

Радиоактивные выпадения в окрестностях Ленинграда

В. П. Шведов, В. А. Блинов, Л. И. Геденов, Е. П. Анкудинов

В связи с непрекращающимися испытаниями атомного и термоядерного оружия происходит непрерывное выпадение радиоактивных продуктов на поверхность земли и их накопление. В окрестностях Ленинграда были проведены измерения величин активности этих продуктов.

Сбор проб производился различными способами. Главным из них было улавливание оседающей из атмосферы пыли и атмосферных осадков в кювету с высотой бортов 10 см и площадью 1 м², на дно которой укладывалась липкая бумага. Кювета выставлялась на открытом месте на сутки. Эффективность сбора этим способом составила 88%. Сбор выпадающих радиоактивных продуктов производился в высокостенный фарфоровый сосуд с налитой на дно подкисленной водой, который также выставлялся на открытом месте. Эффективность этого способа может быть принята за 100% [1], [2].

Собранный материал (вода, снег, липкая бумага с осевшей пылью) выпаривался и остаток озолжался при температуре ~500°С. Полученная зола измельчалась, после чего ее активность измерялась на торцовом счетчике.

Для перехода от числа импульсов в минуту к абсолютной активности на том же счетчике исследовались образцы различного веса с известной абсолютной удельной активностью. Они изготовлялись из неактивной золы, полученной путем сжигания липкой бумаги, и из прокаленного остатка после выпаривания воды. В эти образцы вносился раствор, содержащий продукты деления U²³⁵. Абсолютная активность вносимых продуктов определялась при помощи 4 π-счетчика, построенного по модели С. А. Баранова и Р. М. Полевого [3]. Таким путем были получены кривые зависимости множителя перехода от веса образцов.

Поверхностная плотность выпадения радиоактивных продуктов выражалась в единицах радиоактивности, отнесенных к единице площади. Эта величина определялась по формуле

$$\sigma = \frac{ncf}{s},$$

где n — интенсивность счета образца (количество отсчетов в минуту); c — множитель перехода от интенсивности счета к абсолютной активности; f — множитель, учитывающий эффективность избранного способа сбора; s — площадь сбора.

Определение величины σ производилось ежедневно. Ход спада активности выпавшего за сутки вещества после первого измерения прослеживался в течение некоторого времени. Во многих случаях при этом удавалось определить дату взрыва, вызвавшего образование исследованных осадков [4]—[7]; выпадения в этих случаях именовались «сигнальными», все остальные выпадения — «фоновыми».

На рис. 1—4 представлена в логарифмическом масштабе плотность выпадения радиоактивных продуктов за каждый день наблюдения с 1.04.1954 по 31.12.1957 г. Пунктирными линиями отмечен средний уровень за каждый год. Неравномерность выпадения радиоактивных продуктов отражает слож-

ное переплетение геофизических факторов и сроков проведения серий испытаний. Наблюдались периоды некоторого «затишья», хорошо выраженные в 1954 и 1955 гг. и значительно менее заметные в 1956 и 1957 гг.

В табл. 1 даны сведения о радиоактивном выпадении по годам. Средняя плотность выпадения определялась как среднее арифметическое из всех суточных выпадений за год. Средняя фоновая плотность выпадения получена путем усреднения только фоновых выпадений.

Таблица 1

Плотность выпадения радиоактивных продуктов в окрестностях Ленинграда в 1954—1957 гг.

Год	Плотность суточного выпадения, мюри/км ²			Число сигнальных выпадений
	средняя за год	средняя фоновая за год	максимальная наблюденная (дата наблюдения)	
1954	0,73	0,31	12,48 (10.11)	36
1955	1,28	0,40	93,00 (13.3)	53
1956	0,70	0,45	16,41 (26.11)	40
1957	1,67	0,50	43,42 (19.04)	94
1958 (на 1 июня)	—	—	—	42

Данные табл. 1 указывают на быстрый рост средней величины активности суточного выпадения. Средняя фоновая плотность выпадения растет медленнее и составляет значительно меньшую величину. Из этих результатов также видно, что значительная часть всех радиоактивных осадков обусловлена сигналами выпадениями, и наблюдаемый рост выпадения есть в основном рост выпадения «свежих» радиоактивных продуктов. Это значит, что вопреки утверждению Либби [8], [9] продукты взрывов поступали в значительном количестве не только в стратосферу, откуда они выпали бы не скоро, но и в тропосферу, выпадение из которой происходит очень быстро [10].

