

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДОРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

18-86-452

**Т.А.Аширов*, Д.Ишанкулиев*, Л.В.Джолос,
К.И.Меркина, С.П.Третьякова**

**ЭМАНАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В АШХАБАДСКОЙ СЕЙСМОАКТИВНОЙ ЗОНЕ**

*** Институт сейсмологии АН ТаджССР, Ашхабад**

1986

Результаты последних работ по изучению закономерностей изменения концентраций радона в подземных водах и почвенном воздухе в связи с землетрясениями дают основание считать радон одним из наиболее вероятных геохимических предвестников землетрясения ^{/1,2/}. Аномальные значения концентраций радона, возникающие в связи с тектоническими явлениями, должны превышать некоторый порогово-фоновый уровень, который зависит от целого ряда факторов, таких, как земные приливы, климатические условия, атмосферно-погодные и космические явления, вариабельность природных процессов, деятельность человека /ядерные взрывы, добыча полезных ископаемых и т.д./. Некоторые из них в настоящее время достаточно хорошо изучены и могут быть учтены, но закономерное влияние других можно обнаружить только в результате длительных временных наблюдений поведения предвестника и сопоставления полученных данных с сейсмичностью района, геофизическими и метеорологическими явлениями ^{/2/}.

Для получения надежной информации о временных вариациях концентрации радона в почвенном воздухе необходимо использовать достаточно чувствительную методику регистрации, поскольку содержание радона в грунтовом воздухе порядка 10^{-13} объемных %, простую и экономичную в эксплуатации, т.к. считается, что для наблюдения за подготовкой землетрясений с магнитудой 5 и выше необходимо использование прогностических сетей с расстоянием между пунктами наблюдения порядка 50-100 км ^{/2/}.

Механизм появления аномальных концентраций радона пока недостаточно ясен. Предполагается /в основном на основе расчетов механизма диффузии/, что радон является индикатором конвективного потока глубинных газов, скорость которых зависит от пористости пород и возрастает в разуплотненных зонах. Современные теории подготовки землетрясений предусматривают обязательное повышение трещиноватости в области подготовки землетрясений, по крайней мере, на завершающем этапе, особенно в очаговой области, что способствует усилению потока газа. Поэтому выбрер места наблюдения играет заметную роль в прогностических наблюдениях ^{/4/}.

Для регистрации почвенного радона наряду с сцинтилляционными детекторами ^{/4,5/} находят применение диэлектрические ^{/6-10/}. Они регистрируют альфа-частицы в накопительном режиме. Концентрация радона в почвенном воздухе можно представлять плотностью треков. За сутки детекторы регистрируют порядка 300 шт/см² / $\sim 2 \cdot 10^{-11}$ С/л/, что статистически достаточно для проведения временных наблюдений за изменением концентраций радона в почвенном воздухе.

Они просты в эксплуатации, не требуют больших энергетических затрат. Их можно размещать одновременно во многих пунктах на больших площадях на любой поверхности, в воде, в почве. Детектор может работать в пассивном /ждущем/ режиме при естественном залегании /4/. Первые эксперименты, проведенные по апробированию трекового метода в Ташкентском сейсмическом районе, показали, что результаты хорошо коррелируются с данными, полученными электронными приборами /8/. Недостатком метода пока является возможность получения информации через определенное время после регистрации события. В дальнейшем представляется возможным автоматизировать и телеметризовать этот метод.

В данной работе были продолжены исследования трекового метода /9/ для наблюдения временных вариаций радона в почвенном воздухе Ашхабадского сейсмоактивного района с целью использования его в прогностических исследованиях.

В качестве объекта наблюдения был выбран участок зоны Передового разлома Копетдага, где он на своем протяжении пересекается касательными поперечными разломами /рис. 1/. Этот район характеризуется наличием интенсивных вертикальных и горизонтальных

