



Глобальные последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС

Содержание

1. Спортивный зал
2. Радиоактивное загрязнение Планеты после катастрофы в Чернобыле
3. Оценка первичного радиоактивного выброса
4. Экологические последствия загрязнения в Европе
5. Последствия влияния загрязнения на здоровье людей в Европе: заболеваемость, ухудшение здоровья, инвалидность, ускорение процесса старения, аберрации ДНК, генетические мутации, синдром Дауна, проблемы с нервной системой, болезни и онкологическая заболеваемость, опухоли щитовидной железы, лейкемия и детская смертность, увеличение частоты спонтанных абортос после Чернобыльской аварии
6. Последствия катастрофы для окружающей среды в Европе: воздух, водоемы, почва
 - 6.1. Влияние на ФЛОРУ: радиоморфоз, генетические изменения
 - 6.2. Влияние на ФАУНУ:
 - 6.2.1. Копытные и грызуны
 - 6.2.2. Птицы
 - 6.2.3. Крупный рогатый скот
 - 6.2.4. Рыбы
 - 6.2.5. Мед и планктон
 - 6.2.6. Аномалии размножения
 - 6.2.7. Генетические, морфологические и гематологические изменения
7. Влияние радиоактивности на биоту микроорганизмов
8. Загрязнение продуктов питания в Европе после радиоактивного выброса
9. Мониторинг радионуклидов, накопленных организмом
10. Удаление радионуклидов, накопленных организмом
11. Меры радиоактивной защиты. Методы на каждый день
12. Последствия катастрофы на мировом уровне
13. Повторный радиоактивный выброс в результате пожаров в зоне Чернобыля
14. Плотность населения, проживающего вокруг атомных станций в Европе
15. Атлас загрязнения в Европе после Чернобыльского радиоактивного выброса: данные по Франции и Италии
16. Остаточное загрязнение радионуклидами продуктов питания в Европе

1. Спортивный зал

Часто проходят месяцы без желания писать...

Но мысли бродят и мозг обрабатывает, сравнивает, анализирует...

Так могут пройти недели, месяцы, пока в один прекрасный день появляется пусковое устройство, “trigger”, сливаются воедино ассоциации, строится литературная ткань и, непонятно почему, приходят и страницы из прошлого.

Прошлое, настоящее, будущее.

В этих трех измерениях мысль путешествует постоянно, пока однажды на выстроит рассказ. И все на тему одного и того же аргумента. Только под другим углом зрения...

Лежу на лежаке в спортивном зале. Роберта берет мою руку и начинает ее поглаживать, чтобы согреть свои холодные руки.

На дворе январь, уже несколько дней, как выпал снег, и температура утром опускается до минус 5 градусов. Ее движения приятны. Моя рука это концентрат огня – внутри все ткани, сухожилия и кости сломаны.

Ну вот, руки согреты и Роберта начинает свои “пытки”.

Давит на пульс, потом пробует выкрутить руку, удлиняет пальцы, пытается согнуть руку – чувствую боль, которую не в состоянии выдерживать, кричу, потом плачу от боли ...

Роберта оставляет в покое на некоторое время мою катастрофическую руку. Делаю вдохи.

Потом методически начинает проделывать те же упражнения. Хочется потерять сознание...

Иногда мы разговариваем, так я отвлекаюсь от боли.

Пробую представить то, что она мне рассказывает, чтобы отключиться. Закрываю глаза. У нее сильные и решительные руки. Руки, которые знают, что и как они должны “пытать”, чтобы вернуть потерянную во время перелома способность движения.

Открываю глаза. Смотрю на работающие руки. Красивые пальцы.

Смотрю на лицо и пытаюсь понять, что она за человек. Ее внешний вид напоминает мне немного Мика Джеггера, в версии очень миловидной, женственной.

Роберта – худенькая, стройная, спортивная женщина лет сорока.

Ее волосы, постриженные в стиле «гарсон», падают свободно на лицо и видно, что не создают длительных проблем поутру для приведения их в порядок – достаточно провести по волосам расческой и голова в порядке. Украшение лица – огромные выразительные синие глаза. Всем своим внешним видом она немного напоминает мальчишку.

У Роберты 2 дочери, она занимается спортом. Говорим о спорте. Пробую юморить и говорю, что дала определение боли, которую чувствую, сравнивая ее с рождением ребенка, “как родить руку”.

Я опять в спортивном зале. Но в этот раз спортивный зал находится в больнице.

Роберта – специалист по мануальной терапии. Моя правая вывернутая рука, которая не сгибается и не разгибается, раздутые пальцы и раздробленные кости неподвижного запястья – результат неудачного падения на ледовом катке.

Скорая помощь. Диагноз: сложный множественный перелом костей запястья, то есть кости разломались на кусочки.

1 месяц в гипсе. Затем – спортивный зал в больнице для восстановления движения частей руки.

Так что Роберта – мой инструктор по восстановлению руки.

И “trigger” – слова “спортивный зал”.

Вероятно из-за этих слов мои мысли во время “пыток” с моей рукой улетели в прошлое... на 28 лет назад....

Кто может знать почему именно сейчас, 28 лет спустя, мои мысли переполнились воспоминаниями из прошлого?

Что за космические силы руководят мыслями, которые в конце концов выливаются в этот рассказ?

Возможно ли, что в некоторых ситуациях достаточно одного слова, схожей ситуации, чтобы сработал пусковой механизм, “trigger” воспоминаний?

При встрече с новым человеком, когда ты смотришь в глаза, автоматически и бессознательно пытаешься быть в роли психолога, пытаешься понять по взгляду, внешнему виду, по манере движения, что это за человек.

Понимать это важно для деловых отношений, чтобы найти нового друга или подругу, не говоря уж о личной сфере отношений....

Наш мир, погрязший в этическом и моральном хаосе, цинизме, некультуре и отсутствии цивилизованности, дает мало примеров сильных, уверенных, не мутирующих характеров. Сколько людей проходят через нашу жизнь, не задерживаясь надолго, или делая остановку только в меркантильных целях, чтобы исчезнуть навсегда. Мы начинаем забывать как сохранять взаимоотношения, просто проводить время вместе, за чашкой чая или за ужином с друзьями, – с теми друзьями, которые Навсегда.

Рука все еще вывернута. Запястье начинает двигаться слегка.

Очень неудачное падение.

Сегодня – 2 месяца с дня падения. А период восстановления длинный.

Когда тебя угораживает потерять двигательную способность рук или ног, начинаешь ценить то, что прежде делалось ежедневно, как обыденность.

На данный момент моя цель – смочь весной взять в руки лопату, чтобы сделать клумбу для цветов. Другая цель – смочь взять в правую руку кисть, чтобы закончить картину, набросанную карандашом прошлой весной.

Роберта смеется и говорит, что взять рукой кисть гораздо проще лопаты.

Роберта – мой Ангел, который восстанавливает мою сломанную руку.

В прошлую пятницу ее не было. Она взяла свободный день и уехала кататься на лыжах. Вновь говорим о спорте. Роберта катается на лыжах и ходит в спортивный зал. Говорю в двух словах о моем опыте – альпинизм, рафтинг, бодибилдинг... Действительно, бодибилдинг, спортивный зал...

Именно эти слова, “бодибилдинг, спортивный зал”, которые бросили мою память на 28 лет тому назад.... Кажусь самой себе той, которая прошла войну и постоянно в мыслях возвращается в те ужасные времена...

28 лет тому назад я ходила в другой спортивный зал, чтобы заниматься бодибилдингом....

2 апреля 1986 года... Родился мой сын. Весит 3 килограмма с половиной, его длина 51 см.

Самое красивое создание в мире. Смотрю на его маленькие пальчики и боюсь их потрогать, такие они маленькие. Называю его просто "Мальчик", потому что еще не знаю, какое имя дать.

Через 1 неделю нас выписывают из больницы. Возвращаемся домой и начинается путь роста. Кушать, стирать, спать, мыть.

Спокойный.

Отличный ребенок.

2 недели позже взорвалась атомная станция в Чернобыле. Мы находились в 400 км от станции.

Мне было 30. Сыну – 3 недели. После родов я была ослабленной, начала терять волосы и зубы.

Потом приехал Доктор Гейл из США и дал рекомендации белорусскому народу, как себя вести после Чернобыля. Интуитивно поняв, что нечего было надеяться на чистые продукты питания, решила сделать ставку на спорт и сауну. Я должна была усилить мое здоровье.

В 2х минутах от моего дома как раз открыли спортивный зал и я пошла на переговоры. Принял меня спортивный мужчина по имени Григорий, мастер спорта по классической борьбе. Я сказала ему, что хочу заниматься бодибилдингом, не вдаваясь в подробности об истинной причине.

Он сухо ответил: "Женщин не беру. Вы все после 2х недель перестаете тренироваться". В течение месяца я ходила в спортзал и упрашивала его взять меня.

Наконец, Григорий сказал: "Хорошо. Приходи в 21. Будет составлять план тренировок".

Время меня устраивало. После 6 месяцев кормления я вышла на работу, нужно было закончить Ph.D. К счастью, мои родители мне помогли с сыном в течение дня. В 20:30 я начинала укладывать сына спать, рассказывая ему свежую сказку и напевая бардовские горные песни. В 20:55 он засыпал.

Сын был молодцом: спокойный, улыбающийся, отлично кушал и прибавлял в весе каждый месяц.

3 минуты бега и я в спортзале.

Григорий составил мне тяжелый план тренировок: 3 раза в неделю с 21 до 23 часов вечера и сказал: "Это – план на 3 месяца. Сможешь его выполнить, приму в зал. Нет – до свидания. Я видел много женщин, которые не способны напрягаться"...

Так начался мой марафон: работа – дом – сын – спортивный зал с 21 до 23. Я выдержала 3х месячный график и Григорий принял меня в свой клуб.

В самом начале тренировок мой метаболизм сильно изменился – усилился аппетит, организму нужны были белки для выполнения программы тренировок. Через 3 месяца я начала "сушить" мускулы и быстро похудела.

С приходом лета я брала 1 месяц отпуска и увозила сына на море, на очистку организма.

Потом я вытащила из кладовки мой старенький спортивный велосипед.

Нужно было двигаться – спортивный зал, сауна, велосипед.

Велосипед стал моим средством передвижения: я передвигалась на нем по городу, на дачу и как только подрос мой Мальчик, посадила на велосипед и его.

Мой подросший Мальчик из интереса начал ходить со мной в спортивный зал, и даже если ему тоже очень хотелось поднимать большие веса, на тот момент он мог поднимать не больше полукилограмма.

У Григория было 2 детей – старший сын уже был в подростковом возрасте и тоже приходил в зал тренироваться.

Так прошло 4 года. Спорт, спортивный зал и сауна помогли мне усилить организм в борьбе против радиоактивного загрязнения после Чернобыльской аварии. Григорий стал нашим другом.

Однажды вечером, как обычно, открываю дверь спортивного зала.

Вижу, что Григорий сидит на столе с траурным лицом.

Спрашиваю, что случилось.

Говорит, что ночью в спортзал влезли вандалы и все разгромили: спортивное оборудование, стены, зеркала. Весь его труд был разрушен. Григорий однако пережил этот удар и вновь переделал спортивный зал. Зал бодибилдинга просуществовал еще год.

Однажды вечером, как всегда, открываю дверь зала, чтобы тренироваться.

Вижу Григория сидящим на столе: и опять все сожжено и разрушено.

В этот раз мой тренер по бодибилдингу не смог пережить второй удар.

Он закрыл свою спортивную деятельность и стал ювелиром.

Но дружбу с ним мы все равно сохранили.

Роберта продолжает разрабатывать мою руку. От боли кусаю губы, строю гримасы и продолжаю вспоминать тот ужасный период, сразу после Чернобыльской аварии. Как Григорий, его спортивный зал с бодибилдингом и спорт помогли нам преодолеть тот период разрушения социалистической системы и разрушения организма. Как у меня, так и у моего Мальчика, были серьезные проблемы со здоровьем в тот период.

Я поняла, что спорт, сауна и сбалансированное питание, по возможности, с небольшим содержанием белков и жиров, с превалированием фруктов и овощей, могут сделать много для преодоления радиоактивного загрязнения организма.

Роберта отлично работает и методично продолжает разрабатывать мою руку. Она настоящий профессионал.

Часто говорим о спорте. Она ходит в горы, занимается скалолазанием, ездит на мотоцикле. Спортивная, как и я.

У нее небольшой отпуск и когда берет пару дней, ездит в горы.

И в эти выходные она берет еще и пятницу и едет кататься на лыжах в Доломиты.

Спрашиваю, куда именно. “Местечко называется Поццо делла Фосса”, - отвечает. “А гостиница называется “Эль Гейгер””.

Меня удивляет это совпадение с моими мыслями.
Начинаю думать в другом направлении.
Но под тем же углом зрения.

2. Радиоактивное загрязнение Планеты после катастрофы в Чернобыле

В результате Чернобыльской аварии радиоактивное загрязнение осело на **40 % европейского континента** (Австрия, Финляндия, Италия, Франция, Греция, Исландия, Словения, Венгрия, Германия, Швеция, Норвегия, Швейцария, Румыния, Англия), на большой территории в Азии (Турция, Грузия, Армения, Арабские Эмираты, Китай), на севере Африки, в северной Америке.

Около **400 миллионов** человек было заражено радионуклидами в концентрации более **4 КБк/м² (0.11 Ки/км²)** с апреля по июль 1986 года. Около **5 миллионов человек**, включая **1 миллион детей**, проживает на загрязненных территориях Белоруссии, Украины и европейской части России.

Нет никакого рационального объяснения тому факту, что **МАГАТЭ (Международное Агентство по Атомной Энергии) и ВОЗ (Всемирная Организация Здравоохранения)** полностью проигнорировали последствия радиоактивного загрязнения в других странах, которые получили более **50 % радионуклидов Чернобыля**, раскрывая последствия только для Белоруссии, Украины и европейской части России.

Радиоактивное облако поднялось вплоть до высоты **1,5-10 км**. Согласно оценкам, в Европе осело от **68 до 89 % радионуклидов в газовой/аэрозольной форме**, принесенных облаками из Чернобыля и распределенные неравномерно.

С 26.04. по 05.05.1986 года ветер вокруг Чернобыльской атомной станции был изменчивым на 360°, таким образом, радиоактивная смесь осела на территориях, занимающих большие площади.

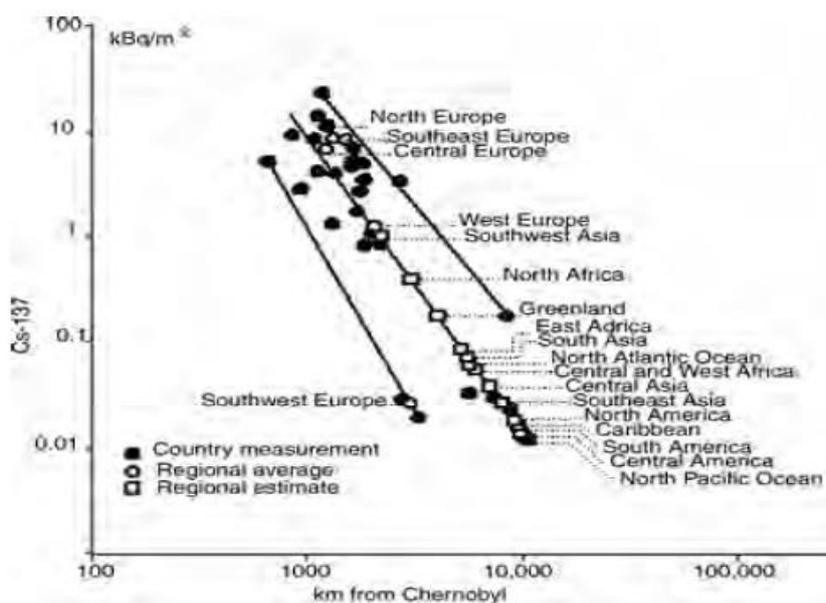


Рисунок 1. Географическое распределение радионуклидов после Чернобыльской аварии (UNSCEAR, 1988)

На графике на *Рисунке 1* представлено распределение Cs-137 в зависимости от расстояния от Чернобыльской атомной станции вплоть до 10'000 км, но были рассеяны также многие другие нуклиды, как Cs-134, I-131, I-132, Sr-90, Te-132 и др. Например, в мае 1986 г. в Уэльсе (Wales) и в Камбрия (Cumbria) в Англии дождевая вода содержала 345 Бк/л I-132 и 150 Бк/л Cs-134. Эффективная доза в мае 1986 года в Англии была: Cs-134 и Cs-137 – 27 мЗв (**Зиверт**), I-131 – 6 мЗв, Sr-90 – 0,9 мЗв.

Распределение Чернобыльских радионуклидов в Европе равнялось около **137 ПБк:**

Cs-137	51 %	70 ПБк
Cs-134	28.6 %	39 ПБк
I-131	17,7 %	24 ПБк
Sr-90	2,7 %	3,7 ПБк
Всего:	100 %	136,7 ПБк

Спустя около 30 лет после Чернобыльской катастрофы многие регионы в Европе остаются зараженными.

Белоруссия

Практически вся территория было покрыта облаком, которое содержало I-131, I-132, Te-132. Максимальный уровень йода **I-131 (600 Ки/км²)** был измерен в **деревне Светиловичи в Гомельской области** в мае 1986 года. **23 % (47'000 км²)** территории Белоруссии было загрязнено цезием Cs-137 в концентрации более **1 Ки/км²**.

В 2004 году концентрация Cs-137 выше 37 КБк/м² наблюдалась на территории площадью в 41'000 км².

Согласно данным UNSCEAR, 1988, географическое распределение радиоактивного загрязнения в мире было как указано ниже:

Белоруссия, Украина, Россия	< 50 %
Другие европейские государства	39 %
Азия	8 %
Африка	6 %
Америка	0,6 %
Всего:	100 %

Максимальный уровень цезия **Cs-137 475 Ки/км²** был отмечен в **деревне Залесье в Брагинском районе, 500 Ки/км², в деревне Довляды и в Наровлянском районе** Гомельской области. Максимальный уровень загрязнения был отмечен в 1993 году в **деревне Чудяны** Могилевской области – **5'402 КБк/м²=145 Ки/км²**, что превышало предаварийный уровень в **3'500 раз**.

Загрязнение стронцием **Sr-90** имело более локальный характер. Около **10 % территории Белоруссии** имело уровни загрязнения **стронцием Sr-90** в почве > 5,5 КБк/м² (**21'100 км²**).

Было определено, что почва, загрязненная **плутонием Pu-238, Pu-240** в концентрации > **0,37 КБк/м²**, занимала площадь около 4'000 км² (**2 % территории страны**).

22 % (18'00 км²) территории было в тяжелой степени загрязнено, из которых 2'640 км² не могут использоваться под сельско-хозяйственные культуры.

Полесский Радиологический Заповедник (1'300 км²) был закрыт для любого вида деятельности.

Украина

¼ территории Украины было загрязнено с уровнем по цезию **Cs-137 > 1 Ки/км² (4,8 % территории).**

Англия

Отложения цезия Cs-137 в **Камбрия** были в 40 выше уровней, ранее заявленных Министерством Сельского Хозяйства (1, RADNET, 2008, цит. стр.14). Почва в **Western Giorgia** была в сильной степени загрязнена цезием Cs-137 (530 Бк/кг), Cs-137 и Sr-90 достигали 1'500 Бк/кг.

В 2006 году, по данным **Министерства Здравоохранения Англии**, 355 сельско-хозяйственных ферм в Wales, 11 в Шотландии, 9 в Англии были загрязнены цезием Cs-137 (1, уит. стр.7).

Северная Америка

С радиоактивным облаком, поднявшимся на высоту 10 км, около 1 % Чернобыльских радионуклидов (на уровне нескольких ПБк) осело на почву Северной Америки.

Канада

Радиоактивные выпадения 06.05.1986 года попали в Канаду через Арктику, через низкий уровень тропосферы, и 25-26.05.1986 года через Тихий Океан, через тропосферу средней высоты, неся на землю Канады Be-7, Fe-59, Nb-95, Zr-95, Ru-103, Ru-106, I-131, La-140, Ce-141, Ce-141, Ce-144, Mn-54, Co-60, Zn-65, Ba-140, Cs-137. Согласно отчету **Environmental Radioactivity Report** 1986 года, в Канаде такие элементы, как Ru-103, Ru-106, Cs-134, Cs-137 были хорошо измеряемы вплоть до середины июня 1986 года.

США

Радиоактивные выпадения попали через Арктику и Тихий Океан: такие Чернобыльские изотопы, как Ru-103, Ru-106, Ba-140, La-140, Zr-95, Mo-95, Ce-141, Ce-144, Cs-134, Cs-137, I-132 измерялись на Аляске, в Орегоне, Айдахо, Нью Джерси, Нью Йорке, на Флориде, на Гаваях и в других штатах.

Арктика

На Земле Франца Иосифа образцы **лишайника** *Racomitrium* содержали 630 Бк/кг (сухого веса) цезия Cs-137 и 548 Бк/кг (87%) представляли собой Чернобыльские радиоактивные выпадения.

Северная Африка

На землю северной Африки упало около 5 % Чернобыльских радиоактивных выпадений (около 20 ПБк).

Египет

В отложениях реки Нил накопились такие элементы, как цезий Cs-137 и плутоний Pu-129/Pu-240 в значительной концентрации (1, цит. стр.16).

Южный Полушарий

Цезий Cs-137 и Cs-134 Чернобыльского происхождения был найден на островах Реуньон **в Индийском Океане** и на Таити **в Тихом Океане**. В 1987-1988 годах в **Антарктиде** вблизи **Южного Полюса** на снегу было измерено значительное содержание цезия Cs-137.

3. Оценка первичного радиоактивного выброса

По данным **Национального Отчета Украины (National Report of Ucraina, 2006)**, на 06.05.1986 года, когда уже распались короткоживущие радионуклиды, основной выброс оценивается в 50×10^6 Ки или $1,85 \times 10^{18}$ Бк (1, цит. стр. 17).

Предполагается, что оцениваемый объем в 3-4 % от общего количества атомного топлива (190,3 тонн), выброшенного в момент взрыва в воздух, сильно занижен.

UNSCEAR (2000) оценил общую активность радионуклидов, выброшенных в атмосферу в $1,2 \times 10^{19}$ Бк, включая $1,2 - 1,7 \times 10^{18}$ Бк йода I-131 и $3,7 \times 10^{16}$ Бк цезия Cs-137. **Отчет UNSCEAR** (1998, 2000) содержит данные об огромном количестве теллурия Te-132 (период полураспада 78 часов, распадается в радиоактивный йод), циркония Zr-95 и $0,5 \times 10^6$ Ки радиоактивного серебра Ag-110 (период полураспада 250 дней).

По оценкам лишь 3 % (5 тонн) от общего количества топлива было выброшено в атмосферу во время взрыва, из которых **20 кг плутония**, - количество, достаточное для загрязнения территории площадью 20'000 км² навсегда.

Если бы во время взрыва было выброшено 30-40 % (3×10^9 Ки) или 80-90 % атомного топлива ($7-8 \times 10^9$ Ки), все Северное Полушарие было бы загрязнено навсегда.

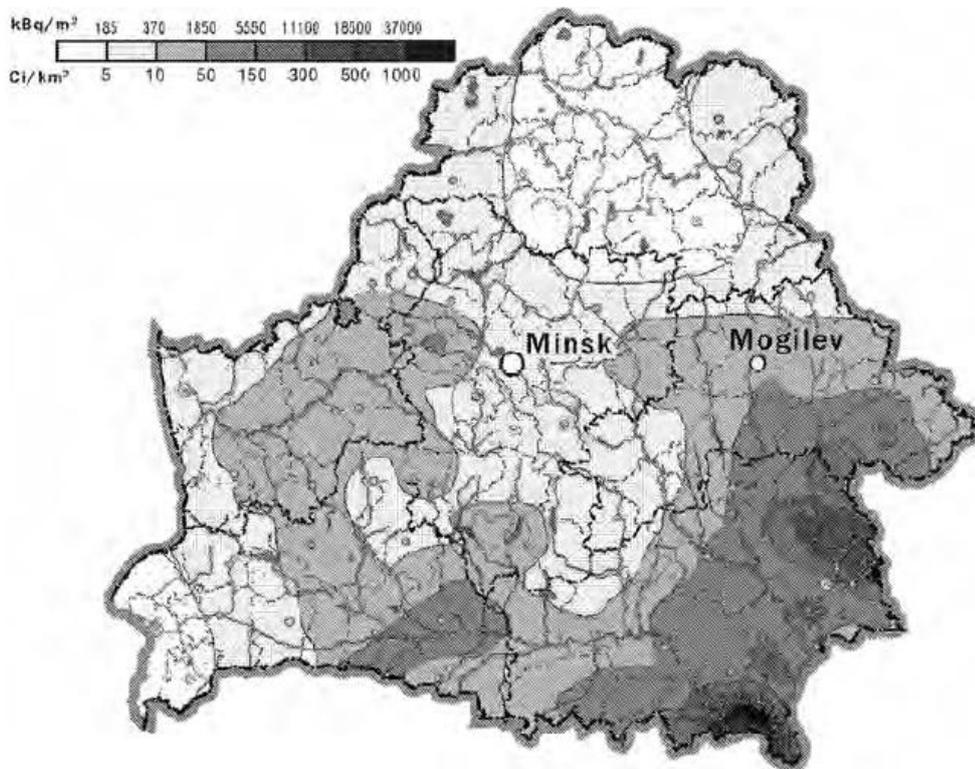


Рисунок 2. Реконструкция загрязнения йодом I-131 в Белоруссии, 10.05.1986 г. (Белорусский Национальный Отчет, 2006 г.).