Данные табл. 1 в целом и в особенности факт быстрого осаднения на землю продуктов взрывов, а также уменьшение периодов затишья свидетельствуют о нарастающей интенсивности ядерных испытаний. Это противоречит положенному в основу прогноза опасности от ядерных взрывов [11] допущению, что в мире установился некоторый постоянный темп проведения ядерных испытаний.

При повседневной регистрации плотности выпадения и знании возраста радиоактивных продуктов можно проследить их накопление, т. е. найти на любой день суммарную активность всех ранее выпавших продуктов с учетом распада каждой суточной пробы.

Если измерять время сутками и нумеровать дни сбора проб, начиная с первого дня наблюдения, а величину плотности выпадения в день i обозначить через σ_{ii} , то во всякий другой день k останется активность σ_{ik} . Эту активность можно найти при помощи уточненного соотношения Вэй

дукты образовались в день, являющийся серединой периода проведения предыдущей серии испытаний в любой точке земного шара.

В табл. 2 приведены результаты выполненного таким путем расчета на начало и середину каждого года наблюдения.

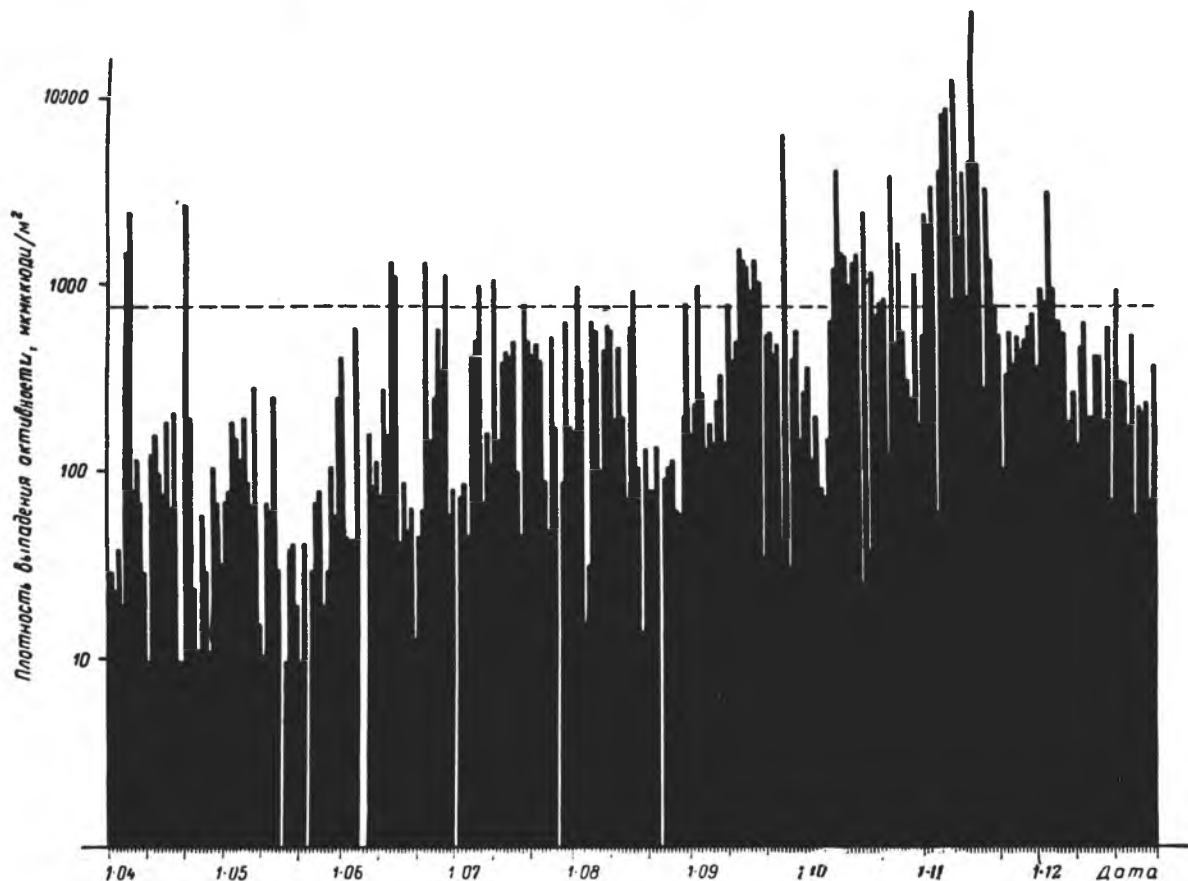


Рис. 1. Плотность выпадения активности из атмосферы в 1954 г.

и Вигнера [12], [13]

$$\sigma_{ik} = \sigma_{ii} \left(\frac{k-i+\tau}{\tau} \right)^{-1,16},$$

где τ — возраст радиоактивных продуктов в день выпадения.

К концу дня k на единице площади будет накоплена активность A_k , определяемая из выражения

$$A_k = \sum_{i=1}^{i=k} \sigma_{ik}.$$

При проведении такого расчета активности необходимо знать возраст любой собранной за сутки пробы. У сигнальных проб он был известен, а в случае фоновых проб, когда определение возраста было невозможно (обычно при низких значениях σ_{ii}), условно считалось, что радиоактивные про-

Таблица 2

Накопление выпадающих радиоактивных продуктов в окрестностях Ленинграда

Дата	Накопленная активность, мкюри/км²	Дата	Накопленная активность, мкюри/км²
1.07.1954	13	1.07.1956	68
1.01.1955	56	1.01.1957	87
1.07.1955	87	1.07.1957	142
1.01.1956	72	1.01.1958	151

На рис. 5 ход накопления представлен жирной линией. В 1957 г. был значительный подъем с на-

