

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 2010

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНОСТИ

(Материалы симпозиума)

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ—1972

концентрации 10^{-9} С/л на икру камбалы. Количественным фактором характеристики действия было выбрано число хромосомных aberrаций в икринке, выраженных в процентах. Предположим, что средние значения опытов отличаются от генерального среднего не более чем на 16. Нулевая гипотеза H_0 проверяется с 5%-ным уровнем значимости и считается экономически достаточным отбрасывать H_0 с вероятностью 0,9. Необходимое количество повторностей в каждом опыте находится из рис. 4 на кривой $\Delta = 16$, $M = 0,9$, т.е. $n = 29$.

В ы в о д ы

1. В настоящей работе проведено сравнение количества повторностей в опыте в случае неизвестного и нормального распределений вариант.

2. Приведены кривые мощности χ^2 -критерия и F -критерия однофакторного дисперсионного анализа.

3. Рассчитаны: а) зависимость количества повторностей в опыте от величины разброса экспериментальных данных для χ^2 -критерия; б) зависимость количества повторностей в каждом опыте от числа поставленных опытов для F -критерия однофакторного дисперсионного анализа с учетом величин мощности критерия и уровня значимости.

Л и т е р а т у р а

1. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества, Физматгиз, М., 1960.
2. Хальд А. Математическая статистика с техническими приложениями. ИЛ., М., 1956.
3. Шеффе Г. Дисперсионный анализ. Физматгиз, М., 1963.

В.П.Парчевский, Г.А.Фрейман,
Н.А.Лаврентьев, Н.С.Рисик

ЕСТЕСТВЕННАЯ РАДИОАКТИВНОСТЬ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ КАРАДАГА В КРЫМУ

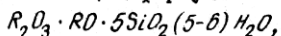
В в е д е н и е

Крым издавна привлекал к себе внимание ученых различных специальностей. Проведены обширные исследования, посвященные изучению природных ресурсов этого своеобразного края. В свое время академики В.И.Вернадский и А.Е.Ферсман [1,2] подчеркивали необходимость изучения радиоактивности Крыма. Имеющиеся к настоящему времени сведения о естественной радиоактивности Крыма немногочисленны [1,2,7].

С 1966 г. такие исследования стали проводиться в отделе радиобиологии Института биологии южных морей АН УССР. Первая работа в этом направлении проведена в районе вулканической группы Карадага, которая расположена в восточной части Крыма вблизи г. Феодосии.

Вулканическая группа Карадага представляет собой остатки слоистого вулкана. Проведенные нами спектрометрические измерения выполнены вблизи хребта Карагача. Этот хребет сложен из вулканических продуктов — туфов, туфовых аггломератов, вулканических брекчий и лавовых покровов [3-5].

В этом районе сосредоточены большие залежи бентонитовой глины кезффекилита, известного под названием кила. Кил представляет собой жирное наощупь мылоподобное вещество с восковым блеском. Состав бентонитов отвечает общей формуле



где под R_2O_3 разумеется Al_2O_3 и Fe_2O_3 , а под RO — CaO , MgO , FeO и щелочи [6].

А.Е.Ферсман отмечал, что по сообщению проф. Гемилиана кил обладает радиоактивностью [2]. Однако кроме этого указания не было приведено других сведений. Из сообщения чл.-корр. АН УССР Г.Г.Поликарпова авторам было известно, что в этом районе им отмечен более высокий уровень радиации по сравнению с другими местами Крыма.

В районе Карадага залежи кила выходят непосредственно к морю. В результате воздействия дождевых осадков постоянно происходит смыл кила в море.

Измерения в природных условиях

Энергетический состав гамма-излучения над поверхностью земли изучался с помощью скважинного гамма-спектрометра с многоканальным амплитудным анализатором импульсов. Этот прибор позволяет проводить дистанционные спектрометрические измерения на расстояниях до 3000 м.

Датчик с кристаллом йодистого натрия $NaI(Tl)$ размером 40 x 50 мм и фотоэлектронным умножителем ФЭУ-13 был установлен на высоте 1,5 м от земли. Установка диапазона энергетической шкалы 0,1-4 Мэв осуществлялась изменением высокого напряжения питания фотоумножителя. Регистрация излучений проводилась в дневное и вечернее время.

Кроме этого, проводились спектрометрические измерения при погружении сцинтилляционного датчика в кил на глубину около 30 см.