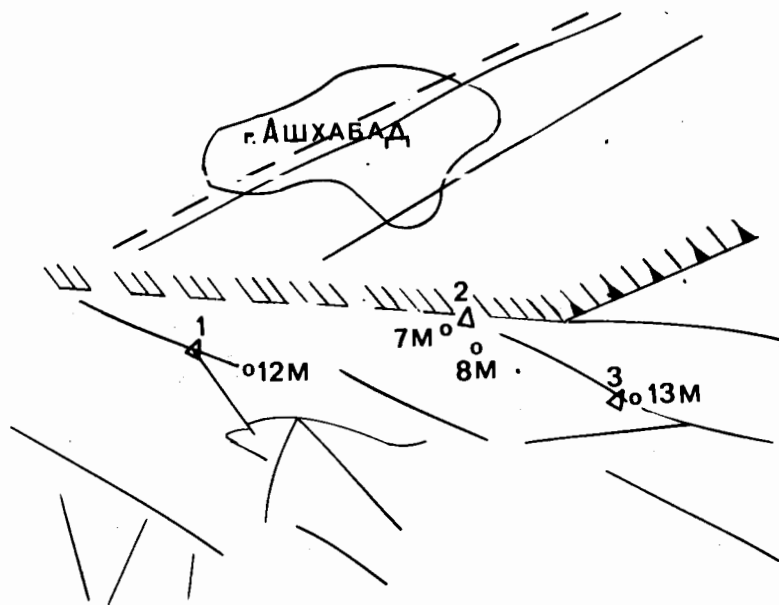


Рис. 1. Схема расположения разломов и пунктов наблюдения в Ашхабадском сейсмоактивном районе. Разломы обозначены пунктирными /крупные/ и сплошными /мелкие/ линиями. Пункты наблюдения за концентрацией радона в почвенном воздухе - (Δ), в скважинах - (\circ). Цифрами указаны номера скважин.

движений земной коры и повышенной сейсмической активностью. Здесь имеется несколько самоизливающихся скважин, в которых ведутся прогностические наблюдения, в том числе непрерывные за изменением концентрации радона в воде глубинных скважин /11/.

МЕТОДИКА РЕГИСТРАЦИИ РАДОНА

Радиоактивность подпочвенного воздуха определяется содержанием газообразных альфа-активных изотопов радона-222, 220 и 219, имеющих периоды полураспада 3,82 сут, 54,5 и 3,92 с. Источником является содержащийся в почве уран-238, торий-232 и уран-235. Радон - инертный газ, однако обнаружены его нестойкие комплексные соединения с водой в виде кристаллогидратов.

В качестве детекторов использовался нитрат целлюлозы, LR-115 тип 11 /фирма Кодак Патэ, Франция/. Он представляет собой тонкий /12-13 мкм/, окрашенный в красный цвет, альфа-чувствительный слой, который для удобства эксплуатации нанесен на бесцветную лавсановую 100 мкм подложку, с которой может легко сниматься как до, так и после обработки. Для усиления образовавшихся треков альфа-частиц детектор обрабатывается в 10% водном растворе едкого натра при температуре 60°C до конечной толщины чувствительного слоя 6 мкм, при этом максимальный диаметр треков, входящих в детектор под углом 90°, - 10 мкм, что является своего рода контролем за режимом травления. На рис. 2 показана зависимость изменения диаметров треков альфа-частиц с энергией 3,3 МэВ, перпендикулярно входящих в детектор, от времени травления в 10% растворе NaOH.

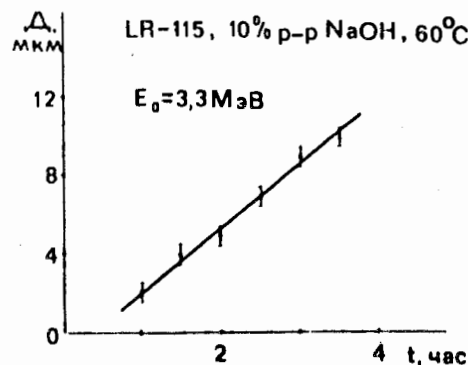


Рис. 2. Кривая зависимости диаметра треков альфа-частиц, входящих в детектор с энергией 3,3 МэВ под углом 90°, от времени травления в 10% растворе NaOH при 60°.

Наибольший интерес для прогноза представляет собой долгоживущий радон-222. В зависимости от геометрии облучения могут регистрироваться альфа-частицы радона-220 и его альфа-активные продукты - полоний и висмут. Энергия альфа-частиц радона-222 составляет 5,48 МэВ, радона-220 - 6,3 МэВ, продуктов распада - от 5,5 до 8,8 МэВ. Поскольку источник излучения представляет собой столб воздуха и способен тормозить образовавшиеся в нем альфа-частицы,

то детектору предстоит регистрировать практически весь спектр излучения. Поэтому после травления, в детекторе /рис. 3/, облу-