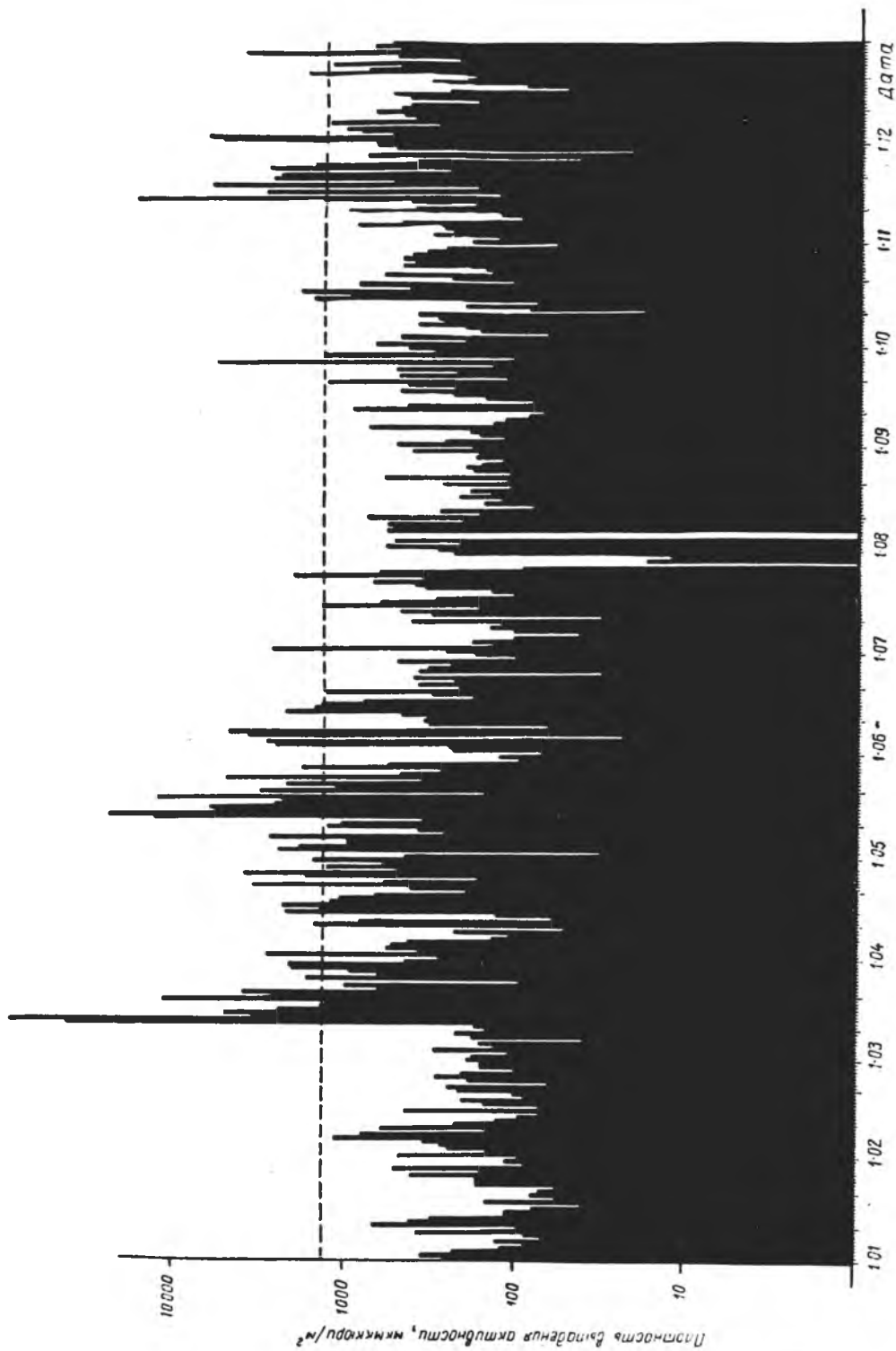


Рис. 2. Плотность выпадения активности из атмосферы в 1955 г.

