

## Новые данные о радиоактивности атмосферы и плотности выпадений в бассейне Черного моря

В. П. Котельников, В. Н. Маркелов, Б. А. Нелепо

В августе — сентябре 1964 г. во время 16-го рейса судна «Михаил Ломоносов» проводились исследования искусственной радиоактивности атмосферы в бассейне Черного моря. В результате исследований были определены концентрации и изотопный состав радиоактивных аэрозолей приводного слоя атмосферы и короткоживущих радиоактивных изотопов в приводном слое атмосферы, плотность радиоактивных выпадений и их изотопный состав. Кроме того, исследовалась корреляция между концентрацией радиоактивных аэрозолей и плотностью радиоактивных выпадений на поверхность моря в различных метеорологических условиях.

Маршрут рейса позволил за относительно короткий промежуток времени отобрать пробы со значительной площадью Черного моря.

Аэрозольные частицы улавливались фильтрационной установкой с фильтром ФПП-15. Производительность установки составляла 225 м<sup>3</sup>/ч. Экспозиция фильтра была равна 48 ч. Обработка и измерение активности проб осуществлялась по стандартной методике. Для определения содержания короткоживущих продуктов распада радона и торона активности фильтра начинали измерять через 1—1,2 ч после его снятия и проводили непрерывно в течение нескольких суток. Исследовалось убывание активности образцов, затем анализировалась кривая распада.

Счетность измерялась на радиометре типа ПП-8 («Волна») с торцовым счетчиком МСТ-17. Определение значений множителя перехода от счетности к активности образца проводилось заранее в лабораторных условиях. Ошибка измерений составляла 5—10%.

Радиоактивные выпадения собирались в кювету из нержавеющей стали площадью 0,64 м<sup>2</sup>. На дно кюветы помещалась фильтровальная бумага, пропитанная маслом. Эффективность сбора практически была равной единице. Кювета устанавливалась на верхнем мостике судна на высоте 14 м от поверхности воды. Продолжительность экспозиции кюветы составляла двое суток. После окончания сбора бумага снималась, озолялась и прокаливалась в таких же условиях, что и фильтр ФПП-15. В дождливые дни влага, попадавшая в кювету, выпаривалась, а сухой остаток смешивался с золой от промасленной бумаги. Из оставшейся золы готовился образец для измерения суммарной β-активности так же, как и для фильтра ФПП-15.

Для исследований изотопного состава собранных образцов использовался сцинтилляционный спектрометр с кристаллом NaI (Тl) размером 40×40 мм и 100-канальным амплитудным анализатором импульсов АИ-100 («Радуга»). Энергетическая градуировка спектрометра производилась с помощью источников  $^{144}\text{Ce}$  (134 кэв),  $^{103}\text{Ru}$  (495 кэв),  $^{137}\text{Cs}$  (661 кэв),  $^{60}\text{Co}$  (1,17 и 1,33 Мэв). Результаты измерений среднесуточной концентрации долгоживущих радиоактивных изотопов в воздухе и среднесуточной плотности их выпадения на поверхность моря в августе — сентябре 1964 г. приведены на рис. 1; полученные результаты сопоставляются с величиной выпавших осадков. Концентрация изотопов изменялась в пределах  $(8,9 - 66,6) \cdot 10^{-4}$  расп/сек·м<sup>3</sup> и составляла в среднем  $34,4 \cdot 10^{-4}$  расп/сек·м<sup>3</sup>.

