

Отчет из Зайберсдорфа: Радиологические измерения после аварии на Чернобыльской АЭС

Данные, полученные из Лаборатории Агентства в Австрии

Ридер Шеленц и Ахмед А.Абдель-Рассул

Ранним утром во вторник, 29 апреля 1986 г., сразу же после сообщения об аварии на четвертом блоке Чернобыльской АЭС в СССР, химическая группа лаборатории МАГАТЭ в Зайберсдорфе* приступила к контрольным измерениям местной радиоактивности. Пробы отбирались в основном в районах, окружающих лаборатории, и на территории Венского международного центра (ВМЦ), где располагается штаб-квартира МАГАТЭ. Анализу подвергались также пробы, взятые в других районах. Вначале проводилось измерение радиоактивности воздуха, травы, почвы, дождевой воды и фруктов. Эти измерения продолжались непрерывно с 29 апреля по 30 мая 1986 г.

Почти во всех пробах были обнаружены и идентифицированы девять радионуклидов: барий-140, цезий-134, цезий-137, йод-131, йод-132, молибден-99, рутений-103, стронций-90 и теллур-132. Десять других радионуклидов, а именно: церий-141, церий-144, цезий-136, йод-133, йод-134, ниобий-95, родий-106, рутений-106, теллур-129 и цирконий-95 были идентифицированы также в ряде матричных материалов. (В процессе переградуировки контрольно-измерительных систем были использованы официально одобренные эталонные материалы (CRM) службы аналитического контроля качества (AQCS) МАГАТЭ).

Несмотря на то, что было проведено свыше 1000 измерений радионуклидов (в основном в районах,

прилегающих к лабораториям Агентства в Зайберсдорфе), необходимо решительно подчеркнуть, что все эти радиологические измерения носили иллюстративный характер. Результаты указанных измерений нельзя использовать при принятии принципиальных решений или при осуществлении ограничительных мер на национальном или региональном уровнях.