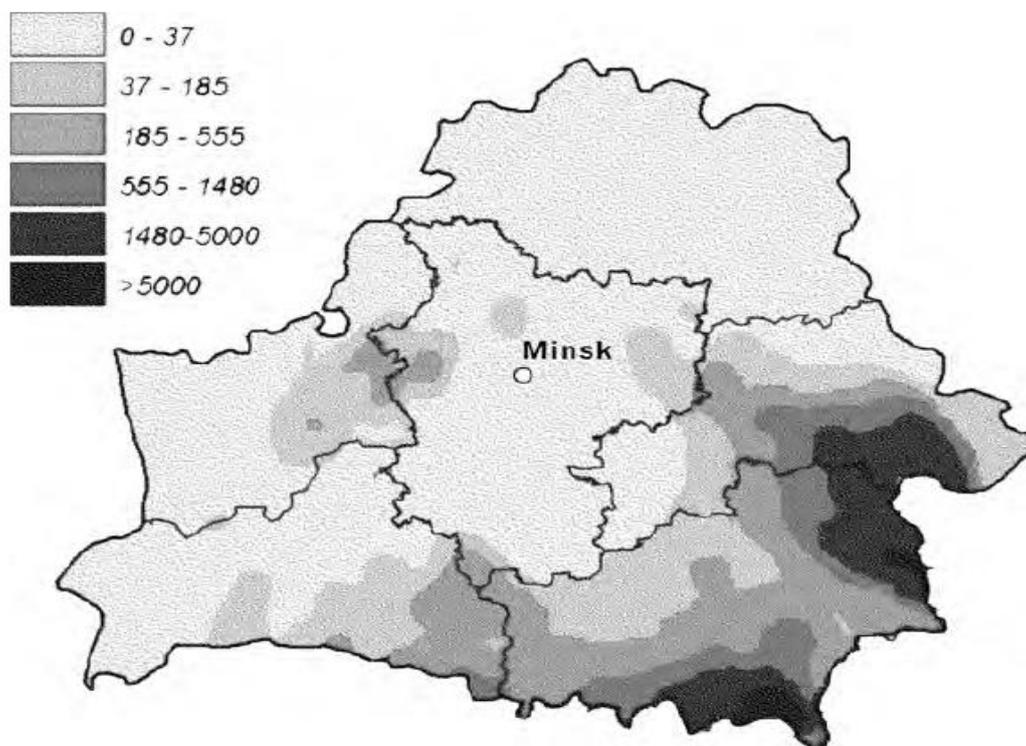


Рисунок 3. Реконструкция загрязнения теллурием Te-132 и йодом I-131 в Белоруссии, апрель-май 1986 г. (Zhuravkov and Mironov, 2005).

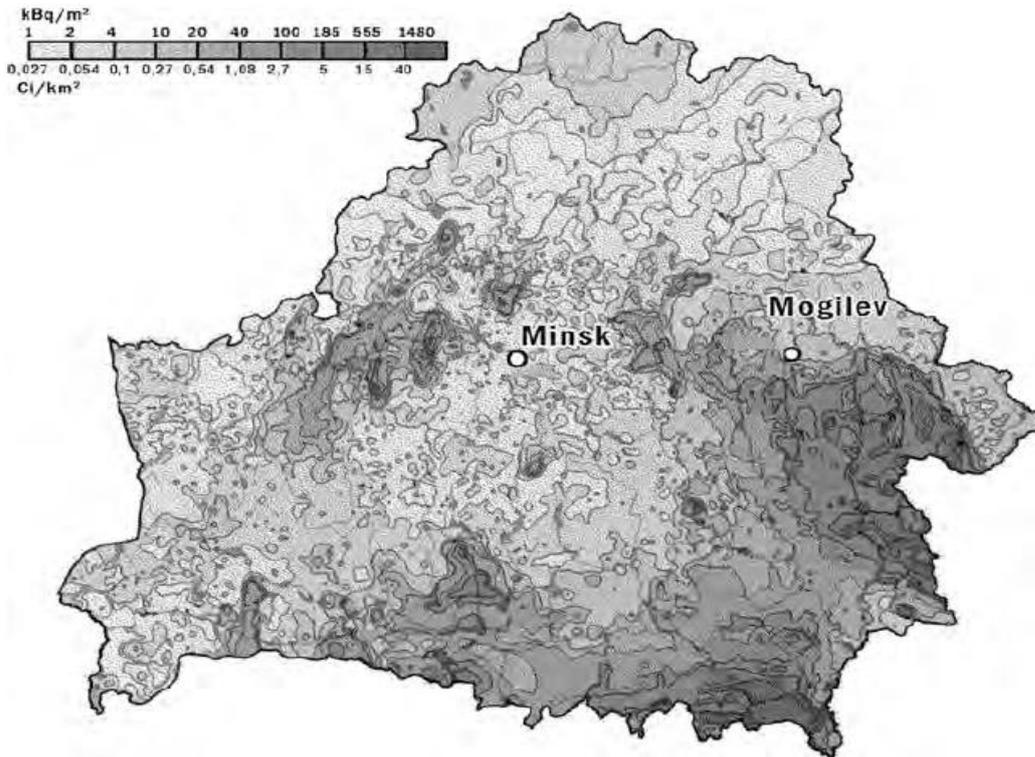
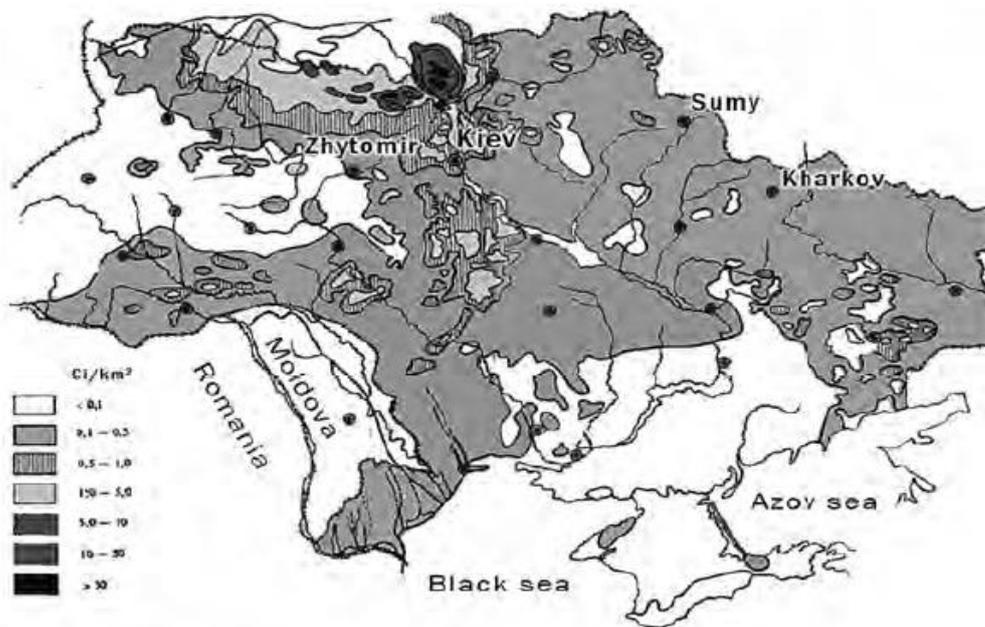


Рисунок 4. Реконструкция загрязнения цезием Cs-137 в Белоруссии, 10.05.1986 г. (Белорусский Национальный Отчет, 2006 г.).



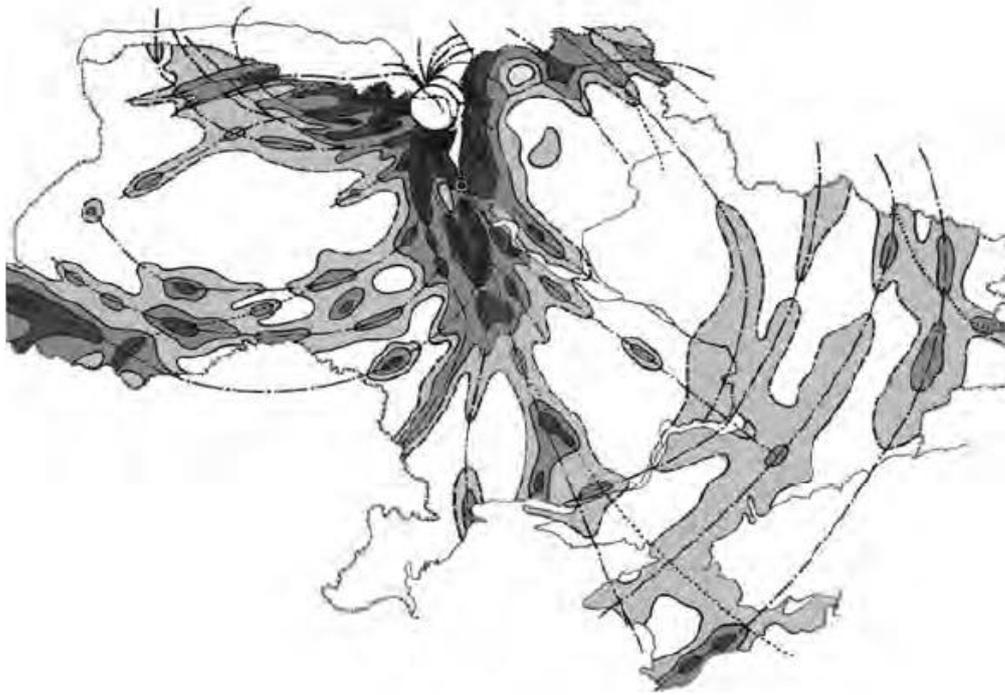


Рисунок 5. Загрязнение территории Украины цезием Cs-137 (сверху) и плутонием (Pu) (внизу) после аварии на Чернобыльской атомной станции (Национальный Отчет Украины, 2006 г.).

4. Экологические последствия загрязнения в Европе

Во время взрыва были выброшены также **“горячие частицы”** размером около **15 мкм**, которые присутствовали на всей европейской территории: цирконий Zr-95 (период полураспада 35,1 дней), Lu-140 (период полураспада 1,68 дней), церий Ce-144 (284 дня), рутений Ru-103 и Ru-106 (39,3 и 368 дней), барий Ba-140 (12,7 дня), летучие частицы, как йод I-131, теллурий Te-132, цезий Cs-137, Sb-126 (12,4 дней). Их активность была оценена в **10 КБк**. Когда эти частицы поглощаются, то создают высокую радиоактивную дозу. Мелкие частицы (**< 1 мкм**) проникают в **легкие**, если их размеры **> 20-40 мкм**, то они концентрируются в **дыхательных путях**.

Радиоактивный выброс Чернобыля превысил фоновый уровень приблизительно в 10'000 раз.

Немецкая группа ученых “Физики мира за предотвращение ядерной войны» («Physicians of the World for the prevention of Nuclear War») протестировали 6'000 детей и нашли, что у детей, рожденных сразу после аварии, концентрация стронция **Sr-90 в зубах была в 10 раз больше** по сравнению с таковой у детей, рожденных в 1983 году.

Проблемы с америцием Americium-241

Am-241 это продукт распада плутония Pu-241 и элемент, который значительно увеличивает загрязнение во многих зонах, вплоть до 1'000 км от аварийной атомной станции. Земли, содержащие плутоний, даже в небольших концентрациях не будут использоваться десятилетиями, из-за присутствия америция **Am-241**, обладающего высокой степенью **растворимости и подвижностью в экосистемах**, по сравнению с Pu-241.

Загрязнение свинцом (Pb)

Во время операций по тушению огня было использовано около 6'20 тонн свинца (**Pb**). Значительная часть Pb была выброшена в атмосферу.

Свинец опасен уже сам по себе: вызывает **умственную отсталость** у детей. В Белоруссии уровень свинца в крови у детей и взрослых значительно вырос за последние годы.

В Брестской области среди 213 анализированных детей **50 % имели уровень свинца $0,188 \pm 0,003$ мг/л**, в то время как по нормативам **ВОЗ пределом концентрации для детей** является значение **$< 0,001$ мг/л (в 188 раз больше!)**

На Украине в Киевской области уровень свинца в воздухе, которым дышали работники сельскохозяйственных машин после аварии, превышал в **10 раз допустимую норму**.

Высокие уровни свинца были обнаружены **в почве, атмосфере, моче и волосах у детей и взрослых из Киева**, сразу после взрыва на атомной станции. (1, цит. стр.24).

У белорусских детей, зараженных свинцом Pb и цезием Cs-137, была обнаружена высокая встречаемость атрофического гастрита.

Около **40 % Европы** было подвержено действию Чернобыльского Cs-137 в концентрации **$4-40$ КБк/м² ($0,11-1,08$ Ки/км²)**.

Учитывая, что около 35 % европейского населения обитает на этой территории (**в основном были заражены горные территории**), предполагается, что около 500 миллионов европейских граждан были заражены.

Около 190 миллионов людей проживает на загрязненных территориях и около 15 миллионов проживают на территориях, на которых содержание цезия Cs-137 **> 40 КБк/м² ($1,08$ Ки/км²)**.

Радиоактивный выброс Чернобыля загрязнил около 8 % Азии, 6 % Африки, 0,6 % Северной Америки.

В целом, в 1986 году около 400 миллионов человек (250 миллионов в Европе и 200 миллионов вне Европы) были подвержены радиоактивному загрязнению в концентрации **4 КБк/м² ($0,1$ Ки/км²)**.

Group	Number of individuals	Average individual dose, mSv
USSR liquidators ^a	240,000	100
Evacuees	116,000	33
USSR heavily contaminated areas	270,000	50
USSR less contaminated areas	5,000,000	10
Other areas in Europe	600,000,000	≥ 0.4
Outside Europe	4,000,000,000	$\geq 2.5 \times 10^{-2}$

^aPresumably 1986–1987 (A.Y.).

Таблица 6. Население, подверженное Чернобыльскому радиоактивному загрязнению в зависимости от различных уровней радиации (средняя индивидуальная доза, мЗв) (Fairlie, 2007)

Заявлять, что Чернобыльская авария добавила всего 2 % к естественному фону означает затемнять факты, поскольку с 1986 года 600 миллионов человек только в Европе проживают на

территориях, загрязненных радионуклидами в концентрации > 0,1 Ки/км².

Данные территории будут загрязнены на ближайшие 300 лет цезием Cs-137, около 200'000 лет плутонием Pu и на тысячи лет америцием Am-241.

5. Последствия влияния загрязнения на здоровье людей в Европе

Первые 3,5 года после катастрофы проблемы последствий усугублялись **официальной секретностью и фальсификацией медицинских данных в СССР** (вплоть до 23.05.1989 г.).

Около 15 % белорусского населения (1,5 миллиона, 1986-2000 г.г.) покинуло страну.

Секретность была нормой также во Франции, Англии и США.

На загрязненных территориях Белоруссии, Украины и России катастрофа оказала сильное влияние на все системы человеческого организма: репродуктивную, эндокринную, дыхательную, желудочно-кишечную, иммунную (см. Статью, опубликованную на моем сайте на эту тематику <http://www.plumatella.it/wp/?p=701>, *The nuclear Gin. La catastrofe di Fukushima*).

Здоровье ликвидаторов, **800'000 камикадзе**, которые спасли также и Европу от еще более тяжелой катастрофы, пострадало больше всего. Согласно данным, цитируемым в *Таблице 7*, 7 лет спустя после аварии, по сравнению с данными на 1986 год, частота заболеваемости на **10'000 ликвидаторов** увеличилась

в 14,5 раз по болезням крови

в 23,2 раза по болезням кровеносной системы

в 45 раз по проблемам эндокринной системы

в 11 раз по болезням дыхательной системы

в 41,4 раз по болезням мочеполовой системы

в 42,6 раз по болезням нервной системы и органам чувств

в 7,9 раз по причине умственных расстройств

в 74,4 раз по болезням желудочно-кишечного тракта

в 15,8 раз из-за проблем с кожей

в 11,5 раз по причине инфекций и заболеваний, вызванным паразитами

в 31 раз по причине заболеваний опухолями (см. *Таблицу 7*)

(PS: отметим, что данные указаны на 10'000 человек, в случае частоты заболеваний на 100'000 человек, они должны быть умножены на 10)

Illness/organ group	1986	1988	1990	1992	1993	Increase
Blood and blood-forming organs	15	96	191	226	218	14.5-fold
Circulation	183	1,150	2,450	3,770	4,250	23.2-fold
Endocrine system	96	764	2,020	3,740	4,300	45.1-fold
Respiratory system	645	3,730	6,390	7,010	7,110	11.0-fold
Urogenital tract	34	253	646	1,180	1,410	41.4-fold
Nervous system and sense organs	232	1,810	4,100	8,110	9,890	42.6-fold
Psychological changes	621	1,580	3,380	4,540	4,930	7.9-fold
Digestive System	82	1,270	3,210	5,290	6,100	74.4-fold
Skin and subcutaneous tissue	46	365	686	756	726	15.8-fold
Infections and parasites	36	197	325	388	414	11.5-fold
Tumors	20	180	393	564	621	31.1-fold
Malignant growths	13	40	85	159	184	14.2-fold

Таблица 7. Частота (на 10'000 человек) встречаемости 12 групп заболеваний среди Ликвидаторов (Pflugbeil et al., 2006)

В России было отмечено увеличение на **30-88 % случаев остеопороза среди ликвидаторов**, по сравнению с группой контроля. В 3,5 % случаев они сопровождались **переломом костей, компрессией нервов, болью костей и конечностей**.

Минеральная плотность костей у многих ликвидаторов была на 16-37 % меньше по сравнению с контрольной группой.

Потеря минеральной плотности скелета у ликвидаторов, которые работали в 1986 по ликвидации последствий на АЭС, достигала 42 %.

У 37,3 % из них отмечался также **остеопороз позвонков**.

С 1988 по 2003 годы **инвалидность среди ликвидаторов** увеличилась в **76 раз** (с 2,7 до 206 случаев на 1'000).

Заболеваемость, ухудшение здоровья, инвалидность Белоруссия

По данным официального **Центра Здоровья** в г.Гомель в 2006, 11 лет спустя после катастрофы, по сравнению с данными 1985 года, встречаемость **частоты заболеваемости среди детей на 100'000 человек** в Гомельском районе увеличилась в

21,2 раз по заболеваниям крови

13,3 раза по заболеваниям сосудистой системы

300 раз из-за проблем эндокринной и иммунной систем, проблем обмена

108,8 раз из-за проблем дыхательной системы

48 раз из-за проблем с мочеполовой системой

79,7 раз из-за проблем с мускулами, костями, соединительной тканью

9,1 раз по причине умственных расстройств

10,9 раз из-за проблем с нервной системой и проблем с органами чувств

213,4 раз из-за проблем с пищеварительной системой

44,7 раз из-за проблем с кожей

1,8 раз по причине инфекций и паразитарным заболеваниям

6,7 раз по причине врожденных заболеваний

95,7 раз по причине злокачественных новообразований (см. **Таблицу 8**)

Morbidity group/Organ	1985	1990	1995	1997	Increase
Total primary diagnoses	9,771	73,754	127,768	124,440	12.7-fold
Blood and blood-forming organs	54	502	859	1,146	21.2-fold
Circulatory diseases	32	158	358	425	13.3-fold
Endocrinological, metabolic, and immune systems	3.7	116	3,549	1,111	300.0-fold
Respiratory system	760	49,895	81,282	82,689	108.8-fold
Urogenital tract	25	555	961	1,199	48.0-fold
Muscle and bones/connective tissue	13	266	847	1,036	79.7-fold
Mental disorders	95	664	908	867	9.1-fold
Neural and sense organs	645	2,359	7,649	7,040	10.9-fold
Digestive system	26	3,108	5,879	5,548	213.4-fold
Skin and subcutaneous tissue	159	4,529	7,013	7,100	44.7-fold
Infectious and parasitic illnesses	4,761	6,567	11,923	8,694	1.8-fold
Congenital malformations*	51	122	210	340	6.7-fold
Neoplasm**	1.4	323	144	134	95.7-fold

*High estimation of unreported cases through abortions; **1985 only malignant neuroplasms.

Таблица 8. Частота заболеваемости (на 100'000 детей) в Гомельской области (Pflugbeil et al., 2006, на основании данных официального Центра Здоровья г.Гомеля)

Украина

В последние 15 лет общая заболеваемость среди детей (0-14 лет) увеличилась в 2,9 раз, по сравнению с 1986 годом. С 1987 по 2005 годы в зонах с тяжелым загрязнением **процент здоровых детей** снизился с **3,2 % до 0,5 %**.

Финляндия

Наблюдалось увеличение числа недоношенных детей сразу после аварии.

Англия

В Уэльсе (Wales) в 1986-1987 годах наблюдалось увеличение числа ненормально низкого веса новорожденных (меньше 1'500 кг).

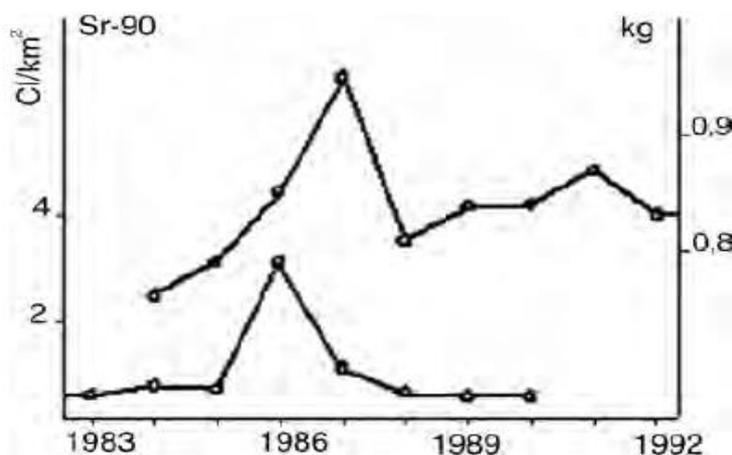


Рисунок 9. Процент новорожденных с весом меньше 1'500 г с 1983 по 1992 годы (кривая сверху) и уровень стронция Sr-90 в почве (кривая внизу) в Уэльсе (Busby, 1995)

Венгрия и Швеция

Уведомлялось о более низком весе у новорожденных в июле 1986 года.

Ускорение процесса старения

Биологический возраст у жителей загрязненных районов на Украине превышает календарный на 7-9 лет.

Дегенеративные изменения различных органов и тканей, как остеопороз, хронический холецистит, панкреатит, жирная печень, артериосклероз, ухудшение зрения, ухудшение мыслительной функции, диабет типа II, ухудшение слуха и т.д. ускоряют процесс старения.

Аберрации ДНК

Югославия

У новорожденных, зачатых в первые месяцы после катастрофы, наблюдалось увеличение частоты встречаемости хромосомных аберраций, с 4,5 % (1976-1985 годы) до **7,1%**.

Австрия

В 1987 году среди 17 анализированных взрослых было обнаружено увеличение частоты встречаемости **хромосомных аберраций** в **4-6 раз**, у 2х обследованных человек через 1 год после аварии было обнаружено увеличение в 11 раз (*1, цит. стр.70*).

Германия

Для 29 взрослых и детей в 1987-1991 годы было обнаружено увеличение в 2-6 раз числа хромосомных аберраций.

Норвегия

В 1991 году число хромосомных аберраций увеличилось более чем в **10 раз** для 56 обследованных человек, по сравнению с контрольной группой.

Генетические мутации

Синдром Дауна

Белоруссия

С 1981 по 1999 годы было зарегистрировано 2'786 случаев. Наблюдалось увеличение на 17 % в наиболее загрязненных районах в 1987-1988 годы и увеличение на 17 % по республике с 1987 по 1994 годы. Увеличение случаев встречаемости синдрома наблюдалось в декабре 1986 года и пик пришелся на январь 1987 года.

Германия

В восточном Берлине среди детей, зачатых в мае 1986 года, число рожденных с синдромом Дауна выросло в **2,5 раза**. Было зарегистрировано увеличение случаев синдрома в декабре 1986 года и пик в январе 1987 года.

Швеция

Было зарегистрировано увеличение на 30 % случаев рождения детей с синдромом Дауна на севере страны на территориях, загрязненных Чернобыльскими радионуклидами.

По данным анализа 562'637 детей, рожденных в стране с 1983 по 1988 годы, было обнаружено, что эмбрионы, подвергнувшиеся радиоактивности с **8 по 25 неделю после зачатия**, в 8 наиболее загрязненных Чернобыльскими радионуклидами муниципалитетах, впоследствии имели сниженный коэффициент **IQ**.

Эти данные соответствуют также данным, известным для **хибакуша**, получившим облучение с 8 по 25 неделю после зачатия (1, цит. стр.112).

Англия

Было зарегистрировано **удвоение** числа новорожденных с синдромом Дауна в области **Лотиан (Lothian) в Шотландии**, на территориях, загрязненных чернобыльскими радионуклидами.

Данные Официальных Реестров (E-ROCAT REGISTRY, 1988) покрывают лишь 10 % европейского населения. (1, цит. стр. 130).

Для некоторых видов аномалий развития занижение данных может достигать 30 % и для синдрома Дауна 15-20 %. Большая часть европейских стран не регистрирует предродовые диагнозы аномалий развития, которые приводят к абортам.

Проблемы с нервной системой

Австрия

После чернобыльской аварии наблюдалось много случаев дефектов центральной нервной системы. (1, цит. стр.130, статья 2001 года).

Дания

Та же ситуация. (данные 2002 года).