Среднесуточное значение плотности выпадений долгоживущих радиоактивных аэрозолей на поверхность моря находилось в пределах  $(3,3 - 211) \cdot 10^{-1}$  расп/сек·м<sup>2</sup> и в среднем за время рейса составляло  $46,2 \cdot 10^{-1}$  расп/сек·м<sup>2</sup>. Среднее значение концентрации в дни, когда выпадали осадки, было равно  $31,0 \cdot 10^{-4}$  расп/сек·м<sup>3</sup>, а в дни без осадков —  $35,4 \cdot 10^{-4}$  расп/сек·м<sup>3</sup>. Из анализа полученных данных видно некоторое понижение величины концентрации радиоактивных продуктов в воздухе и повышение активности выпадений в дни с осадками. Это можно объяснить тем, что осадки радиоактивных продуктов интенсивно вымываются из атмосферы на поверхность моря. Так, например, 6 сентября 1964 г. в восточной части Черного моря прошел интенсивный дождь, сопровождаемый грозой. В этот день плотность выпадений была равна  $211 \cdot 10^{-1}$  расп/сек·м<sup>2</sup>·сутки, концентрация  $19,9 \cdot 10^{-4}$  расп/сек·м<sup>3</sup>, эффективная высота «очищенного слоя» 10 500 м/сутки, тогда как в дни без осадков среднее значение этих же величин составляло соответственно  $18,1 \cdot 10^{-1}$  расп/сек·м<sup>2</sup>·сутки;  $45,5 \cdot 10^{-4}$  расп/сек·м<sup>3</sup> и 390 м/сутки. Активность выпадений 6 сентября 1964 г. в 11 раз превышала величину среднесуточных выпадений в дни без осадков.

Таким образом, между концентрацией долгоживущих радиоактивных продуктов, находящихся в атмос-

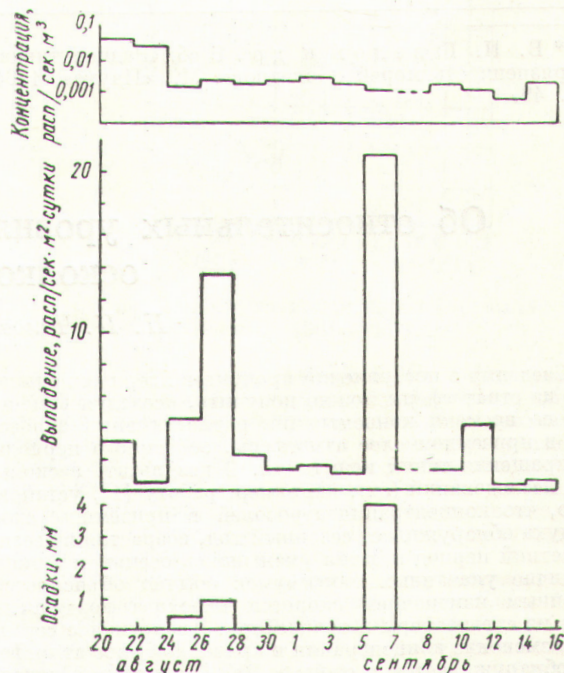


Рис. 1. Концентрация и среднесуточная плотность выпадений радиоактивных аэрозолей.

фере, среднесуточной плотностью их выпадения на поверхность моря и атмосферными осадками существует корреляция. Средние значения концентраций естественных радиоактивных продуктов распада радона и торона в воздухе над Черным морем в августе — сентябре 1964 г. составляли  $9,2 \cdot 10^{-1}$  и  $17,7 \cdot 10^{-3}$  расп/сек. м<sup>3</sup> соответственно. Из полученных данных следует, что концентрация продуктов распада радона в воздухе на три порядка выше концентрации долгоживущих радиоактивных аэрозолей осколочных продуктов.

В спектре проб воздуха (рис. 2) были идентифицированы следующие радиоактивные элементы:  $Ce^{144}$  (134 кэв),  $Ru^{106} + Rh^{106}$  (513 кэв),  $Cs^{137}$  (661 кэв);  $\gamma$ -линия с энергией  $\sim 800$  кэв свидетельствует о присутствии  $Mn^{54}$ .

Найденный нами изотопный состав радиоактивных продуктов, находящихся в атмосфере, мало отличается от опубликованных данных\*.

