 3-й – поперек ущелья реки. Замеры радона производились через каждые 25 м. На двух маршрутах было сделано 26 замеров, на третьем маршруте – 12. Результаты измерений трех маршрутов представлены на схеме (рисунок 6).

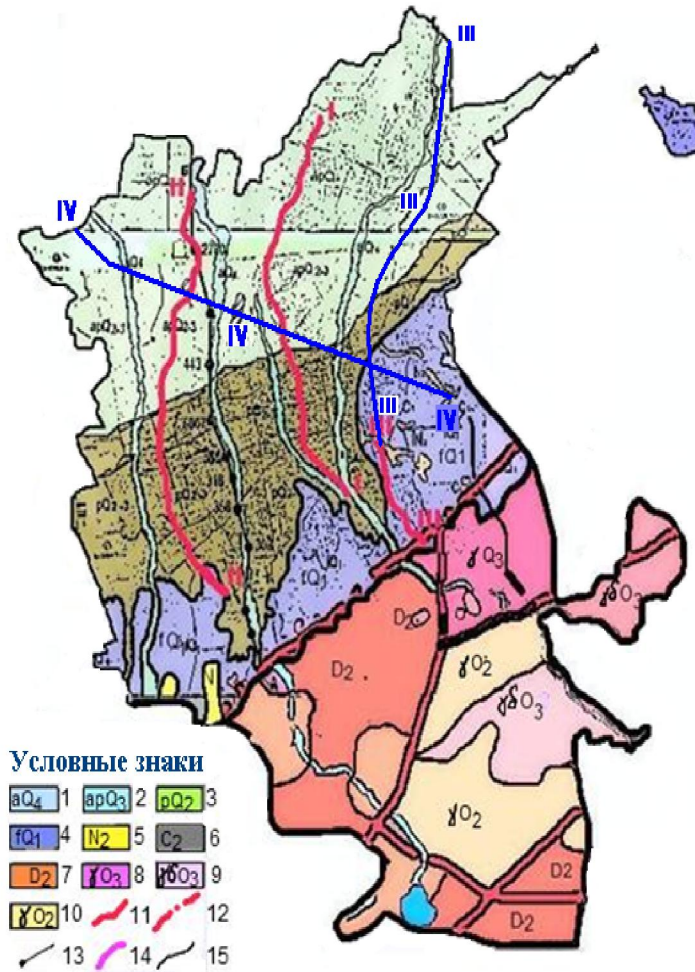


Рисунок 1 – Гидрогеологическая карта-схема города Алматы.

Условные обозначения. Водоносные горизонты и комплексы: 1 – в отложениях современных аллювиальных (aQ₄) долин высокогорных и равнинных участков рек – на равнинах пески, гравийно-галечники, в горах с высоким содержанием валунов, 2 – в верхнечетвертичных аллювиально-пролювиальных отложениях (apQ_{2.3}) террас равнинных частей слившейся полосы конусов выноса – пески, супеси, суглинки с прослоями гравийно-галечников; 3 – в среднечетвертичных пролювиальных отложениях (pQ₂) террас верхних частей слившейся полосы конусов выноса – галечники, гравийники, валуны, пески высоко водопроницаемые; 4 – в флювиогляциальных нижнечетвертичных отложениях древних морен (fQ₁) – супесчано-суглинистые грунты с высоким содержанием гравийно-щебенистого материала и крупных валунов; 5 – в отложениях верхнего неогена (N₂) – слабые конгломераты и гравелиты с прослоями и линзами песков и супесей; 6 – скальных терригенных образованиях верхнего карбона (C₂), содержащих трещинно-грунтовые воды; 7 – в скальных эффузивно-осадочных образованиях верхнего девона (D₂); 8 – трещинно-грунтовые воды в гранитоидах верхнего ордовика (γO₃); 9 – трещинно-грунтовые воды в гранитоидах и гранодиоритах верхнего ордовика (γδO₃); 10 – в гранитоидах среднего ордовика (γO₂).

Другие знаки. 11 – активные зоны разломов установленные; 12 – то же предполагаемые; 13 – линия гидрогеологического разреза (А-В); 14 – маршруты исследований 2014 года, 15 – границы водоносных горизонтов и комплексов.

Figure 1 – The hydrogeological map-scheme of the city of Almaty

Contingent designations. Aquifers and complexes: 1 – in alluvial deposits of the modern (aQ₄) alpine valleys and lowland areas of the rivers – on the plains of sand, gravel and pebbles in the mountains rich in boulders, 2 – in the upper alluvial-proluvial deposits (apQ_{2.3}) terraces flatland merged bands cone rise - grit, sandy loams, loams with interbedded gravel and pebbles; 3 – in middle quaternary proluvial deposits (pQ₂) terraces upper parts of alluvial fans merged bands – pebbles, gravel, boulders, sand highly permeable; 4 – in flyuvioglacial quaternary sediments of ancient moraines (fQ₁) – sandy-loamy soils rich in gravel and detrital material and boulders; 5 – in the sediments of the upper neogene (N₂) – weak conglomerates and grits with interlayers and lenses of sand and sandy loam; 6 – clastic rock formations of the upper carboniferous (C₂) containing fractured groundwater, 7 – in the rocky volcanic-sedimentary formations of the upper devonian (D₂); 8 – fractured groundwater in the upper ordovician granitoids (γO₃); 9 – fractured groundwater in granitoids and upper ordovician granodiorites (γδO₃); 10 – in the middle ordovician granitoids (γO₂).

Other signs. 11 – active fault zones established; 12 – the same alleged; 13 – line hydrogeological section (A-B); 14 – studies 2014 year, 15 – border aquifers and complexes