Болгария

В Плевенской области было обнаружено значительное увеличение **врожденных дефектов развития (СМs)** сердца и центральной нервной системы после Чернобыльской аварии. (1, статья 2001 года).

Хорватия

Анализ вскрытий умерших, проведенный в Университете в Загребе с 1980 по 1993 годы, показал значительное увеличение аномалий центральной нервной системы в период после Чернобыльской аварии. (1, статья 2002 г.).

Чехия

В течение 3-летнего периода перед аварией (1983-1986 г.г.) данные, зарегистрированные по частоте СМs на 1'000 рождений, равнялись 16,3 и 18,3 на 1'000 новорожденных за период 3 года после Чернобыльской аварии (1986-1989 г.г.). С 1986 по 1987 года процент СМs вырос на 26 %.

Финляндия

С февраля 1987 года по декабрь 1987 года число случаев **СМs** (дефекты развития центральной нервной системы и редукция конечностей) было, соответственно, 10 % и 6 % выше средних данных, в загрязненных районах (1, статья 1989 г., 1991 г.).

Грузия

Число случаев **СМs** (заячья губа, волчья пасть или расщелина неба) увеличилось после Чернобыльской аварии, в частности, в Аджарии и в Рачанской области. (1, статья 1998 г.)

Германия

Национальный Реестр аномалий развития г.Йены (Jena National Malformation Registry) зарегистрировал увеличение случаев аномалий

развития (**СМs**) в 1986 и 1987 годах, по сравнению с 1985 годом (*центральная нервная система, аномалии развития брюшных тканей*). В **Баварии**, в течение 7 месяцев после аварии было зарегистрировано увеличение случаев СМs на 4 %.

Реестр аномалий развития ГДР (DDR Malformation Registry): увеличение на 9,4 % случаев заячьей губы в 1987 году, по сравнению со средними данными на 1980 и 1986 годы, особенно часто встречаемые в 3х областях, наиболее загрязненных после Чернобыльской аварии.

Венгрия

Статьи, датированные 2001 и 2002 годами, информировали об увеличении случаев дефектов центральной нервной системы среди новорожденных (**СМs**).

Молдавия

Среди 8'509 зарегистрированных случаев **СМs** с 1989 по 1996 годы наблюдался высокий процент *синдрома Дауна, деформации структуры конечностей, эмбриональная грыжа*, в особенности, в наиболее загрязненных зонах страны.

Норвегия

Была обнаружена положительная связь между общим рассчитанным облучением, полученным после аварии, и **СМs** за период с мая 1983 по апрель 1989.

Турция

Наблюдалось увеличение частоты **СМs** заболеваний в начале 1987 года в восточной части Турции, наиболее загрязненной, - *расщепление позвоночника, расщепленный надвое череп, энэнцефалия (отсутствие части головного мозга)*, в г. **Бурза, Измир**, на побережье **Черного моря**.

Онкологические заболевания и заболеваемость

Высокие уровни Те-132, Ru-103, Ru-106, Cs-134, выброшенные во время взрыва, и постоянное воздействие Cs-137, Sr-90, Pu и Am будут порождать новообразования на будущие сотни лет.

Белоруссия

В 1999-2000 годы онкологическая заболеваемость выросла на **40 %**. В наиболее загрязненных районах Гомельской области она выросла на 52 %, в Брестской области на 33 %, в Могилевской области на 32 % (*статья 2004 г.*). Уровень заболеваемости напрямую связан с уровнем загрязнения территории.

В 1999 – 2004 г.г. – случаи заболеваний раком увеличились с 0,26 до 0,38 % (**на 46 %**), в Гомельской области с 0,25 до 0,42 % (**на 68 %**).

Рак щитовидной железы

Белоруссия

Частота заболеваемости выросла в **43 раза с 1989 по 1994 г.г.**, с 0,03 до 0,13 случаев на 1'000 человек (*1, статья 1996 г., цит стр. 165*).

18 лет после аварии частота случаев рака щитовидной железы среди индивидуумов, которым на момент аварии было меньше **18 лет**, **увеличилась в 200 раз**.

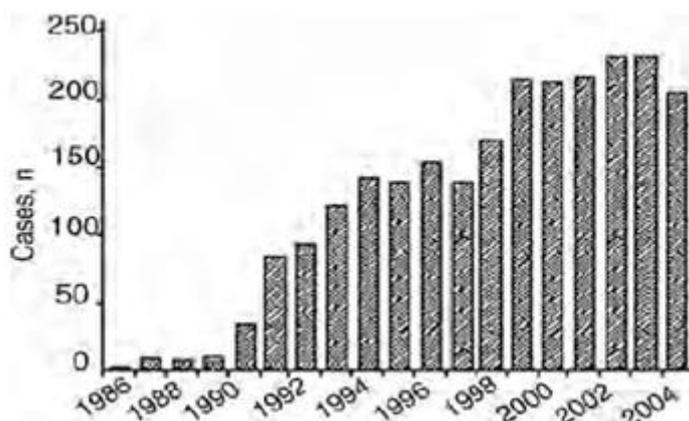


Рисунок 10. Заболеваемость раком щитовидной железы у детей в возрасте от 0 до 18 лет в 1986 г. (National Belarussian Report, 2006)

Украина

Частота встречаемости выросла в 5,8 раз с 1990 по 1995 г.г., и в 13,8 раз в период 1996-2001 г.г., в 19 раз в период 2002-2004 г.г. До аварии частота встречаемости данным заболеванием была 0,09 на 1'000 человек, в 1990 году – 0,57 – 0,63 на 1'000 человек.

Франция

В провинции Марн-Арденн процент заболеваемости раком щитовидной железы размерами менее 5 мм вырос на 20 % (с 7 до 27 %) с 1975 по 2005 г.г.. Частота встречаемости заболеванием раком увеличилась среди женщин на 360 % и среди мужчин на 500 %.

1975-1990г.г. – увеличение в 5,2 раз среди мужчин и в 2,7 % среди женщин.



Рисунок 11. Зараженность во Франции йодом I-131 после Чернобыльской аварии (Cherie-Challine et all., 2006)

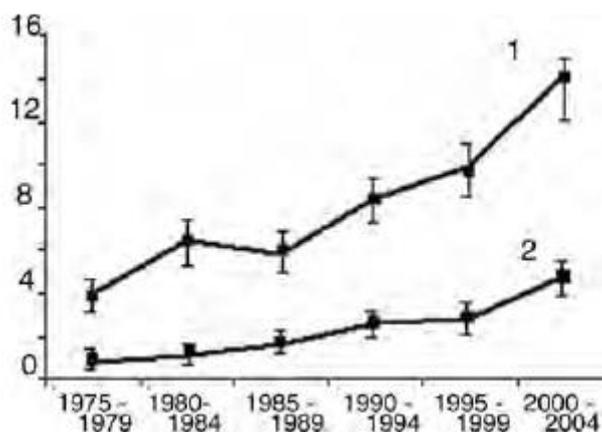


Рисунок 12. Частота заболеваемости раком щитовидной железы (на 100'000 человек) в провинции Марн-Арденн, Франция, 1975-2004 г.г. (Cherie-Challine et al., 2006).

Кривая вверху – мужчины, кривая внизу – женщины.

Рак щитовидной железы вызывает не только йод I-131, но также другие радионуклиды, как Te-132, Ru-103, Ru-106, Cs-134, Cs-137.

Чехия

С 1976 по 1990 годы наблюдалось увеличение 2 % в год.

С 1990 года для женщин и мужчин наблюдалось увеличение 4,6 % в год.

Англия

В Кумбрии наблюдалось увеличение на 12,2 %.

Греция

График No 13 демонстрирует пик случаев в 1990 году, с частотой встречаемости рака щитовидной железы среди женщин в 4 раза выше по сравнению с мужчинами.

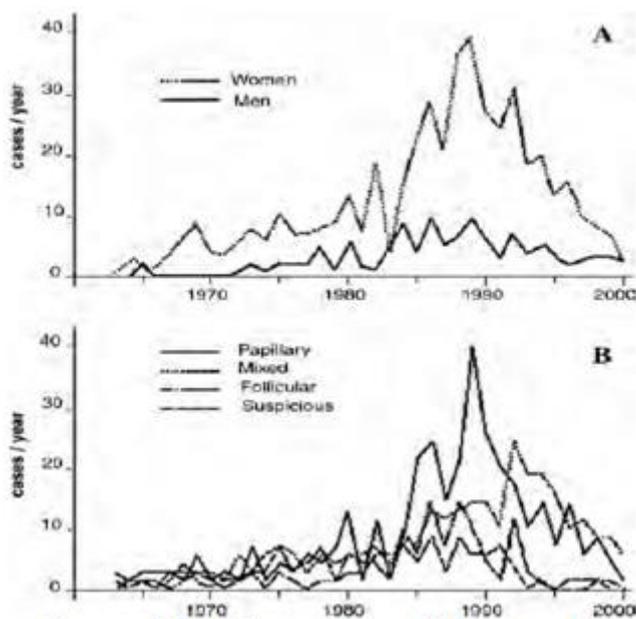


Рисунок 13. Частота встречаемости гистологически различных типов рака щитовидной железы среди женщин (А, линия сверху) и среди мужчин (А, линия внизу) в Греции в 1963-2000 г.г. (Pias et al., 2002)

Италия

1988-2002 г.г.: увеличение в 2 раза. Возможно, что данные занижены.

Румыния

Как видно из Графика No 14, пик приходится на 1997 год, 11 лет после аварии.

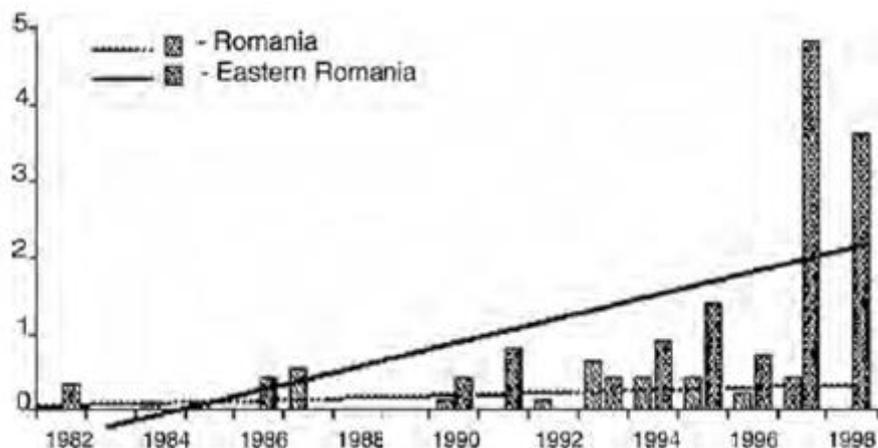


Рисунок 14. Заболеваемость раком щитовидной железы (на 10'000 человек) в загрязненных зонах Румынии с 1982 по 1998 г.г. (Davudescu, 2004)

Швейцария

По данным **Реестра заболеваний Раком Швейцарии (Swiss Cancer Registries Network)**, было зарегистрировано увеличение случаев папиллокарциномы щитовидной железы.

США

В штате Коннектикут наблюдалось 2 облака: в середине мая и в середине июня 1986 г. – концентрация йода I-131 была выше допустимого предела в **7-28 раз**.

Частота заболеваемости раком щитовидной железы среди подростков в возрасте меньше 15 лет выросла с **0,16 до 0,31** на **1'000'000** индивидуумов с 1985-1989 г.г. по 1990-1992 г.г.

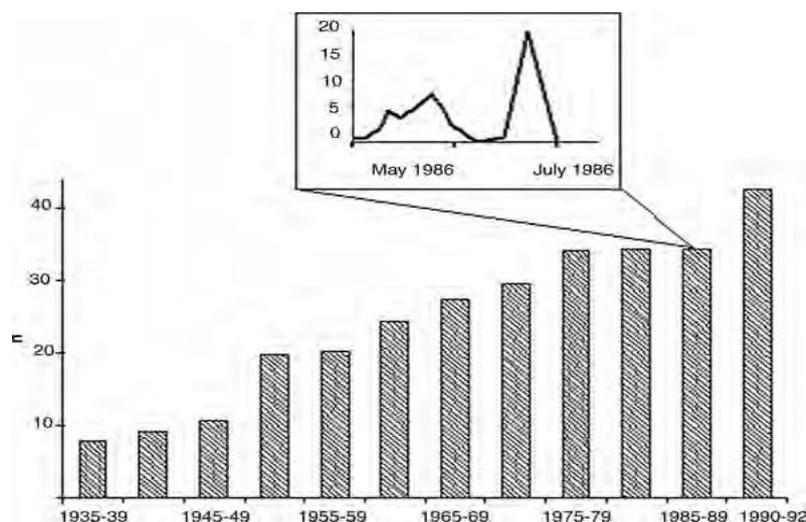


Рисунок 15. Частота заболеваемости раком щитовидной железы среди детей (на 1'000'000) с 1935 по 1992 г.г. и концентрация йода I-131 в молоке в штате Коннектикут (Reid and Mangano, 1995)

Лейкемия и детская смертность

Восточная Германия

Было зарегистрировано увеличение процента заболевания лейкемией в 1,5 раза среди детей, рожденных с 01.07.1986 по 31.12.1987 г.

Греция

Увеличение процента заболевания лейкемией в 2,6 раз у новорожденных, получивших облучение в период развития и рожденных с 01.07.1986 по 31.12.1987 г., по сравнению с предчернобыльским периодом.

До чернобыльской аварии увеличение процента рождения мертвых детей отмечалось после радиоактивных выбросов в результате атомных тестов в атмосфере (1, цит. стр.192). После аварии увеличился процент аборт (срок до 27й недели) и мертворожденных детей в **Белоруссии, Украине** и в **России**, в частности, на территориях с наибольшим загрязнением.

На Украине процент дисфункции яичников увеличился в 3 раза после 1986 г.

Финляндия

Процент детской смертности увеличился сразу после аварии вплоть до 1993 г.

Германия и Польша

Были зарегистрированы пики детской смертности в начале и в конце 1987 г.

Швеция

Процент детской смертности увеличился сразу после аварии и затем в 1989-1992 г.г.

Швейцария

Процент детской смертности увеличился в 1988 г. и затем в 1989-1990 г.г. В июне 1986 г. было зарегистрировано уменьшение рождаемости на 50 % в Кантоне Тичино.

Хорватия

В период с 1985 по 1990 г.г. пик рождения мертвых детей пришелся на 1986 год, начало 1987 г. и сентябрь 1988 г.

Чехия

В ноябре 1986 г. был зарегистрирован спад рождаемости на **50 %**.

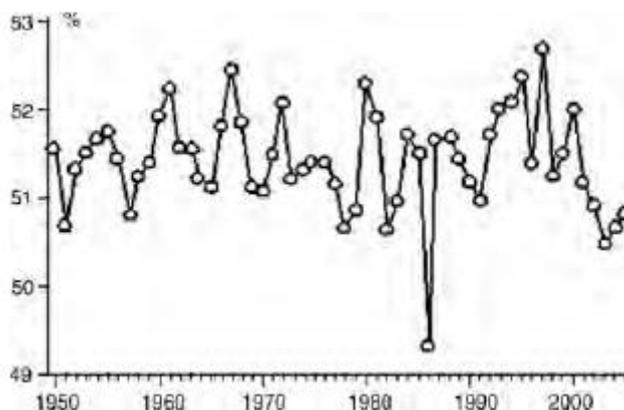


Рисунок 16. Процент мальчиков, рожденных в Чехии с ноября 1950 г. по 2005 г. В ноябре 1986 г. зарегистрирован спад рождаемости на 50 % (Peterka et al., 2007)

Германия

В 1987 г. в 10 регионах Баварии наиболее загрязненных цезием Cs-137 (37,2 КБк/м² в почве) наблюдалось увеличение мертворожденных детей на **45 %**.

В районах Баварии *Augsburg city, Berchtesgaden e Garmish Partenkirchen* процент мертворожденных детей в 1987 году удвоился, по сравнению со среднегодовыми данными.

Англия

В марте 1987 г., 10 месяцев после аварии, наблюдалось увеличение процента перинатальной смертности в 3х наиболее загрязненных графствах, *Cumbria, Clwyd e Gwynedd*.

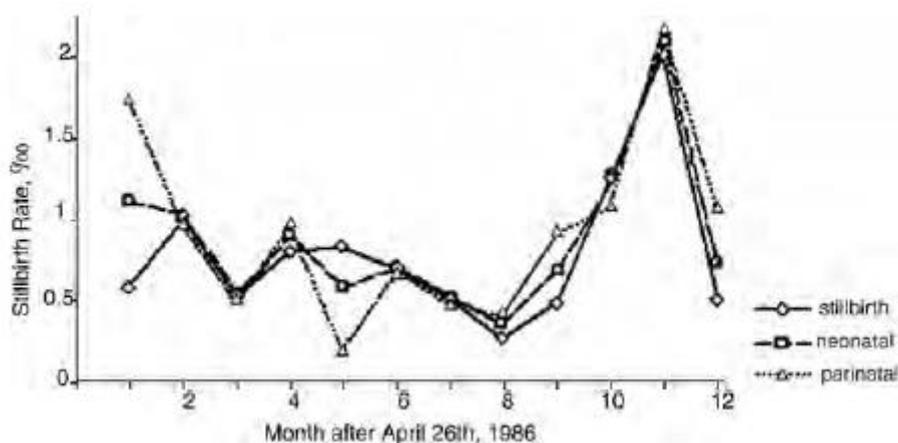


Рисунок 17. Процент мертворожденных детей, неонатальной и перинатальной смертности в Англии и Wales (Busby, 1995)

Греция

С января по март 1987 г. в стране было зарегистрировано уменьшение числа новорожденных детей на 10 %.

Финляндия

С декабря 1986 г. по январь 1987 г. наблюдался процент увеличения рождения недоношенных детей среди женщин, **первые 3 месяца беременности** которых протекали в период Чернобыльской аварии.

Венгрия

Был зарегистрирован процент уменьшения числа новорожденных детей с февраля по март 1987 г.

Увеличение частоты спонтанных абортос после Чернобыльской аварии

Финляндия

Июль-август 1986 г. – увеличение частоты абортос в зонах, загрязненных цезием Cs-137, после 1986 г. – частота выросла на 20 %.

Норвегия

1986 г. – увеличение частоты абортос с 7,2 % до 8,3 % в 6 наиболее загрязненных графствах.

Швеция

Увеличение частоты спонтанных абортос среди женщин, **первые 17 недель беременности которых приходились на момент катастрофы.**

Италия

В Ломбардии в 1986 г. было зарегистрировано увеличение на **20 % частоты спонтанных абортос** среди женщин, **первые 3 месяца беременности которых приходились на момент катастрофы.**

Норвегия

Было зарегистрировано увеличение числа спонтанных абортс среди женщин, беременность которых на момент аварии приходилась на **первые 3 месяца**.

Сразу после аварии было зарегистрировано увеличение числа мертворожденных детей, смерти новорожденных и низкий вес новорожденных, - все это связывалось с влиянием радионуклидной экспозиции на плод:

в Швеции и Греции - на 10 % на некоторых территориях,

в Польше – на 5 %,

в Норвегии, Венгрии, Финляндии – на 20 %,

в Англии и Уэльсе – удвоение в феврале 1987 г.,

в Дании – на 20 %,

в Исландии и Венгрии – на 30 % по стране (1, ст. 2006 г., цит. стр. 199).

6. Последствия катастрофы для окружающей среды в Европе:

воздух, водоемы, почва

Воздух

1й год после аварии в радиусе 7 км от АЭС электропроводимость в воздухе и в почве была в **250-570 раз выше**, по сравнению с территориями, удаленными на сотни км. В 30 км зоне отселения **радиолиз** в воздухе привел к угнетению экосистем. Концентрация ионизированного воздуха вблизи АЭС превышала таковую в регионе Калуги в России и Житомира на Украине в **130-200 раз**.

С апреля по май 1986 г. радиоактивность в воздухе в Белоруссии увеличилась в 1 миллион раз.

Radionuclide	Minsk City, April 28–29	Baryshevka, Kiev Province, April 30–May 1
Te-132	74	3,300
I-131	320	300
Ba-140	27	230
Cs-137	93	78
Cs-134	48	52
Se-141	–	26
Se-144	–	26
Zr-95	3	24
Ru-103	16	24

Таблица 18. Концентрация (Бк/м³) некоторых радионуклидов 29.04-01.05.1986 г. в Белоруссии и на Украине (Kryshchuk and Ryazantsev, 2000).

В **Березинском Биосферном Заповеднике** (400 км от АЭС) 27-28.04.1986 г. концентрация йода I-131 и цезия Cs-137 в воздухе была 150-200 Бк/м³ и 9,9 Бк/м³.

В **Хойниках** в 1986 г. среднегодовая концентрация **Cs-137** равнялась 3,2 x 10⁻² Бк/м³, в **Минске** – 3,8 x 10⁻³ Бк/м³, - эти уровни превышали в **10'000 и 1'000 раз предаварийную концентрацию (меньше 10⁻⁶ Бк/м³)**.

В Хойниках среднегодовая концентрация плутония Pu-239 и Pu-240 в воздухе в 1986 году равнялась 8,3 x 10⁻⁶ Бк/м³, в Минске – 1,1 x 10⁻⁶

Бк/м³ – в 1'000 раз выше по сравнению с предаварийной концентрацией (меньше 10⁻⁹ Бк/м³).

Полупериод **очистки воздуха** от плутония **Pu** равнялся 14,2 месяцам, от цезия Cs-137 – 40 месяцам.

Высокие уровни данных радионуклидов были определены также многие годы спустя после катастрофы.

Уровень загрязнения воздуха в Белоруссии определялся 3мя динамическими компонентами:

1. Общая радиологическая ситуация
2. Циклическая динамика, связанная со сменой сезонов (сельскохозяйственная деятельность)
3. Случайная динамика (такие антропогенные факторы, как **пожары**).

В 1992 году эффект пожара вокруг Чернобыльской АЭС был таким обширным, что в воздухе значительно возрос средний уровень концентрации радионуклидов, увеличивая загрязнение населения за счет вдыхания воздуха. На территориях с высоким уровнем содержания радионуклидов в почве горячий воздух в результате пожара поднялся на высоту до 3 км и был разнесен на сотни км.

В России уровень радиоактивности вплоть до 10'000 раз выше уровня, предшествовавшего катастрофе, был зарегистрирован во **Владивостоке**. Годы спустя после аварии вторичное радиоактивное загрязнение за счет пыли и аэрозоля было несколько раз разнесено по воздуху.

В сентябре 1992 года аэрозоль поднялся, был разнесен ветром из 30 км зоны отселения вокруг АЭС и был зарегистрирован в **г.Вильнюс в Литве** (более 400 км) через 5-7 часов. Концентрация цезия **Cs-137 в аэрозоле превышала предельно допустимый параметр в 100 раз.**

Канада

Канаду покрыли 3 радиоактивных облака: 06.05.1986 г., 14.05.1986 г. и 25-26.05.1986 г. Радиоактивный выброс включал следующие элементы: Be-7, Fe-59, Nb-95, Zr-95, Ru-103, Ru-106, Cs-137, I-131, La-141, Ce-141, Ce-144, Mn-54, Co-60, Zn-65, Ba-140.

Дания

27-28.04.1986 г. концентрация Cs-137 равнялась 0,24 Бк/м³, Sr-90 – 5,7, Pu-239/Pu-240 – 51 Бк/м³, Am-241 – 5,2 мБк/м³.

Финляндия

Nuclide	Activity	Nuclide	Activity
I-131	223,000	Te-131m	1,700
I-133	48,000	Sb-127	1,650
Te-132	33,000	Ru-106	630
Cs-137	11,900	Ce-141	570
Cs-134	7,200	Cd-115	400
Ba-140	7,000	Zr-95	380
Te-129m	4,000	Sb-125	253
Ru-103	2,880	Ce-143	240
Mo-99	2,440	Nd-147	150
Cs-136	2,740	Ag-110m	130
Np-239	1,900		

Таблица 19. Радиоактивность в воздухе (мБк/м³) 19 радионуклидов в Финляндии, Nurmijarvi, 28.04.1986 г. (Sinkko et al., 1987).

Как видно из *Таблицы 19*, уже 2 дня после катастрофы в воздухе Финляндии определяли 19 типов радионуклидов в высочайшей концентрации.

Япония

Было зарегистрировано 2 радиоактивных облака: на высоте 1'500 м 01.05.1986 г. и выше 6'000 м в конце мая. В воздухе было идентифицировано 20 типов радионуклидов, которые включали Cs-137, I-131 и Ru-103.

Концентрация Cs-134/137 в воздухе на северо-западе Японии увеличилась в 1'000 раз.

Высокая концентрация Cs-137 регистрировалась в Японии вплоть до конца 1988 г.

Югославия

В воздухе Белграда было зарегистрировано увеличение концентрации плутония Pu-238/239/240.

Шотландия

Вечером 03.05.1986 г. радиоактивный выброс над страной включал Te-132, I-132, I-131, Ru-103, Cs-137, Cs-134, Ba-140/La-140.

США

Было извещено о Чернобыльском облаке в море Беринга, которое достигло его, пересекая Арктику через низкую тропосферу и Тихий Океан через тропосферу средней высоты.

Первое облако появилось 10.05.1986 г., второе – 20-23.05.1986 г.

Водные системы

Загрязнение с дождем отложилось на почве и в водных бассейнах рек Днепр, Припять, Неман, Волга, Дон, Западная Двина/Даугава.

В первые дни после аварии общая активность в реке Припять вблизи АЭС была > 3'000 Бк/л, в конце мая она снизилась до 200 Бк/л.