Измерение проб воздуха

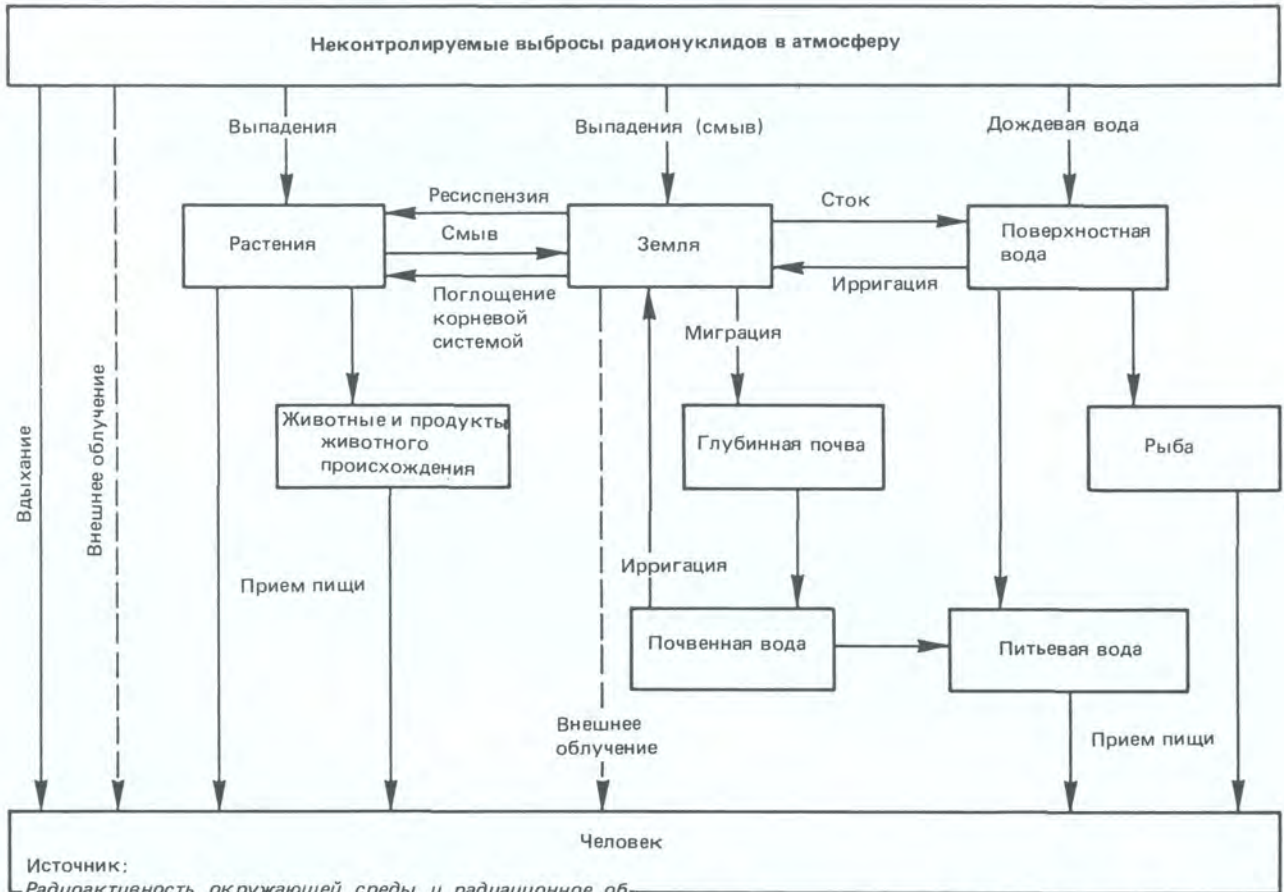
Радиоактивность взвешенных в воздухе частиц на уровне земли измерялась посредством анализа проб из воздушных стекловолоконных фильтров, установленных в районе лабораторий Агентства в Зайберсдорфе и в Венском международном центре. Наибольшая активность была вызвана короткоживущими радионуклидами теллур-132/йод-132, обусловившими две трети общей активности при ее максимальном уровне. Максимальный уровень общей активности, равный 91 беккерелю на кубический метр, был зарегистрирован 1 мая 1986 г. в 00.20 ч, а минимальный — в 0,04 беккереля на кубический метр — 10 мая. Максимальная активность по йоду-131, равная 13,2 беккереля на кубический метр, была отмечена на фильтрах, собранных 1 мая вскоре после полуночи. На следующий день активность йода-131 снизилась до 8% максимального значения, а через 15 дней после аварии (10 мая) она была в 440 раз меньше наивысшего измеренного уровня.

Временные профили различных радионуклидов в воздушных фильтрах в Зайберсдорфе и Вене сопоставимы, в то время как абсолютные уровни измеренной активности отличаются друг от друга. Повышение активности, отмеченное в Зайберсдорфе 4 мая 1986 г. (8 дней спустя после аварии), наблюдалось одновременно также и в Венском международном центре. Второе незначительное повышение активности было зарегистрировано 7 мая 1986 г. одновременно в обоих районах (см. прилагаемые рисунки и таблицы).

Г-н Абдель-Рассул — руководитель лаборатории физики, химии и контрольно-измерительной аппаратуры; г-н Шеленц — руководитель химической группы, оба — сотрудники лаборатории МАГАТЭ в Зайберсдорфе под Веной. В подготовку статьи также внесли свой вклад П.Данези, Ф. Райхель, С. Жу, А. Годс, Н. Хазельбергер, Р. Оврар и многие другие сотрудники.

* Лаборатория МАГАТЭ в Зайберсдорфе, находящаяся в 35 км к югу от Вены, Нижняя Австрия, состоит из нескольких специализированных лабораторий.