Характерные гамма-спектры ионизирующей радиации приземного воздуха, снятые вблизи хребта Карагача, изображены на рис. 1-3. Из графиков отчетливо видно, что спектральный состав гамма-лучей

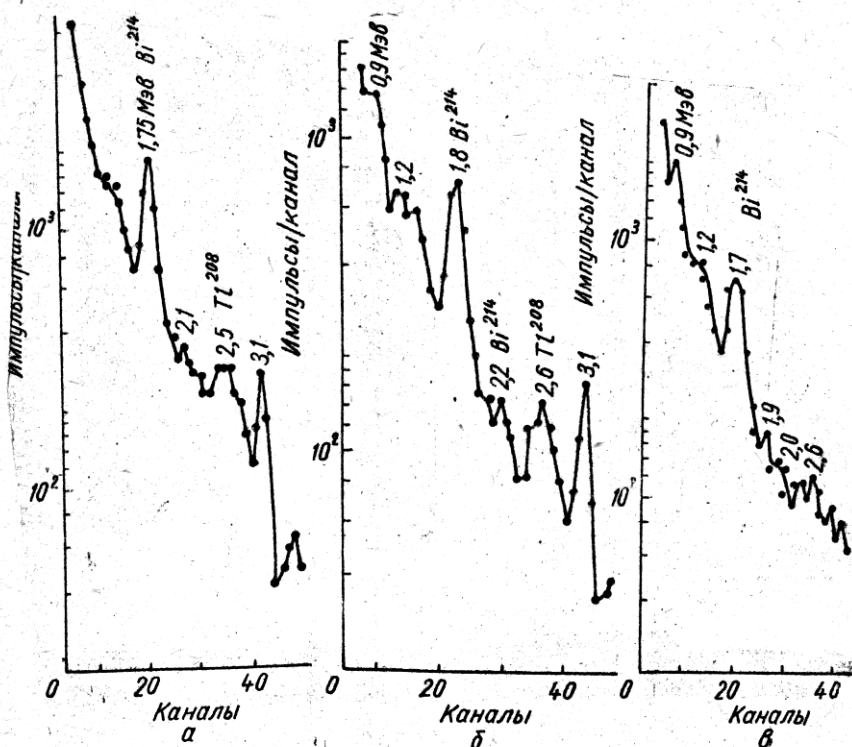


Рис. 1. Гамма-спектры излучений воздуха в районе Карадага (Крым) в дневное время:
 а - 14.7.1966 г. в 12 час 40 мин;
 б - 15.7.1966 г. в 12 час 45 мин;
 в - 15.7.1966 г. в 13 час 00 мин (началась облачность).

над поверхностью земли изменялся в течение суток. Как правило, в дневное время на гамма-спектрах отчетливо проявлялись фотопики с энергиями 0,9; 1,2; 1,7-1,8; 2,5-2,6 и 3,1 Мэв, которые затем исчезали в вечернее время. Подобную картину наблюдали авторы в течение нескольких дней. На спектрах не было зарегистрировано гамма-линии K^{40} .

Измерения, проведенные при погружении датчика в кид, показали, что в этом случае изменился энергетический состав гамма-излучений (рис. 4). На спектрах были четко выражены фотопики с энергиями 1,45 и 2,5 Мэв. Энергетический состав гамма-излучений оставался постоянным и в течение суток не менялся.

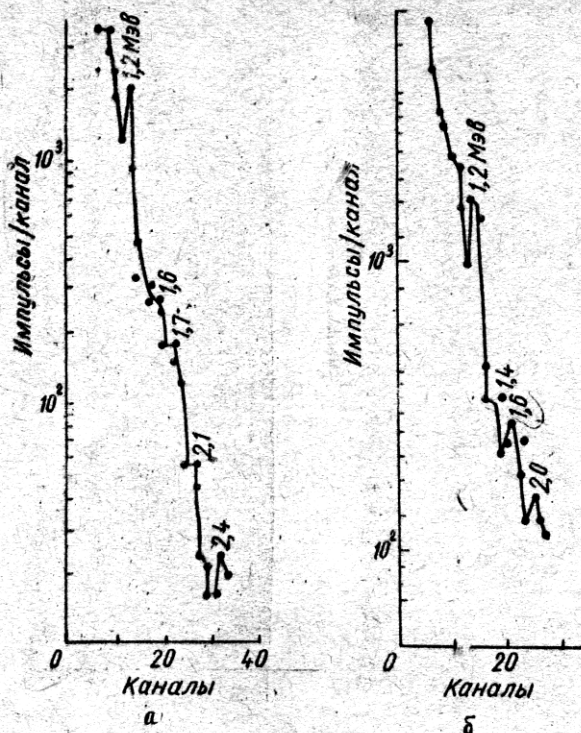


Рис. 2. Гамма-спектры излучений воздуха в районе Карадага (Крым) в вечернее время:
 а - 14.7.1966 г. в 21 час 11 мин;
 б - 15.7.1966 г. в 20 час 30 мин.