Максимальная концентрация плутония **Pu-239** в реке Припять равнялась **0,37 Бк/л**.

В мае-июне 1986 года уровень радиоактивности в водоемах Киева превышал в 100'000 раз предаварийный уровень.

Концентрация йода I-131 в водных бассейнах Ленинградской области (Сосновый Бор) 02.05.1986 года равнялась 1'300 Бк/л, 04.05.1986 г. – 740 Бк/л.

В июле 1986 года донные отложения в водных бассейнах вблизи АЭС содержали:

Ni-98 – 27 КБк/кг, Се-144 – 20,1 КБк/кг, Zr-96 – 19,3 КБк/кг.

Моллюски **Bivalvia** в реке **Днепр** поглотили значительное количество **стронция Sr-90**, водные растения – 10-40 %, рыба – 2 %, моллюски **Gastropoda** – от 1 до 10 %, планктон около 1 %.

Водные растения в **реке Днепр** поглотили **85-87 % стронция Cs-137**, зообентос – 1-8 %, рыба – 1-8 %, моллюски **Gastropoda** – около 1 %.

Как видно из *Таблицы 20*, **бионакопление** в тканях моллюсков, в водных растениях и в рыбе может превышать концентрацию радионуклидов в воде в тысячи раз.

Radionuclide	Mollusks	Water plants	Fishes (bream, sander, roach, silver bream)
Ce-141, Ce-144	3,000–4,600	20,000–24,000	500–900
Ru-103, Ru-106	750–1,000	11,000–17,000	120–130
Cs-134, Cs-137	178–500	2,700–3,000	100–1,100
Zr-95	2,900	20,000	190
Ni-95	3,700	22,000	220
Sr-90	440–3,000	240	50–3,000
Pu	—	4,175	98
Am	—	7,458	1,667
I-131	120	60	2–40

*Concentration in aquatic flora and fauna as compared with concentration in water.

Таблица 20. Коэффициент накопления некоторых радионуклидов в водных организмах в реке Днепр и в водном резервуаре Киева, 1986-1989 г.г. (Kryshch and Ryazantsev, 2000).

Более 90 % Pu/Am в водных системах концентрируется в отложениях.

Более 99 % Sr-90 мигрировало в растворенное состояние.

Концентрация Cs-137 и Sr-90 в водных системах находилась в прямой зависимости от концентрации в почве. Концентрация Cs-137 в реке Припять на территории, на которой почва была загрязнена на уровне 1,480 КБк/км², достигала 3 Бк/л, Sr-90 – 0,7 Бк/л.

В Белоруссии в сильно загрязненном **Веткинском районе**, в озере Светско (Svjetsko) концентрация радионуклидов в воде равнялась 8,7 Бк/л, в водных растениях – 3'700 Бк/л, **в рыбе – 39'000 Бк/л.**

В других странах, как Финляндия, Польша, Канада (Таблица 21), данные говорят о том, что концентрация радионуклидов была в **1'000 выше предаварийных уровней и в 80 раз выше по сравнению с концентрациями, наблюдавшимися после ядерных тестов 60х годов.**

Radionuclide	Maximum concentration	Location	Date	Reference
Cs-137	5,300 Bq/m ³ *	Finland	1986	Saxen and Aaltonen, 1987
	325 mBq/liter	Canada, Ontario	May 1986	Joshi, 1988
	700 Bq/liter	France, Paris	Apr. 29–30, 1986	Thomas and Martin, 1986
Sr-89	11,000 Bq/m ³	Finland	1986	Saxen and Aaltonen, 1987
Te-132	7,400 Bq/liter	France, Paris	Apr. 29–30, 1986	Thomas and Martin, 1986

*About 1,000 times higher than the precatastrophe concentration, and up to 80 times higher than the highest values after the nuclear weapons test period in the 1960s.

Таблица 21. Концентрация радионуклидов в дождевой воде и в водоемах в некоторых странах, 1986-1987 г.г.

В Шотландии сразу после аварии концентрация в море Te-132, I-132, I-131, Ru-103, Cs-137, Cs-134, Ba-140, La-140 составила **7'000 Бк/л.**

Греция

Широкомасштабность Чернобыльского радиоактивного выброса 05-06.05.1986 года демонстрируют данные, представленные в Таблице 22 для Греции:

Radionuclide	Maximum concentration
I-131	117,278
Te-132	70,700
I-132	64,686
Ru-103	48,256
Ba-140	35,580
Cs-137	23,900
La-140	15,470
Cs-134	12,276

Таблица 22. Активность некоторых радионуклидов после Чернобыльского радиоактивного выброса в Тессалониках, Греция (Бк/м²), 5-6 мая 1986 г. (Papastefanou et al., 1988).

Северное море

В осадках концентрация Ru-103 составляла 670 Бк/л (этот изотоп преобладал). **Морская пена** содержала концентрацию в несколько тысяч раз превышавшую таковую в морской воде. Cs-137 и Cs-134 мигрировали в осадки быстрее, Ru-106 и Ag-110 накапливались в пене.

Голландия

Активность I-131, Te-132, I-132, La-140, Cs-134, Cs-137 и Ru-103 в дождевой воде в зоне Nijmegen 01-21.05.1986 года равнялась 9 КБк/л. Общая активность радионуклидов, выпавших в данный период, была оценена в 55 ГБк.

Польша

В Балтийском море концентрация Pu-239 и Pu-240 была 30-98 Бк/м² в 3х зонах забора проб. Река Вистула получила 192 МБк Pu-239/240, принеся изотопы в Балтийское море. Концентрация Cs-137 в озере Sniardwy равнялась 6'100 Бк/м².

Швеция

Среднегодовая концентрация Cs-137 в поверхностных водах моря за период 1986-2004 г.г. снизилась с 150 до 50 Бк/л, оставаясь постоянно почти в 5 раз больше предаварийного уровня (пунктирная линия).

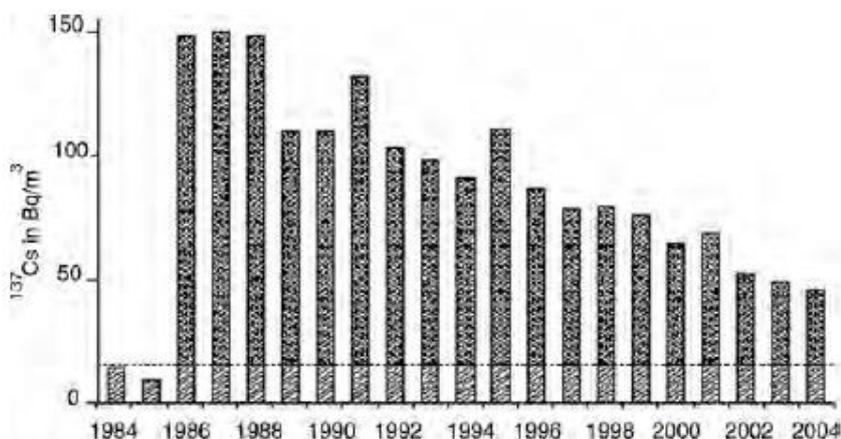


Рисунок 23. Среднегодовая концентрация Cs-137 (Бк/л) в поверхностных водах в районе Gotland, Швеция (забор проб вплоть до 10 м) в 1984-2004 г.г. Пунктирная линия – предаварийный уровень (1984-1985 г.г.) (HELCOM, 2006).

Тирренское море

Данные многолетнего мониторинга, представленные на **Рисунке 24**, демонстрируют динамику содержания цезия Cs-137 в воде Тирренского моря, которое варьирует от 5 до 50 мБк/л в период с 1963 по 1985 годы и достигает наибольшего значения около **700 мБк/л в 1986 году**.

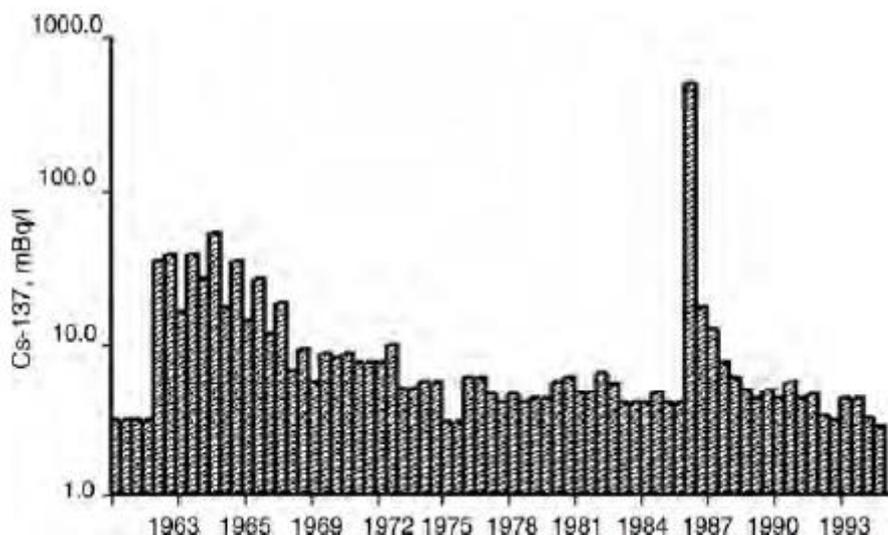


Рисунок 24. Концентрация Cs-137 (мБк/л) в поверхностных водах Тирренского моря, 1960-1995 г.г. (Europe Environmental Agency, 1999).

Почва

Распаханные поля и пастбища в радиусе от 50 до 650 км вокруг АЭС содержали от 25 до 1'000 КБк/м² цезия Cs-137 (глубина почвы до 5 см), Sr-90 – от 1,4 до 40 КБк/м².

Австрия

В мае 1986 г. в регионе г.Зальцбург концентрация Cs-137 в почве была 31 КБк/м² (измеренный максимум равнялся 90 КБк/м² и 200 КБк/м²). 10 лет после аварии 54 % цезия Cs-137 отложилось в 2 см слое почвы в сосновом лесу.

Болгария

В загрязненных зонах уровень цезия Cs-137 равнялся 81,8 КБк/м², в **8 раз больше по сравнению с его содержанием после проведения ядерных тестов.**

Хорватия

В загрязненных зонах в 1986 году измеренный уровень Cs-137 равнялся 6,3 КБк/м².

Дания

В загрязненных зонах измеренный уровень Cs-137 и Sr-90 равнялся, соответственно, 1,3 и 38 Бк/м².

Фарерские острова – Cs-137 = 2 КБк/м², Гренландия = 188 Бк/м².

Эстония

В загрязненных зонах измеренный уровень Cs-137 равнялся 40 КБк/м².

Франция

По данным независимой лаборатории **CRIIRAD** (1988) (*Комиссия по Независимым Исследованиям и Информации по Радиоактивности, Commissione di Ricerca e di Informazione Indipendente sulla Radioattività*), в загрязненных зонах был измерен уровень цезия Cs-137 до 545 КБк/м², во французских Альпах -400 КБк/м².

Германия

В июне 1986 г. в загрязненных зонах в почве уровень Cs-137 равнялся 6 КБк/м², Cs-137 в верхней Швабии = 43 КБк/м², в Бонне - 1,38 КБк/м², Cs-134/137 на юге Германии - 60 КБк/м², Te-132 в Мюнхене – 120 КБк/м².

Ирландия

Сразу после аварии уровень цезия Cs-134/137 равнялся 14'200 Бк/м², - в **20 раз выше по сравнению с уровнем перед катастрофой.**

Италия

В горах региона Фриули Венеция Джулия измеренный уровень Cs-137 равнялся 20-40 КБк/м² и концентрация в почве (0-5 см) в первые 5 лет уменьшилась лишь на 20 %.

Япония

Сразу после аварии в почве было обнаружено 20 радионуклидов (Cs-137, I-131, Ru-103, в концентрации, соответственно, 414, 19 и 1 Бк/м²).

Норвегия

В 1986 году в отложениях было измерено содержание цезия Cs-134/137 500 КБк/м², 22 КБк/м² во льдах острова Шпицберген, 54 на юге страны, 200 в почве.

Польша

05.05.1986 г. почва (0-5 см) содержала смесь 13 радионуклидов общей концентрации 360 КБк/м² (Таблица 25):

Radionuclide	Activity	Radionuclide	Activity
Te-132	29.3	Ba-140	2.5
I-132	25.7	La-140	2.4
I-131	23.6	Mo-99	1.7
Te-129m	8.0	Ru-106	1.3
Ru-103	6.1	Sb-127	0.8
Cs-137	5.2	Cs-136	0.7
Cs-134	2.7	Total	Up to 360

Таблица 25. Активность некоторых радионуклидов в почве после Чернобыльского радиоактивного выброса (КБк/м², 0-5 см), зона Кракова, 1 мая 1986 г. (Broda, 1987).

Швеция

Деревья в лесу содержали 50 КБк/м² Cs 137, вплоть до 200 КБк/м².

Англия

1-06.05.1986 г. в г.Леруик, Шотландия – 26 КБк/м² I-131, в г. Холмрук в графстве Камбрия – 41, в Шотландии – 100 Cs 134/137.

США

08.05-20.06.1986 г. Соломоновы острова – 4'250 Бк/м² Cs-137, 22'000 Бк/м² Ru-103, г.Портленд, штат Орегон – 11.05.1986 г. – 9'157 Бк/м² I-131.

Отложения радионуклидов после Чернобыльской катастрофы превысили таковые, накопленные после ядерных тестов 60х годов.

Как следствие, только концентрация плутония **Pu возросла в несколько тысяч раз на расстоянии тысячи км от АЭС.** Была отмечена **вертикальная миграция радионуклидов и их накопление в корневой системе, миграция по пищевой цепи.**

Этот механизм увеличил уровень загрязнения радионуклидами внутри организмов населения (INDOOR) на всех территориях, загрязненных в результате Чернобыльского выброса.

6.1. Влияние на ФЛОРУ: радиоморфоз, генетические изменения

Таблица 26 отражает уровни загрязнения **травы, мха, чая и иглоок сосен** радионуклидами (Бк/кг) в 1986 г., подчеркивая, что уровень загрязнения мха в **139 раз превышал данные за 1985 год** (звездочки).

Nuclide	Subject	Activity	Country	Reference
Cs-137	Moss	40,180*	Norway	Staaland <i>et al.</i> , 1995
	Hair moss	28,000	Finland	Ilus <i>et al.</i> , 1987
	Moss	20,290**	Norway	Staaland <i>et al.</i> , 1995
	Moss	12,370***	Germany	Elstner <i>et al.</i> , 1987
	Tea, <i>Thea sinensis</i>	44,000	Turkey	Gedikoglu and Sipahi, 1989
	Moss, <i>Hylocomium splendens</i>	40,000	Norway	Steinnes and Njastad, 1993
	Moss	30,000	Germany	Heinzel <i>et al.</i> , 1988
I-131	Plants	2,100	Japan	Ishida <i>et al.</i> , 1988
	Edible seaweed	1,300	Japan	Hisamatsu <i>et al.</i> , 1987
	Grass	15,000 Bq/m ²	UK	Clark, 1986
Ce-141	Pine needles	40,000	Finland	Lang <i>et al.</i> , 1988
Ru-103	Pine needles	35,000	Finland	Lang <i>et al.</i> , 1988
	Hair moss	18,000	Finland	Ilus <i>et al.</i> , 1987
Te-132	Herbs	730	Finland	Rantavaara, 1987
Sr-89	Hair moss	3,500	Finland	Ilus <i>et al.</i> , 1987

* 1987; ** 1988; *** up to 139 times higher than in 1985.

Таблица 26. Загрязнение растений после Чернобыльского радиоактивного выброса, 1986 г.

Корни растений накапливали радионуклиды в 7 раз больше по сравнению с листьями, цветы накапливали меньше по сравнению с листьями.

В листьях **люпина** (*Lupinus*) концентрация Cs-137 была в 5 раз выше, по сравнению с **кукурузой** (*Zea mays*), **клевером** (*Trifolium*) и травой *Vicia* (растения, которыми питаются коровы и лошади).

Различные типы почвы накапливали радионуклиды по-разному.

Для **торфа** был отмечен высокий уровень переноса из почвы к растениям.

Уровень накопления радионуклидов находился в прямой зависимости от концентрации загрязнения почвы. (Рисунок 27).

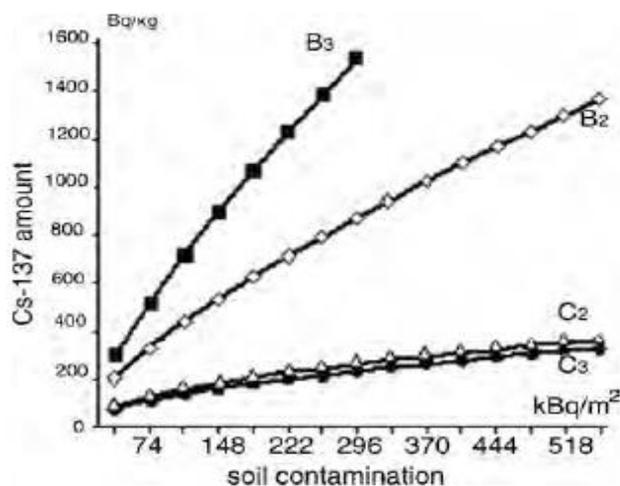


Рисунок 27. Содержание цезия Cs-137 (Бк/кг) в ягодах черники *Vaccinium myrtillus* и в почве, КБк/м², Украина.

Необходимо подчеркнуть, что если концентрация радионуклидов в **малине** и **землянике** за 13 лет снизилась, **в ягодах черники она осталась высокой**.

Высокие значения накопления Cs-137 были обнаружены для семейств **Вересковых и Бобовых**; **низкие значения** были найдены для растений семейства **Яснотковых и лекарственных растений** (*Origanum vulgare*, *Salvia officinalis*, *Thymus sp.*); **незначительное содержание** было отмечено для растений семейства **Астровых** (*Achillea millefolium*, *Calendula officinalis*) и семейства **Зверобойных** (*Hypericum perforatum*).

Было отмечено, что коэффициент переноса стронция **Sr-90 из почвы в растение больше в 10-20 раз**, по сравнению с цезием **Cs-137**, при одинаковых условиях для тех же растений.

Бобовые имеют тенденцию к накоплению Рн и Ат (1, цит. стр. 265, статья 2002 г).

Лишайники и грибы накапливали радионуклиды в высоких концентрациях, в зависимости от концентрации в почве (Таблица 28).

В **Таблице 28** представлены данные по накоплению радионуклидов в **лишайниках/грибах** в разных странах в 1986 г., общая активность которых достигает **400'000 Бк/м²**, превышая от **75 до 100 раз концентрацию в предаварийный период**.

Nuclide	Subject	Activity	Country	Reference
Cs-137	Lichen	40,040*	Norway	Staaland <i>et al.</i> , 1995
	Lichen	36,630	Poland	Seaward <i>et al.</i> , 1988
	Reindeer lichen	25,000**	Norway	Solem and Gaare, 1992
	Mushrooms	16,300	Japan	Yoshida <i>et al.</i> , 1994
	Lichen	14,560	Greece	Papastefanou <i>et al.</i> , 1988
	Mushrooms	8,300***	Germany	Elstner <i>et al.</i> , 1987
	Mushrooms	6,680	Finland	Rantavaara, 1987
Cs-135/Cs-137	Lichen, <i>Cladonia stellaris</i>	60,000	Norway	Brittain <i>et al.</i> , 1991; Steinnes <i>et al.</i> , 1993
	Mushrooms	24,000	France	Coles, 1987
Ce-144	Lichen	18,500	Poland	Seaward <i>et al.</i> , 1988
Nb-95	Lichen	8,114	Poland	Seaward <i>et al.</i> , 1988
Ru-106/Rh-106	Lichen	16,570	Poland	Seaward <i>et al.</i> , 1988
Total activity	Lichen, <i>Cladonia silvatica</i>	400,000	Ukraine	Grodzinsky, 1995b

*1987: **up to 75-fold higher than in 1985: ***up to 93-fold more than in 1985.

Таблица 28. Загрязненность радионуклидами лишайников/грибов в некоторых странах в 1986 г. (Бк/кг).

Радиоморфоз

Изменение нормальной морфологической структуры растений в условиях радиационного влияния является типичным проявлением на территории, подверженной тяжелому загрязнению.

Аномальный рост листьев, стеблей, корня, почек, цветов наблюдался в радиусе 30 км в зоне отселения вокруг Чернобыльской АЭС.

В 1986-1987 г.г. и в последующие годы число **морфологических аномалий** возросло и было больше на территории с большим загрязнением.

Наибольшее число данных аномалий наблюдалось у **хвойных деревьев**.

Как следует из данных по длине и весу иголок **Сосны обыкновенной** (*Pinus silvestris*) и **Ели** (*Picea abies*), представленных в Таблице 29, на почве с большим загрязнением иглы сосны имели меньшие размеры и более крупные иглы наблюдались у ели.

	Characters	Low contamination	Heavy contamination
Pine	Length of needles, mm	60 ± 4	19 ± 3
	Weight of needles, mg	80 ± 3	14 ± 2
Spruce	Length of needles, mm	16 ± 2	40 ± 3
	Weight of needles, mg	5 ± 1	95 ± 5

Таблица 29. Влияние радиоактивного загрязнения после Чернобыльской аварии на морфометрические параметры Сосны (*Pinus silvestris*) и Ели (*Picea abies*) (Sorochinsky, 1998).

Пшеница (*Triticum aestivum*) имела морфологические аномалии в виде обрубленных колосьев, гигантизма, стерильности и т.д. Тенденция нормализации аномалий появилась в 4-6 поколении после аварии, но было отмечено **накопление мутаций**.

Генетические изменения

Сразу после аварии увеличилось число мутаций и этот уровень оставался высоким многие годы. Из Таблицы 30 следует, что частота (в %) мутаций хлорофилла **ржи** (*Secale seriale*) и **ячменя** (*Hordeum vulgare*) увеличилась на 30 км территории отселения, соответственно, в **57-70 раз и в 2 раза**, по

сравнению с контролем. Частота мутаций **пшеницы** (*Triticum aestivum*) была в **6 раз** более высокой на территории с большим загрязнением.

	Contamination Years				
	Control	1986	1987	1988	1989
Rye, var. "Kiev-80"	0.01	0.14	0.40	0.91	0.71
Rye, var. "Kharkov-03"	0.02	0.80	0.99	1.20	1.14
Barley, var. # 2	0.35	0.81	0.63	0.70	0.71

Таблица 30. Частота (%) мутаций хлорофилла ячменя (*Hordeum vulgare*) и ржи (*Secale seriale*) в радиусе 30 км зоны, загрязненной цезием Cs-134/137, церием Ce-144, рутением Ru-106 (Grodzinsky et all., 1991)

Как видно из Таблицы 31, процент хромосомных aberrаций меристемы корней **люпина, горошка, ржи, пшеницы и ячменя** на загрязненной территории увеличился, соответственно, в 17.6, 39.5, 24.8, 17.8 и 12 раз, по сравнению с группой контроля.

	Years				
	Control	1986	1987	1988	1989
<i>Lupinus alba</i>	0.9	19.4	20.9	14.0	15.9
<i>Pisum sativum</i>	0.2	12.9	14.1	9.1	7.9
<i>Secale cereale</i>	0.7	14.9	18.7	17.1	17.4
<i>Triticum aestivum</i>	0.9	16.7	19.3	17.7	14.2
<i>Hordeum vulgare</i>	0.8	9.9	11.7	14.5	9.8

Таблица 31. Частота хромосомных aberrаций корней некоторых растений, культивируемых на территории, зараженной после Чернобыльского радиоактивного выброса, 1986-1989 г.г. (Grodzinsky, 2006).

В зависимости от уровня загрязнения почвы от **37 до 370 КБк/кг** возрастал также **митотический индекс (от 4.4 до 117)**.

Хромосомные aberrации апикальной части корней **лука** (*Allium cepa*) напрямую зависели от уровня загрязнения почвы, число дегенеративных клеток выросло от **100 до 900**, в зависимости от концентрации радионуклидов в почве. (Таблица 32).

Soil activity, kBq/kg	Number of cells, n	Mitotic index, %	Percent of control		
			Aberrant cells	Cells with micronucleus	Degenerate cells
Control	15,005	4.1	100	100	100
37	33,275	4.4	240	171	250
185	29,290	4.4	216	129	500
370	23,325	117	150	229	900

Таблица 32. Хромосомные aberrации апикальной части **лука** (*Allium cepa*) в зависимости от уровня загрязнения почвы (Grodzinsky, 2006).

Средняя частота мутаций у **Сосны** (*Pinus silvestris*) в зависимости от степени загрязнения была в **10 раз выше в радиусе 30 км**, по сравнению с контрольными образцами, и длилась 8 лет после аварии.

Используя язык ботаников, в 30 км зоне отселения наблюдалась настоящая **“геоботаническая катастрофа”**: **хромосомный беспорядок**, который будет длиться многие годы – инверсии, перемещения, изменение числа хромосом, высокий процент не развившейся пыльцы ультра-мелких размеров. **Хвойные деревья** пострадали больше всего (**“Красный лес”**), - причиной этого цвета была высокая концентрация **антоциана (фиолетового цвета)**.

Накопление антоциана было отмечено для **кукурузы, бобов**, растения *arabidopsis*, в зависимости от уровня загрязнения. (Таблица 33).

	Levels of irradiation	Anthocyanin (% of control)
Corn (<i>Zea mays</i>), sprouts	Soil 975 Bq/kg	119
Mung (<i>Phaseolus aureus</i>)	Chronic irradiation, 0.5 Gy	157
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Chronic irradiation, 0.5 Gy	173

Таблица 33. Накопление антоциана в облученных растениях. (Grodzinsky, 2006).

