

2. Д. Англиот. Горячие лаборатории и их оборудование. Материалы Шестой американской конференции. М., Атомиздат, 1960, стр. 170.
3. С. Я. Пшежецкий. «Пробл. физ. химии», № 1, 31 (1958).
4. М. Т. Дмитриев. Диссертация. ФХИ им. Л. Я. Карпова. М., 1959.
5. М. Т. Дмитриев. «Атомная энергия», 15, 52 (1963).
6. С. Я. Пшежецкий, М. Т. Дмитриев. «Усп. химии», вып. 7, 725, (1957).
7. С. Я. Пшежецкий. Сессия АН СССР по мирному использованию атомной энергии (заседания отд. хим. наук). М., Изд-во АН СССР, 1955, стр. 64.
8. М. Т. Дмитриев, С. Я. Пшежецкий. В сб. «Действие ионизирующих излучений на неорганические и органические системы». М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 45, 171.
9. Н. А. Бунеев, С. Я. Пшежецкий, И. А. Мясников. Там же, стр. 129.
10. Р. Нартеск, S. Dondes. Nucleonics, 14, No. 7, 22 (1956).
11. Г. А. Городецкий. «Ж. прикл. химии», 9, 353 (1936).
12. Вредные вещества в промышленности. Под ред. Н. В. Лазарева. Л., Гостехтеориздат, 1954, стр. 32.
13. A. Thorg. Industr. Med. and Surg., 19, 49 (1950).
14. З. Б. Смелянский, И. П. Уланова. «Гигиена труда и профзаболевания», № 5, 7 (1959).
15. С. А. Рысин. Вентиляционные установки машиностроительных заводов. М., Машигиз, 1961, стр. 22.
16. В. Ф. Орешко, Н. Ф. Цехмистренко. «Гигиена труда и профзаболевания», № 6, 16 (1960).
17. Санитарные правила работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений. М., Атомиздат, 1960, стр. 27, № 333—60, п. 119.
18. Г. А. Максимов. Отопление и вентиляция. Ч. II. М., Госстройиздат, 1955, стр. 40, 199.
19. О. И. Лейпунский, Б. В. Новожилов, В. Н. Сахаров. Распространение гамма-квантов в веществе. М., Физматгиз, 1960, стр. 75, 119, 204.
20. Указания по проектированию отопления и вентиляции. М., Госстройиздат, 1958, стр. 55, СН7-57, п. 122.

УДК 539.165.08:525.7+551.46

Результаты исследования суммарной β -активности воды и воздуха в некоторых районах Тихого океана

Н. Н. Алфимов, П. Н. Язевой, Г. Н. Новожилов

В литературе известны сведения об удельной активности воды Тихого океана в районе экватора, в Антарктическом секторе и в направлении по разрезу Калифорния — берега Японии [1—9], но нет данных, характеризующих активность воды Тихого океана на различных широтах.

В июле — ноябре 1961 г. были отобраны пробы воды в Тихом океане в районе, ограниченном координатами $131^{\circ}57'$ в. д. — $164^{\circ}00'$ з. д. и $52^{\circ}57' - 08^{\circ}45'$ с. ш. Пробы морской воды отбирали с поверхности океана в количестве нескольких литров. Сразу после отбора пробы измеряли температуру и соленость воды, после чего определенное количество воды выпаривали. Плотный остаток от каждой пробы помещали в стеклянную банку с притертой пробкой и в таком виде хранили на борту судна в течение трех месяцев до определения активности в лаборатории. Относительное измерение проводили на установке типа Б-2 со счетчиком СТС-6 с использованием бумажных кювет и эталонов из хлористого калия. Относительная ошибка при подсчете активности препаратов не превышала 3—5%. В июле — августе 1961 г. пробы морской воды отбирали из 18 пунктов: шесть находились к северу от $31^{\circ}30'$ с. ш., а 12 — к югу от этой параллели. Было найдено, что средняя удельная активность воды к северу от $31^{\circ}30'$ с. ш. составляет $16,6 \cdot 10^{-11}$ кюри/л, а к югу — $28,2 \cdot 10^{-11}$ кюри/л. Для установления того, что найденное различие в активности воды не случайно, полученные материалы подвергали статистической обработке по методу малых выборок [10]. Результаты этой обработки показаны в табл. 1.

Для проведенных наблюдений различие в удельной активности воды следует считать достоверным при $t > 2,120$.

Как видно из данных табл. 1, различие в удельной активности проб воды Тихого океана, собранных севернее и южнее $31^{\circ}30'$ с. ш. летом 1961 г., подтверждается статистически с высокой степенью точности (более 99%).

Кроме определения удельной активности проб воды, седиментационным методом с применением липких экранов исследовали также выпадение активности из воздуха. Экспозиция липких экранов продолжалась сутки, причем во время экспозиции учитывалось направление и скорость ветра. Спустя три месяца после отбора проб экраны подвергали озонлению под контролем электротермометра при температуре не выше 500° С. Активность золи определяли относительным методом. Использование разработанного нами приспособления [11] (спаренных торковых счетчиков) позволило измерять активность проб с погрешностью не более $\pm 3-5\%$.