Измерения в лабораторных условиях

В стационарных условиях анализировались пробы кила и растений (полынь, кактусы), которые были взяты в районе, где изучался спектральный состав излучений приземного воздуха.

Использовался сцинтилляционный кристалл Йодистого натрия NaI(Tl) размером 70x70 мм и многоканальный анализатор импульсов АИ-256. Разрешение кристалла по гамма-линии 0,661 Мэв (цезий-137) составляло 13%. Время измерения проб составляло 200-400 мин.

Собранные растения высушивали и озоляли в муфельной печи при температуре около 400°C.

Гамма-спектры излучений кила показаны на рис. 5. В излучениях кила зарегистрированы гамма-линии с энергиями 0,08 Мэв; 0,14; 0,24; 0,34; 0,61; 0,91; 1,12; 1,45; 1,73; 2,12 и 2,5 Мэв.

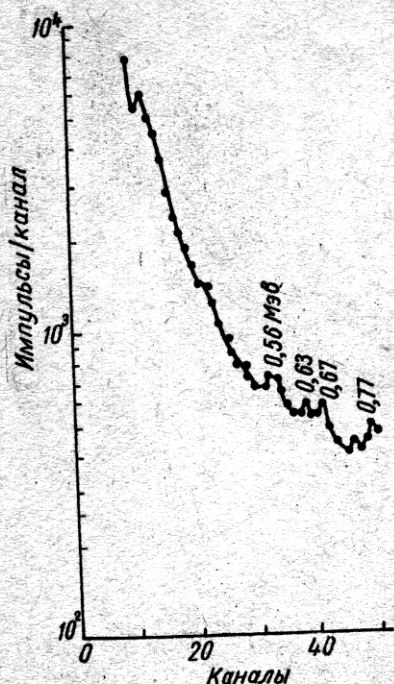


Рис. 3. Гамма-спектр излучений воздуха в районе Карадага (Крым) в вечернее время (низко-энергетическая часть спектра) 11.7.1966 г. в 22 час 30 мин.

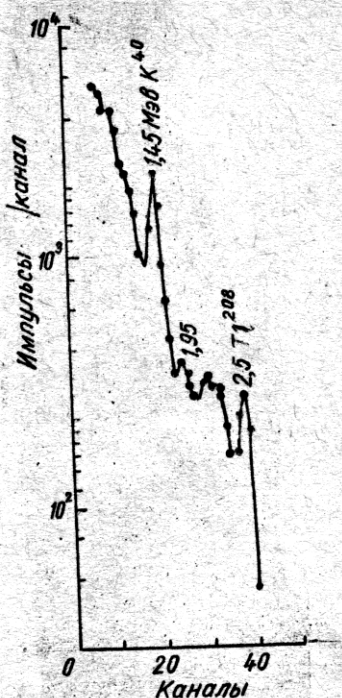


Рис. 4. Гамма-спектр излучений кила. Датчик был закопан в кил на глубину примерно 30 см. 16.7.1966 г. в 19 час 20 мин.

Энергетический состав излучений зола растений был отличен от такого кила и обуславливался главным образом излучением K^{40} и Cs^{137} . Авторам не удалось в пределах чувствительности метода зарегистрировать в золе растений присутствие естественных радионуклидов (кроме K^{40}).

Обсуждение

Было проведено сопоставление энергий гамма-лучей приземного слоя воздуха и кила с таковыми членов уранового и ториевого рядов. Из табл. 1 и 2, в которых приведены эти данные, можно заключить, что ионизирующая радиация как воздуха, так и кила обуславливалась радионуклидами уранового и ториевого рядов. В спектральном соста-