Радиочувствительность некоторых видов растений увеличилась в условиях хронического радиационного воздействия низких доз в 30 км зоне отселения, **с постепенной потерей восстанавливаемости ДНК**.

6.2. Влияние на ФАУНУ

Радиоактивный шок 1986 года, комбинированный с воздействием низких доз радиоактивности, возымел сильное влияние на **морфологический, физиологический и генетический беспорядок** каждого из изученных видов животных – **млекопитающих, птиц, земноводных, рыб, беспозвоночных**.

Сообщения, извещающие о **“цветущих популяциях”** в природе вблизи АЭС некоторых видов птиц, касаются лишь **мигрирующих** и не относятся к местным популяциям.

Спустя почти 3 десятилетия после катастрофы уровень накопленных в организмах радионуклидов остается значительно высоким, как среди животных, проживающих вблизи АЭС, так и в некоторых европейских зонах.

Уровень мутаций в популяциях животных на загрязненных территориях характеризуется высокими показателями, существует геномная трансгенная нестабильность популяций. Длительные наблюдения за природными и экспериментальными популяциями на территориях с высоким уровнем загрязнения показывают значительное увеличение **заболеваемости и смертности**, схожее с изменениями здоровья у человека – увеличение

частоты заболеваемости раковыми опухолями, иммунологическая недостаточность, уменьшение длительности жизни, раннее старение, изменения формулы крови, нарушения системы кровообращения, репродуктивной системы, генетические изменения, злокачественные образования и т.д.

Необходимо помнить, что человек, *homo sapiens*, является частью животного мира и его здоровье характеризуется теми же последствиями, которые наблюдаются среди животных.

Имеются сотни статей, опубликованные ветеринарными врачами Украины, Белоруссии и России, которые описывают ухудшение **здоровья коров, свиней, овец, кур** на территориях, загрязненных радионуклидами.

6.2.1. Копытные и грызуны

Nuclide	Bq/kg	Species	Country	Reference
Sr-90	1,870	Bank vole (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Belarus	Ryabokon' <i>et al.</i> , 2005*
Cs-137	400,000	Bank vole (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Belarus	Ryabokon' <i>et al.</i> , 2005*
	187,000	Wild swine (<i>Sus scrofa</i>)	Russia	Pel'gunov <i>et al.</i> , 2006
	74,750	Roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>)	Russia	Pel'gunov <i>et al.</i> , 2006
	48,355	Common shrew (<i>Sorex araneus</i>)	Russia	Ushakov <i>et al.</i> , 1996
	42,000	Little shrew (<i>Sorex minutus</i>)	Russia	Ushakov <i>et al.</i> , 1996
	24,630	Yellow neck mouse (<i>Apodemus flavicollis</i>)	Russia	Ushakov <i>et al.</i> , 1996
	7,500	Brown hare (<i>Lepus europaeus</i>)	Russia	Pel'gunov <i>et al.</i> , 2006
	3,320	Moose (<i>Alces alces</i>)	Russia	Pel'gunov <i>et al.</i> , 2006
	1,954	White tailed deer	Finland	Rantavaara, 1987
	1,888	Arctic hare (<i>Lepus timidus</i>)	Finland	Rantavaara <i>et al.</i> , 1987
	1,610	Moose (<i>Alces alces</i>)	Finland	Rantavaara <i>et al.</i> , 1987
	760 ¹	Moose (<i>Alces alces</i>)	Sweden	Johanson and Bergström, 1989
	Cs-134	720	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	Finland
60,000		Bank vole (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Belarus	Ryabokon' <i>et al.</i> , 2005*
Cs134/Cs-137	100,000	Reindeer (<i>Rangifer tarandus</i>)	Norway	Strand, 1987
	15,000	Sheep (<i>Ovis ammon</i>)	Norway	Strand, 1987
	3,898	Sheep (<i>Ovis ammon</i>)	Great Britain (Cumbria)	Sherlock <i>et al.</i> , 1988
Pu-239 + Pu-240	3,200	Roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>)	Germany	Heinzl <i>et al.</i> , 1988
	1.3	Bank vole (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Belarus	Ryabokon' <i>et al.</i> , 2005*
Pu-238	0.6	Bank vole (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Belarus	Ryabokon' <i>et al.</i> , 2005*
Am-241	12	Bank vole (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	Belarus	Ryabokon' <i>et al.</i> , 2005*
	<0.01	Wild boar (<i>Sus scrofa</i>)	Belarus	Borysevich and Poplyko, 2002
Ag-110m	74	Cow (<i>Bos taurus</i>)	Great Britain, 1986	Jones <i>et al.</i> , 1986
Total gamma	58,000	Roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>)	Western Europe	Eriksson <i>et al.</i> , 1996
	113,000	Wild boar (<i>Sus scrofa</i>)	France	Tchykin, 1997
	79,500 d.w. ²	Otter scats	Scotland, July 1986	Mason and MacDonald, 1988

*Calculation from figure (A.Y).

¹Up to 33 times higher than pre-Chernobyl level (Danell *et al.*, 1989).

²10.7 times higher than the pre-Chernobyl peak concentration.

Таблица 34. Содержание радионуклидов в мышечной ткани некоторых животных (Бк/кг, сырой вес) после катастрофы.

В Таблице 34 приведены параметры содержания радионуклидов в мышцах некоторых животных:

Cs-137: грызун *Clethrionomys glareolus* – 400'000 Бк/кг (Белоруссия), **кабан** *Sus scrofa* – 187'000 (Россия), **косуля** *Capriolous capriolus* – 74'750 (Россия), **бурозубка** *Sorex araneus* – 48'355 (Россия), **заяц** *Lepus europeus* – 7'500 (Россия), **белый заяц** *Lepus timidus* – 1'888 (Финляндия), **лось** *Alces alces* – 1'610 (Финляндия) е 760 (Швеция);

Cs-134/Cs-137: северный олень *Rangifus tarandus* – 720 Бк/кг (Финляндия), **баран** *Ovis ammon* – 15'000 (Норвегия), 3'898 (Англия);

Pu-239/240: грызун *Clethrionomys glareolus* – 1.3 Бк/кг (Белоруссия);

Am-241: грызун *Clethrionomys glareolus* – 12 (Белоруссия);

Ag-110: бык *Bos taurus* – 74 (Англия).

5 лет спустя после выброса в организмах грызунов *Clethrionomys glareolus* из территорий с высоким уровнем загрязнения была обнаружена значительная концентрация америция **Am-241**.

10 лет спустя уровень этого радионуклида в телах грызунов поднялся и в будущем предвидится последующее его увеличение.

Уровень **бионакопления** в телах **косули** *Capriolous capriolus* варьировал от 10 до 30 раз, в зависимости от сезона.

На Украине уровень цезия **Cs-137** в телах **мышей** (*Muridae*) и во внутренних органах молодых оленей увеличился в 11 раз. Наибольшая концентрация наблюдалась в телах **оленей**, которые питались листьями **дуба**, ягодами **черники**, **вереском** *Calluna vulgaris* (*Вересковые*).

10 лет после катастрофы в загрязненных зонах Европы радиоактивность мяса **косули** *Capriolus capriolus* достигала **58'000 Бк/кг**, **кабана** *Sus scrofa* – **113'000 Бк/кг** (1, цит. ст. 1995, стр.278).

В Таблице 35 представлены данные по накоплению Cs-137 (Бк/кг сырого веса) в мышцах некоторых млекопитающих из загрязненных зон Брянской области в концентрации **8-28 Ки/км²**:

кабан (*Sus scrofa*) – 250-187'900 Бк/кг;
косуля (*Capreolus capreolus*) – 800 – 74'750 Бк/кг;
лось (*Alces alces*) – 240 – 3'320 Бк/кг;
заяц (*Lepus europeus*) – 504 – 7'500 Бк/кг.

Допустимый предел, согласно российским нормативам – 320 Бк/кг.

Species	$M \pm m$	Min-max
Wild boar (<i>Sus scrofa</i>), n = 59	13,120 ± 3,410	250–187,900*
Roe deer (<i>Capreolus capreolus</i>), n = 97	12,660 ± 1,340	800–74,750
Moose (<i>Alces alces</i>), n = 30	1,860 ± 160	240–3,320
Brown hare (<i>Lepus europeus</i>), n = 8	2,560	504–7,500

*Russian permissible level = 320 Bq/kg.

Таблица 35. Накопление Cs-137 (Бк/кг сырого веса) в мышцах некоторых млекопитающих из Брянской области, концентрация в почве – 8-28 Ки/км, 1992-2006 г.г. (Pel'gurov et all., 2006)

График 36 демонстрирует, что концентрация Cs-137 в организмах **лося** (Бк/кг, сырой вес) 6 лет спустя аварии равнялась около **1'500 Бк**, 10 лет спустя возросла до **3'500 Бк** и через 20 лет снизилась не намного (**2'500 Бк/кг**), **подтверждая теорию биоаккумуляции радиоактивных металлов на загрязненной территории.**

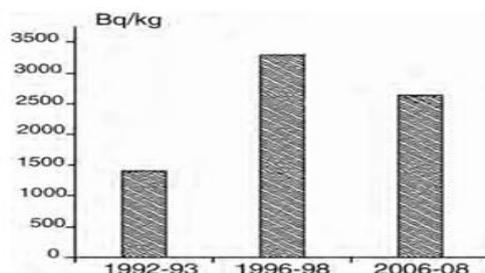


Рисунок 36. Средняя концентрация цезия Cs-137 (Бк/кг, сырой вес) в мышцах лося (*Alces alces*) на загрязненной территории Брянской области, Россия (Pel'gunov et al., 2006)

6.2.2. Птицы

Анализ 44 видов птиц в 5 км зоне вокруг АЭС в 2003-2005 г.г. показал, что наибольший процент загрязнения наблюдался во время **гнездования и вылупления из яиц**. Самки накапливали больше стронция Sr-90, по сравнению с самцами, птенцы и молодые экземпляры птиц накапливали больше радионуклидов, по сравнению с самками.

Накопление Cs-137 не зависело от возраста и пола птиц. (Таблица 37)

Radionuclide	Bq/kg	Species	Country	Reference
Sr-90	1,635,000	Great tit (<i>Parus major</i>)	Ukraine	Gaschak et al., 2008
	556,000	Long-tailed tit (<i>Aegithalos caudatus</i>)	Ukraine	Gaschak et al., 2008
	226,000	Nightingale (<i>Luscinia luscinia</i>)	Ukraine	Gaschak et al., 2008
Cs-137	367,000	Great tit (<i>Parus major</i>)	Ukraine	Gaschak et al., 2008
	305,000	Blackbird (<i>Turdus merula</i>)	Ukraine	Gaschak et al., 2008
	85,000	Song thrush (<i>Turdus philomelos</i>)	Ukraine	Gaschak et al., 2008
	1,930	Mallard duck (<i>Anas platyrhynchos</i>)	Russia	Pel'gunov et al., 2006
	450	Gray partridge (<i>Perdix perdix</i>)	Russia	Pel'gunov et al., 2006
	470	Woodcock (<i>Scopolas rusticola</i>)	Russia	Pel'gunov et al., 2006
	350	Robin (<i>Erithacus rubecola</i>)	Netherlands	De Knijff and Van Swelm, 2008
Cs-134	112	Robin (<i>Erithacus rubecola</i>)	Netherlands	De Knijff and Van Swelm, 2008
Cs-134, Cs-137	10,469	Waterfowl (<i>Anas sp.</i>)	Finland	Rantavaara et al., 1987
	6,666	Goldeneye (<i>Bucephala clangula</i>)	Finland	Rantavaara et al., 1987
Zr-95	467	Robin (<i>Erithacus rubecola</i>)	Netherlands	De Knijff and Van Swelm, 2008
Nb-95	1,292	Robin (<i>Erithacus rubecola</i>)	Netherlands	De Knijff and Van Swelm, 2008
Total gamma	>13,000	Teal (<i>Querquedula querquedula</i> and <i>Q. crecca</i>)	Belarus	Sutchenya et al., 1995
	10,000	Mallard ducks (<i>Anas platyrhyncha</i>)	Belarus	Sutchenya et al., 1995
	>4,000	Coots (<i>Fulica atra</i>)	Belarus	Sutchenya et al., 1995

Таблица 37. Концентрация некоторых радионуклидов (Бк/кг, сырой вес) в телах птиц после Чернобыльской аварии.

В Таблице 37 цитируются некоторые данные по высокому уровню накопления радионуклидов в телах диких птиц из Белоруссии, Украины, Голландии и Финляндии:

Sr-90: **1'635'000 Бк/кг** – **большая синица** *Parus major* (Украина);
556'000 Бк/кг – **аполлоновка** *Aegithalos caudatus* (Украина);

- Cs-137:** 226'000 Бк/кг – **соловей** *Luscinia luscinia* (Украина);
 367'000 Бк/кг – **большая синица** *Parus major* (Украина);
 305'000 Бк/кг – **дрозд** *Turdus merola* (Украина);
 85'000 Бк/кг – **певчий дрозд** *Turdus philomelos* (Украина);
 1'930 Бк/кг – **кряква** *Anas platyrhynchos*
 350 Бк/кг – **зарянка** *Erithacus rubecola* (Голландия);
Cs-134/137: 10'469 Бк/кг – **утка** *Anatra sp.* (Финляндия);
 6'666 Бк/кг – **гоголь обыкн.** *Viscerphala clangula*
 (Финляндия) и т.д.

Значения, которые в худшем случае превышают до **5 миллионов раз допустимый уровень согласно российским нормативам (320 Бк/кг).**

6.2.3. Крупный рогатый скот

Анализ содержания цезия Cs-137 у коров из 2х ферм Житомирской области на Украине показал, что **амниотическая мембрана, плацента и молоко коров** накапливали в большей концентрации данный нуклид на территории с большим загрязнением, в частности, **плацента** накапливала больше цезия, выполняя роль **барьера**. (Таблица 38)

	Level of contamination	
	5–15 Ci/km ²	< 0.1 Ci/km ²
Afterbirth and amniotic membranes	24.3 ± 2.1*	3.1 ± 0.1
Placentas (cotyledons)	36.3 ± 4.2*	4.9 ± 0.4
Colostrals milk	17.3 ± 1.4*	4.4 ± 0.5

¹Data for Ci/km² – summarized for two farms by A. Y.

**p* < 0.001.

Таблица 38. Накопление Cs-137 (Бк/кг, Бк/л) в амниотической мембране, плаценте и в молоке коров с территорий с различной степенью загрязнения из Житомирской области, Украина, 1997-1999 г.г.(Карпик, 2001).

6.2.4. Рыбы

Вплоть до 1996 г. уровень цезия Cs-137 в мышцах **речного окуня** *Perca fluviatilis* из озер Швеции и Финляндии превышал официально допустимые дозы. (1, ст.2000, цит. стр.280).

С 1987 по 2002 год концентрация Cs-137 в мышцах **обыкн. сома** *Silurus glanis* из водоема-охладителя Чернобыльской АЭС возросла с 1'140 до **6'500 Бк/кг (почти в 6 раз)** (1, ст.2004, цит. стр.280). В водных бассейнах, расположенных на загрязненной территории, концентрация радионуклидов в мышцах хищных рыб достигала **300'000 Бк/кг.**

Nuclide	Concentration	Species	Country	Reference
Cs-137	16,000	Perch (<i>Perca fluviatilis</i>)	Finland	Saxen and Rantavaara, 1987
	10,000	Pike (<i>Esox lucius</i>)	Finland	Saxen and Rantavaara, 1987
	7,100	Whitefish (<i>Coregonus</i> sp.)	Finland	Saxen and Rantavaara, 1987
	6,500	Catfish (<i>Silurus glanis</i>)	Ukraine	Zarubin, 2006
	4,500	Bream (<i>Abramis brama</i>)	Finland	Saxen and Rantavaara, 1987
	2,000	Vendace (<i>Coregonus albula</i>)	Finland	Saxen and Rantavaara, 1987
	708	Crucian carp (<i>Carassius carassius</i>)	Russia	Ushakov <i>et al.</i> , 1996
	493	Bream (<i>Abramis brama</i>)*	Poland	Robbins and Jasinski, 1995
	190	"Fish"	Baltic	Ilus <i>et al.</i> , 1987
Cs-134/137	15–30	"Pike and cod"***	Baltic	Ikaheimonen <i>et al.</i> , 1988
	55,000	"Freshwater fish"	Norway	Strand, 1987
Sr-90	12,500	Brown trout (<i>Salmo trutta</i>)	Norway	Brittain <i>et al.</i> , 1991
Sr-90	157	Crucian carp (<i>Carassius carassius</i>)	Russia	Ushakov <i>et al.</i> , 1996
Total gamma	300,000	Raptorial fish	Ukraine	Gudkov <i>et al.</i> , 2004

*120 times that of pre-Chernobyl level.

**About five times the pre-Chernobyl level.

Таблица 39. Концентрация радионуклидов (Бк/кг) в мышцах некоторых рыб после Чернобыльской аварии.

В Таблице 39 представлены некоторые данные по накоплению радионуклидов в мышцах рыб после аварии в водоемах Финляндии, Украины, России, Польши, Норвегии и Балтийских стран:

Cs-137: **16'000 Бк/кг** – **речной окунь** *Perca fluviatilis* (Финляндия);
10'000 Бк/кг – **щука** *Esox lucius* (Финляндия);
12'500 Бк/кг – **форель** *Salmo trutta* (Норвегия);
7'100 Бк/кг – **сиг** *Coregonus* sp. (Финляндия);
6'500 Бк/кг – **сом** *Silurus glanis* (Украина);
4'500 Бк/кг – **лещ** *Abramis brama* (Финляндия);
2'000 Бк/кг – **ряпушка** *Coregonus albula* (Финляндия);
708 Бк/кг – **карась обыкн.** *Carassio carassio* (Россия);
493 Бк/кг – **лещ** *Abramis brama* (Польша, **значение превышало предаварийный уровень в 20 раз**);

6.2.5. Мед и планктон

Через несколько часов после аварии мед в Германии уже содержал до **14'000 Бк/кг** йода I-131 и более **750 Бк/кг** рутения Ru-193.

В 1986 году радиоактивность планктона в Балтийском море достигала **2'600 Бк/кг** и **3'900 Бк/кг** по нептунию Np-239.

6.2.6. Аномалии размножения

В сентябре 1986 года популяция **мышей** (*Muridae*) на загрязненных территориях Украины **уменьшилась в 5 раз**.

Наблюдалось увеличение числа гибели эмбрионов вплоть до 22 поколения в популяции **грызуна** *Clethrionomys glareolus* на загрязненных территориях. Несмотря на уменьшение уровня загрязнения почвы, высокая смертность сохранялась.

В радиусе 30 км зоны отселения в течение 1,5 месяцев сексуальная активность самцов **крыс** (*Rattus norvegicus*) была подавлена, самцы не

демонстрировали ни сексуальной мотивации, ни эрекции, и как результат число оплодотворенных самок уменьшилось, снизив плодовитость вида. Наблюдения, выполненные на популяции **кабана** *Sus scrofa* с территорий, загрязненных **Cs-137** в концентрации **1-5 Ки/км²** и **Sr-90** в концентрации **0,04-0,08 Ки/км²**, показали значительное уменьшение семенных канатиков, расширение, некроз, необычные положения половых клеток, в частности, у самцов кабанов в возрасте 2-4 года.

Наблюдалось уменьшение частоты осеменения, от 1,8 до 2,5 % поросят родились мертвыми или с врожденными аномалиями пасти, ануса, ног, с гигантской головой и т.д.

У крупного рогатого скота *Bos taurus* наблюдалось увеличения частоты случаев прерывания беременности, проблемы с плацентой и амниотической мембраной, уменьшение веса, аномальная частота заболеваемости и смертности среди телят на загрязненной территории (*Коростень и Народнинский район, Житомирская область, Cs-137 - 5-15 Ки/км² и Барановский район, <0,1 Ки/км²*). Вес амниотической ткани и долек плаценты были меньших размеров у телят из загрязненной территории.

Популяция **домашней мыши** (*Mus musculus*) значительно уменьшилась на загрязненной территории из-за стерильности и аномальных сперматозоидов. Высокая степень пренатальной смертности наблюдалась у **мышей** *Clethrionomys* и *Microtus sp.* в течение первых лет после аварии на территориях с сильным загрязнением из-за патологий мочеполовых путей и рассасывания эмбрионов на первых стадиях развития. Облучение вызвало смертность пред- и послеродовую среди популяции **грызунов** на загрязненных территориях, раннее созревание и интенсифицировало репродуктивную фазу, что связывалось с ранним старением и уменьшением жизненного цикла.

Скорость размножения (число потомства) за период размножения и число новорожденных в каждом поколении лабораторных мышей (*Mus musculus*) в экспериментальной Чернобыльской популяции постоянно уменьшались для 7 поколений.

Размеры щенят **волка** (*Lupus lupus*) на загрязненной территории России были в прямой зависимости от уровня загрязнения цезием Cs-137 его **меха**.

Наблюдения, проведенные с 1978 по 1999 г.г. на **5'427 лошадях** (*Equus caballus*), обнаружили прямую зависимость с уровнем загрязнения коневодческого хозяйства:

большее число аборт, рождение мертвых жеребят, больных жеребят были зарегистрированы в хозяйстве в Гомельской области (1993-1999 г.г., уровень загрязнения **40 Ки/км²**), средний уровень был отмечен в хозяйстве Брянской области в России (загрязнение **1-5 Ки/км²**), меньшие проблемы наблюдались в хозяйстве Смоленской области в России (загрязнение **<1 Ки/км²**).

Уменьшение размеров **выводка** некоторых видов птиц было отмечено в США в Калифорнии, в штате Вашингтон и Орегон в июне-июле 1986 года, по всей вероятности вызванное радиоактивным выбросом.

Выживаемость ласточки (*Hirundo rustica*) на территориях с большой степенью загрязнения, вблизи АЭС, была почти нулевой.

В зонах со средним уровнем загрязнения годовой процент выживаемости был **меньше 25 %** (около 40 % в контрольных популяциях из Украины, Испании, Италии, Дании). Популяция **чернобыльской ласточки** демонстрировала драматическое уменьшение цикла репродукции и низкий уровень выживаемости птенцов. (1, *ст.2005*).

В популяции ласточки были обнаружены аномальные сперматозоиды (2 головы, ответвление головы, 2 хвоста и т.д.) на территориях с высоким уровнем загрязнения.

Популяция *Hirundo rustica* из Чернобыля поддерживалась лишь экземплярами, **мигрировавшими** с ближайших территорий с меньшим загрязнением. Изотопный анализ настоящих видов и видов, населявших данные территории в прошлом (музейный материал), подтвердил, что актуальные популяции **ласточки** на Чернобыльских территориях состоят из различных групп индивидуумов (**мигранты**), по сравнению с контролем, и из популяций, образцы которых были отобраны в зоне АЭС до аварии. Детальный анализ видов птиц показал, что многие виды отсутствуют или присутствуют в меньшем количестве в зоне отселения.

Мигрирующие виды или с ярко окрашенным оперением являются особо чувствительными к радиоактивному загрязнению. (1, *Muller & Mousseau, 2007*).

Концентрация **общих каротиноидов и витаминов А и Е в желтке синицы** *Parus major* была низкой в радиусе 10 км от АЭС, по сравнению с таковой на менее загрязненных территориях Украины и Франции.

Вылупление из яиц было преждевременным и меньшим на территории с высоким уровнем загрязнения. **Орнитолог Муссо** гипотизировал, что радиоактивное загрязнение снизило уровень антиоксидантов желтка, приведя к негативным последствиям процесс размножения.

Численность видов птиц, которые прежде были многочисленными в лесах, снизилась на **50 %** в зависимости от увеличения уровня загрязнения (1, *Muller & Mousseau, 2007*).

Синица *Parus major* и **мухоловка-пеструшка** *Ficedula hypoleuca* избегали строить гнезда на территории с тяжелым уровнем загрязнения.

В водоеме-охладителе вблизи АЭС на протяжении многих поколений у **карпа** (*Hypophthalmichthys molitrix*) наблюдалось значительное снижение объема и концентрации **семенной жидкости** и ее губительные разрушения.

Аномальный рост ткани репродуктивных органов, снижение концентрации семенной жидкости, увеличение числа аномальных сперматозоидов наблюдались в популяциях **карпа** (*Aristichthys nobilis*), облученных в 1986 г. в возрасте 1-2 лет, которые затем обитали в условиях низких доз радиоактивности. (1, *ст. 1996*).

Репродуктивные характеристики **карпа** (*Cyprinus carpio*) были связаны с уровнем радионуклидов, аккумулированных **в семенной жидкости и в яйцах**.

Изменения нормальной формы овоцитов и размеров ядра, утоньшение фолликулов, разложение ядра, - эти изменения были обнаружены в организмах **леща** *Abramis brama* и **плотвы** *Rutilus rutilus* в реке **Припять** (875 Бк/кг, 1998 г.) и в **озере Смержов** (Гомельская область, Cs-134/137 - 5'800 Бк/кг) (*Petukhov e Kakhnenko Olga, 1998*).

В популяции **земляного червя** *Lumbricus* на загрязненной территории сразу после аварии доминировали взрослые особи, в то время как в контроле соотношение взрослых и молодых особей было 50 % : 50 %.

9 лет после аварии в лесах с тяжелым уровнем загрязнения радионуклидами 20 % популяции червей ***Oligochaeta* (*Stylaria lacustris*)** имели **половые репродуктивные клетки**, в то время как в обычных условиях этот вид размножается **бесполом путем**.