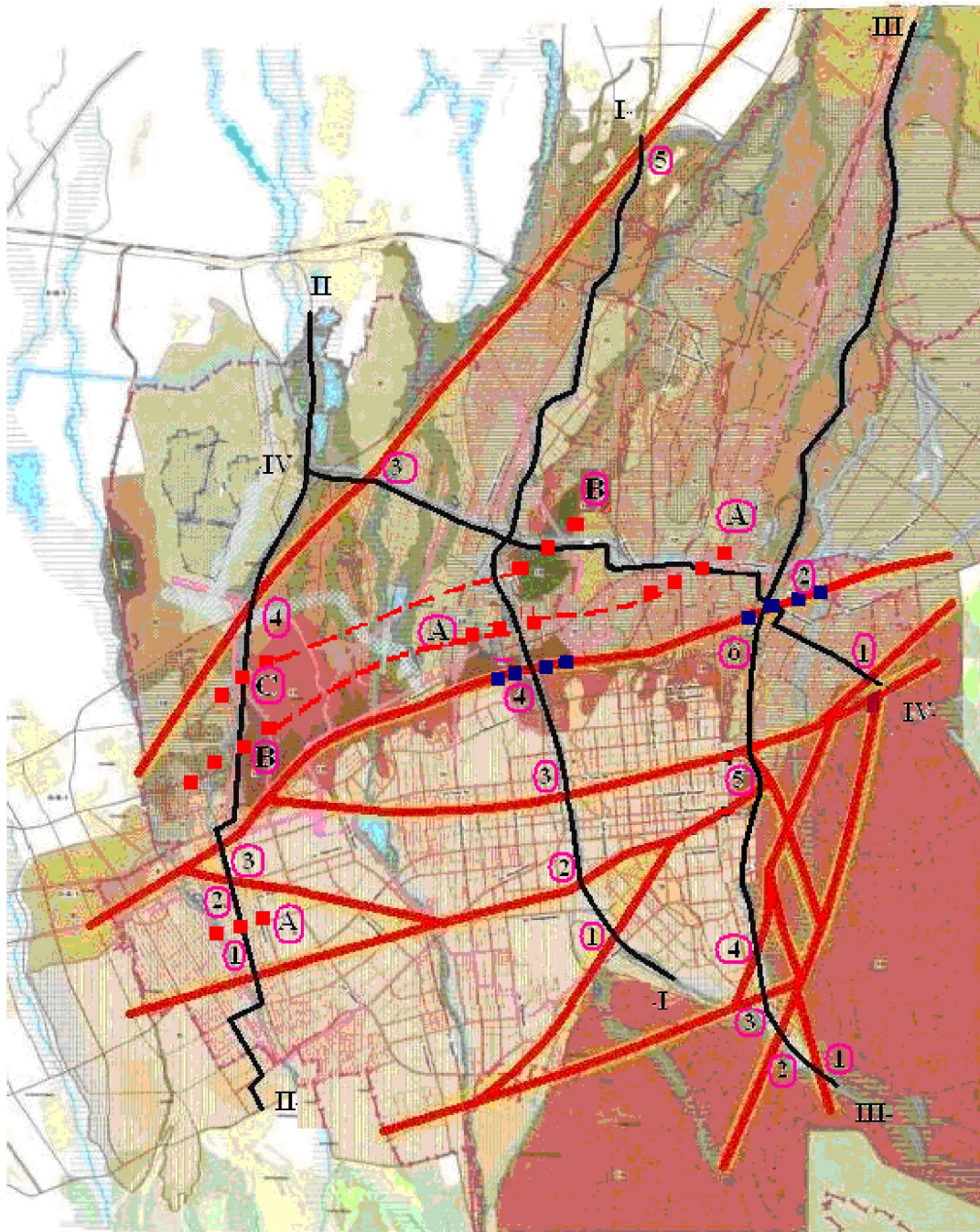


Рисунок 2 – Схематическая карта расположения исследовательских маршрутов и предполагаемых зон активных разломов на территории мегаполиса Алматы

Условные обозначения. Красными отрезками обозначены разломы, нанесённые на карту СМР территории г. Алматы в 1982 г. Цифрами I, II, III отмечены номера исследуемых маршрутов. Цифрами 1, 2, 3 обозначено количество разломов пересекающих, данный профиль. Буквы А, В, С указывают на выявленные разломные зоны, на карте они обозначены красным пунктиром. Синим пунктиром отмечены участки разломных зон, которые не подтвердились полученными результатами исследования.

Figure 2 – Schematic map of location research routes and prospective zones of active faults in the territory of city Almaty

Contingent designations. Red segments designated faults uncharted territory SMZ Almaty in 1982 year. The numbers I, II, III marked numbers studied routes. The numbers 1, 2, 3 is indicated by the number of faults intersect the profile. The letters A, B, and C indicate the identified fault zones on the map are marked with a red dotted line. Blue dotted lines marked areas of fault zones that have not been confirmed with the results of research.

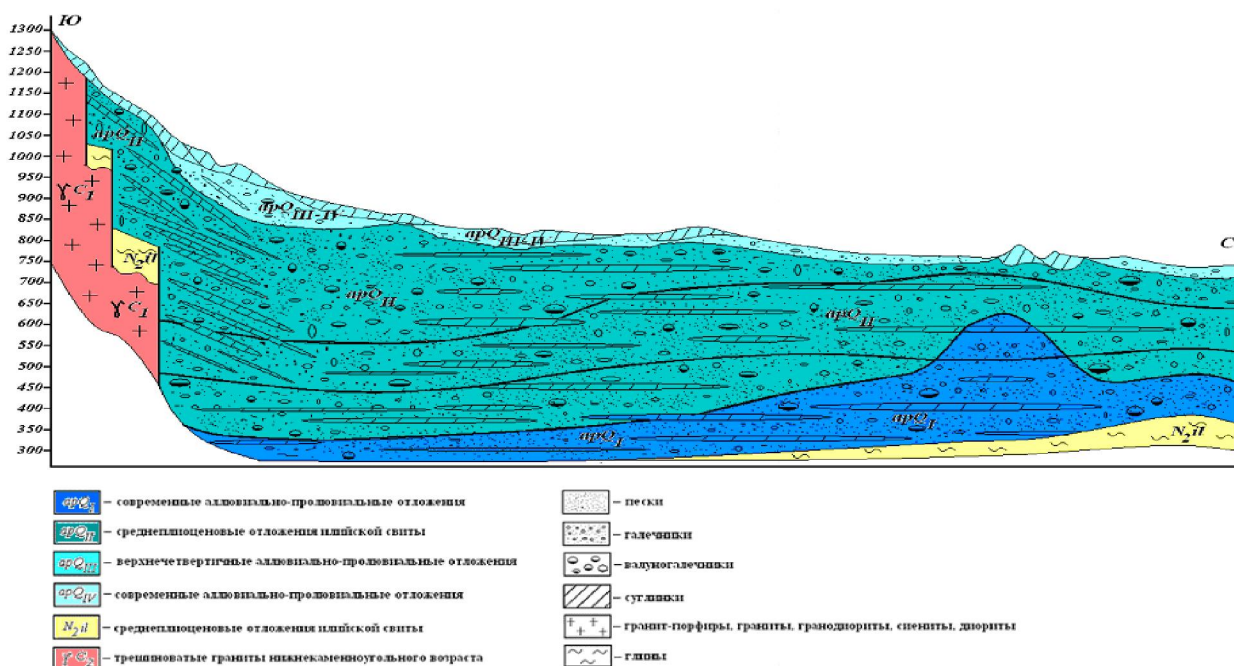


Рисунок 3 – Обобщенный гидрогеологический разрез по профилям I, II и III

Figure 3 – Generalized hydrogeological section of the profiles I, II and III



А

Б

Рисунок 4 – Приборы для измерений объемной активности радона Rn^{222} :
А – радиометр «Рамон-Радон 01», Б – радиометр «Рамон 02»

Figure 4 – Instruments for the measurement of radon volumetric activity Rn^{222} :
А – radiometer «Ramon-Radon 01», Б – Radiometer «Ramon 02»