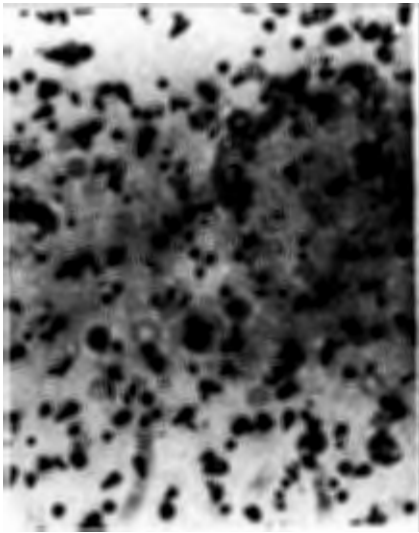


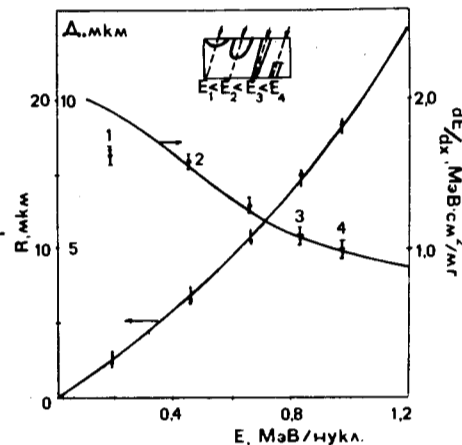
Рис. 3. Микрофотография треков альфа-частиц эманации радона подпочвенного воздуха. Травление в 10% растворе NaOH при 60°C в течение 180 мин.

ченном в подпочвенном воздухе альфа-частицами радона, под микроскопом будут видны треки различных диаметров и длин, соответственно энергии частиц, входящих в детектор. Зависимость диаметра трека альфа-частицы от энергии показана на рис. 4. экспериментальными точками. Можно видеть, что их расположение повторяет расчетную кривую потерь энергии альфа-частиц в нитрате целлюлозы^{/12/}. В верхней части рисунка схематично показано усиление

треков различной энергии в результате травления. Значения $E_1 \div E_2$ приблизительно соответствуют энергиям экспериментальных точек 1 ÷ 4. Пробег альфа-частиц для этих энергий отмечен на расчетной кривой - энергия^{/12/}. Порог чувствительности детектора находится в районе 4,0 МэВ.

Энергия альфа-частиц радона превышает эту величину, поэтому для снижения энергии частиц /а также для предохранения пленки от попадания на нее влаги, что снижает эффективность регистрации^{/9/}, детектор закрывался 8-10 мкм слоем лавсановой пленки^{/9/}.

Рис. 4. Расчетные кривые пробег /R/ - энергия /E/ и удельная ионизация (dE/dx) от энергии альфа-частиц в нитрате целлюлозы. Экспериментальные точки относятся к значениям диаметров треков при разной энергии альфа-частиц. Травление детекторов в 10% растворе NaOH при температуре 60°C в течение 120 мин. Верхний рисунок схематично показывает возможность усиления треков при травлении в зависимости от энергии альфа-частиц.



Просмотр детекторов осуществлялся либо под оптическим микроскопом с увеличением 200x, либо с помощью искрового счетчика^{/18/}.

Для регистрации эманации радона в почвенном воздухе использовалась геометрия облучения, подобная описанной в работе^{/9/}. Предварительно экспериментально уточнялись геометрические размеры устройства - высота и диаметр камеры облучения. Для этого в шурфе глубиной 1 м устанавливалась труба диаметром 140 мм. На дно шурфа опускался стакан, и на внутреннюю поверхность дна стакана прикреплялся детектор чувствительной стороной вниз. Диаметр и высота менялись от 30 до 140 мм и 1 до 100 см, соответственно. Экспозиция составляла 7 суток, влаги на детекторах обнаружено не было. На рис. 5 и 6 показаны соответствующие распределения

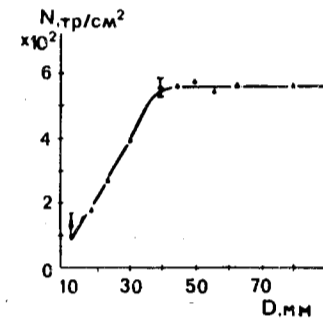


Рис. 5. Зависимость плотности треков альфа-частиц эманации радона подпочвенного воздуха от диаметра устройства для облучения.