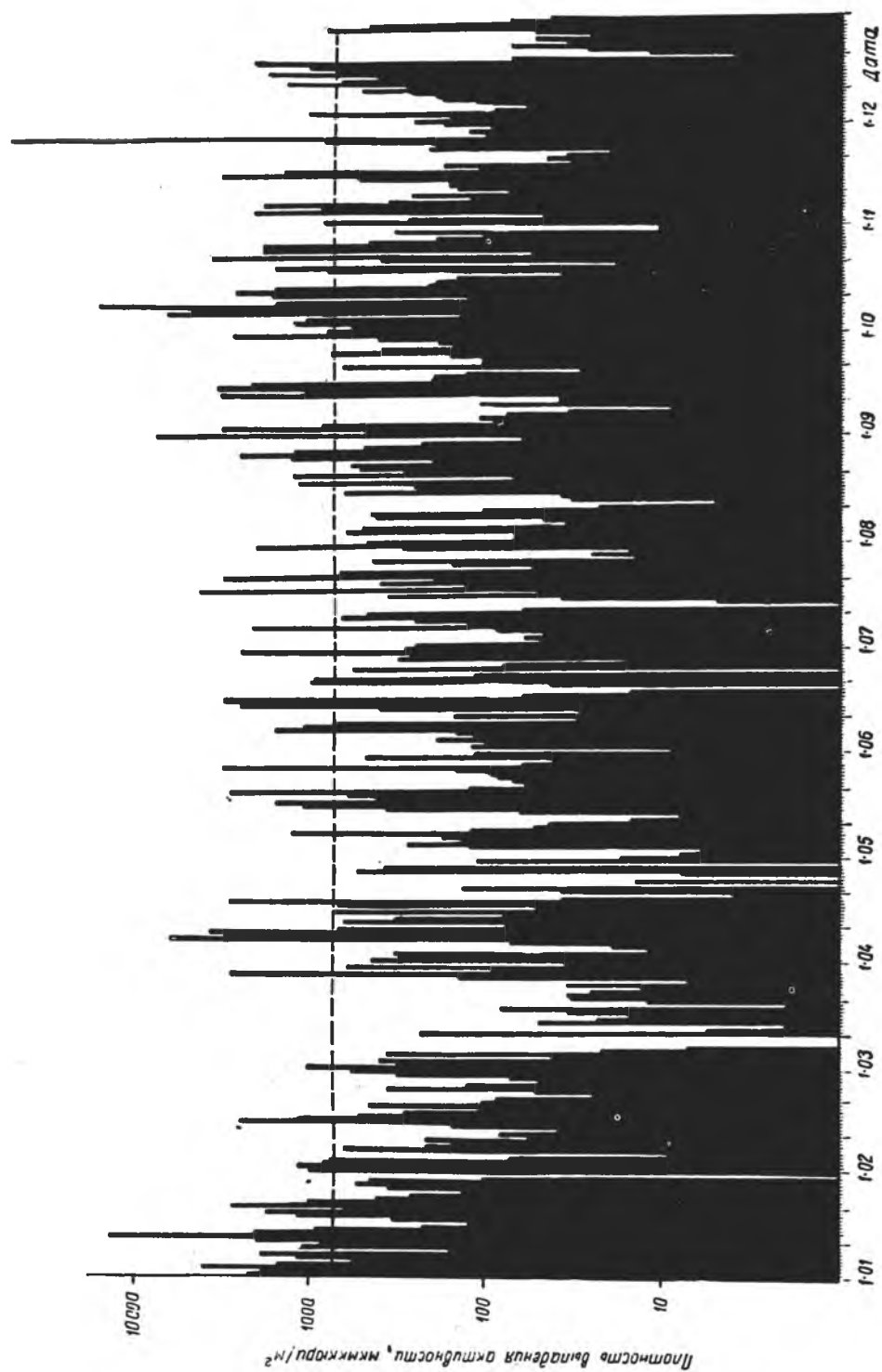


Рис. 3. Плотность выпадения активности из атмосферы в 1956 г.