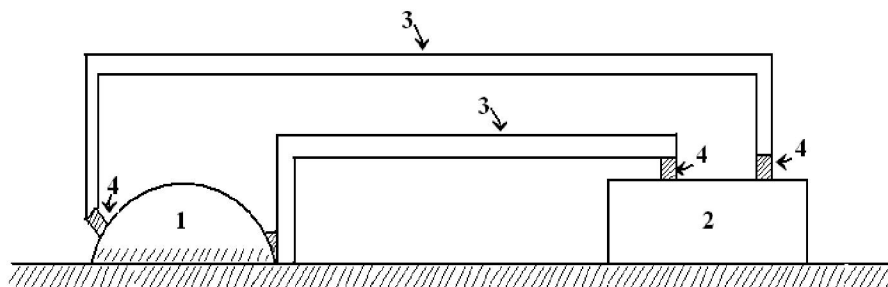


Рисунок 5 – Схема рабочей комплектации установки радиометра «Рамон-радон-01»:
1 – накопительная емкость, 2 – прибор «Рамон-Радон01»; 3 – силиконовые трубки; 4 – штуцера

Figure 5 – Scheme of work complete installation radiometer «Ramon radon-01»:
1 – accumulate capacity, 2 – device «Ramon Radon 01»; 3 – silicone tube; 4 – connecting pipe

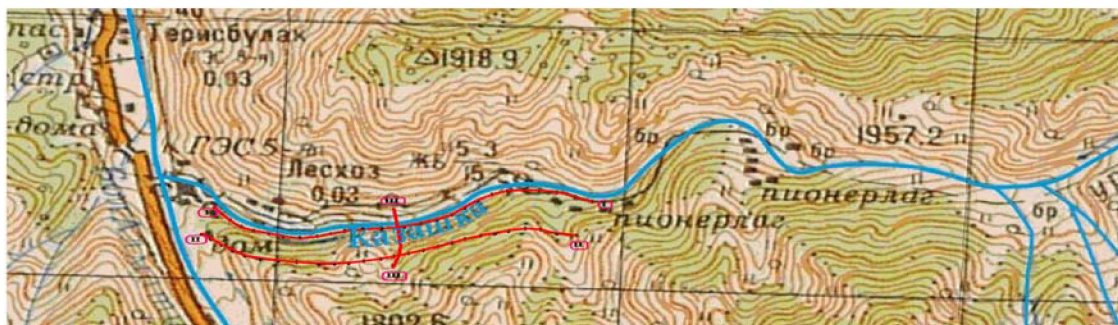


Рисунок 6 – Схема размещения маршрутов на реке Казачка

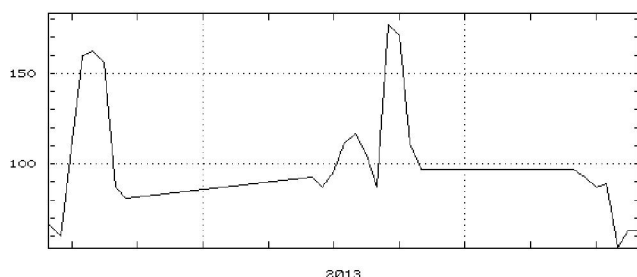
Условные обозначения. Красным цветом обозначены участки маршрутов: два продольных и один поперечный. Цифрами I, II, III отмечены номера исследуемых маршрутов, проходящих на реке Казачка.

Figure 6 – Layout of routes on the river Kazachka

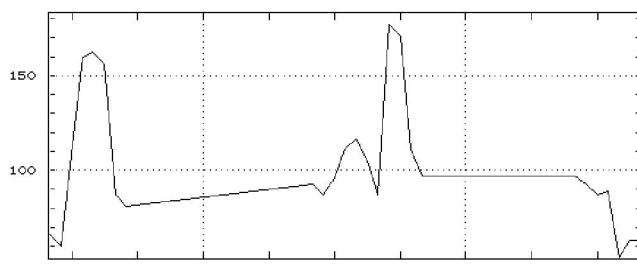
Contingent designations. Red indicates areas of route: two longitudinal and one transverse. The numbers I, II, III marked numbers studied routes passing on the river Kazachka

Замеры производились двумя приборами, которые перед началом работ были проверены на идентичность показаний. Работы производились на территории сейсмобиополигона «Казачка», возле родника через каждые 25 м. Первые результаты измерения Rn^{222} на ограниченной площади (650×300 м) показывают неоднородность этой территории. Четко выделяется русло реки, откуда смывается Rn^{222} , что отражается на профилях в его значительно заниженных значениях (от 200 до 25 Бк). Данный материал предоставлен в виде графиков (рисунок 7). Таким образом, можно констатировать, что данный прибор по техническим характеристикам соответствует требованиям поставленной задачи.

А ГРАФИК РЯДА Rn ПАРАЛЛЕЛЬНО р.КАЗАЧКА



В ГРАФИК РЯДА Rn ПАРАЛЛЕЛЬНО р.КАЗАЧКА



С ГРАФИК РЯДА Rn ПОПЕРЕК р.КАЗАЧКА

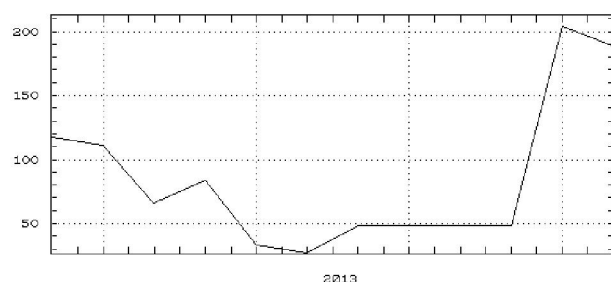


Рисунок 7 –
Профили измерения почвенного радона:
А – 1-й параллельный профиль,
В – 2-й параллельный, С – поперечный

Figure 7 –
Profiles of soil radon measurements:
А – 1-st parallel profile,
В – 2-st parallel, С – cross

После экспериментальных работ дальнейшие полевые исследования производились непосредственно на территории г. Алматы с мая по октябрь 2014 г.

В 2014 г. пройдены I и II меридиональные (продольные) профили в направлении с юга на север через территорию всего города. Профильное измерение отработывалась шагом через 50 м, а в разломных зонах через 25 м.

При замере эксхалиции Rn^{222} ежедневно производились замеры, снимались координаты каждого пункта, абсолютная высота (в метрах), атмосферное давление (в мм рт. ст.), температура воздуха (в градусах Цельсия), относительная влажность (в %).

В 2015 г. также начаты и закончены III и IV профили. В процессе выполнения работ был накоплен большой фактический материал по измерению эксхалиции Rn^{222} .