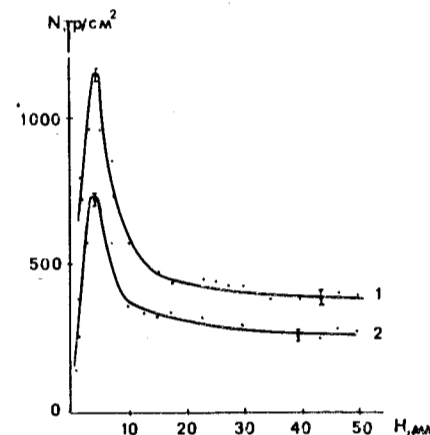


Рис. 6. Зависимость плотности треков альфа-частиц эманации радона подпочвенного воздуха от высоты устройства для облучения. Кривые 1 и 2 - количество треков, полученное с помощью оптического микроскопа и искрового счетчика, соответственно.

количества треков альфа-частиц в зависимости от диаметра /на высоте 30 см/ и высоты стакана при его диаметре в 40 мм. Плотность треков в стаканах различного диаметра D выходит на плато при $D \geq 40$ мм. Максимальная плотность треков наблюдается на высоте 4-5 см от дна шурфа. Это расстояние соответствует длине пробега в воздухе альфа-частиц с энергией 6,3 МэВ. По-видимому, полученный максимум обусловлен вкладом эманации радона-220. В связи с его коротким временем жизни он не успевает продиффундировать на большую высоту, но продукты его распада могут давать вклад в измеренную плотность частиц на высоте более 5 см. Восходящая ветвь в распределении треков на высоте от 0 до 4-5 см мо-

жет быть объяснена недостаточным объемом воздуха ^{13/}. Из рис. 6 можно видеть, что для надежного выделения радона-222 оптимальным расстоянием расположения детектора от дна шурфа является высота порядка 30 см, что хорошо согласуется с результатами работ ^{18,8/}.

На этом рисунке приведены распределения плотности треков, подсчитанных под оптическим микроскопом /кривая 1/ и искровым счетчиком /кривая 2/. Наблюдается идентичный ход кривых, однако эффективность счета во втором случае ниже. На рис. 7. показано, что эффективность счета треков зависит от остаточного /после травления/ слоя детектора. В районе 6 мкм она уменьшается до 70-75% от общего количества регистрируемых детектором событий в районе плотности треков $\sim 1,5 \cdot 10^8$ шт/см².

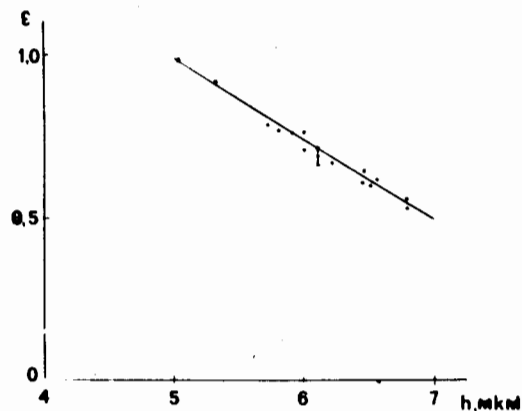
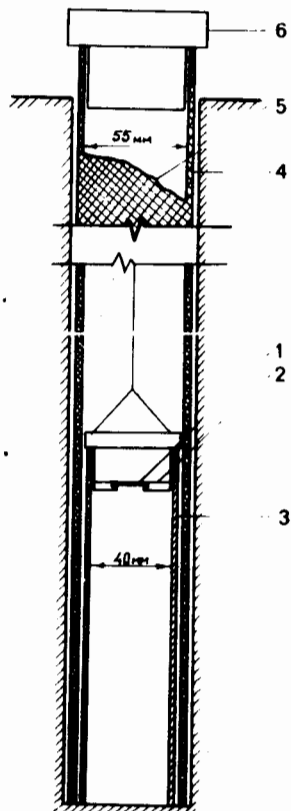


Рис. 7. Эффективность счета треков альфа-частиц подпочвенного радона искровым счетчиком от остаточного /после травления/ слоя детектора.

Рис. 8. Схема устройства для облучения детекторов альфа-частицами радона подпочвенного воздуха: 1 - детектор, 2 - держатель детектора, 3 - внутренняя труба, 4 - внешняя защитная труба, 5 - термоизолирующий материал, 6 - крышка.