6.2.7. Генетические, морфологические и гематологические изменения

В 1989 году наблюдалось значительное увеличение частоты **цитогенетического расстройства** соматических и зародышевых клеток (абберации хромосом и клеток **спинного мозга**) у **грызунов** (*Clethrionomys glareolus*) и **мышей** (*Apodemus flavicollis*) на территории с уровнем загрязнения **Cs-137 8-1,526 КБк/м²** и у **лабораторных мышей** (*Mus musculus*). Уровень данных расстройств остался высоким вплоть до **22 поколения, увеличившись с 1986 по 1992 год** во всех изучаемых популяциях, несмотря на снижение степени загрязнения (1, ст.1997, **цит.стр.265**).

Частота **полиплоидии** (у человека несовместима с жизнью) во всех анализированных популяциях грызуна была в **3 раза выше**, в сравнении с предаварийным уровнем.

Число полиплоидов находилось в прямой зависимости от уровня загрязнения почвы.

Число генетических мутаций в популяции грызуна выросло вплоть до 12 поколения (1986-1991 г.г.), несмотря на уменьшение уровня радиоактивности.

Выводки самок **грызуна** *Cl.glareolus*, отловленные на загрязненной территории и выросшие на не загрязненной территории, показывали тот же уровень **хромосомных аббераций**, как и у загрязненных матерей.

Популяции **домашней мыши** (*Mus musculus*), которые обитали на загрязненной территории, имели значительное увеличение летальных доминирующих мутаций и транслокацию хромосом. Частота транслокаций сперматоцитов была выше в зоне с более высоким загрязнением (1986-1994 г.г.).

Частота мутаций у **мыши** (*Mus musculus*) после облучения осталась высокой для многих поколений, как соматических, так и репродуктивных клеток, по сравнению с необлученными потомками. (1, **цит.Dubrova et all., 2000**).

Лабораторная мышь (*Mus musculus*), содержащаяся в 30 км зоне и другие грызуны, отловленные в 1995 году в радиусе 10 км, имели широкий спектр цитогенетических аномалий.

Частота мутаций **митохондриальной ДНК** у **грызунов** в 30 км зоне значительно возросла в течение 5 лет после аварии.

Частота числа микроядер в эритроцитах **спинного мозга лабораторной мыши** (*Mus musculus*) выросла почти в **13 раз** после 10 дней пребывания в **“Рыжем лесу”** (10 км зона) (Таблица 40).

	Sex	Studied cells, n	Cells with micronucleus
Controls	♂	5,000	0.34 ± 0.11
	♀	5,000	0.29 ± 0.09
30-km zone	♂	5,000	4.1 ± 0.45
	♀	5,000	4.06 ± 0.53

*All significantly different from controls.

Таблица 40. Число микроядер в эритроцитах спинного мозга мыши *Mus musculus* после 10 дневного пребывания в 10 км Чернобыльской зоне. (Sushko et al., 2006).

Число хромосомных aberrаций и летальность эмбрионов значительно возросли вплоть до **22 поколения грызуна** *Cl. glareolus*, несмотря на то, что доза, поглощенная организмом, уменьшилась в экспоненциальной зависимости после 1986 г. (1, *ст.2005, цит.стр.266*). **Грызуны** *Clethrionomys* sp. и **мыши** *Microtus* на загрязненных территориях имели дефекты развития мозга и деформированные конечности.

Уровень соматических и геномных мутаций в популяции **ласточки** *Hirundo rustica* в Чернобыльской зоне был в **2-10 раз выше**, по сравнению с популяциями из Украины и Италии. Популяции ласточек из Чернобыльской зоны имели на 15 % больше альбиносных мутаций и высокий уровень морфологических дефектов, по сравнению с популяциями из Украины, Италии, Испании и Дании. (1, *Muller and Mousseau, 2001, 2007*).

Наблюдалась положительная связь между числом аномалий у **горихвостки-чернушки** (*Phoenicurus phoenicurus*) и **воробья домашнего** (*Passer domesticus*) с уровнем радиации на Украине. (1, *Muller et al., 2007*).

С 2005 по 2006 г.г. наблюдалась значительная разница в **заболеваемости и морфологии семенной жидкости у ласточек** (*Hirundo rustica*), которые гнездились в зоне с тяжелым уровнем загрязнения (**390 мР/час**) вокруг АЭС, по сравнению с таковой у ласточек из 2х зон с меньшим уровнем загрязнения (**0,25 и 0,006 мР/час**) на Украине. **Мюллер** (2008) указывал на увеличение случаев **заболеваемости и дефектов морфологии семенной жидкости** с увеличением концентрации радионуклидов.

Популяции **лягушек** (*Rana temporaria, R. arvalis*) на территории с высоким уровнем загрязнения имели высокое число **aberrаций клеток спинного мозга**, клеток **кишечника** и увеличение числа микроядер в периферической крови.

Число эритроцитов с микроядрами увеличивалось в **7 раз у лягушки** *Hybrid Complex (Rana esculenta)* в зависимости от уровня загрязнения территории в Брянской области. (Таблица 41)

Contamination, dose		
15 μ R/h	60 μ R/h	220 μ R/h
0.22%	1.33%	1.55*

* $p < 0.05$.

Таблица 41. Частота встречаемости микроядер в эритроцитах в трех популяциях лягушки *Rana esculenta* из Брянской области, 1993 (Chubanishvili, 1996).

Частота **морфологических аномалий** (врожденные аномалии развития) у эмбрионов, личинок и молодых особей рыб в популяции **карна** (*Cyprinus carpio*) была высокой в загрязненных водоемах Белоруссии.

Гематологические характеристики у **телят** на территории с различным уровнем загрязнения характеризовались депрессией клеточных элементов крови на территории с большим загрязнением (**5-15 Ки/км²**). (Таблица 42)

	5–15 Ci/km ²	<0.1 Ci/km ²
Erythrocytes (thousands/liter)	4.8 \pm 0.1	5.8 \pm 0.2*
Leucocytes (g/liter)	6.2 \pm 0.4	6.9 \pm 0.3
Hemoglobin (g/liter)	78.6 \pm 2.0	91.4 \pm 2.8*
Basophiles, %	0.3 \pm 0.2	1.3 \pm 0.2*
Eosinophils, %	10.0 \pm 1.0	4.6 \pm 0.3
Segmented neutrophils, %	24.7 \pm 1.5	32 \pm 0.9*
Lymphocytes, %	57.7 \pm 1.5	60.9 \pm 0.8*
Monocytes, %	3.8 \pm 0.3	4.5 \pm 0.3

¹Data for Ci/km²—summarized for two farms by A. Y.

* $p < 0.01$.

Таблица 42. Гематологические характеристики у телят на территории с различным уровнем загрязнения, Житомирская область, Украина, 1997-1999 (Каррик, 2001).

Index	Contamination, μ R/h	
	60	220
Leukocytes, 10 ⁶ /liter	15.32 \pm 0.99	21.7 \pm 1.83
Lymphocytes, 10 ⁶ /liter	6.16 \pm 0.41	11.08 \pm 1.0
Neutrophils, %	47.2 \pm 1.11	28.9 \pm 1.55
T lymphocytes, %	47.1 \pm 1.45	26.6 \pm 1.03
B lymphocytes, %	20.9 \pm 0.56	12.5 \pm 0.67
Zero-cells, %	32.0 \pm 1.59	61.9 \pm 1.38
Rosette-forming neutrophils, %	22.8 \pm 1.22	17.7 \pm 0.49

Таблица 43. Состояние иммунной системы лягушки Hybrid Complex (*Rana esculenta*) из 2х популяций с различным уровнем загрязнения, Брянская область, 1994 (Isaeva and Vyazov, 1996)

Подавленное состояние иммунной системы подтверждают также данные формулы крови 2х популяций **лягушки** (*Rana esculenta*) с территории с различным уровнем загрязнения. (Таблица 43)

У **коров** (*Bos taurus*) на загрязненной территории (**15-40 Ки/км²**) 4 года после катастрофы развивались атрофические изменения лимфатической ткани, наблюдалось уменьшение активности Т-лимфоцитов, аномальный рост соединительной ткани.

У **коров**, оставшихся в радиусе 12 км вокруг АЭС в течение 2 месяцев, наблюдался низкий процент эритроцитов, низкий гемоглобин, уменьшение числа нейтрофилов и моноцитов.

Коровы, оставшиеся в радиусе 3-6 км поблизости от АЭС, имели высокое число эозинофилов и низкий уровень лимфоцитов, разрушенные клетки и **гиперхроническую анемию**.

Гипоплазия и дистрофические изменения приводили к нарушениям функции иммунной системы, желез вилочковой железы у 20-дневных **крыс альбиносов** (*Rattus norvegicus*), чьи матери провели 25 дней беременности в зоне с уровнем загрязнения Cs-137 11,6 Ки/км² и Sr-90 26 Ки/км².

После 40 дней нахождения в Чернобыльской зоне на загрязненной территории с уровнем 100-200 мР/час, эндогенная активность спинного нерва и мозга **лабораторных мышей** (*Mus musculus*) значительно изменилась. **Мыши** *Apodemus flavicollis* имели асимметрию черепной коробки в наиболее загрязненных зонах.

Процент неоплазии легких у **лабораторной мыши** увеличился в **300 раз**, плотность эндотелиоцитов мозга уменьшилась после пребывания в течение 1 месяца в 30 км зоне. У **мышей** *Mus musculus*, которых содержали в течение 1 месяца в 30 км зоне, увеличилось число лейкоцитов и лимфоцитов в крови. У **коров** в загрязненной зоне наблюдалась низкая **лизосомная активность** плазмы и низкая сопротивляемость инфекциям кожи, что характеризовало **иммунодефицит**.

Низкая устойчивость к инфекциям кожи наблюдалась также **у грызунов**. Увеличились случаи вирусных инфекций среди **мышей** (*Mus musculus*) после обитания в 10 км зоне вокруг АЭС.

У экземпляров *Rattus norvegicus*, содержавшихся в 10 км зоне с 1986 по 1993 годы, наблюдалось уменьшение числа клеток спинного мозга, гипохромная анемия, лейкоцитопения, гранулоцитопения с большим числом эозинофилов, эозинофилия, увеличение числа аномальных клеток и т.д.

У **свиней** (*Sus scrofa*) из районов Млинивска и Сарненска Ровненской области на Украине, обитавших с 1997 по 2001 г.г. на загрязненной территории с концентрацией цезия Cs-137 1-5 Ки/км² и стронция Sr-90 004-008 Ки/км², отмечалось уменьшение на 15 % числа эритроцитов и **гемоглобина на 45 %**, % лейкоцитов возрос в 2,8 раз, альфа и гамма-глобулин в крови уменьшился до 44,4 % (**1, ст.2005, цит.стр.291**).

Общими причинами смерти *Rattus norvegicus* в г.Чернобыль и в г.Киев были воспалительные процессы **легких и кишечника**. (Таблица 44)

В г.Чернобыль крысы умирали в 3.5 раз чаще из-за пневмонии, по сравнению с Киевом, и в 1.6 раз чаще из-за проблем с кишечником.

Cause of death	Chernobyl	
	Kiev	City
Pneumonia, lung hemorrhage	10.3	35.5
Pulmonitis	8.4	11.1
Colitis	19.1	31.1
Lymph node hyperplasia	10.3	13.2
Thymus gland/spleen hyperplasia	2.4	4.4

Таблица 44. Причины гибели (%) лабораторных крыс (*Rattus norvegicus*) в г.Киев (меньшее загрязнение) и в г.Чернобыль (сильное загрязнение), октябрь 1986 г. – декабрь 1989 г. (Serkiz, 1995).

Как видно из Таблиц 44 и 45, раковое заболевание отмечалось в 74 % случаев для лабораторных крыс из г.Чернобыль.

	Chernobyl	
	City	Kiev
Thymus gland tumor*	15.9	2.7
Adrenal cortex adenoma	43.2	6.8
Thyroid gland tumor	43.2	15.7
Cellular adenoma of islet of Langerhans	34.1	1

Таблица 45. Частота встречаемости раковых опухолей (%) у лабораторных крыс (*Rattus norvegicus*) в г. Киев и в г.Чернобыль, 1986-1992 (Pinchuk, 1995).

	Chernobyl	
	City	Kiev
Breast adenofibroma with malignancy, %*	14.7	9.5
Animals with multiple mammary tumors, %**	29	27
Animals with a breast tumors combined with other tumors**	58.8	20.3

*From the total number of animals.

**From number of animals with mammary gland tumors.

Таблица 46. Частота встречаемости раковых опухолей молочной железы (%) у лабораторных крыс (*Rattus norvegicus*) в г. Киев и в г.Чернобыль, 1989-1992 (Pinchuk, 1995).

В популяции некоторых **птиц** в зоне Чернобыля были замечены **аномалии метаболизма углеводов и баланса липидов**, а также понижение функции **эндокринной системы**.

Мюллер (1993) указывал на асимметрию морфологических параметров у **ласточки** *Hirundo rustica*.

Процент асимметрии и фенотипических отклонений в популяции **карася** *Carassius carassius* и карася *Carassius auratus* были выше в водоемах с высоким уровнем загрязнения.

После катастрофы наблюдалось значительное число **насекомых с уродствами развития** (*Heteroptera*) в восточной зоне Швеции и на юге Швейцарии (Мелано вблизи кантона Тичино).

В 1990 году у **22 % насекомых**, собранных в 30 км зоне Полесского Радиологического Заповедника, отмечались уродства развития (*Hesse-Honegger, 2001* и *Hesse-Honegger and Wallimann, 2008, цит. стр. 293*).

Отряд **Oribatida** (*Acari*), который обычно обитает в коре **сосен** и на **лишайнике** *Hypogymnia physodes*, сильно уменьшил свою численность в зоне 2-3 км вблизи АЭС. Ранее, до аварии, насчитывалось 16 видов, в 1986 г. – 0, в 1987 г. – 2, в 1988 г. – 2, в 1991 г. – 4, в 1996 г. – 6, в 2002 г. – 8 видов. 5-6 лет после аварии разнообразие **беспозвоночных** все еще было в сильном упадке. Интенсивность распространения среди мышей **нематод** и **цестод** (ленточные черви) была выше в загрязненной зоне. (Таблица 47)

	60 μ R/h	180 μ R/h	220 μ R/h
Nematodes*			
Intensity, %	3.5	5.0	48.1
Index of abundance	3.0	3.9	40.0
Cestodes**			
Intensity, %	1.6	1.1	3.4
Index of abundance	0.53	0.71	2.1

*Predominant species: *Heligmosomum mixtum*, *Heligmosomoides glareoli*, and *Syphacia obvelata*.

**Predominant species: *Catenotaenia cricetorum* and *Paranoplocephala omphalodes*.

Таблица 47. Интенсивность распространения у мышей (*Clethrionomys glareolus*) паразитами Нематодами и Цестодами, Брянская область, Россия, 1992-1995 (Pel'gunov, 1996)

10 лет после катастрофы биоразнообразие простейших в почве не превышало 50 % предаварийного уровня.

30 лет после аварии уровень включенных радионуклидов в некоторых зонах Европы остается опасным для млекопитающих, птиц, земноводных и рыб. Радиоактивный шок и хроническое загрязнение низкими дозами оказало влияние на изменение морфологии, физиологии, генетический беспорядок у всех типов животных.

Некоторые виды птиц находятся в 30 км зоне только за счет миграции с незагрязненных территорий.

В популяциях наблюдается высокий уровень мутаций и накопление генной нестабильности в последующих поколениях. Долговременный эффект может быть еще более губительным для генома животных и их поколений по причине низких доз радиации.

Наблюдения долговременного эффекта в популяциях диких и экспериментальных животных на загрязненных территориях указывают на серьезное увеличение заболеваемости и смертности, которые могут уподобиться здоровью **человека** – увеличение раковых заболеваний среди крыс, иммунодефицит, уменьшение продолжительности жизни, раннее

старение, изменение формулы крови, злокачественные образования и другие последствия, которые компрометируют здоровье.

7. Влияние радиоактивности на биоту микроорганизмов

После аварии такие организмы как **бациллы туберкулеза, гепатита, вирус табачной мозаики, цитомегаловирус, микромицелии и почвенные бактерии** активизировались различными путями.

Имеются немногочисленные данные относительно микробиотических последствий после аварии.

Сразу после катастрофы исследованиями была отмечена активизация **ретровируса** и было указано на увеличение **вирулентности** микробиотических популяций.

У детей с пониженной иммунной системой в загрязненных районах (*Новозыбковский район Брянской области*) увеличилась восприимчивость к *Pneumocystis carinii* (вызывает **пневмонию**) и цитомегаловирусу (вызывает **герпес**), к вирусу туберкулеза.

С 1993 по 1997 годы вирус **гепатита В, С, D и G** активизировался в значительной степени в загрязненных районах.

6-7 лет после аварии активизировался вирус **герпеса**.

Болезнь Груби (**дерматофитоз**) вызывает грибок *Microsporium sp.* или *Trichophyton sp.*, эта болезнь заявила о себе в Брянской области.

Число бактерий сапрофитов было максимальным в почве с уровнем загрязнения 15 Ки/км² и **минимальным в почве с уровнем загрязнения более 40 Ки/км². (1)**

В зоне отселения наблюдается нехватка распада органического вещества: в “нормальных” лесах упавшие на землю деревья распадаются до опилок за **10 лет**, в то время как в зоне отселения время распада удвоилось.

Муссо, биолог из **Департамента Биологических Наук Университета в Южной Каролине (Колумбия)**, обнаружил, что в лесах Чернобыльской зоны, где сильно радиоактивное загрязнение, наблюдается уменьшение **разлагающих организмов**. Биолог оставил в течение 2007 года 600 пакетов, наполненных листьями с территорий с различными уровнями загрязнения.

На следующий год он собрал образцы, обнаружив, что пакеты, оставленные в зоне **без радиоактивности**, содержали листья, разложенные на **70 %-90 %**, в то время как листья, оставленные в загрязненных зонах, были разложены только на **40 %.** (2).

Была обнаружена биоаккумуляция радионуклидных элементов в почве.

В образцах почвы в радиусе 10 км численность бактерий (нитрифицирующие, сульфат-редукторы, фиксирующие азот, ферментатоты целлюлозы, железобактерии) **уменьшилась на 2 порядка**, по сравнению с контролем.

Сильное уменьшение численности бактерий *Bifidus* и преобладание микробов класса *Escherichia sp.*, в частности, *E.coli*, **наблюдалось в кишечнике детей, эвакуированных с Украины.**

В работах длительного периода (1954-1994 г.г., до и после Чернобыля) в Беларуси, на Украине и в России было обнаружено, что на территориях с высоким уровнем загрязнения (740-1'480 КБк/м² и более) не имелось случаев **бешенства** среди диких животных.

Этот вирус стал неактивным.

На загрязненных территориях у **грызунов** отмечалось нашествие паразитов, простейших типа *Apicomplexa* (*Споровики*).

Патологические изменения, вызванные иррадиацией, изменили микрофлору человека, увеличив восприимчивость к инфекциям, воспалениям вирусного и бактериального типа (грипп, хронические кишечные заболевания, пиелонефрит, цистит, вагинит, эндоколит, астма, дерматит, ишемия) и к различным патологиям беременности.

Чернобыль стал той “черной дырой”, внутри которой идет усиленная генетическая дегенерация животного и растительного мира.

8. Загрязнение продуктов питания в Европе после радиоактивного выброса

В то время как 5 миллионов человек в Беларуси, на Украине и в России проживают на загрязненных территориях и тысячи человек живут на загрязненных Чернобыльскими радионуклидами территориях в Европе, необходимо уметь использовать методы радиоактивной защиты.

Радиоактивное загрязнение ведет к ограничениям использования почвы, изменениям в сельском хозяйстве, рыбной ловле и туризме.

В 1987 году физик и гуманист **Андрей Сахаров**, белорусский писатель **Алесь Адамович** и чемпион по шахматам **Анатолий Карпов** создали **БЕЛРАД, Белорусский Институт Радиоактивной Защиты**, как независимую общественную организацию, предназначенную в помощь белорусским детям.

На 1993 год БЕЛРАД создал 370 общественных центров для мониторинга радиации в продуктах питания и на загрязненных территориях.

Согласно базе данных БЕЛРАД, **(340'000 измерений, включая 111'000 тестов молока)**, около 15 % молока с небольших с-х ферм и **80 % продуктов питания, изготовленного в 3 областях Беларуси, было загрязнено цезием Cs-137 сверх допустимых пределов.** (Таблица 48)

Foodstuff	Number of samples	Above official permissible level for 1992	Official permissible level (1992), Bq/kg
Mushrooms (starry agaric)	133	80.5	370
Cranberry	429	62.7	185
Blackberry	1,383	61.0	185
Meat (game)	125	58.4	600
Mushrooms (dried)	459	57.7	3,700
Rough boletus	160	57.5	370
Edible boletus	561	54.4	370
Mushrooms (boiled)	87	52.9	370
Chanterelle	125	52.8	370
Blackberry (preserves)	150	42.0	185
Kefir	71	25.4	111
Honey fungus	57	22.8	370
Milk	19,111	14.9	111
Lard	234	14.1	185
Sour cream	242	12.8	111
Raspberry	154	11.7	185
Pot cheese	344	11.6	111
Carp	152	11.2	370
Strawberry	73	9.6	185
Water	2,141	8.8	185
Beetroot	1,628	8.2	185
Cream	51	7.8	111
Garden strawberries	389	6.4	185
Carrots	1,439	5.8	185
Cabbage	590	4.4	185
Meat (beef)	297	3.7	600
Cucumber	433	3.2	185
Tomatoes	141	2.8	185
Pears	208	2.4	185
Apples	1,547	2.3	185
Onion	435	2.1	185
Cherry	196	2.0	185
Meat (pork)	969	2.0	600
Butter	51	2.0	185
Potatoes	4,996	1.6	370

Таблица 48. Концентрация цезия Cs-137 в некоторых продуктах питания из Брестской, Гомельской и Могилевской областей, Беларусь, 1993 (БЕЛРАД, база данных). (Колонна справа – параметры официально разрешенных концентраций, Бк/кг, 1992, 2я колонна слева – параметр выше официального предела, 1я колонна слева – количество анализированных образцов).

Процент загрязненных продуктов питания сверх официально разрешенной концентрации не уменьшился спустя 14 лет после катастрофы, но, наоборот, увеличился (Таблица 49) (отмечается, что данные по Гомельской области могут быть занижены).

Province	Years							
	1993–1994	1995–1996	1997–1998	1999–2000	2001–2002	2003–2004	2005–2006	2007
Gomel	12.1	9.6	12.0*	12.7	14.8	19.9	14.8	16.3
Mogilev	9.2	4.0	4.2	5.3	4.8	5.4	15.2	n/a
Brest	15.5	16.6	14.2	17.8	18.0	19.2	13.0	12.5

*Data on the Gomel Province since 1995 may be underestimated (24 LCRC from the heavily contaminated Lel'chitsy District were withdrawn from BELRAD and transferred to the official Institute of Radiology—Comchernoby).

Таблица 49. Процент продуктов питания, зараженных цезием Cs-137 сверх официально разрешенной концентрации в Гомельской, Могилевской и Брестской областях, Беларусь, 1993-2007 гг. (БЕЛРАД база данных).

В некоторых местах процент цезия Cs-137 был значительно выше:
 В 2006 г. в деревне Луга Лунинецкого района Гомельской области 90,7 % тестов на допустимый уровень превышало в **16 раз** средние данные по области.

Украина

Еще в 2000 году **80 %** лесных ягод и грибов содержали повышенные концентрации цезия Cs-137 в Ровненской области, **90 %** в Житомирской области, **24 %** в Винницкой и Черкасской областях, **15 %** в Волынской области.

Согласно данным **Министерства Здравоохранения Украины**, в 2000 году от 1 % до 70,8 % молока и мяса в частном секторе областей Волынской, Житомирской, Киевской, Ровненской и Черниговской имели уровни цезия Cs-137 сверх допустимого предела.

Финляндия

Концентрация цезия Cs-137 в молоке, свинине и говядине значительно выросла сразу после аварии. (Таблица 50)

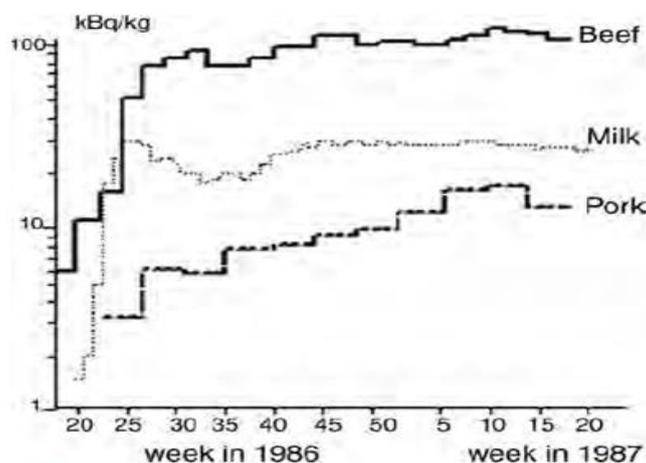


Рисунок 50. Концентрация цезия Cs-137 в мясе и молоке в Финляндии, КБк/кг. (UNSCEAR, 1988, сверху – говядина, молоко, мясо свинина).

Species	Concentration, Bq/kg*
Perch	16,000
Pike	10,000
Whitefish	7,100
Bream	4,500
Vendace	2,000

*EU limit of Cs-137 for consumption of wild freshwater fish is 3,000 Bq/kg.