Методика интерпретации полевых данных. Полевые работы производились с мая по октябрь 2014 г и с июня по октябрь 2015 г. Полностью были пройдены: профиль I–I начиная с трамплинов, вдоль реки «Есентай» до п. Первомайский и II–II с юга на север через г. Алматы, а также начаты и закончены III–III и IV–IV профили. В процессе выполнения работ был накоплен большой фактический материал по измерению эксхалиции Rn^{222} .

Первичная интерпретация по каждому профилю заключалась в предварительной оценке результатов измерений относительно общего фонового значения содержания радона, которое было рассчитано для каждого профиля отдельно. Расчет производился по формуле

$$A_{(\text{фон})} = \frac{\sum A}{N}, \quad (1)$$

где A – измеренное содержание почвенного радона; N – количество измерений.

Фоновые значения содержания радона по формуле составили: для профиля III–III – 66,7 мБк/с·м², для профиля IV–IV – 81,5 мБк/с·м². Среднее значение для двух профилей составляет около 75±25 мБк/с·м², что соответствует заводской погрешности прибора ≈ 30%. Одновременно устанавливается «коридор» фоновых значений для исследуемого района, который составляет 50–100 мБк/с·м². За аномалии принимались значения, превышающие фоновый «коридор» доверия на 30–100%.

Описание результатов измерений содержания радона в почвенном воздухе по профилю I–I. Профиль I–I имеет общее направление с юга на север. Длина профиля около 20 км. В процессе выполнения полевых работ было сделано 479 комплексных измерений через каждые 50 метров. В местах предполагаемых разломных зон шаг измерений уменьшался до 25 метров. Измерения начались с пункта «трамплин» выше проспекта аль-Фараби, далее вдоль реки Есентай, по линии – «Трамплин» – м-н «Коктем» – Проспект Райымбека – Проспект Рыскулова – м-н «Айнабулак» – Северное кольцо – поселок Первомайский. Этот профиль предположительно должен был пересечь пять зон активных разломов. В результате исследований объемной концентрации почвенного радона Rn^{222} выявились 5 разломов, которые имеют место быть на карте, и четко отображены на графике (рисунок 8). Данные разломы показаны на гипсометрическом графике (рисунок 9).

– **разлом № 1** отмечился высоким содержанием Rn^{222} . Величина содержания радона достигает 110–210 мБк/с·м². Ширина активной зоны составила около 400 м. Местоположение разломной зоны полностью совпадает с отмеченным разломом на карте;

– **разлом № 2** был выделен лишь несколькими высокими выбросами содержания радона Rn^{222} . Величина выбросов колеблется от 110–210 мБк/с·м². Ширина разломной зоны при этом составила менее 200 м.

– **разлом № 3** по ширине составляет 325 м. На этом участке так же наблюдаются высокие выбросы содержания радона от 110–180 мБк/с·м², что значительно превышает фоновые значения.

– **разлом № 4**, отмеченный на графиках и отраженный на карте, выделяет слабое колебание единичного выброса до 110 мБк/с·м². На этом основании можно предположить, что эта разломная зона в настоящее время мало активна.

– **разлом № 5** довольно четко обозначился по результатам наблюдений высоким содержанием радона – до 180 мБк/с·м². Ширина активной зоны составляет в пределах профиля около 300 м. Ряд высоких значений подтверждает существование активной в настоящее время разломной зоны № 5 на предполагаемом ранее участке профиля I–I.

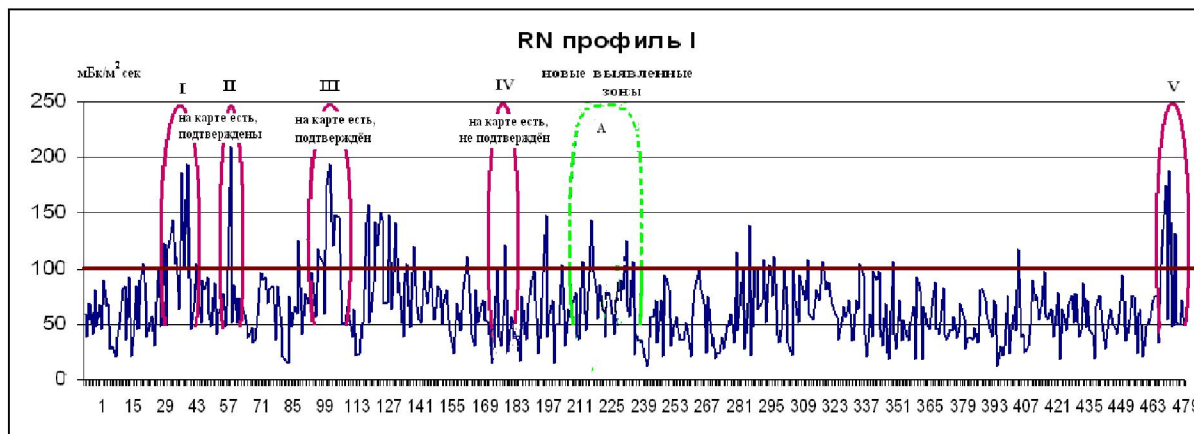


Рисунок 8 – Результаты исследования объемной концентрации почвенного радона Rn^{222} по профилю I–I
 Figure 8 – The results of the study volume concentration of the soil radon Rn^{222} in the profile I–I

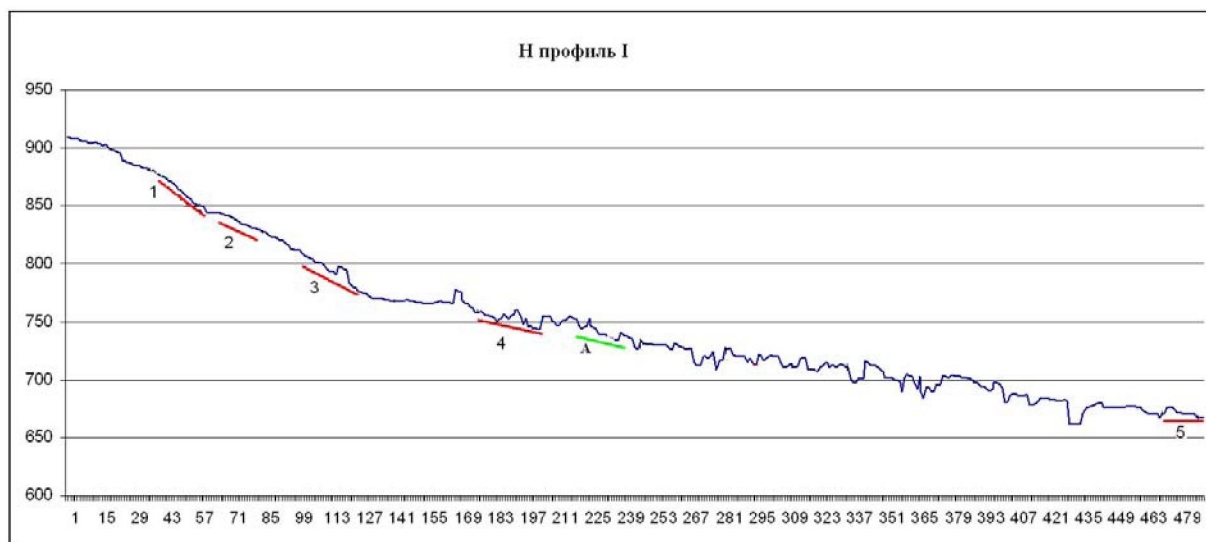


Рисунок 9 – Гипсометрический график профиля I–I с предполагаемыми зонами активных разломов
 Figure 9 – Hypsometrically schedule profile I–I с prospective zones active faults

В ходе полевых наблюдений отмечалась еще одна слабоактивная зона (на графике отмечена пунктирной зеленой линией, буквой А), где содержание Rn^{222} превышает фоновые значения. На этой территории располагаются разломы, скрытые под осадочным чехлом. На этом основании можно предположить, что выявлена новая активная зона.