Анализ сведений, полученных в 16-м рейсе судна «Михаил Ломоносов», показывает незначительное повышение концентрации и понижение плотности среднесуточных выпадений радиоактивных продуктов на поверхность моря по сравнению с 9-ым рейсом (октябрь 1960 г.).

Значения концентраций и скорости радиоактивных выпадений в 1960 и 1964 гг.

Год	Концентрация, расп/сек. м <sup>3</sup>	Скорость выпадений, расп/сек. м <sup>2</sup> × сутки
1960	$30 \cdot 10^{-4}$	$492 \cdot 10^{-2}$
1964	$34,4 \cdot 10^{-4}$	$462 \cdot 10^{-2}$

\* В. П. Шведов и др. В сб. «Радиоактивная загрязненность морей и океанов». М., «Наука», 1964, стр. 49.

Изотопный состав радиоактивных продуктов, находящихся в воздухе, и резкие колебания величины плотности их выпадения в зависимости от атмосферных осадков свидетельствуют о том, что в стратосфере

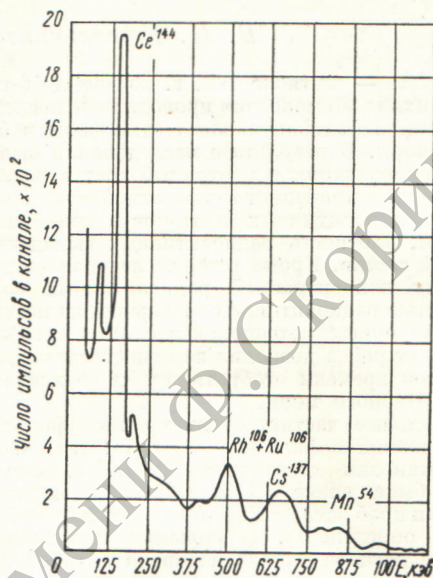


Рис. 2. Спектр  $\gamma$ -излучения пробы атмосферных выпадений.

все еще остается значительное количество радиоактивных продуктов, образовавшихся в результате ядерных испытаний, которые поступают в нижние слои атмосферы.

Поступило в Редакцию 19/III 1965 г.

УДК 551.577.7

## Об относительных уровнях стратосферных выпадений осколков деления

П. И. Чалов, М. А. Цевелев

Сведения о поступлении продуктов ядерных испытаний из стратосферы можно получить, исследуя изменение во времени концентрации радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы, особенно в периоды прекращения таких испытаний. В результате нескольких исследований (см., например, работу [1]) установлено, что концентрация аэрозолей в приземном слое воздуха обнаруживает сезонный ход, возрастая в весенне-летний период и затем уменьшаясь осенью и зимой. Наличие указанных максимумов обычно объясняется сезонным изменением скорости перехода воздушных масс из стратосферы в тропосферу. Аналогичное сезонное изменение концентрации в приземном слое атмосферы обнаруживается у озона и  $Ve^7$  [2], которые интенсивно образуются в стратосфере. В период прекращения ядерных испытаний в атмосфере весенне-летний максимум концентрации радиоактивных аэрозолей в при-

земном слое воздуха может быть однозначно связан с поступлением осколков деления из стратосферы.

В настоящем сообщении возможный относительный уровень стратосферных выпадений осколков деления определяется путем сравнения плотности выпадений (суммы осколков и некоторых долгоживущих изотопов) в 1962 г., когда еще возможны были тропосферные выпадения, и в 1963 г., когда выпадения можно считать чисто стратосферными в результате прекращения ядерных испытаний в атмосфере в 1962 г.

Плотность выпадений определяли по среднемесячным пробам, активность которых приводили к активности середины срока отбора. Выпадения собирали на водную поверхность пробоотборником с собирающей площадью  $0,3 \text{ м}^2$  [3]. Пробы к измерениям готовили методами, описанными в литературе [4]. Суммарную  $\beta$ -активность проб измеряли радиометром Б-2 со счет-