На основе проведенных исследований была выбрана геометрия облучения и создана стационарная установка для длительных временных измерений концентрации радона в подпочвенном воздухе, схема которой представлена на рис. 8. Детектор 1, имеющий раз-

мер 11×13 мм² с полезной площадью 11×11 мм², устанавливается на держателе 2, который крепится на верхней части полихлорвиниловой трубы 3 диаметром 40 мм. Все это помещается в защитную трубу 4 диаметром 55 мм. Свободный объем последней заполняется термоизолятором 5, и сверху труба закрывается крышкой 6.

В работе ^{18/} показано, что уменьшение плотности треков может происходить за счет конденсации влаги на поверхности детектора. Капля воды может значительно снизить энергию альфа-частиц вплоть до нуля. В условиях резко континентального климата Туркмении могут происходить резкие колебания суточной температуры и выпадения росы на детектор. Оказалось, что при экспозиции 5-6 суток по всей высоте держателя при ночной температуре меньше 10°C на детекторах образуется влага. При использовании теплоизолятора температура появления росы снижается до 0°C ^{19/}.

ВЫБОР ПУНКТОВ НАБЛЮДЕНИЯ

Ашхабадский район имеет сложное геолого-гидрологическое строение. Режимные измерения содержания радона проводятся с 1973 г. в глубинных водах самоизливающихся скважин ^{11/}. Для сравнения данных с учетом концепции ^{14/} казалось целесообразным располагать точки наблюдения трековым методом вблизи изучаемых скважин в зоне глубинных тектонических разломов, пересекающих мощные водоносные горизонты.

На рис. 1 показаны выбранные пункты наблюдения вариаций концентрации радона в подпочвенном воздухе, местонахождение которых определено по результатам профильной эманационной съемки ^{9/}, которая была сделана следующим образом. Шурфы, глубиной 60 см, располагались на расстоянии 200-300 м перпендикулярно проходящему разлому и пересекали его. Общее расстояние от центра разлома в обе стороны по 600-700 м. Для примера, на рис. 9 показано распределение активности радона /в среднесуточной плотности треков/, измеренной детекторами, при эманационной съемке. Все детекторы одного разлома экспонировались одновременно в течение 7 суток. В районе скважины 7М, где установлена автоматическая

непрерывная регистрация радона с 1979 г, была проведена более подробная съемка, т.е. детекторы устанавливались через 30-40 м. Для постоянного наблюдения выбирались

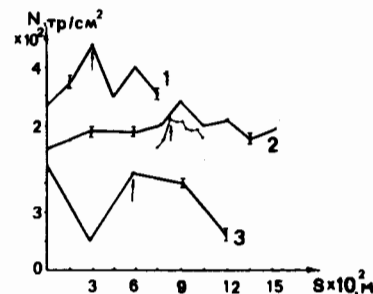


Рис. 9. Результаты эманационной съемки радона. Стрелками указаны выбранные пункты наблюдения.

пункты, где наблюдалась максимальная плотность треков. На рис. 9 они указаны стрелками, а на рис. 1 - треугольниками.

Из рис. 9 можно видеть, что среднесуточная плотность треков ~ 300 шт/см², в выбранных пунктах измерения она больше. Собственный фон детекторов не превышал 10 шт/см². Для временных измерений радона экспозиция детекторов составляла от 3 до 7 суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Временные наблюдения за вариациями радона в почвенном воздухе проводились в районе скважин 7М, 12М и 13М. Все они находятся в раздробленной зоне Передового глубинного разлома Копетдага. В пунктах наблюдения были установлены описанные стационарные устройства /рис. 8/ на глубине 70 см. Измеренная плотность треков альфа-частиц нормировалась на сутки в см². Статистическая ошибка составляла 3-5%. Постоянно контролировался собственный фон детекторов. Он колебался во время использования одной партии детекторов от 10 до 20 шт/см².

Результаты наблюдений в трех пунктах с июля 1982 г. по июль 1983 г. представлены на рис. 10. Для корреляции вариаций радона с атмосферными условиями в верхней части рисунка показаны временные изменения атмосферного давления, относительной влажности и температуры воздуха и почвы /на глубине 60 см/.

Рис. 10. Результаты временных наблюдений в районе г. Ашхабада за вариациями концентраций радона в почвенном воздухе в пунктах наблюдения 1, 2, 3 /см. рис. 1/ за 1982-83 гг. Приведены кривые изменения среднесуточных значений давления и температуры, а также среднесуточной температуры /верх рисунка/ . Внизу рисунка указана сейсмичность в радиусе 100-130 км от пункта наблюдения и энергетического класса землетрясений с $K \geq 10$.