Описание результатов измерений содержания радона в почвенном воздухе по профилю II–II. Профиль II–II также имеет общее направление с юга на север. Профиль начинается в южной части города в районе пос. Каргалы, затем продолжается через микрорайоны Каменка, Школьник, Жетысу-1, Аксай-4, Акбулак, м-н Айгерим, м-н Шанырак и заканчивается в микрорайоне Трудовик. Длина профиля составляет около 15 км, количество комплексных замеров на маршруте 345. В соответствии с предыдущими исследованиями на профиле предполагалось обследовать четыре активные разломные зоны, которые отображены на графиках (рисунок 10, 11).

– **разлом № 1** шириной около 350 м в ходе исследований было отмечено лишь несколько пиковых значений содержания радона 132, 144 мБк/с·м². На этом основании можно считать, что этот участок разломной зоны малоактивен.

– **разлом № 2** составляет протяженность 525 м, так же как и разлом № 1 не выделяется высокими показателями и может быть отнесен к категории слабоактивной разломной зоне. Содержание радона на этом участке лишь незначительно превышает показания фоновых значений.

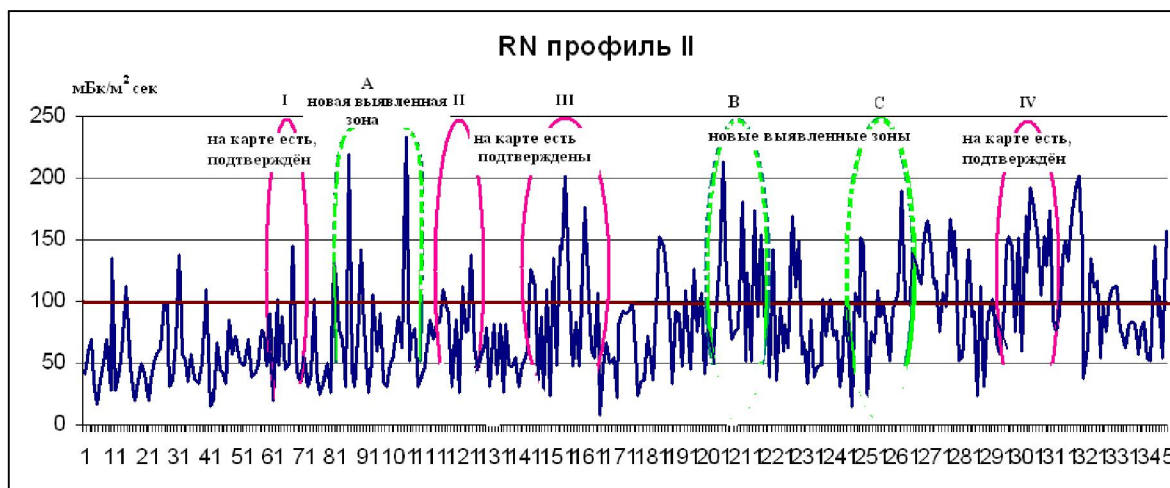


Рисунок 10 – Результаты исследования объемной концентрации почвенного радона Rn^{222} по профилю II–II

Figure 10 - Results of the study volume concentration of the soil radon Rn^{222} in the profile II–II

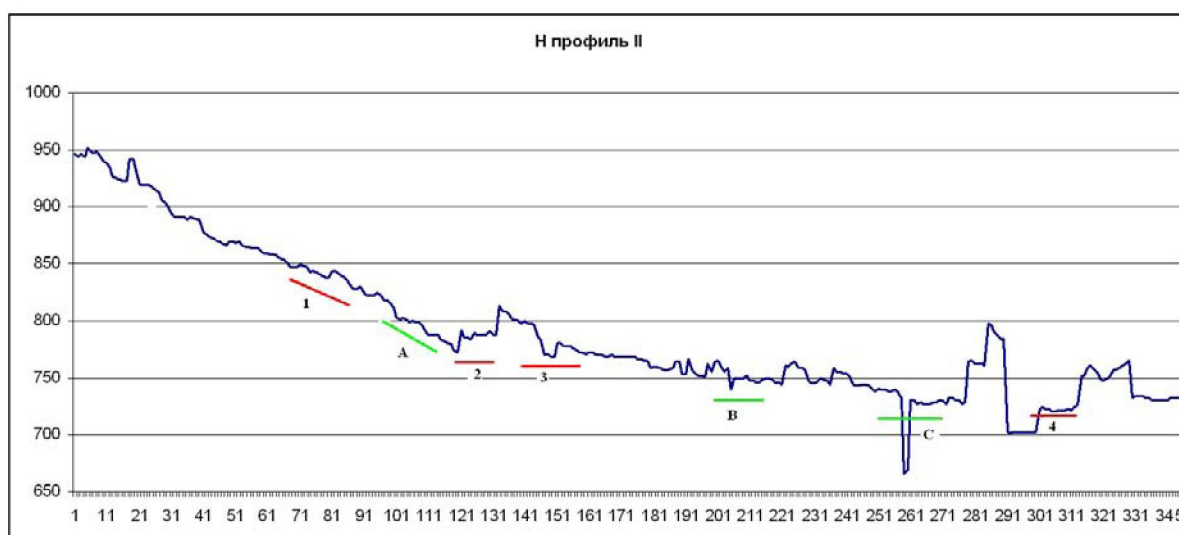


Рисунок 11 – Гипсометрический график профиля II–II с предполагаемыми зонами активных разломов

Figure 11 – Hypsometrically graph profile II–II с putative active fault zones

– **разлом № 3** имеет протяженность около 425 м. Эта разломная зона выделяется рядом многочисленных выбросов с высоким содержанием радона от 120 до 200 мБк/с·м². В настоящее время это подтверждает существование активной разломной зоны.

– **разлом № 4** выделяется протяженностью около 450 м, характеризуется стабильно высокими показателями содержания радона от 140 до 189 мБк/с·м². Этот участок может быть отнесен к категории активно живущих разломов. Исследования подтвердили ранее выделяемую активную зону на карте.