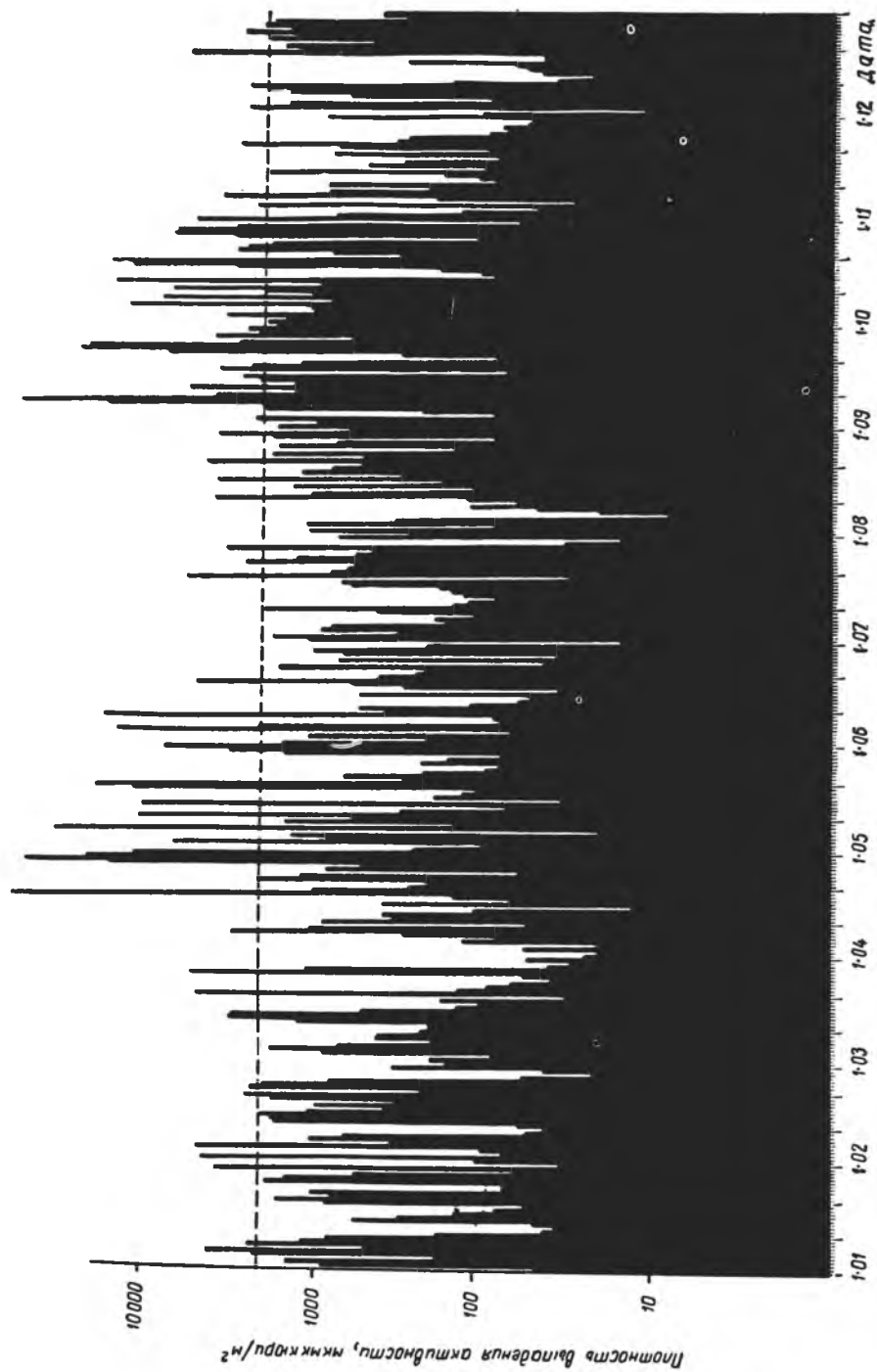


Рис. 4. Плотность выпадения активности из атмосферы в 1957 г.

метившимся последующим крутым спадом. Тонкие линии, идущие от каждой точки, указывают, как шел бы распад выпавших радиоактивных продуктов, если бы не было дальнейшего выпадения. В ходе накопления не проявляется пока никакой тенденции к установлению равновесия. Следовательно, может наступить момент, когда суммарное загрязнение продуктами ядерных взрывов станет опасным для здоровья населения.

Поступило в редакцию 30 VII 1958 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. M. Eisenbud and J. H. Harley. *Science* 121, 677 (1955).
2. M. Eisenbud and J. H. Harley. *Science* 124, 251 (1956).
3. С. А. Баранов и Р. М. Полевой. Приборы и техника эксперимента 1, № 3, 32 (1957).
4. O. Haxel und G. Schumann. *Naturwiss.* 40, 458 (1953).
5. A. Sittkus. *Naturwiss.* 42, 478 (1955).
6. S. Chatterjee. *Atomic Scientists J.* 4, 273 (1955).
7. Л. И. Геденов. *Атомная энергия* 2, № 3, 260 (1957).
8. W. F. Libby. *Science* 123, 657 (1956).
9. W. F. Libby. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 42, No 6, 365 (1956).
10. *Meteorological Aspects of Atomic Radiation*, *Science* 124, 105 (1956).
11. О. И. Лейпунский. *Атомная энергия* 4, № 1, 63 (1958).
12. K. Way, E. P. Wigner. *Phys. Rev.* 73, 1318 (1948).
13. K. Löw and R. Björnerstedt. *Arkiv fys.* 13, No 7, 85 (1958).