

TÁBIYIY HÁM TEXNIKALÍQ ILIMLER

Fizika. Matematika

РАДИОНУКЛИД ${}^7\text{Be}$ В МЕСЯЧНЫХ 2018 ГОДА И ЛЕТНЕ-ОСЕННИХ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЯХ 2019 ГОДА В ГОРОДЕ ТАШКЕНТЕ

Н.Н.Базарбаев - кандидат физико-математических наук

Научно-исследовательский институт полупроводников и микроэлектроники

А.И.Эшназаров - студент

С.К.Махмудов - докторант

И.Холбаев - доктор физико-математических наук, профессор

М.Х.Чиндалиев - магистрант

Национальный университет Узбекистана

Д.М.Холов - ассистент преподаватель

Навоийский государственный педагогический институт

Таянч сўзлар: табиий радионуклидлар, аниқ фаолият, самарали фаолият, доимий кузатув пунктлари, баҳолаш, ўзига солиштирма йиғинди активлик, радиоактив мувозанат.

Ключевые слова: естественные радионуклиды, точная активность, эффективная активность, постоянные пункты наблюдения, оценивание, гранулометрический состав, удельная суммарная активность, радиоактивное равновесие.

Key words: natural radionuclides, specific activity, effective activity, permanent observation points, grading; assessment specific total activity, radioactive equilibrium.

Природная радиоактивность Земли, помимо первичных естественных (ЕРН) и техногенных (ТРН) радионуклидов, обусловлена космогенными радионуклидами (КРН). Образующихся в верхних слоях атмосферы в реакциях расщепления ядер атомов воздуха (азота, кислорода, аргона и др.) высокоэнергетической составляющей космического излучения. Образовавшиеся в верхних слоях атмосферы, ионы КРН сорбируются каплями влаги и пылинками и в результате атмосферных обменных процессов переносятся в приземные слои воздуха, откуда, вместе с мокрыми и сухими осадками, выпадают на поверхность Земли. Наиболее значимым среди них является ${}^7\text{Be}$ ($T_{1/2} = 53.3$ дня), распад которого сопровождается гамма-излучением $E_\gamma = 478$ кэВ.

Активности ${}^7\text{Be}$ в атмосферных выпадениях зависят от Солнечной активности, широты местности, интенсивности обменных процессов между верхними и приземными слоями атмосферы, интенсивностей мокрых и сухих выпадений и степени запыленности воздуха, а также от интенсивности протекания на ее отдельных площадках краткосрочных почвенных процессов эрозии и седиментации. Эти обстоятельства и обуславливают интерес к исследованиям активности ${}^7\text{Be}$ в атмосферных выпадениях.

Отметим, что интерференция всех этих факторов, осложняет выявление роли отдельных факторов на выпадения ${}^7\text{Be}$ и требует систематических, долговременных исследований.

Такие исследования проводятся с начала 50-х годов прошлого столетия в целом ряде стран мира. Что касается Узбекистана, то они начаты в 2002 году в Самарканде и в 2009 году в Ташкенте (см. например [1] и содержащиеся там ссылки на литературные источники).

В настоящей работе гамма-спектрометрическим методом исследованы активности ${}^7\text{Be}$ в ежемесячных 2018 года и летне-осенних 2019 года атмосферных выпадениях в Ташкенте.

Материалы и методы. Отбор проб ежемесячных атмосферных выпадений осуществлялся экспозицией на крыше двухэтажного корпуса ускорителя НУУз ($N = 41^\circ 18'$, $E = 69^\circ 16'$, высота – $H = 406$ м над уровнем моря (н.у.м.)) кюветы площадью $1 \times 1 \text{ м}^2$ и высотой стенок $0,10$ м, застиланной марлей, смоченной 100 г глицеринового масла (методика “липкого” планшета). Кювета соединялась с канистрой куда стекали дождевые и талые воды. После завершения экспозиции марля вынималась из кюветы, вода из канистры сливалась в сосуд и, не доводя до кипения, выпаривалась до сухого остатка. Кювета и сосуд протирались чистой марлей. Экспонированная и

протирачная марли доводились до воздушно-сухого состояния и упаковывались в однолитровый сосуд Маринелли. Одновременно, из такого же количества чистой марли изготавливалась инертная проба.

Отбор проб летне-осенних выпадений осуществлялся протиркой влажной марлей участка крыши площадью 50 м^2 . После чего, марля высушивалась и упаковывалась в однолитровый сосуд Маринелли. Из такого же количества чистой марли изготавливалась инертная проба.