По результатам полевых исследований и в ходе обработки полевого материала, стоит выделить несколько выявленных новых активных зон **А, В и С**.

Зона А выделяется значительно высокими значениями содержания радона от 105 до 233 мБк/с·м², данные значения были подтверждены контрольными значениями, что подтверждает активность этой зоны. Ширина составляет примерно 1500 м.

Зона В составляет протяженность около 1300 м, на этом участке так же отмечалось наиболее высокое активное содержание радона от 154–213 мБк/с·м². Ранее этот разлом не был зафиксирован, проявился впервые в ходе исследований 2014 года.

Зона С территориально совпадает с жилым массивом микрорайон «Шанырак-4, 2». Ширина данной зоны составляет примерно 800 м. Выделяется устойчивым высоким содержанием радона от 144 до 189 мБк/с·м² и может быть отнесена к категории активно живущих разломов.

Описание результатов измерений содержания радона в почвенном воздухе по профилю III–III. Профиль III–III имеет общее направление р. Малая Алматинка – поселок Покровка. Длина профиля около 23 км. В процессе выполнения работ было сделано 435 комплексных измерений через каждые 50 метров. В местах предполагаемых разломных зон шаг измерений уменьшался до 25 метров. Измерения начались с пункта «Дом отдыха Балхаш» по улице Горная, далее вдоль реки Малая Алматинка пересекались улицы «Сатпаева», проспект Райымбека, проспект Рыскулова, м-н «Айшаби-би», Вазовское кольцо, поселок Альмерек. Профиль предположительно должен был пересечь шесть зон активных разломов (рисунок 12). На гипсометрическом графике нанесены зоны предполагаемых разломов (рисунок 13).

– **разлом № 1** отмечился высоким содержанием радона по всей протяженности данной разломной зоны. Величина показаний достигает 150–260 мБк/с·м², что значительно превышает фоновый интервал. На этом основании мы считаем выделенный участок в настоящий момент достаточно активным. Ширина активной зоны составила около 1350 м.

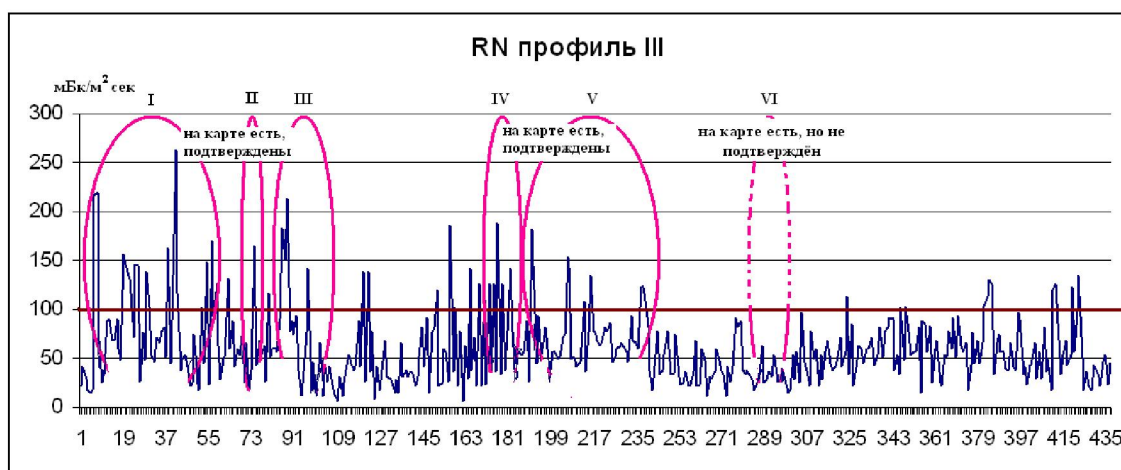


Рисунок 12 – Результаты исследования объемной концентрации почвенного радона Rn²²² по профилю III–III

Figure 12 – Results of the study volume concentration of the soil radon Rn²²² in the profile III–III

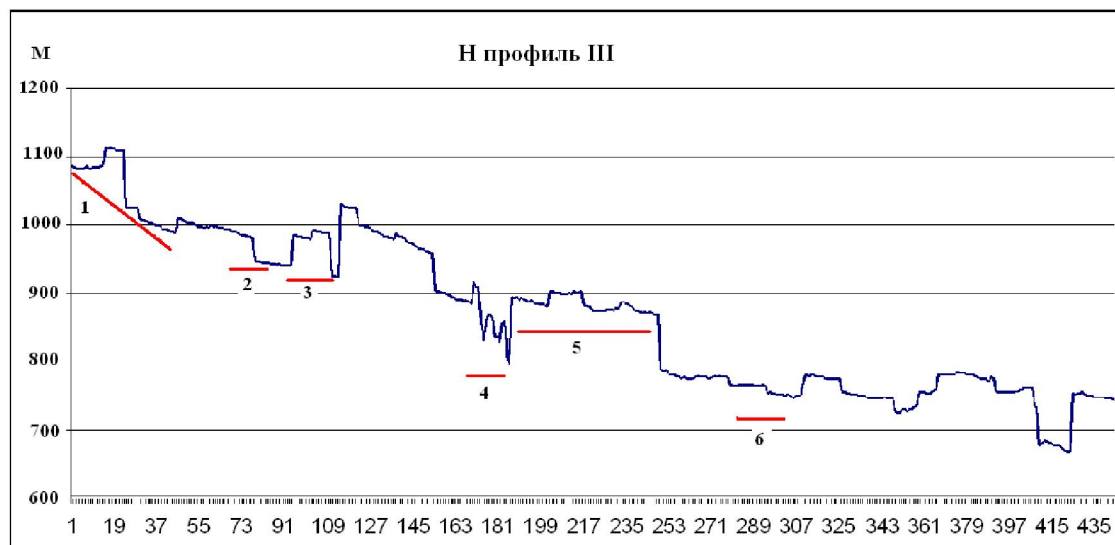


Рисунок 13 – Гипсометрический график профиля III–III с предполагаемыми зонами активных разломов

Figure 13 – Hypsometrically graph profile III–III suppositional active fault zones

- **разлом № 2** выделился лишь несколькими единичными выбросами активности радона 110–160 мБк/с·м². Ширина при этом составила около 475 м.
- **разлом № 3** фактически отмечается высокими значениями содержаний радона. Этот участок профиля проходит длиной около 550 м.
- **разлом № 4** отмечается средними значениями содержаний радона в пределах 105–110 мБк/с·м² и лишь одним пиковым значением в 189 мБк/с·м².
- **разлом № 5** – данная разломная зона имеет сетку в несколько разветвлений по отдельным участкам территории. Продолжительность разломной зоны составляет около 725 м.
- **разлом № 6** по результатам наблюдений не выделяется высоким содержанием радона в пределах – 50 мБк/с·м². На этом основании мы считаем выделенный участок в настоящий момент не активным.