Таблица 51. Концентрация цезия Cs-137 в мускулах рыбы в Финляндии, 1986 (Saxen and Rantavaara, 1987)

Концентрация цезия Cs-137 в мускулах пресноводных рыб в водоемах Финляндии в 1986 году превышала дозволённые пределы УЕ более чем в 5 раз для **окуня** и более чем в 3 раза для **щуки** (Таблица 51).

Зона Балтики

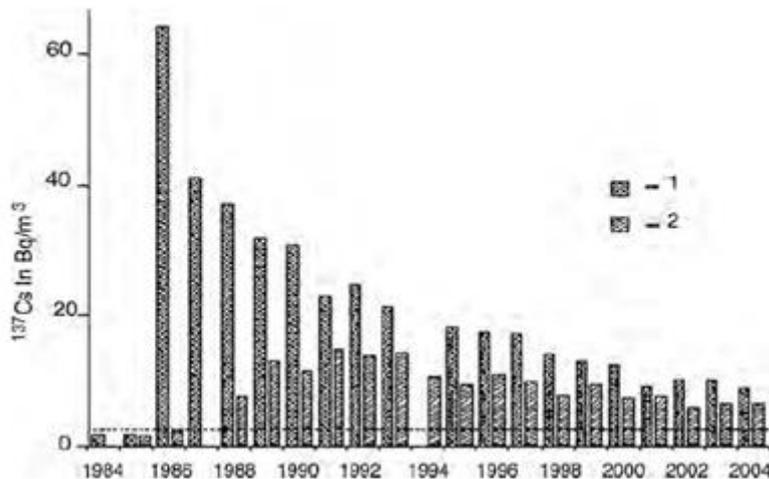


Рисунок 52. Средняя годовая концентрация цезия Cs-137 (Бк/кг) в мускулах **речной камбалы** (*Platichthys flesus*) и **морской камбалы** (*Pleuronectes platessa*) с 1984 по 2004 с острова Bornholm и Балтийского моря, южная часть. Значение до-Чернобыль для обоих видов было 2,9 (HELCOM Indicator Fact Sheets. 2006. Online 22.04.2008; // www.helcom.fi/environment2/ifs/en_GB/cover/)

Хорватия

После аварии концентрация цезия Cs-137 в пшенице возросла приблизительно в **100 раз** (Рисунок 53)

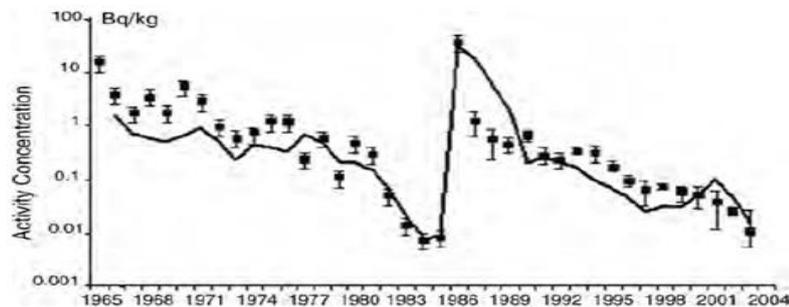


Рис.53. Концентрация цезия Cs-137 в пшенице (Бк/кг) в Хорватии с 1965 по 2004 годы (Franic et al., 2006).

Франция

1997 г. – концентрация цезия Cs-137 в мясе дикого кабана и в грибах превышала допустимый предел в **40 раз** (1, цит. стр. 291).

Англия

Пик загрязнения молока наблюдался в мае 1986 г., когда уровень йода I-131 и цезия Cs-137 превысил в **1'000 раз уровень** 1985 г. и по цезию Sr-90 – в **4 раза**. 23 года спустя, согласно данным Британского Министерства Здравоохранения, 369 ферм, насчитывающие более 190'000 овец, были все еще заражены цезием Cs-137 (1,ст.2000, цит.стр.291).

Италия

По данным **Управления Атомной Безопасности и Защиты Здоровья**, в июне 1988 г. мясо, макаронные изделия, хлеб, молоко, сыр все еще были загрязнены радионуклидами Чернобыля (WISE, 1988).

Мексика

В 1988 г. Мексика отправила обратно в Северную Ирландию 3'000 тонн **порошкового молока** по причине его зараженности радионуклидами.

Польша

В июне 1987 г. 1'600 тонн **порошкового молока**, предназначенного для Бангладеш, имело высокий уровень радиоактивности.

Швеция

Уровень цезия Cs-137 в мясе **лося** (*Alces alces*) превышал в 9-14 раз (470 Бк/кг для молодых животных и 300 Бк/кг для старых) **параметр до-катастрофы (33 Бк/кг)**.

Турция

45'000 тонн чая в 1986-87 г.г. было загрязнено и около 1/3 партии 1986 года не было использовано по причине высокой радиоактивности.

США

Пик импортированных продуктов питания, загрязненных йодом I-131, приходится на май-июнь 1986 г., цезием Cs-134/137 – 10-16 недель спустя после аварии.

С 05.1986 г. по 22.12.1988 г.г. FDA опротестировало **1'749 образцов импортированных продуктов питания** на присутствие йода I-131 и цезия Cs-134/137: вытекало, что рыба, импортированная из Норвегии, была загрязнена радиоактивным цезием Cs-137, грибы и сыр – из Италии, сыр из Германии и Дании имел значения выше допустимых по йоду I-131 (**1'000 пКи/кг**).

44 % этих образцов, с февраля по октябрь 1987 г., имели цезий Cs-137 выше **100 пКи/кг**, 5 % превышало **5'000 пКи/кг**.

Более **50 %** образцов с 05.02.1986 г. по 25.01.1987 г. имели цезий Cs-137 выше 1'000 пКи/кг, 7 % образцов – выше **5'000 пКи/кг**.

По данным *Cunningham e Andersen, 1994*, **24 % импортированных продуктов питания в 1989 году было загрязнено**.

В 1990 г. 25 % образцов было загрязнено, в 1991 – 8%, в 1992 – 2 %.

По данным американских федеральных правил, загрязненные продукты питания, содержавшие более **10'000 пКи цезия Cs-134/137**, были **уничтожены** (в 1986-1988 г.г. было 12 случаев, *U.S. FDA Guidelines, 16.05.1986, RADNET, 2008*).

Загрязненные Чернобыльскими радионуклидами и импортированные в США продуктами питания из Турции, Италии, Австрии, восточной Германии, Греции, Югославии, Венгрии, Швеции, Дании, Египта, Франции, Голландии, Испании, Швейцарии в порядке превосходства были:

яблочный сок, сыр, макаронные изделия, майоран, грибы, орехи, сальвия, инжир, лист лавра, чай, тмин, чечевица красная, плоды можжевельника, цикорий, абрикос, швейцарский шоколад.

Как видно из *Таблицы 54*, в 1986-1987 годах во многих европейских странах были загрязнены различные продукты питания: параметр цезия Cs-137 в мясе **оленья** в Швеции превышал допустимый уровень (3'000 Бк/кг) с 3 до 16 раз, в мясе **окуня** с 6 до 10 раз (допустимый уровень 600 Бк/кг), йогурт в

Греции содержал в **16 раз больше цезия Cs-137**, относительно допустимых концентраций (370 Бк/кг), **молоко** в Югославии было загрязнено цезием Cs-137 в 8 раз больше допустимого предела:

Radionuclide	Food	Maximum concentration	Country	Reference	
Cs-137*	Reindeer meat	44,800 Bq/kg	Sweden	Ahman and Ahman, 1994	
	Mushrooms	> 20,000 Bq/kg	Germany	UNSCEAR, 1988	
	Sheep's milk	18,000 Bq/liter	Greece	Assimakopoulos <i>et al.</i> , 1987	
	Mushrooms	16,300 Bq/kg**	Japan	Yoshida <i>et al.</i> , 1994	
	Reindeer	>10,000 Bq/kg	Sweden	UNSCEAR, 1988	
	Potatoes	1,100 ± 0.650 Bq/kg	Croatia	Franic <i>et al.</i> , 2006	
	Lamb	1,087 Bq/kg	Sweden	Rosen <i>et al.</i> , 1995	
	Milk	500 Bq/liter	United Kingdom	Clark, 1986	
	Meat	395 Bq/kg	Italy	Capra <i>et al.</i> , 1989	
	Milk	254 Bq/dm ³	Italy	Capra <i>et al.</i> , 1989	
	Perch	6,042 (mean) Bq/kg	Sweden	Hakanson <i>et al.</i> , 1989	
	Perch	3,585 (mean) Bq/kg	Sweden	Hakanson <i>et al.</i> , 1989	
	Farm milk	2,900 Bq/liter	Sweden	Reizenstein, 1987	
	Milk	400 Bq/liter	Bulgaria	Energy, 2008	
	I-131	Milk	135,000	Italy	Orlando <i>et al.</i> , 1986
		Yogurt	6,000 Bq/kg	Greece	Assimakopoulos <i>et al.</i> , 1987
Edible seaweed		1,300 Bq/kg	Japan	Hisamatsu <i>et al.</i> , 1987	
Milk		500 Bq/liter	United Kingdom	Clark, 1986	
Breast milk		110 Bq/liter (mean)	Czechoslovakia	Kliment and Bucina, 1990	
Breast milk		55 Bq/l (mean)	Czechoslovakia	Kliment and Bucina, 1990	
Pork		45 Bq/kg (mean)	Czechoslovakia	Kliment and Bucina, 1990	
Milk		21.8 Bq/liter	Japan	Nishizawa <i>et al.</i> , 1986	
Milk		20.7 Bq/liter	United States	RADNET, 2008	
Total		Reindeer meat	15,000 Bq/kg	Sweden	Fox, 1988
	Mutton	10,000 Bq/kg	Yugoslavia	Energy, 2008	
	Milk	3,000 Bq/liter	Yugoslavia	Energy, 2008	
	Fruits	>1,000 Bq/kg	Italy	Energy, 2008	

*Limits of Cs-137 for consumption in EU: 600 Bq/kg for food items; 370 Bq/kg for milk and baby food; 3,000 Bq/kg for game and reindeer meat.

**Year 1990.

Таблица 54. Загрязнение продуктов питания Чернобыльскими радионуклидами в различных странах, 1986-1987 г.г. Допустимый предел цезия Cs-137 согласно нормативам УЕ: 600 Бк/кг для продуктов питания, 370 Бк/кг по молоку и детскому питанию, 3'000 Бк/кг для мяса диких животных и мяса оленя.

Такие радионуклиды Чернобыльского выброса как цезий Cs-137, стронций Sr-90, плутоний Pu и америций Am, сконцентрированные в **корневой системе** растений, будут мобильными на сотни лет в будущем в сельскохозяйственных продуктах питания во всех странах Северного Полушария на загрязненных территориях.

В этой связи недостаточно проводить мониторинг концентрации радионуклидов на загрязненной территории, в сельскохозяйственных изделиях и в продуктах питания.

Для эффективной радиационной защиты, особенно, когда речь идет о детях, необходимо мониторировать не только продукты питания, но и радионуклиды, уже **включенные в организм**.

9. Мониторинг радионуклидов, накопленных организмом

Беларусь

Чтобы определить зависимость между радиоактивным загрязнением продуктов питания и радионуклидами, накопленными организмом детей,

Институт БЕЛРАД выбрал наиболее загрязненные территории. С 1995 по 2007 год БЕЛРАД выполнил более 300'000 измерений организмов белорусских детей, используя автоматический спектральный комплекс (**automated complex spectrometry**) для определения внутренней радиации, индивидуальный радиационный счетчик (IRC) "SCRINNER-3", калиброванный в **Атомном Центре в Германии**, измеряя активность следующих радионуклидов: Cs-137, Cs-134, Ra-226, Th-232, Mn-54, Co-60, I-131 и др. Измерения были выполнены на сильно загрязненных территориях, в частности, в деревне Валавск (Ельский район Гомельской области) – 800 жителей, из которых 159 - дети. Загрязнение территории деревни цезием Cs-137 было **8,3 Ки/км² (307 КБк/м²)**. Эффективная годовая доза равнялась **1,3 мЗв/год (1, данные 2004 г.)**.

70-90 % из 300'000 анализированных детей имели уровни накопления цезия Cs-137 выше **15-20 Бк/кг (0,1 мЗв/год внутреннего облучения)**.

Во многих деревнях уровень цезия Cs-137 доходил до 200-400 Бк/кг, некоторые дети Гомельской и Бресткой областей имели уровни вплоть до **2'000 Бк/кг (около 100 мЗв/год)**, то есть уровень, разрешенный для профессионалов, которые работают в атомной промышленности).

В Беларуси и на Украине на территориях, где загрязнение цезием Cs-137 часто достигало **50 Бк/кг (555 КБк/м²)**, наблюдалось увеличение числа болезней, летальных исходов и уменьшение числа здоровых детей.

Максимальный уровень включенного в организмы цезия Cs-137 (**6'700-7'300 Бк/кг**) был обнаружен у детей из Наровлянского района Гомельской области.

Во многих деревнях данного района **33 % детей имело внутренние дозы сверх официально разрешенной концентрации (1 мЗв/год)**.

Различные органы по-разному накапливали цезий Cs-137, в порядке преобладания: щитовидная железа, надпочечники, панкреас, вилочковая железа, мускулы, селезенка, сердце, печень. (Таблица 55)

Organ	Concentration
Thyroid	2,054 ± 288
Adrenal glands	1,576 ± 290
Pancreas	1,359 ± 350
Thymus	930 ± 278
Skeletal muscle	902 ± 234
Spleen	608 ± 109
Heart	478 ± 106
Liver	347 ± 61

Таблица 55. Концентрация (Бк/кг) цезия Cs-137 во внутренних органах после вскрытия (56 человек) из Гомельской области, 1997 (Bandazhevsky, 2003)

Концентрация стронция **Sr-90** в организмах жителей Гомельской области значительно возросла с 1991 по 2000 год. Концентрация плутония **Pu** в организмах жителей Гомельской области 4-5 лет после аварии была в **3-4 раза более высокой**, по сравнению с глобальным уровнем. (1, цит. стр. 298).

Финляндия

17 лет после аварии средняя **нагрузка организма** (*body burden*) страны была оценена в 200 Бк, в Радасыоки – 3'000 Бк/организм. В конце 1986 года нагрузка организма за счет цезия Cs-134 оценивалась в 730 Бк/организм, нагрузка организма за счет цезия Cs-137 возросла с 150 до 1'500 в декабре 1986 года.

Япония

Уровень цезия Cs-137 до аварии оценивался в 30 Бк в качестве средней нагрузки организма, который вырос в 1986 году до 50 Бк.

Англия

Нагрузка организма была оценена в 250-450 Бк/организм. В 1986 году после аварии нагрузка взрослого организма в Шотландии: Cs-134 – 172 Бк, Cs-137 – 363 Бк, K-40 – 4'430 Бк.

Нагрузка по йоду I-131, измеренному в области шеи (зона щитовидной железы), равнялась 33 Бк для взрослых и 16 Бк для детей.

Италия

Инкорпорация йода I-131 в щитовидной железе у 51 взрослого человека с 03.05 по 16.06.1986 г. равнялась 6,5 Бк/г. Пик выделения цезия Cs-137 с мочой наблюдался 300-425 дней после радиоактивного выброса 05.05.1986 года: **15-20 Бк/день**. (1, ст.1989, цит. стр.299).

Германия и Франция

Нагрузка организма человека за счет цезия Cs-137 в г.Мюнхене выросла в 7 раз (с 200 до 1400 Бк) у мужчин и в 4 раза (с 200 до 800 Бк) у женщин, в 3 раза в г.Гренобль (с 200 до 600 Бк) (**Рис. 56**).

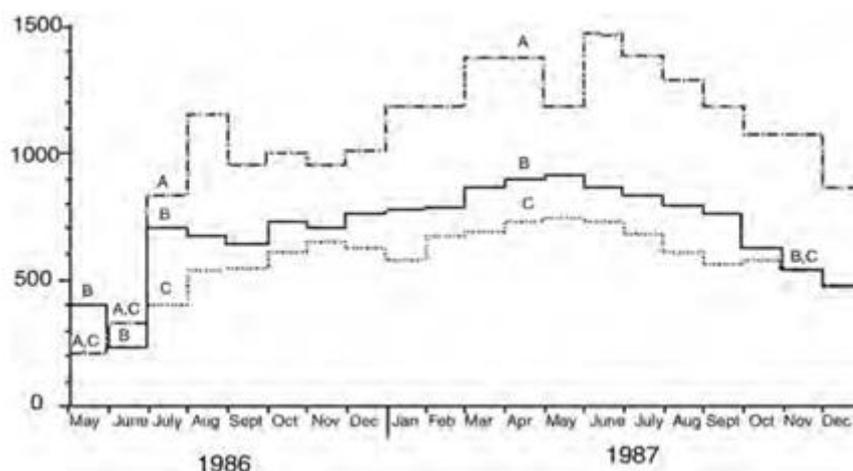


Рисунок 56. Нагрузка организма за счет цезия Cs-137 (Бк) в организме человека в г.Мюнхен, Германия, и в г.Гренобль, Франция, 1986-1987: (A) мужчины, (B) женщины, (C) взрослые в Гренобле, Франция (B) (UNSCEAR, 1988).

Важно знать, что при одинаковой диете **экспозиция у детей будет в 3-5 раз больше, по сравнению со взрослыми.**

Поскольку 90 % накопленной организмом радиации (indoor) приходится на Cs-137 (период полураспада около 30 лет), загрязненные территории будут опасными на протяжении будущих 300 лет.

Опыт показал, что официальный мониторинг существующей радиоактивности неадекватен не только в странах бывшей СССР. Официальные органы не склонны давать объективные данные по загрязнению сообщества, индивидуумов, продуктов питания.

10. Удаление радионуклидов, накопленных организмом

30 лет спустя после Чернобыльской аварии годовая индивидуальная доза загрязнения организмов на загрязненных территориях Беларуси, Украины и европейской России **превышает 1 мЗв/год**, по причине употребления местных загрязненных пищевых продуктов.

Зона экологической катастрофы в Беларуси является значительно большей, относительно зоны радиоактивного загрязнения, по причине распространения радионуклидов с продуктами питания.

Мониторинг цезия Cs-137, выполненный **Институтом БЕЛРАД** на продуктах питания в регионе Чернобыля (около 320'000 тестов) в 1991-2001 годы, показал, что около **15 % молока содержало более 100 Бк/л** (официальный уровень - **100 Бк/л**, обнаруженный максимальный параметр - 2'600 Бк/л) и **80 % грибов** содержало более **370 Бк/кг** (обнаруженный максимальный параметр - 5'000 Бк/кг).

11 лет опыта **Института БЕЛРАД** показали, что для эффективной радиационной защиты **необходимо установить уровень – предельное значение для детей.**

БЕЛРАД советует установить таким допустимым пределом для детей 70 Бк/кг, контрольным пределом должны быть 20 Бк/кг, в то время как для взрослых, соответственно, 200 Бк/кг и 70 Бк/кг.

Профессор Бандажевский считает, что патологические изменения организма человека начинают проявляться при достижении 50 Бк/кг цезия Cs-137, накопленного организмом взрослого человека.

Предельный уровень для детей должен соответствовать около 30 % официального опасного уровня (15 Бк/кг от 50 Бк/кг).

Накопление 50 Бк/кг цезия Cs-137 в детских организмах может привести к патологическим изменениям жизненноважных органов. Дети, которые имеют одинаковую диету со взрослыми, получают почти в 5 раз более высокую дозу, по сравнению со взрослыми, по причине их меньшего веса и более активного метаболизма.

Профессор Бандажеский рекомендует при достижении накопления 15 Бк/кг цезия Cs-137 детскими организмами использовать методы удаления радионуклидов, в частности, добавки, содержащие пектин. Профессор Бандажеский рекомендует пересмотреть существующие допустимые концентрации для детей в сторону их уменьшения.

Измерение накопления организмами цезия Cs-137 в загрязненных районах Беларуси указывает на то, что **Официальный Каталог Доз** недооценивает полученную годовую дозу в **3-8 раз.**

В качестве защиты и удаления радионуклидов из организмов, на основе многолетнего опыта БЕЛРАД, на загрязненных территориях используют добавки – **энтеросорбирующие веществa, содержащие пектин**. **Уровень цезия Cs-137 в организме детей после каждого цикла приемов уменьшается на 30-40 % (3 недели 5 г пектина 2 раза в день).**

Пектин содержится в свекле, моркови, перце, тыкве, баклажане, яблоке, вишне, сливе, груше, апельсине, лимоне, мандарине, фруктовых и овощных соках. Энтеросорбирующие вещества, удаляющие **тяжелые металлы**, существуют с давних времен в Европе (**“Medetopect”** производства Франция-Германия).

Во Франции компания **SANOFI** производит добавки, которыми пользуются в случае отравления тяжелыми металлами.

В 1997 кандидат медицинских наук Н.А.Гресь провела тест в больнице при Министерстве Здравоохранения Беларуси в д.Аксаковщина по влиянию **добавок** с содержанием **пектина (“VITARECT”)** на динамику микроэлементов крови детей, получив уменьшение **свинца** в организмах на **53 %** и **ртути** вплоть до **24 %**.

Как следует из **Рис. 57**, прием **Vitapect** в течение 3 недель уменьшил концентрацию цезия Cs-137 в организмах детей с **30 до 10 Бк/кг**.

1 таблетка “VITARECT” содержит пектин, полученный из 3-4 кг яблок, что является дневной нормой витаминов и микроэлементов.

Добавки **“YABLOPECT”** (Украина) уменьшают концентрацию тяжелых металлов в крови вплоть до **70 %**.

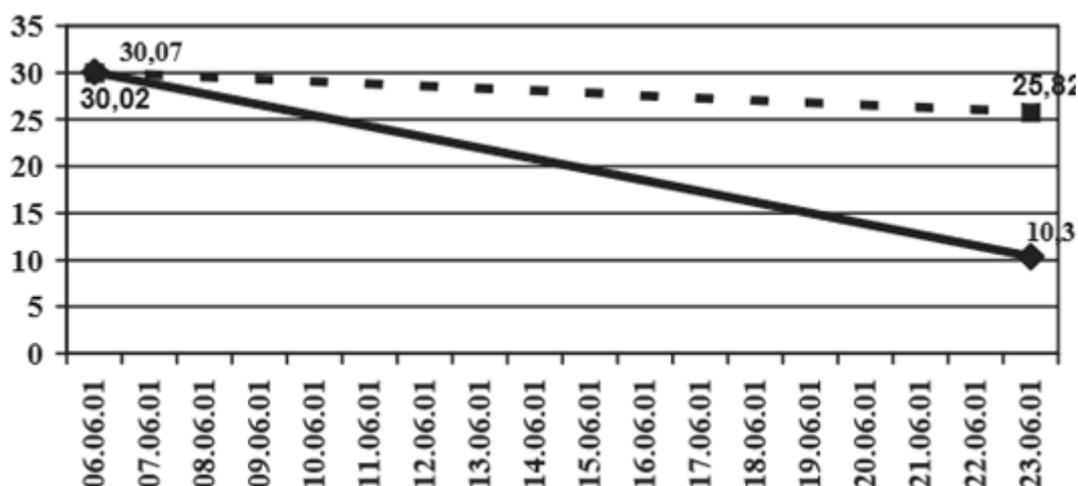


Рисунок 57. Уровень уменьшения удельной активности Cs-137, Бк/кг, после приема добавок Vitapect (линия внизу) и Placebo (линия сверху) с 06 по 23 июня 2001 г. (3)

Еще в 1981 году **ВОЗ** (World Health Organization) и **ФАО** (U.N. Food and Agriculture Organization), на основании 2хлетних клинических исследований, заявили, что **энтеросорбенты** ежедневного использования, содержащие **пектин**, эффективны при удалении радионуклидов (WHO, 1981). Изделие, основывающееся на пектине водного растения **Zostera** под коммерческим названием **Zosterin**, использовался в качестве профилактики в атомной промышленности в России.

С 2001 по 2003 г.г. ассоциация “*Children of Chernobyl in Belarus*” (Франция), Mitterand Found (Франция), *Found for Children of Chernobyl* (Бельгия) и Институт БЕЛРАД пролечили **1'400 детей** (10 школ) из Наровлянского района Гомельской области, которые прошли 5 сеансов препарата **Vitapect** в год. Концентрация Cs-137 в организмах уменьшилась в **4-5 раз**: с 350 до 60 Бк/кг.

Отличные результаты были получены после терапевтического пребывания детей на незараженной территории.

В 1999 г. у **165 детей**, которые побывали в **Австрии** и получали **энтеросорбенты**, цезий Cs-137 в организмах уменьшился на **50 %**.

В 1999 г. у **650 детей**, которые побывали в **Италии** и принимали **энтеросорбенты**, цезий Cs-137 в организмах уменьшился на **55 %**.

В 2000 г. у **1215 детей**, которые побывали в **Англии** и принимали **Vitapect**, цезий Cs-137 в организмах уменьшился на **95 %**.

У 1100 детей, которые побывали в **Ирландии** и принимали пектин, цезий Cs-137 в организмах уменьшился на **50 %**. (3)

В Испании в 2007 году **43 ребенка** гостили в течение 2 х месяцев и принимали **Vitapect**. Цезий Cs-137 в их организмах уменьшился на **53%**.

В Канаде в 2007 году **22 ребенка** гостили в течение 1 месяца и принимали **Vitapect**. Цезий Cs-137 в их организмах уменьшился на **50%; 15 детей** гостили в течение 1 месяца и принимали **Vitapect** - цезий Cs-137 в их организмах уменьшился на **49%**.