Основные пути поступления радионуклидов в организм человека в результате неконтролируемого выброса радиоактивности в атмосферу

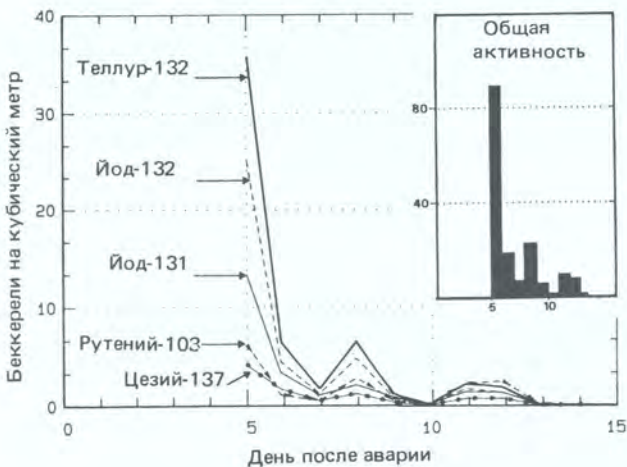


Источник:

Радиоактивность окружающей среды и радиационное облучение в Южной Баварии в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Доклад Института радиационной защиты Общества по исследованиям в области радиации и окружающей среды, Мюнхен/Нойгерберг, ФРГ, GSF-Bericht 16/86

Перепечатано из GSF-Report 16/86 (1986), Ref. [2].

Радиоактивность проб из воздушных фильтров, взятых в лабораториях Агентства



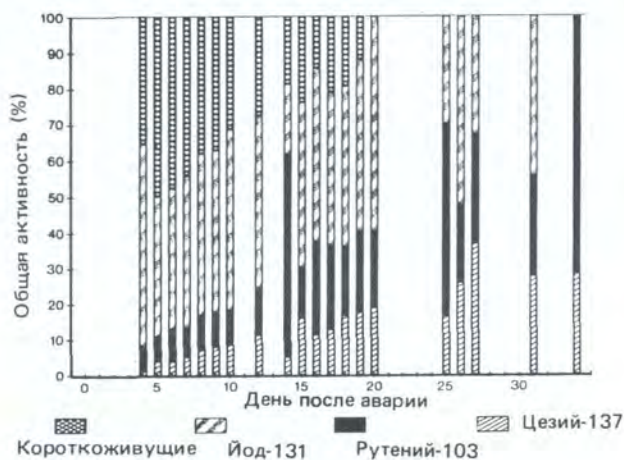
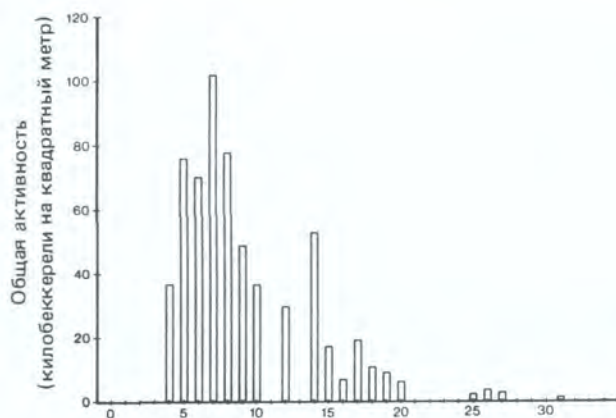
Пробы травы

Первые сообщения о значительном повышении активности аэрозолей в Вене поступили между 11.40 и 14.45 ч. 29 апреля 1986 г. Радиоактивность, превышающая фоновый уровень, была измерена в пробах травы, взятых в тот же день в 17.00 ч.; т.е. через три с половиной дня после аварии. Максимальная активность в 88,4 кБк/м² была зафиксирована в пробе травы, взятой 24 часа спустя. Гамма-активность была обусловлена в основном йодом-131, йодом-132, теллуром-132, рутением-103 и цезием-137. (При отборе проб использовались одинаковые процедуры и в равных по площади районах, с тем чтобы иметь возможность проводить фундаментальные сравнения). Измерялась также активность цезия-134 в пробах. Соотношение активности цезия-137/цезия-134 в обоих районах отбора проб равнялось примерно 1:2 во всех случаях. Распределение активности в пробах из Вены отличается от распределения активности в пробах,

взятых в районе Зайберсдорфа, даже если не принимать во внимание высокую активность рутения-103, измеренную через 14 дней после аварии и обусловленную "горячими частицами". Вполне вероятно, что в зависимости от метеорологических условий (дождь, ветер, температура) радиоактивность травы переносилась на поверхность почвы, а неустойчивые радионуклиды, подобные йоду, улетучивались. Колебания в распределении активности в качестве функции времени объясняются, по всей видимости, несходством метеорологических условий в двух районах отбора проб, находящихся на расстоянии 60 км друг от друга в направлении север-юг.