Плотность радиоактивных выпадений из атмосферы в одном и том же районе, ограниченном координатами $131^{\circ}50'$ в. д. — $164^{\circ}00'$ з. д. и $52^{\circ}57' - 18^{\circ}15'$ с. ш., определяли дважды: в июле — августе и в ноябре 1961 г. В июле — августе плотность выпадений колебалась в пределах $(0,4 \div 16,3) \cdot 10^{-11}$ кюри/м²·сутки, а в ноябре была на два порядка выше и составляла $(0,5 \div 20,9) \cdot 10^{-9}$ кюри/м²·сутки. На всех станциях, где определялась плотность радиоактивных выпадений из атмосферы, отбирались также пробы морской воды для последующего измерения их удельной активности. В табл. 2 приведены результаты определения удельной активности морской воды в периоды с высокой и низкой плотностью радиоактивных выпадений из атмосферы. Для этих наблюдений разницу следует считать достоверной при $t > 2,080$.

Таблица 1

Удельная активность проб воды Тихого океана на различных широтах

Число проб	Широты и время отбора проб	Удельная активность проб воды, 10-11 кюри/л						
		максимальная	минимальная	средняя	разность средних значений	σ	m	t
6	52°57' с. ш. — 31°30' с. ш., июль	24,0	8,1	16,6	11,6	±4,473	±2,236	5,186
12	31°00' с. ш. — 08°45' с. ш., июль—август	30,8	25,8	28,2				

Примечание. Здесь σ — среднее квадратическое отклонение разности; m — средняя ошибка разности; t — коэффициент Стьюдента — Фишера.

Таблица 2

Удельная активность проб воды Тихого океана в периоды с различной плотностью радиоактивных выпадений из атмосферы

Время наблюдений	Число проб	Средняя плотность выпадения активности из атмосферы, кюри/л ² × Xсутки	Удельная активность проб воды, 10-11 кюри/л						
			максимальная	минимальная	среднее значение	разность средних значений	σ	m	t
Июль — август 1961 г.	13	4,6 · 10 ⁻¹¹	30,8	8,1	22,8	8,3	±6,1	±2,56	3,239
Ноябрь 1961 г.	10	6,0 · 10 ⁻⁹	34,2	26,9	31,1				

Из табл.2 следует, что в период высокой плотности радиоактивных выпадений удельная активность морской воды была примерно на 1/3 выше, чем в тех же широтах при низкой плотности выпадений. Эта разница подтверждается статистически с точностью, превы-

шающей 99%. Так как пробы исследовали через три месяца после их отбора, можно думать, что в действительности различие было большим.

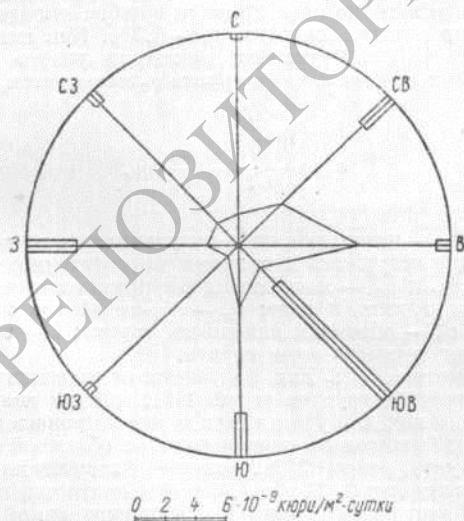
Поскольку определена зависимость между плотностью радиоактивных выпадений и удельной активностью воды, важно установить, в какой мере влияет на количество выпадений направление ветра. Для этого по данным, полученным за все время наблюдений, построили розу ветров и по каждому из восьми румбов нанесли среднее количество радиоактивных выпадений при ветрах этого направления (в виде столбиков, основанием которых является периметр круга). Скорость ветра за период наблюдений была примерно одинаковой (порядка нескольких метров в секунду).

Как видно из рисунка, радиоактивные выпадения достигают наибольших значений при юго-восточных ветрах, а наименьших — при северо-западных, причем плотность радиоактивных выпадений не соответствовала частоте повторяемости ветров.

Поступило в Редакцию 6/V 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. А. Н е л е п о. Прямое определение радиоактивности океанических вод в Антарктическом секторе Тихого океана. Oceanographic Institution Woods Hole, Massachusetts American Association for the Advancement of Science, Washington. Ed. by Mary Sears. 1959, p. 820.
2. T. F o l s o m, G. M o h a n r a o, P. W i n c h e l l. Nature, 6, 480 (1960).



Роза ветров и средняя плотность радиоактивных выпадений.