Гамма-спектры проб измерялись HPGe детектором с относительной эффективностью $\epsilon_{\text{отн}}$ и энергетическим разрешением $\Delta E_\gamma = 2$ кэВ на линии 1332 кэВ ${}^{60}\text{Co}$, длительность измерений составляла $t = 6$ часов.

Минимально детектируемые активности ${}^7\text{Be}$, ${}^{232}\text{Th}$, ${}^{226}\text{Ra}$ – $A_{\text{min}} = 5 \text{ Бк/м}^2$, ${}^{40}\text{K}$ – $A_{\text{min}} = 20 \text{ Бк/м}^2$.

Относительные ошибки в значениях активностей радионуклидов, в зависимости от их величин, $\delta = 10\text{--}50\%$.

Активности выпадений КРН ${}^7\text{Be}$ определялась по площади пика полного поглощения (ППП) линии γ 478 кэВ ${}^7\text{Be}$ в спектре исследованной пробы, а выпадающих ЕРН – по размерам площадей ППП аналитического линии соответствующих радионуклидов в спектрах исследуемых, а так же инертных проб (рис. 1)

$$A = \frac{N_\gamma}{\alpha_\gamma \epsilon_\gamma t} (1)$$

где A – активность, N_γ – площадь ППП, $\alpha_\gamma \epsilon_\gamma$ – квантовый выход и эффективность регистрации анализируемого излучения, t – длительность измерений.

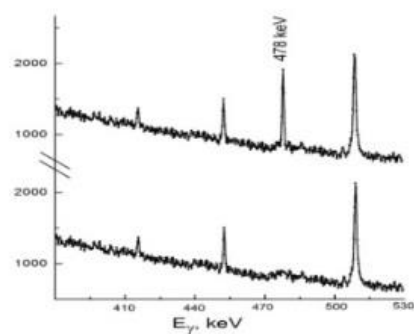


Рис.1 Спектры выпадений КРН ${}^7\text{Be}$ в исследуемых (верх) и инертно (внизу) пробах

Результаты. Активности КРН ${}^7\text{Be}$ в месячных атмосферных выпадениях 2018 года приведены в таблице 1,

Таблица 1. Активности КРН ^7Be в месячных атмосферных выпадениях 2018 года в Ташкенте.

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
A_{Be} , Бк/м ²	30	130	155	115	50	35	25	35	40	110	150	185	1060

Суммарное годовое значение активности ^7Be в 2018 году в Ташкенте – 1060 Бк/м² сопоставимо с минимальными значениями этой величины в 2002-2014 гг. $A_{\Sigma}1024 - 1659 \text{ Бк/м}^2$ [2].

Активности радионуклидов в летне-осенних сухих атмосферных выпадениях 2019 года в Ташкенте определены для КРН ^7Be – $A_{\text{Be}} = 5.04 \text{ Бк/м}^2$, ЕРН ^{40}K – $A_{\text{K}} = 1,8 \text{ Бк/м}^2$, ЕРН – ^{232}Th и ^{226}Ra – $A_{\text{ThRa}} = 0.1 \text{ Бк/м}^2$. Эти величины сопоставлены с данными 2017 и 2018 гг. $A_{\text{Be}} = 2.7 - 3.1 \text{ Бк/м}^2$, $A_{\text{K}} = 1.3 - 2.7 \text{ Бк/м}^2$, $A_{\text{Th}} = 0.1 - 0.11 \text{ Бк/м}^2$ и $A_{\text{Ra}} = 0.1 - 0.2 \text{ Бк/м}^2$ [6].

Обсуждение. Активности КРН ^7Be в месячных атмосферных выпадениях 2018 года (на рис. 2) сопоставляются с соответствующими значениями количества мокрых осадков – P , температуры – t , влажности – V , и запыленности – C воздуха (данные о погодных условиях предоставлены Центр Гидрометеорологии РУз).

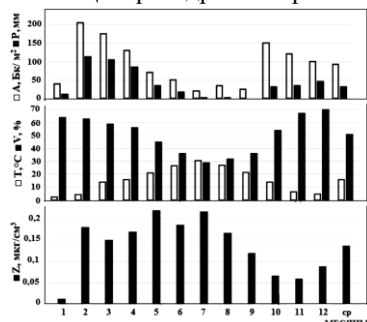


Рис.2. Диаграммы месячных значений активности ^7Be – A , количества мокрых осадков – P , температуры – T , влажности – V , запылённости – Z воздуха и их среднемесячных значений ср в 2018 году в Ташкенте.