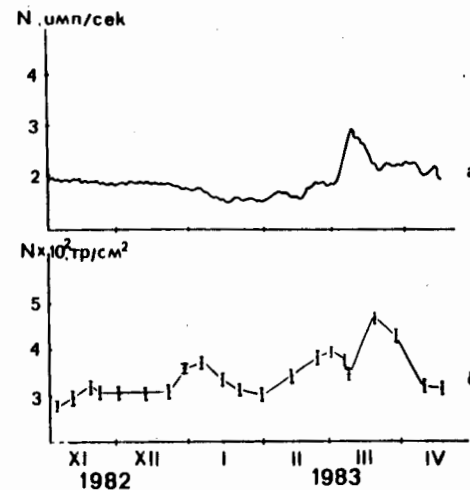
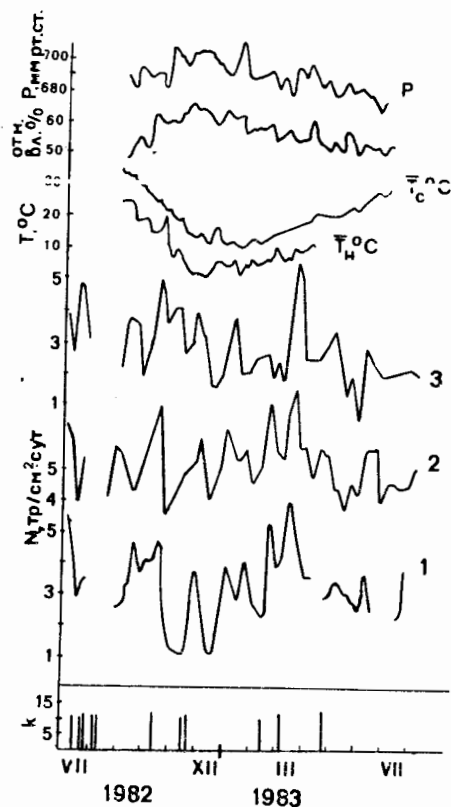


Рис. 11. Временные наблюдения за концентрацией радона в воде скважины 7М непрерывным сцинтилляционным методом /II/ и в почвенном воздухе трековым методом в пункте наблюдения 2 /см. рис. 1/.

Следует отметить, что результаты по измерению радона в почвенном воздухе вблизи скважины 7М хорошо коррелируют с данными, полученными при непрерывном измерении активности радона в воде самой скважины /рис. 11/ /9.11.14/.

Анализируя полученные результаты, можно считать, что трековые детекторы надежно регистрируют почвенный радон. В выбранной геометрии облучения среднесуточная плотность треков достигает 200-400 шт/см, и она, в основном, обусловлена активностью радона-222. Наибольшая плотность треков альфа-частиц наблюдается в районе разломов, что может свидетельствовать о повышенной трещиноватости геологических структур.

Первые режимные наблюдения, проведенные в течение года /1982-1983 гг./ в трех пунктах Ашхабадского района, показали некоторую регулярность изменения эманации во времени, идентичную для всех пунктов, что, вероятно, может быть связано с лунно-солнечными приливными деформациями, атмосферными условиями и т.д. Однако надо заметить, что это регулярность иногда явно нарушается, например, плотность треков в летнее время года такая же или ниже, чем в зимнее. Замеченные аномалии неплохо коррелируются с сейсмическими событиями, происходившими в это время в районе с радиусом 100-130 км с энергетическим классом $K \geq 10$.

Для того чтобы выявить закономерности выхода радона в связи с землетрясениями, необходимо иметь длинный ряд наблюдений и провести математический анализ данных с учетом вклада фоновых явлений, к которым можно отнести приливные деформации, климатические и атмосферные явления и т.д. Для выявления использования метода регистрации радона в целях прогнозирования необходимо увеличить число пунктов временных наблюдений, понять связь аномальных концентраций с деформационными процессами, происходящими в пунктах наблюдения, в связи с расстояниями от эпицентров землетрясений, его силы и частоты. Это будет возможным при наличии четкой модели механизма возникновения и проявления аномалий радона, а также комплексного анализа данных с учетом места, времени, силы землетрясений, а также геохими-

ческих, геофизических особенностей строения региона. С этой целью в 1983 г. начаты работы по наблюдению ежесуточных вариаций подпочвенного радона в шурфах разной глубины в нескольких пунктах сейсмоактивных зон Туркмении.