Данные анализа проб травы, взятых в Вене, свидетельствуют о том, что максимальная общая активность в 102 килобеккереля на квадратный метр была зарегистрирована 3 мая 1986 г. Через 31 день после аварии это значение упало до 1,5 килобеккереля на квадратный метр. Следует также отметить, что в то время как вклад рутения-103 и цезия-134/цезия-137 в общую активность увеличивается со временем, влияние йода-131 остается примерно постоянным.

Вклад отдельных радионуклидов в общую гамма-активность проб травы, взятых в Вене



Аналогичное распределение активности получено в результате анализа проб травы из района лабораторий Агентства в Нижней Австрии.

Следует отметить, однако, что повышение общей активности, зарегистрированное через 14 дней после аварии, можно отнести на счет "горячих частиц", состоящих в основном из рутения-103.

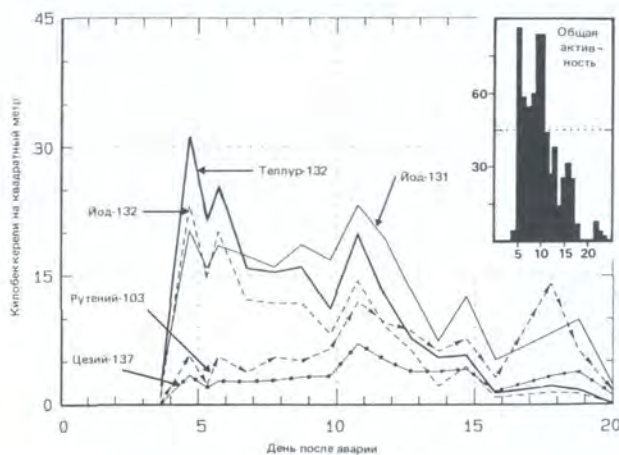
Активность стронция-90 в пробах травы, взятых в районе лабораторий МАГАТЭ три дня спустя после аварии, была ниже поддающегося обнаружению уровня. Пробы, собранные позже, показали наличие активности стронция-90, в десять раз превышающей фоновые значения. Указанная активность стронция-90 составляет 1% активности цезия-137, измеренной в тех же пробах.

Измерения проб почвы

Пробы почвы (на глубине от 0 до 2 см) из района лабораторий Агентства были взяты 6 мая 1986 г. для гамма-спектрометрических измерений. (Результаты



Радиоактивность проб травы, взятых в районе лабораторий Агентства в Зайберсдорфе



измерений приводятся в прилагаемой таблице). Пробы почвы из того же района, взятые на глубине в два сантиметра, не обнаружили какой-либо значительной искусственной радиоактивности. Были также проведены измерения почвенных проб, отобранных в различных районах Австрии. Данные измерений также подтверждают неоднородность распределения радиоактивных выпадений на почве. Концентрация радионуклидов в пробах почвы из Верхней Австрии по крайней мере на один порядок выше, чем в почвах Нижней Австрии и Бургенланда.

Дождевая вода

Никаких проб дождевой воды из района лабораторий Агентства отобрать не удалось, поскольку выпадения осадков в соответствующий период времени были весьма незначительными. Однако несколько проб дождевой воды было взято в Бургенланде и Вене соответственно через четыре и пять дней после аварии.

Никаких попыток измерения проб сухих выпадений и их влияния на общую активность не предпринималось.

Результаты измерений показывают, что общая активность проб, взятых 8 мая 1986 г., через восемь дней после первых проб, снизилась более, чем на два порядка (см. прилагаемую таблицу).