Рассмотрение этих данных свидетельствует, что выпадения ^7Be находятся в прямой зависимости от количества мокрых осадков и влажности воздуха и в обратной – от температуры и запыленности воздуха.

Эти зависимости, за исключением зависимости от запыленности воздуха, отмечены практически во всех

Литература

1. Azimov A.N., Bazarbaev N.N., Inoyatov A.Kh., Muminov I.T., Mukhamedov A.K., Omonov H.S., Rashidova D.Sh., Safarov A.A., Holbaev I.Kh., Eshkobilov Sh.Kh. Atmospheric precipitation of ^7Be in 2009-2014 in. –Tashkent and Samarkand: // Atomic Energy, vol. 123, issue 1 (July), 2017, -P. 53-56.
2. Azimov A.N., Hushmuradov Sh.Kh., Muminov I.T., Muminov T.M., Osmanov B.S., Safarov A.N., Safarov A.A. Gamma-spectrometric determination of natural radionuclides and ^{137}Cs concentrations in environmental samples. // The improved scintillation technique. Radiation Measurements Vol.43 (2008), -P. 66-71
3. Web-resource <http://meteo.uz/>

2018 йилда Тошкентдаги ҳар ойлик атмосфера тушумлари гамма-спектрометрик усулида тадқиқот қилинди. Ўлчовлар натижалари ҳар ойлик ҳўл тушумлар, температура, намлик ва чанглик миқдорлари билан солиштирилди.

Гамма-спектрометрическим методом исследованы активности космогенного радионуклида ^7Be в ежемесячных атмосферных выпадениях 2018 года в Ташкенте. Результаты измерения сопоставлены с месячными значениями мокрых осадков, температуры, влажности и запылённости воздуха.

The gamma-spectrometric method was used to study the activity of the cosmogenic ^7Be radionuclide in monthly atmospheric deposition in 2018 in Tashkent. The measurement results are compared with the monthly values of wet precipitation, temperature, humidity and dustiness of the air.

предыдущих исследованиях, что позволяет сделать вывод – ^7Be выпадает в основном с мокрыми осадками.

Рассмотрение зависимости выпадений ^7Be и количества осадков (рис.3) свидетельствует, что значения их отношений A_i/P_i по мере приближения к сухому сезону сильно возрастает. Это обстоятельство можно объяснить, возрастанием в выпадениях ^7Be вклада сухих выпадений связанного с усилением запыленности воздуха.

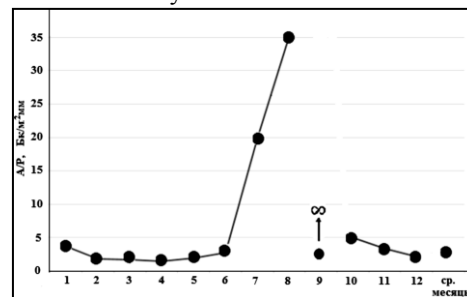


Рис. 3 Месячные значения отношений активностей ^7Be к количеству осадков в 2018 году в г. Ташкенте.

В пробах отобранных на крыше здания аккумулярована лишь незначительная часть выпавших сухих осадков, исследование радиоактивности которых позволяет оценить вклады КРН ^7Be и ЕРН.

КРН ^7Be выпадает с космической пылью постоянно, а ЕРН выпадает с почвенной пылью, поднимающейся в воздух только в ветреную погоду. Эти обстоятельства обуславливают доминирующий вклад КРН ^7Be в сухих выпадениях. Относительные вклады ЕРН в радиоактивность сухих выпадений соответствуют их содержанию в почвах: $A_{\text{Th}} = 50 - 60 \text{ Бк/м}^2$, $A_{\text{Ra}} = 30 - 40 \text{ Бк/м}^2$, $A_{\text{K}} = 400 - 800 \text{ Бк/м}^2$

Заключение. Проведенные исследования выпадений КРН ^7Be показывают, помимо известных зависимостей от количества мокрых осадков, температуры и влажности воздуха, возрастание в сухих периодах года зависимости от запыленности воздуха, а также выявить соответствие активностей ЕРН в сухих выпадениях.

РЕЗЮМЕ

РЕЗЮМЕ

SUMMARY