Описание результатов измерений содержания радона в почвенном воздухе по профилю IV–IV. Профиль IV–IV имеет общее направление с востока на запад. Он начинается в восточной части города, в микрорайоне Думан по улице Иштван Коныра выше восточной объездной дороги, пересекая улицу Татибекова, речку Малая Алматинка, затем продолжается вдоль Большого Алма-

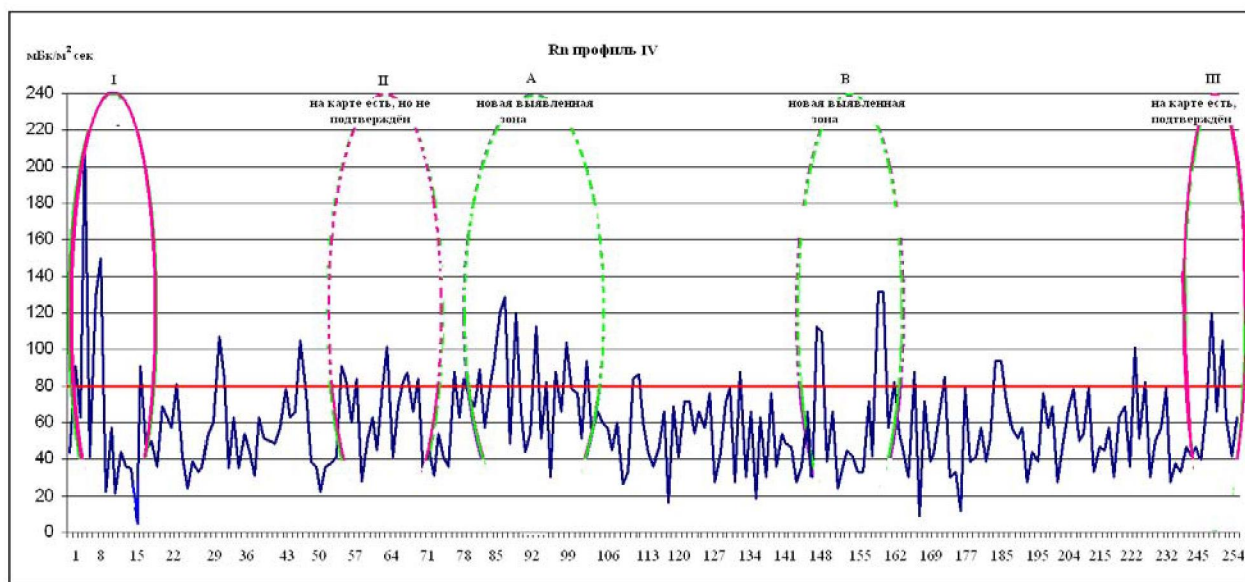


Рисунок 14 – Результаты исследования объемной концентрации почвенного радона Rn²²² по профилю IV–IV

Figure 14 – Results of the study volume concentration of the soil radon Rn²²² in the profile IV–IV

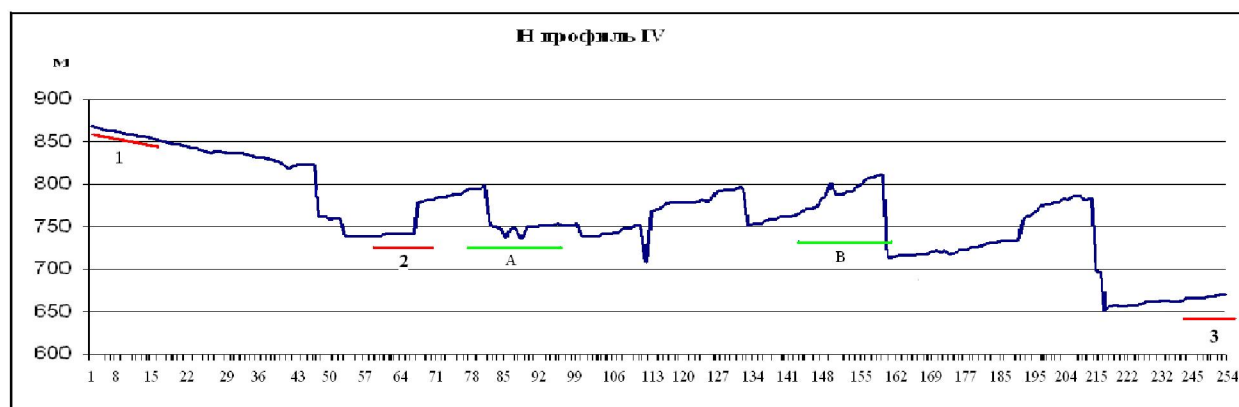


Рисунок 15 – Гипсометрический график профиля IV–IV с предполагаемыми зонами активных разломов

Figure 15 – Hypsometrically graph profile III–III suppositional active fault zones

тинского канала через микрорайон «Кулагер», Северное кольцо, микрорайоны «Улжан», «Шанырак» и заканчивается в микрорайоне «Коккайнар». На профиле длиной около 15 км было произведено 254 комплексных замера. В соответствии с предыдущими исследованиями на профиле предполагалось обследовать три активных разломные зоны.

– **разлом № 1** шириной около 450 м, в ходе исследований было отмечено несколько высоких пиковых значений содержания радона до $213 \text{ мБк/с}\cdot\text{м}^2$, что дает основания считать эту зону достаточно активной.

– **разлом № 2** шириной около 900 м, обозначается пунктирной линией, выделяется низким содержанием радона 80 до $90 \text{ мБк/с}\cdot\text{м}^2$, что является в пределах фоновых значений. Этот разлом быть отнесён к категории не активных разломов.

– **разлом № 3** протяженностью около 600 м. Разлом выделен несколькими средними выбросами содержания.

По данному профилю, наблюдаются две новые активные зоны **А, В**, которые отразились значениями до $150 \text{ мБк/с}\cdot\text{м}^2$, что превышает фоновый порог содержания радона в почвенном воздухе (рисунок 14). Данные зоны определены на гипсометрическом графике (рисунок 15) [4].

Сопоставление и анализ результатов измерений. Итоговое сопоставление и анализ результатов проведенных полевых опытно-экспериментальных исследований гидрогеохимического зондирования активных разломов территории мегаполиса Алматы на основе профильных измерений объемной концентрации почвенного радона (Rn^{222}) позволяет предварительно сделать следующие выводы:

1. Всего за летние периоды 2014–2015 годы было пройдено 3 продольных профиля и выполнено более 950 комплексных определений содержаний радона и сопутствующих показателей. Определены возможные факторы, предположительно влияющие на изменение измеряемой величины.