Авторы благодарны академику Г.Н.Флерову за постановку задачи, постоянное внимание и большую помощь при проведении работы. Качественно обработать детекторы и получить надежные результаты помогли сотрудники ЛЯР Е.И.Куренкова, Е.А.Петрова, И.В.Иванова, А.В.Сергеева и Т.И.Рыбакова.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков В.Л. и др. "Гидрогеохимические предвестники землетрясений", "Наука", М., 1985, с.3-16.
2. Попов Е.А. и др. "Гидрогеохимические предвестники землетрясений", "Наука", М., 1985, с.121-126.
3. Методические рекомендации по применению эманационного треккового метода. НПО "Рудгеофизика", Л., 1982.
4. Рудаков В.Н. и др. "Гидрогеохимические предвестники землетрясений", "Наука", М., 1985, с.163-169.
5. Адамчук Ю.В. и др. Препринт ИАЭ-3893/14, М., 1984.
6. Fleischer R.L. et al. J.Geophys.Res., 1978, v.83, NB7, p.3539-3549.
7. King Chi-Yu. J.Geophys.Res., 1980, v.85, NB6, p.3065-3068.
8. Seidel I.L., Monin M.M. In: Proc. XI Int. Conf. on SSNTD Bristol, 1981, p.517.
9. Флеров Г.Н. и др. ОИЯИ, 18-83-388, Дубна, 1983.
10. Третьякова С.П. и др. ОИЯИ, 18-83-455, Дубна, 1983.
11. Атаев С. и др. "Гидрогеохимические предвестники землетрясений", "Наука", М., 1985, с. 169-177.
12. Benton E.V., USNRDL-TR-68-14, V.S.Nav.Rad.Def.Lab., San-Francisco, California, 1968.
13. Varnagy M. et al. Nucl.Instr. and Meth., 1977, 141, p.489-497.
14. Атаев С. и др. Известия АН ТуркмССР, серия физико-технических, химических и геологических наук, №5, 1984, с. 17-24.

Работа поступила в издательский отдел
3 июля 1985 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3,4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергии. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
D4-85-851	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D11-85-791	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Аширов Т.А. и др. 18-86-452
Эманационные исследования в Ашхабадской сейсмоактивной зоне

Описывается усовершенствованная методика регистрации подпочвенного радона в условиях Ашхабадской сейсмоактивной зоны с целью прогнозирования там землетрясений. Для регистрации альфа-частиц радона использовался нитратцеллюлозный детектор. Химическая обработка проводилась в 10% растворе едкого натра при 60°C, просмотр детекторов - под оптическим микроскопом и с помощью искрового счетчика. Экспериментально определены оптимальные параметры стационарного устройства для облучения детекторов в шурфах глубиной 70 см. С помощью эманационной съемки были выбраны пункты наблюдения за временными вариациями концентраций радона. С 1982 по 1983 г. в трех пунктах проводились постоянные измерения радона с интервалами 5-7 суток. Замечена регулярность плотности треков в зависимости от календарного времени и атмосферных условий. Нарушение регулярности можно связать с сейсмическими событиями, происходившими в данном районе с энергетическим классом $K \geq 10$ на расстоянии 100-130 км от пункта наблюдения.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод Л.В.Пашкевич

Ashirov T.A. et al. 18-86-452
Emanation Investigations in the Ashkhabad Seismic Zone

An improved technique for detecting subsoil radon in the Ashkhabad seismoactive zone in order to predict earthquakes in this region is described. Radon α -particles were recorded by a nitrocellulose detector. Chemical treatment was carried out in a 10% sodium hydroxide solution at 60°C temperature, and detector scanning was performed under an optical microscope and by a spark counter. The optimal parameters of a stationary device for the irradiation of detectors in 70 cm deep pits have been determined experimentally. The points of observation of time variations of the radon have been chosen with the aid of emanation survey. Constant radon measurements were carried out at three observation points during the period from 1982 to 1983 at intervals of 5-7 days. The dependence of track density on calendar time and on atmospheric conditions has been found to be regular. A broken regularity may be due to the $K \geq 10$ energy class seismic event which took place in this region at a distance of 100-130 km from the observation point.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Reactions, JINR

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986