Анализ проб свежих фруктов и ягод

Были проведены измерения проб свежих фруктов и ягод, выращенных в различных районах Австрии. Различия в активности цезия-134/цезия-137 в различных пробах вишни и красной смородины достигали одного порядка. В случае с красной смородиной эти различия объяснялись, по-видимому, разным географическим положением районов взятия проб. Наивысшая активность была отмечена в ягодах из Верхней Австрии и Штирии. Полученные данные свидетельствуют о том, что количество и состав радиоактивных выпадений в каждом конкретном месте в значительной мере зависит от преобладающих в нем метеорологических условий.

Максимально допустимый в Австрии уровень активности цезия-134/цезия-137 в свежих фруктах ограничен 111 беккерелями на килограмм (3 нанокюри на килограмм); оказалось, что 80 % измеренных образцов превысили данный лимит. Однако после чистки и мытья фруктов активность во всех образцах снизилась до допустимого уровня или упала ниже его (см. прилагаемые данные). Снижение активности для цезия-134/цезия-137 составило 30 %, а для рутения-103 — 75 %. В соках, полученных из тех же фруктов, радиоактивность не превышала 20 % ее начальной величины, а загрязнение рутением-103 почти полностью отсутствовало. Никакой искусственной радиоактивности в грибных культурах обнаружено не было. Радиоактивность в полевых шампиньонах и дру-

гих грибах, обусловленная в основном присутствием в них цезия-137, колебалась в пределах от 6 до 130 беккерелей на килограмм сырой массы. Чистка и мытье грибов также значительно снизили уровни радиоактивности. Поскольку время, прошедшее после аварии, превысило период полураспада йода-131 (8,05 дней), последний не был обнаружен ни в одном из образцов.

Радиоактивность в пробах с поверхности почвы в районе лабораторий Агентства в Зайберсдорфе (килобеккерели на квадратный метр)

Радионуклиды	Активность
Теллур-132	2,2
Йод-132	2,3
Йод-131	5,7
Рутений-103	1,3
Цезий-137	1,1
Цезий-134	0,5
Барий-140	0,5
Молибден-99	n.d.
n.d. — не обнаружена	

Радиоактивность в пробах почвы из различных районов Австрии (килобеккерели на килограмм)

Место и дата отбора проб (1986 г.)	I-131	Ru-103	Cs-137	Cs-134
Верхняя Австрия 10 июня	0,48	1,67	1,14	0,52
11 июня	1,23	3,92	2,94	1,35
11 июня	1,16	7,44	9,28	4,56
Бургенланд (поле) 18 июня	0,03	0,22	0,39	0,19
(сад) 18 июня	0,03	0,18	0,33	0,13
Нижняя Австрия 23 июня	0,01	0,13	0,17	<0,10

Радиоактивность в пробах дождевой воды из различных районов Австрии (килобеккерели на литр)

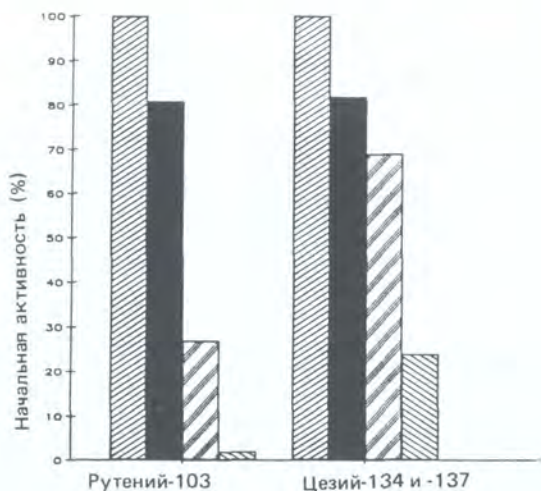
Дата отбора проб (1986 г.)	29-30 апреля		30 апреля - 1 мая	8 мая	8 мая
	Бургенланд	Вена	Бургенланд	Лаборатория МАГАТЭ в Зайберсдорфе	
Теллур-132	35,2	19,2	n.s.	0,2	
Йод-132	28,8	17,5	0,4	0,3	
Йод-131	31,2	28,1	0,3	0,7	
Рутений-103	6,4	5,5	0,2	0,4	
Цезий-137	2,5	0,8	0,2	0,1	
Цезий-134	1,6	0,3	n.d.	n.d.	
Барий-140	0,3	0,5	n.s.	n.s.	
Молибден-99	0,3	1,3	n.d.	n.d.	
Итого:	106,3	73,2	1,1	1,7	