2. Для установления пороговой границы выделения доверительного интервала Rn^{222} было вычислено среднее значение параметра для всех измерений (фон) и определен «коридор» доверия. При этом учитывалась заводская погрешность применяемых приборов для измерений. Коридор доверия Rn^{222} для профиля I и II составил от 50 до $100 \text{ мБк/с}\cdot\text{м}^2$. Поэтому значения Rn^{222} , которые выразились резким повышением эксхалляции (от его фона более 30-100%), принимались показателями современной активности сейсмических разломов.

3. В ходе исследований было подтверждено существование 7 современных активных зон. Два разлома не показали современную активность. Три разломные зоны были выявлены вновь и представлены как активные сейсмоопасные зоны для дальнейших исследований и более глубокого изучения.

Выводы:

1. Территория мегаполиса города Алматы в его современных границах располагается в пределах крупной Джунгаро-Тянь-Шаньской системы бассейнов жильно-блоковых, пластово-блоковых и пластовых подземных вод, занимающей южную часть бассейна озера Балхаш, относится к провинции Джунгаро-Балхашского сложного гидрогеологического бассейна. Блоковое строение во многом предопределяет условия формирования и распространения подземных вод, приуроченных к различным по возрасту, генезису и литологическому составу отложениям.

2. Основные ресурсы подземных вод приурочены к мощной толще четвертичных отложений, в меньшей степени – к плиоценовым отложениям. Наиболее высокими фильтрационными свойствами характеризуются центральные части конусов выноса четвертичных образований, сложенные хорошо промытыми валунно-галечниками большой мощности. Подземные воды четвертичных и плиоценовых отложений циркулируют в условиях активного водообмена, поэтому на всей площади распространения они пресные и обладают хорошим качеством. Для миоценовых отложений, залегающих под мощной толщей плиоцен-четвертичных отложений, характерно наличие высоконапорных термоминеральных вод, перспективных для использования в бальнеологии и в качестве источника тепловой энергии.

3. Опытные-экспериментальные исследования по геохимическому зондированию активных разломов территории мегаполиса Алматы методом профильных измерений объемной концентрации

почвенного радона (Rn^{222}) показали свою высокую эффективность и позволило оценить современное динамическое состояние разломов. В этой связи решено и дальше продолжать исследования по всей территории мегаполиса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Абдуллаев А.У. Флюидный режим земной коры как отражение современных геодинамических процессов. – Алматы: Эверо, 2002. – 352 с.
- [2] Абдуллаев А.У. Активный геохимический и гидрогеологический мониторинг сейсмической активности Алматинского мегаполиса // В сб. докладов «Снижение сейсмического риска зданий и сооружений г. Алматы при сильных землетрясениях». – Алматы, 2007. – С. 41-46.
- [3] Рудаков В.П. Мониторинг напряженно-деформированного состояния пород сейсмоактивного района эманационным методом // Геохимия. – 1986. – № 9. – С. 1337-1342.
- [4] Абдуллаев А.У., Тукешова Г.Е. Активные разломы Алматинского мегаполиса в связи с составлением новой карты СМР // Мат-лы междунар. научно-практ. конф. «Активные разломы и их значение для оценки сейсмической опасности: современное состояние и проблемы». – М., 2014. – С. 12-15.
- [5] ТОО «СОЛО ЛТД». Методика измерения объемной активности радона (Rn^{222}) в различных средах. – Алматы, 2010.
- [6] ТОО «СОЛО ЛТД». Руководство по эксплуатации // Техническое описание, инструкция по эксплуатации. – Алматы, 2010.

REFERENCES

- [1] Abdullaev A.U. Fluidny rezhim zemnoi kory kak otrazhenie sobremennykh geodinamicheskikh proccessov. Almaty: Evero, 2002. 352 p.
- [2] Abdullaev A.U. Aktivny geokhimichesky i gidrogeologichesky monitoring seismicheskoi aktivnosti Almatinskogo megapolisa // V sbornike dokladov «Snizhenie seismicheskogo riska zdaniy i soruzhenii g. Almaty pri silnykh zemletrjseeniakh». Almaty, 2007. P. 41-46.
- [3] Rudakov V.P. Monitoring naprijzhenno-deformirovannogo sostojbyj porod seismoaktivnogo raiona emanacionnym metodom. Geokhimiya. 1986. N 9. P. 1337-1342.
- [4] Abdullaev A.U., Tukesheva G.E. Aktivnye razlomy Almatinskogo megapolisa v svjzi s sostavleniem novoi karty SMR // Mat-ly mezhdunar. nauchno-praktich. konf. «Aktivnye razlomy i ih znachenie dlj ochenki seismicheskoi opasnosti: sovremennoe sostojnie i problemy». M., 2014. P. 12-15.
- [5] TOO «SOLO LTD». Metodika izmerenij obemnoi aktivnosti radona (Rn^{222}) v razlichykh sredah. Almaty, 2010.
- [6] TOO «SOLO LTD». Rukovodstvo po ekspluatatsii // Tehnicheskoe opisanie, instrukcij po ekspluatatsii. Almaty, 2010.

**А. У. Абдуллаев, Е. И. Лагутин, Г. Е. Тукешова, Т. С. Жунисбеков,
И. А. Весёлкина, Т. П. Суслова, А. О. Мухамадиев, С. М. Менбаев, Ж. Б. Кобланов**

Сейсмология Института КР ГБМ, Алматы, Қазақстан

АЛМАТЫ МЕГАПОЛИСІНІҢ ТЕРРИТОРИЯСЫНДАҒЫ ТЕКТОНИКАЛЫҚ ЖАРЫҚШАҚТЫҚ ЗОНАЛАРЫН ТОПЫРАҚТАҒЫ РАДОННЫҢ КӨЛЕМДІ БЕЛСЕНДІЛІГІН ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЗОНДЫЛАУ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУДЫҢ АЛҒАШҚЫ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аннотация. Мақалада жер қыртысының белсенді жарықшақтық зоналарын топырақтағы радонның эксхалиясы арқылы зондылау арқылы зерттеу мәселері қарастырылған. Жұмыстың негізгі мақсаты (1982) СМР картасындағы жарықшақтық зоналарын нақтылауға және жаңа белсенді зоналарды анықтауға бағытталған. Бұл мақсат үшін Алматы қаласының жаңа шекарасы (2013) бойынша 2014–2015 жылдары мегаполис территориясында топырақтағы радонның көлемдік белсенділігін профильді зондылау бойынша дала жұмыстары ұйымдастырылды. Дала жұмыстары шеңберінде үш бойлық профиль және бір көлденең профиль жүріліп өтілді, профильдердің жалпы ұзындығы 90 км құрайды. Далалық зерттеулер нәтижесінде жеті жарықшақтық зонасының белсенділігі төмен екендігі, екеуі табылмады, және белсенді жаңа үш зоналары анықталды. Жұмыстар жалғасуда.

Түйін сөздер: эксхалияция, радонның жалпы белсенділігі, зондылау, мониторинг.