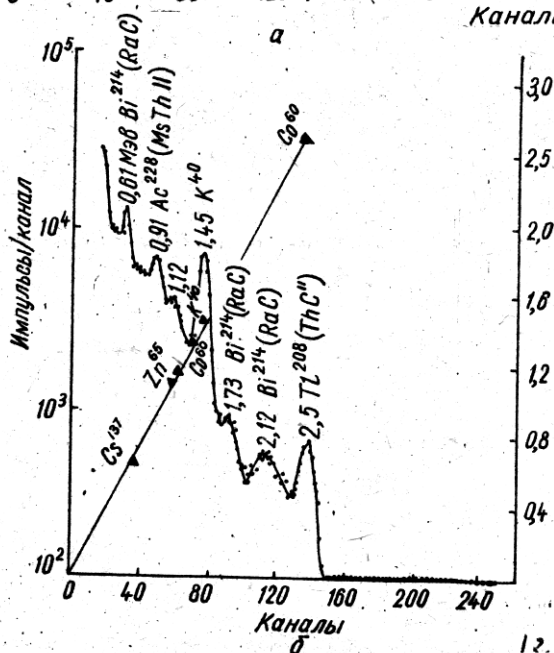
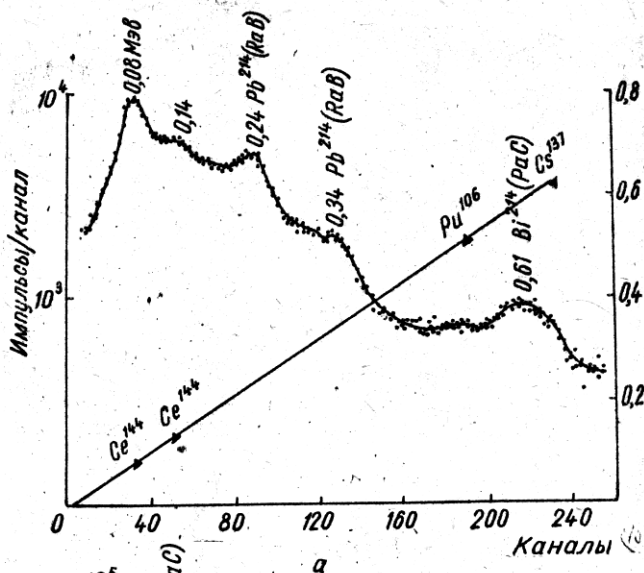


Рис. 5. Гамма-спектр излучений кила, снятый в лабораторных условиях:

а - низкоэнергетическая часть спектра;
б - высокоэнергетическая часть спектра.

ве излучений кила зарегистрированы из уранового ряда радионуклиды Pb^{214} (RaB) и Bi^{214} (RaC), а из ториевого ряда - Ac^{228} (M_2ThII) и Tl^{208} (ThC''). Фотоики гамма-спектров излучений воздуха обуславливались в основном Bi^{214} и Tl^{208} .

Имеются неопределенности относительно фотоика с энергией 0,08 Мэв, вклад в который могут оказывать излучения Th^{234} (UX_1) (ряд урана), Th^{228} ($RaTh$) (ряд тория).

Колебания интенсивности гамма-радиации в приземном слое воздуха обуславливались, по-видимому, следующим обстоятельством.

Т а б л и ц а I

Сопоставление гамма-линий излучений приземного слоя воздуха с таковым членов рядов урана и тория

Энергия гамма-лучей в приземном слое воздуха, Мэв	Ряд U		Ряд Th	
	Энергия, Мэв x/	Нуклид	Энергия, Мэв x/	Нуклид
3,1				
2,6			2,6(100)	Tl^{208}
2,17	2,20(6)	Bi^{214}		
1,78	1,76(19)	Bi^{214}		
1,17	1,19(4)	Ra^{226}		
	1,16(2)			
	1,12(20)	Bi^{214}		
0,86	0,81(2)	Bi^{214}	0,83(8)	Bi^{212}

x/ Цифры в скобках показывают процент выхода гамма-лучей на распад.

Во время проводившихся исследований в дневное время, как правило, была безветренная погода. Газообразные продукты радон и торон, являющиеся членами уранового и ториевого рядов, в результате этого могли концентрироваться в приземном слое воздуха. В пользу этого свидетельствует еще и то, что на гамма-спектрах излучений приземного слоя воздуха кроме Bi^{214} и Tl^{208} , являющихся продуктами распада радона и торона, не зарегистрировано гамма-излучение предшественников радона и торона. На гамма-спектре же излучений кила выделялся фотоик Ac^{228} , являющийся предшественником торона. В вечернее время обычно наблюдался легкий морской бриз, который мог уносить образующиеся продукты распада радона и торона и тем самым снижать интенсивность ионизирующей радиации воздуха. Изменение интенсивности излучений воздуха вызывает, естественно, и изменение доз радиации, действию которых подвергаются живые организмы, обитающие в этом районе.