n.s. — незначительная; n.d. — не обнаружена.

Примечание. Приведены результаты гамма-спектрометрических измерений нефилтрованных проб.

Безопасность АЭС

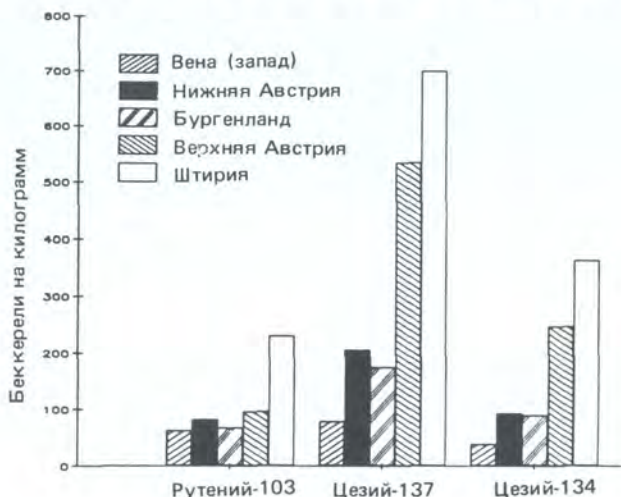
Уменьшение радиоактивности красной смородины путем мытья и чистки



Способ обработки:

- Без обработки (с кисточками)
- Мытье (с кисточками)
- Очистка и мытье
- Соки

Радиоактивность красной смородины в зависимости от географического расположения



Радиоактивность в пробах, взятых в воздушных фильтрах в Венском международном центре (беккерели на кубический метр)

Радионуклиды	Даты отбора проб (1986 г.)				
	3 мая	4 мая	5 мая	6 мая	7 мая
Теллур-132	0,8	4,5	1,1	0,2	0,6
Йод-132	0,6	3,5	0,8	0,2	0,5
Йод-131	0,7	1,2	0,4	0,2	0,3
Рутений-103	0,2	1,9	0,6	0,2	0,6
Цезий-137	0,3	0,8	0,3	0,09	0,2
Барий-140	0,1	0,9	0,2	0,04	0,06
Молибден-99 (Технеций-99m)	0,06	0,3	0,06	0,02	0,04
Итого:	2,76	13,1	3,46	0,95	2,30

Радиоактивность стронция-90 в пробах травы, взятых в различных районах

Лаборатории Агентства	Даты отбора проб (1986 г.)				
	29 апреля	30 апреля	1 мая	2 мая	3 мая
Вена	< 3,0 < 1,6	28	20	26	16
Вена	—	—	40	18	12

Радиоактивность в свежих фруктах из различных районов (урожай и измерения: июнь 1986 г., беккерели на килограмм)

Образцы фруктов	Кол. проб	Ru-103	Cs-137	Cs-134
Земляника	2	n.d.-8	11-12	n.d.
Вишня	5	n.d.	30-330	n.d.-160
Красная смородина (с черенком)	8	63-230	79-700	39-360
Малина	1	n.d.	540	260
Черника*	2	n.d.-14	220-330	110-170
Крыжовник	1	80	270	130
Смешанные фрукты (вишня, красная смородина, абрикосы)	1	120	150	76

n.d. — не обнаружена.

* Кроме того, были обнаружены радионуклиды циркония-95, ниобия-95, церия-141 и церия-144 с радиоактивностью в 116, 122, 38 и 94 беккерелей на килограмм, соответственно.