3. Y. Miyake. Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. United Nations. V. 13, N. Y., 1956, p. 384.
4. Y. Miyake. Ninth Pacific Science Congress of the Pacific Science Association, abstracts of papers. Published by the Organizing Committee. Bangkok, Thailand (1957).
5. Y. Miyake, Y. Sugiura. Papers Meteorol. and Geophys., 6, 33 (1955).
6. Y. Miyake, Y. Sugiura, K. Kameda. Papers Meteorol. and Geophys., 6, 90 (1955).
7. Y. Miyake, K. Saruhashi. J. Marine Res., 17, 383 (1958).
8. H. Miyoshi, S. Hori, S. Yoshida. Res. Oceanogr. Works Japan, 2, 30 (1955).
9. N. Yamagata. Nature, 184, 1813 (1959).
10. Л. С. Каминский. Обработка клинических и лабораторных данных. М., Медгиз, 1959, стр. 118.
11. Н. Н. Алфимов, П. Н. Яговой, Ю. П. Алексеев. «Мед. радиология», № 2, 79 (1962).

УДК 539.422.083:631.42

Массовые коэффициенты поглощения γ -излучения в грунтах и погрешности при измерении γ -методом

Ф. С. Завельский

В настоящее время для определения физических свойств грунтов довольно широко применяются γ -методы, например для определения плотности грунтов и наблюдения динамики их влажности [1—5]. Так как в грунтах обычно встречаются легкие элементы с порядковым номером 2—30, для которых величина отношения атомного номера Z к атомному весу A почти постоянна:

$$\left(\frac{Z}{A}\right)_{2-30} \approx 0,49 \div 0,50,$$

то и принято, считать что значение массового коэффициента поглощения излучения в грунте μ для данной энергии в различных грунтах должно быть приблизительно одинаковым [2,5]. Кроме того, можно полагать, что вследствие усреднения, связанного с многокомпонентностью состава скелета грунтов, эти различия еще более сглаживаются.

Однако при малых энергиях испускаемых фотонов, когда в основном имеет место фотоэлектрическое взаимодействие γ -квантов с веществом, наблюдается резкая зависимость величины μ от состава грунта. В области средних энергий в основном имеет место комptonовское взаимодействие. Однако и в этом случае наблюдается зависимость μ от состава грунта, причем для различных грунтов значения μ могут отличаться на величину, которой в ряде случаев уже нельзя пренебречь [6, 7, 10].

Таким образом, для обоснования использования γ -методов при определении физических свойств различных грунтов, повышения точности измерений и уточнения области применения этих методов целесообразно использовать зависимость величины μ от химического состава скелета грунта. С этой целью были выполнены расчеты μ при разных энергиях первичных фотонов для грунтов, взятых из различных географических районов земного шара.

При расчетах использовались литературные данные по химическому составу грунтов, в том числе для глин [8] и песков [9].

Полученные значения для 73 различных грунтов были разбиты на группы по типам грунтов (глинистые, песчаные) и подгруппы по относительному содержанию тяжелых примесей (рис. 1). При построении графиков количество грунтов в каждой подгруппе принималось

за 100%. Зависимость величины μ от относительного содержания в грунте примеси окиси и закиси железа при различной энергии первичных фотонов представлена на рис. 2.

Из анализа вычисленных значений μ можно сделать следующие выводы о погрешности измерений и области применения различных методов, основанных на использовании γ -излучения.

1. При средней энергии испускаемых γ -квантов ($E = 0,5 \div 1,25$ Мэв) значения μ для глинистых грунтов с содержанием окиси и закиси железа до 5% в 95 случаях из 100 различаются между собой не более чем на 0,2%. Такое же различие наблюдается и для песчаных грунтов. Величины μ для глинистых и песчаных грунтов различаются между собой не более чем на 0,5—0,7%. Различие μ грунтов и воды составляет около 10—11%.

Таким образом, если при определении плотности грунта калибровка делается на грунте одного типа, а ее результаты распространяются на грунты другого типа, то только по этой причине ошибка определения плотности может достигнуть 0,5—0,7%. Как показано в работе [4], для условий геометрии узкого пучка лучей объемный вес скелета грунта ρ_c выражается в виде

$$\rho_c = \frac{\ln \frac{I_0}{I_1}}{\mu_c l} - \frac{\mu_B}{\mu_c} \rho_B,$$

где I_0 и I_1 — интенсивность γ -излучения в точке наблюдения при отсутствии и наличии поглотителя соответственно; μ_c и μ_B — массовый коэффициент поглощения в скелете грунта и воде; ρ_c — объемный вес скелета грунта; ρ_B — объемная влажность грунта; l — толщина просвечиваемого слоя грунта.

Отношение μ_B/μ_c для излучения от источника Co^{60} и большинства грунтов равно 1,11, причем величина отношения как для узкого, так и для широкого пучка лучей приблизительно одинакова. При объемной влажности грунта, равной 30%, фиктивное завышение плотности составляет 0,033 г/см³, что при плотности грунта 1,7 г/см³ дает ошибку, равную 2% от измеряемой величины. Таким образом, если при определении плотности γ -методом калибровка производится на сухом грунте, а измерения проводятся на влажном, то только