Сопоставление гамма-линий излучений кила с
такowymi членов рядов урана и тория и других радионуклидов

Энергии гамма-лучей кила, Мэв	Ряд U		Ряд Th		Другие радионуклиды	
	Энергия, МэвX/	Нуклид	Энергия, МэвX/	Нуклид	Энергия, МэвX/	Нуклид
2,5	2,43(2)	Bi^{214}	2,62(100)	Tl^{208}		
2,1	2,20(6)	Bi^{214}				
1,7	1,76(19)	Bi^{214}				
	1,73(2)					
1,45	1,51(3)	Bi^{214}			1,46(II)	K^{40}
0,91	1,42(4)	Bi^{214}				
	0,94(5)	Bi^{214}	0,97(18)	Ac^{228}		
			0,91(25)	Ac^{228}		
0,61	0,61(45)	Bi^{214}				
0,36	0,35(44)	Pb^{214}	0,34(II)	Ac^{228}		
0,26	0,29(24)	Pb^{214}				
0,14	0,24(11)					
			0,18(3)	Ac^{228}		
			0,13(6)	Bi^{212}		
			0,13(2)	Bi^{212}		
0,08	0,09(15)	Th^{234}	0,08(2)	Th^{228}		

X/ Цифры в скобках показывают процент выхода гамма-лучей на распад.

В ы в о д ы

1. Естественная гамма-радиоактивность кила и приземного воздуха в районе вулканической группы Карадага (Крым) обуславливалась членами уранового и ториевого семейств: $Pb^{214}(RaB)$, $Bi^{214}(RaC)$, $Ac^{228}(MsThII)$, $Tl^{208}(ThC'')$, а также K^{40} .

2. Гамма-спектры излучений приземного слоя воздуха, снятые *in situ*, показали, что в дневное и вечернее время менялось соотношение фотопиков особенно с энергиями 1,7; 2,6 и 3,1 Мэв. Отмечено, что радиоактивность приземного воздуха была большей в дневное время по сравнению с вечерним.

3. Проведение гамма-спектрометрических исследований открывает широкие возможности для изучения состава и колебания интенсивности ионизирующей радиации в районах с повышенным содержанием естественных радиоактивных веществ.

Л и т е р а т у р а

1. Вернадский В.И. - Изв. АН СССР, 15, 1921, 15, 403-408.
2. Ферсман А.Е. Избранные труды, т.5. Изд-во АН СССР, М., 1959, 717.

3. Левинсон-Лессинг Ф.Ю., Дьяконова-Савельева Е.Н. Вулканическая группа Карадага в Крыму. Изд-во АН СССР, Л., 1938.
4. Слудский А.Ф. Записки Крымского общества естествоиспытателей и любителей природы, т. I, 1912, 33-43.
5. Смирнов А.Н. и др. Карадаг. Научно-популярные очерки. Изд-во АН УССР, К., 1959.
6. Ферсман А.Е. Кил. Техническая энциклопедия, 1930, т. IО, 154.
7. Цейтлин С.Г. Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1944, т. 7, 128.

Н.С.Рисик, Г.Г.Поликарпов, Х.Абдуллаев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРАНА В МОРСКОЙ ВОДЕ И МОРСКИХ ОРГАНИЗМАХ МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ АКТИВАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДЕТЕКТОРОВ

Существует большое количество химических, физико-химических и физических методов количественного определения урана в различных средах. Большинство из них требует предварительного химического выделения урана из проб или сложной и малодоступной аппаратуры.

Общепринятым методом, применяемым для определения микроколичеств урана в морской воде и биоматериале, является люминесцентный. Этот метод основан на способности уранила в виде твердого раствора с фтористым натрием люминесцировать под действием ультрафиолетового излучения. С увеличением содержания урана в образцах интенсивность свечения линейно возрастает в диапазоне концентраций до $6 \cdot 10^{-5}$ г, что используется для количественного определения [5].

Однако на точность определения урана оказывают большое влияние присутствующие в пробах гасящие примеси (Cu, Mn, Cr, Pb, Fe, Bi, Co, Ni и др.), которые снижают яркость люминесценции [5]. Для отделения урана от примесей гасителей применяют экстрагирование его трибутилфосфатом [7], соосаждение уранилроданидного комплекса с осадком роданида метилвиолета [6], адсорбцию на угле [3].

В последние годы получили распространение диэлектрические детекторы заряженных частиц и с помощью их определение концентрации урана. Это один из наиболее чувствительных методов (табл. I).

Начало разработки этой методики было положено Силком и Барнесом [12], Прайсом и Уокером [14], которые применили слюду для регистрации следов осколков деления урана. Но ввиду того, что в то время еще не могли устранять высокий фон следов от осколков деления примесных ядер урана, этот детектор не нашел широкого применения.