С 1996 по 2007 г.г. более **160'000 белорусских детей** получили добавки **препарата ВИТАРЕСТ (5 г/день)** в течение приблизительно 3 х недель, уменьшив содержание цезия Cs-137 в их организмах вплоть до **40 %**. (1)

11. Меры радиоактивной защиты. Методы на каждый день

Загрязненные территории с концентрацией радионуклидов более **37 КБк/м²**: Белоруссия – 1,8 миллионов га, Россия – 1,6 миллионов га, Украина – 1,2 миллионов га.

Согласно данным **Министерства Сельского Хозяйства Белоруссии**, в настоящее время сельско-хозяйственная деятельность проводится на территории площадью более 1,1 миллионов га, зараженных цезием Cs-137 с уровнем от 37 до 1,4780 КБк/м² и на 0,38 миллионах га, зараженных стронцием с уровнем более 5,55 КБк/м².

В Гомельской области заражено более **56 %** сельско-хозяйственных земель.

В Могилевской области заражено **26 %** сельско-хозяйственных земель.

22 % белорусской территории заражено (*National Belarussian Report, 2006*).

Более **5 миллионов человек** проживают на зараженных территориях в Белоруссии, на Украине и в европейской части России.

Некоторые территории, поля, леса, горы, озера в Швеции, Норвегии, Шотландии, Германии, Швейцарии, Австрии, Италии, Франции и Турции заражены радионуклидами с измеряемыми параметрами.

Сельско-хозяйственные территории, где производство продуктов питания **в рамках официальных пределов невозможно**: Белоруссия – 265'000 га, Украина – 130'000 га, Россия – 17'000 га.

Разрешаемый уровень установленной эффективной дозы не должен превышать 1 мЗв/год.

Каждое государство устанавливает собственную политику радиозащиты. В Белоруссии по мясу молодой **говядины** и **баранины** концентрация цезия Cs-137 не должна превышать **500 Бк/кг**, в России и на Украине - **160 Бк/кг**, по **муке** и **зерновым** в Белоруссии – **90 Бк/кг**.

Некоторые эффективные методы по уменьшению концентрации радионуклидов в **зерновых** на сельскохозяйственных полях: обработка **известью** в качестве антагониста стронция **Sr-90**, удобрения, содержащие **K** в качестве антагониста цезия **Cs-137**, удобрения, содержащие **фосфор**, чтобы осадить **Sr-90**, использование **зеолита, сапропели** и других естественных веществ, антагонистов и поглотителей радионуклидов (фактор уменьшения от **1 до 4-5 раз**).

Чтобы уменьшить концентрацию Cs-137 и Sr-90 в продуктах питания, используют добавки, содержащие **ферроцианиды** (уменьшение от 2 до 20 раз по Cs-137), **зеолит** (уменьшение в 2-4 раза по Cs-137), **минеральные соли** (уменьшение в 2-3 раза по Cs-137 и Sr-90), использование таких **энтеросорбентов** как пектин, активированный уголь, антиоксиданты (витамины, микроэлементы) и др.

Имеются другие меры, направленные на уменьшение концентрации радионуклидов в продуктах питания. (Рисунок 58) Например, очистка семян зерновых уменьшает концентрацию Cs-137 в 1,5-2 раза, обработка картофеля с производством **крахмала** – в 15-50 раз, производство **сахара** из продуктов, которые содержат углеводы – в 60-70 раз, производство **алкогольных изделий** – уменьшение в 1'000 раз, переработка молока в **сметану** – уменьшение Cs-137 в 6-12 раз, Sr-90 в 5-10 раз, переработка молока в **масло** – уменьшение Cs-137 в 20-30 раз, Sr-90 в 30-50 раз, кулинарная обработка **мяса** – уменьшение Cs-137 в 2-4 раза.

Measure	Reduction factor	
	Cs-137	Sr-90
Cleaning of cereals seeds	1.5–2	
Processing of potato to starch	15–50	
Processing carbohydrate- containing: Production to sugars	60–70	
Production to ethyl alcohol	Up to 1,000	
Processing of milk to cream	6–12	5–10
Processing of milk to butter	20–30	30–50
Culinary treatment of meat	2–4	None

Рисунок 58. Эффективность мер по уменьшению Cs-137 и Sr-90 в продуктах питания (Gudkov, 2006)

Леса Белоруссии аккумулировали около **70 %** радионуклидов.

Удельная активность Cs-137 может превысить **20 КБк/кг** в лесных ягодах и в грибах, **150 КБк/кг** в сухих грибах, **250 КБк/кг** в мясе диких животных, вплоть до **300 КБк/кг** в мясе хищной рыбы.

В 30 км зоне отселения существует риск получить индивидуальную дозу более **5 мЗв/год**. Более 50 % грибов и ягод из анализированных образцов превышали официально допустимый уровень (**370 Бк/кг**). С потреблением только лесных продуктов питания индивидуальная годовая внутренняя доза может достичь **40 %**.

Чтобы предупредить распространение радионуклидов из загрязненных лесов воздушным и водным путем, необходимо засадить новым лесом эрозийные зоны. Необходимы **УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УСИЛИЯ** для предупреждения пожаров в лесах и остановки распространения радионуклидов воздушным путем на сотни и тысячи километров от Чернобыльской АЭС.

В загрязненных зонах, где уровень Cs-137 превышает 15 Ки/км², опасно употреблять в пищу мясо диких животных. На загрязненных территориях рекомендуется охотиться на **диких кабанов** и **косуль**, возраст которых **2 и более лет**, по причине их меньшей внутренней загрязненности. Ситуация с мясом **лося: молодые особи** имеют значительно меньшее внутреннее загрязнение, по сравнению со старыми особями.

Загрязнение радионуклидами **внутренних органов млекопитающих диких животных** (сердце, печень, почки, легкие и др) значительно **больше**, по сравнению с **мышцами**.

Уровень внутреннего загрязнения диких животных **уменьшается** в следующем порядке: **волк – лиса – кабан – косуля – заяц – утка – лось**. На загрязненных территориях виды **рыб в реках** имеют уровень загрязнения значительно **меньший**, по сравнению с теми же видами **в озерах и прудах**. **Травоядные виды рыб** имеют в 3-4 раза меньшую концентрацию радионуклидов, по сравнению с хищными видами. **Бентосные виды рыб** имеют загрязнение в несколько раз превышающее таковое рыб, живущих в **поверхностных водах**.

Очень важно **избегать радионуклиды в продуктах питания** и если таковые были употреблены, необходимо удалить их из организма как можно быстрее.

Для **маленьких детей** период **биологического полураспада** цезия **Cs-137 - 14 дней**, для детей **5 лет - 21 день**, для детей **10 лет - 49 дней**, несовершеннолетних в возрасте **17 лет - 90 дней**, у молодых особей - **100 дней** (1, *Nesterenko, 1997*).

Продукты питания аккумулируют радионуклиды по-разному.

Овощи, которые накапливают Cs-137 в некоторых зонах Белоруссии в порядке уменьшения:

капуста – картофель – свекла – щавель – салат – редис – лук – чеснок – морковь – огурцы – помидоры.

Овощи из Гомельской области, которые накапливают Cs-137, в порядке уменьшения:

щавель – фасоль – редис – морковь – свекла – картофель – чеснок – перец сладкий – помидоры – баклажаны – огурцы – капуста – цветная капуста (*Radiology Institute, 2003*).

Ягоды, накапливающие Cs-137, в порядке уменьшения:

черника (Vaccinium myrtillus) – брусника (V.vitis-idaea) – смородина красная и черная (Ribes sp.) – клюква (Oxicoccus sp.) – клубника – крыжовник (Grossuloaria) – малина – рябина.

Мясо, аккумулирующее Cs-137, в порядке уменьшения:
куриное – говядина – баранина – свиное.

Мясо старых животных накапливает больше радионуклидов, по отношению к мясу молодых. **Кости** молодых животных имели больше Sr-90.

Внутренние органы, которые накапливают Cs-137, в порядке уменьшения:
легкие – почки – печень – жир.

Части яйца, которые накапливают Cs-137, в порядке уменьшения:
скорлупа – белок – желток.

Биологические свойства **Cs-137** близки таковым таких стабильных элементов как калий **K** и рубидий **Rb**, стронция **Sr-90** и плутония **Pu** близки кальцию **Ca**. Данные свойства определяют, где накопятся эти радионуклиды в организме, **использование стабильных элементов помогает уменьшить абсорбцию радионуклидов.**

Продукты питания, богатые калием K: картофель, кукуруза, фасоль, свекла, виноград, абрикос сухой, чай, орех лесной, лимон.

Продукты питания, богатые кальцием Ca: молоко, яйца, бобовые, лук зеленый, репа, петрушка, укроп, шпинат.

Опыт мировых стран после катастрофы показывает, что очень важно дать населению информацию и методы для избежания поглощения радионуклидов.

С 1994 года экспозиция радионуклидами населения Белоруссии, Украины и европейской части России продолжает расти, по причине накопления радионуклидов, их миграции из почвы в корни, накопления съедобной части растениями. На сегодняшний день наибольшую опасность представляют Cs-137 и Sr-90.

В будущем серьезной проблемой станет америций Am-241.

Будущие 6-7 поколений должны будут принять необходимые меры на широкой территории **в Белоруссии, на Украине и в европейской части России** для проведения особых процедур контроля радионуклидов в сельскохозяйственной продукции, в лесах, водных бассейнах, реках и озерах, как и в других странах, таких, как **Швеция, Норвегия, Швейцария, Австрия, Франция, Германия**, имеющие значительные загрязненные радионуклидами зоны.

Проблема загрязнения радионуклидами это динамичная проблема, которая требует включения в правительственные программы, требует постоянного мониторинга как минимум по цезию **Cs-137** и стронцию **Sr-90**, в течение будущих **150-300 лет.**

12. Последствия катастрофы на мировом уровне

40 % Европы (все европейские страны), Азия, Северная Америка, Северная Африка были загрязнены радиоактивным Чернобыльским выбросом.

Белоруссия подверглась тяжелейшему загрязнению.

5 миллионов человек в Белоруссии, на Украине и в европейской части России проживают на загрязненных территориях, из которых **1 миллион - дети.**

Заявление **МАГАТЭ (IAEA, International Atomic Energy Agency) и UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation)** о том, что Чернобыльский выброс добавил «лишь» 2 % к естественному радиоактивному фону игнорирует данные по разрушению радионуклидов во времени:

америций (Am-241) останется в почве в течение **5'000 лет**, цезий (Cs-137) – в течение 600 лет, стронций (Sr-90) – 500 лет, плутоний (Pu-241) – 200, **плутоний (Pu-240) будет загрязнять Землю в течение 100'000 лет.**
(Рисунок 59)

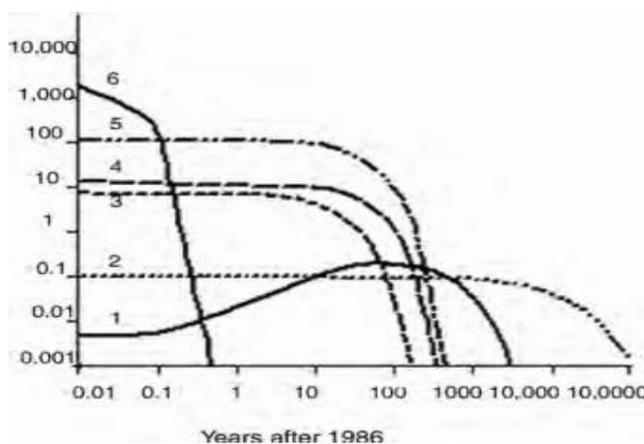


Рисунок 59. Общая дополнительная радиоактивность (в петабеккерелях, ПБк (10^{15})) в глобальной окружающей среде после Чернобыльской аварии:

1 – Am-241, 2 – Pu (239+240), 3 – Pu-241, 4 – Sr-90, 5 – Cs-137, 6 – I-131 (Mulev, 2008)

Каждое увеличение атомной радиации влияет на репродуктивные и соматические клетки каждого живого существа.

Не существует научных оправданий относительно того факта, что специалисты **МАГАТЭ** и **ВОЗ (Chernobyl Forum, 2005)** полностью скрыли цитирование данных по отрицательному влиянию радиоактивного загрязнения в других зонах, в которых осадилось до **57 % Чернобыльских радионуклидов**, кроме Белоруссии, Украины и России.

Монография Яблокова и др. оценивает, что в 2004 году после мирового выпадения радиоактивных осадков число летальных исходов в Европе, Азии, Северной Африке и Северной Америке достигло **824'000 жертв.**

Число жертв Чернобыля будет расти в будущих поколениях.

Перемещение радионуклидов длительного полураспада посредством воды, ветра, мигрирующих животных причиняет и будет причинять вторичное радиоактивное загрязнение на сотни и тысячи километров от Чернобыльской АЭС.

Запретная Чернобыльская зона это **“черная дыра”**, в которой некоторые виды могут обитать только за счет миграции из незагрязненных зон.

Чернобыльская зона отселения это микроэволюционный **“котел”**, в котором гены живых созданий трансформируются, с непредвиденными последствиями.

Для облегчения последствий Чернобыльской аварии **Белоруссия** ежегодно тратит **20 % национального бюджета**, Украина – 6 %, Россия – 1%.

Трагедия Чернобыля показывает, что такие страны как Франция, Япония, Индия, Китай, США, Германия должны принимать во внимание важность независимого мониторинга радионуклидов в продуктах питания и индивидуальной иррадиации.

Данный мониторинг, прежде всего радионуклидов, поглощенных организмами детей, должен быть независимым от атомной промышленности и предвиден вокруг каждой атомной станции.

Результаты такого мониторинга должны быть доступны общественности.

Официальное соглашение между ВОЗ и МАГАТЭ (WHO, 1959), которое предвидит неразглашение общественности любой информации, ставящей в плохом свете атомную промышленность, должно быть изменено.

Катастрофы размера Чернобыля и Фукусимы показали, что атомная промышленность готова **рисковать здоровьем Человечества и Окружающей Среды** не только теоретически, но и практически, и на уровне атомного оружия. (1)

13. Повторный радиоактивный выброс в результате пожаров в зоне Чернобыля

В зоне Чернобыля, кроме проблемы нового покрытия саркофага, существует проблема **пожаров**, которые каждый раз вызывают **повторный выброс радиоактивных веществ** и их распространение на сотни и тысячи километров, с вытекающим из этого атмосферным радиоактивным загрязнением, опасностью повторного загрязнения земель, пастбищ, огородов, попадания радионуклидов в человеческий организм через пищевую сеть и т.д.

Данные предыдущих пожаров (**2002, 2008, 2010 г.г.**) статистически показали передачу в оборот на региональном уровне от **2 до 8% цезия 137** радиации, выброшенной в результате аварии Чернобыльской атомной станции в 1986 году.

Последний пожар площадью **113 км² лесов** развился **26 апреля 2015 года в 20 км от Чернобыльской атомной станции** в день **29** годовщины катастрофы. Дата была подтверждена снимками со спутников.

Пожар в Чернобыльской зоне отселения развился в канун заседания в **Лондоне участников фонда** по строительству нового саркофага, предназначенного для безопасности станции, встречи, организованной со стороны G7 с целью сбора новых средств, чтобы закончить строительство, с новой датой его окончания – середина 2017.

Пожар был потушен в **9:00 утра 2 мая 2015 года**, в 5 км от **технологического кладбища**, на котором были закопаны радиоактивные останки станции.

В облаке, образованном дымом пожара, присутствовали вдыхаемые частицы **стронция, цезия**, различные изотопы **урана, плутония** и **америция 241**.

В будущем даже мелкие пожары будут **распространять радиоактивность**, международная общественность должна считать своим долгом **следить за маршрутом облака**, ставить его в зависимость от атмосферных осадков, оценивать состав облака, не забывая принимать во

внимание присутствию **плутония**, который останется **наиболее опасным для всех нуклидом по причине загрязнения им внутренних органов**. Например, как было определено работами **AIPRI**, в отличие от цезия, достаточно очень небольшого количества **плутония**, чтобы определить зону в качестве опасной:

5'000 Бк/м² плутония против 550'000 Бк/м² цезия¹³⁷.

Экстремальная минимизация риска данных пожаров служит успокоению – посредством замалчивания со стороны **масс медиа** – европейского общественного мнения.

Научному сообществу однако хорошо известно, что следствием таких пожаров будет неизбежное увеличение радиоактивности в европейских регионах.

В качестве предосторожности органы власти должны бы были дать совет населению, которого будет касаться прохождение такого облака, **избегать выходить из дома и держать закрытыми окна;**

в противном случае использовать **маску;**

в качестве вторичной профилактики советовать **много пить** (по возможности, **соленую воду**), чтобы увеличить **выводящую способность почек**.

В случае выпадения радиоактивности, в других европейских странах остаются в действии предыдущие наблюдения.

Данные эпизоды пожаров должны бы не только увеличить сознательность касательно хронического опасного эффекта **низких доз** радиации и еще раз дать понять об **опасности атомного выбора**, и с другой стороны побудить к кампании информирования, с целью **переоценки на европейском уровне концепции нормального параметра присутствия радиоактивных изотопов в продуктах питания, с оценкой определения в каждом отдельном продукте питания эффекта накопления радиоактивных изотопов.** (4, 5)

14. Плотность населения, проживающего вокруг атомных станций в Европе

42 % из 432 действующих атомных станций в мире расположены в Европе.

Италия идет к размонтированию своих атомных станций.

Не имея действующих АЭС, Италия окружена ими.

С **западной** стороны наиболее близко расположены французские АЭС, действующих станций во Франции 19 и многие расположены на дистанции всего в 100-200 км от границы с Италией:

АЭС в г.Бугей расположена в 100 км, центр переработки в г. Маркуй - в 180 км, АЭС в г.Трикастин – в 180 км, АЭС в г.Фессенхейм – в 215 км;



Рисунок 60. Атомные станции во Франции. (6)

С **восточной** стороны Италии: АЭС в г.Крско в Словении удалена от границы с Италией на 150 км, АЭС в г.Парк в Венгрии – на 400 км, АЭС в г.Бохувче – на 450 км, АЭС в г.Темелин в Чехии – на 300 км;
с **северной** стороны Италия граничит с 4мя АЭС Швейцарии:
АЭС в г.Госген – расположена приблизительно в 100 км от границы с Италией, АЭС в г.Лейбштадт – 130 км, АЭС в г.Безнау – в 120 км, АЭС в г.Мюхлеберг – в 130 км. (дистанция является приблизительной и была рассчитана на основании воздушного пути по карте Google до ближайшей границы с Италией).



Centrali elettrionucleari in Svizzera.

Рисунок 61. Атомные станции в Швейцарии. (7)

«Доклад относительно уязвимости Швейцарии» (*“Rapport sur la vulnérabilité de la Suisse”*), опубликованный организацией **Sortir du nucléaire Suisse** для **Ong no-nuke** и подготовленный **Frédéric-Paul Piguet**, который преподает геологические предметы и предметы по окружающей среде в **Институте Биосферы в Женеве**, проводит сравнительную классификацию 194 атомных станций, присутствующих в мире, согласно их опасности для стран, в которых эти АЭС расположены. **Piguet** классифицирует **АЭС** согласно **уязвимости**, которую они могут создать в странах, где расположены, **в случае крупной атомной аварии**. Согласно исследованию, международный стандарт по удаленности от больших центров обитания соблюдается **156 атомными станциями из 194 (80 %)**.

Исследование однако говорит о том, что **4 швейцарские АЭС являются первыми в мире по «подверганию опасности населения»:**

г. Базель расположен **в радиусе 50 км** от 3х швейцарских АЭС;
г. Цюрих - от 2х АЭС и **г. Берн** на расстоянии всего **15 км** имеет АЭС;
1 миллион человек проживает в радиусе **30 км от АЭС в г.Безнау**,
817'000 человек проживают вблизи **АЭС в г. Лейбштадт**.

Согласно **Федеральной Инспекции по Атомной Безопасности (Inspection Fédéral de Sécurité Nucleaire (IFSN, 2013))**, в случае атомной аварии и прохождения радиоактивного облака, взрослый человек получил бы эффективную дозу через 2 дня экспозиции, в зависимости от метеоусловий, в **1'000 мЗв** на расстоянии **20 км от аварии**, **200 мЗв - 50 км** и **100 мЗв на расстоянии 80 км**.

Для детей доза, которую получит эндокринная железа, может достичь 500 мЗв на расстоянии 100 км.

Согласно Докладу, профилактическая эвакуация населения, в случае тяжелой аварии, должны быть предвидена при **100 мЗв в радиусе 80 км от соответствующей АЭС**. (Рисунок 62)

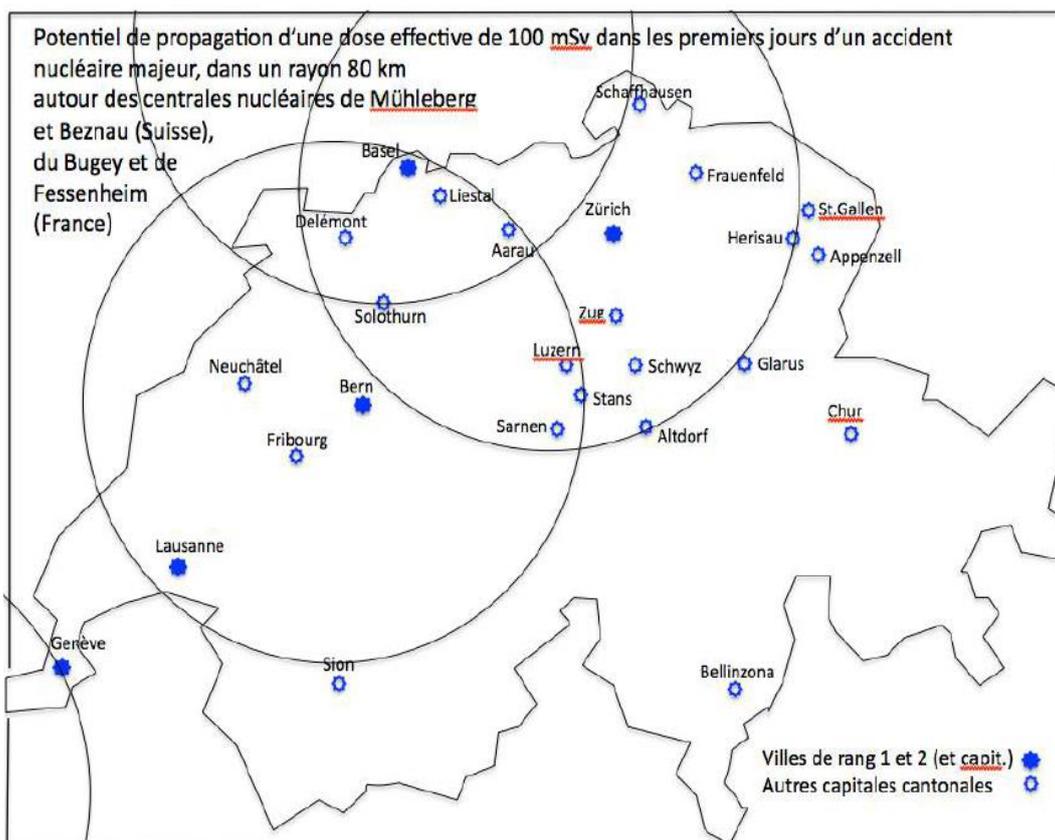


Рисунок 62. Потенциальное распространение эффективной дозы в 100 мЗв в первые дни серьезной атомной аварии в радиусе 80 км вокруг АЭС г. Мухлеберг (круг слева), г.Безнау (круг справа), г.Бугей (Швейцария) и г.Фессенхейм (Франция) (круг сверху). (8)

По мнению **UNSCEAR**, концентрация цезия **Cs-137**, равная **555 КБк/м²**, соответствует дозе менее **5 мЗв/год**. По **Океанову** и др., концентрация 37-185 КБк/м² вызывает эффективную дозу в 0,4 мЗв/год, концентрация 185-555 КБк/м² вызывает экспозицию, равную 2 мЗв/год, концентрация более **555 КБк/м²** вызывает эффективную дозу в **5 мЗв/год**. **Институт Радиозащиты и Атомной Безопасности (Institute de Radioprotection et de Sûreté Nucleaire) советует эвакуировать население с территории с концентрацией цезия Cs 555 КБк/м².**

Учитывая данный критерий, была эвакуирована 30 км зона после Чернобыльской аварии (концентрация более 15 Ки/км² = 555 КБк/м²).

Некоторые территории загрязнены на удалении 100, 200 и более км от Чернобыльской АЭС, с отложениями цезия **Cs-137 от 1'480 КБк/м² до 3'700 КБк/м²**. Дистанция от Чернобыльской АЭС до центра области, города **Гомеля** – около **150 км по воздуху**, до г. **Могилев** – около **300 км**, до г. **Брянск** в России – около **400 км**.

Согласно **IFSN**, запретная зона для загрязненных цезием Cs-137 территорий при дозе выше **555 КБк/м²** представляет собой **3'000-13'575 км²** (вплоть до **2 %** французской территории) или **32 %, 41'285 км²** территории Швейцарской Конфедерации.

В случае атомной аварии в Швейцарии уровня, схожего с таковым **Фукусимы**, загрязненную территорию можно оценивать в **3'600 км (диаметр 64 км)**, в случае аварии, схожей с таковой в **Чернобыле**,

загрязненную территорию можно оценивать в 10'300 км (диаметр 114 км) (Рисунок 63).

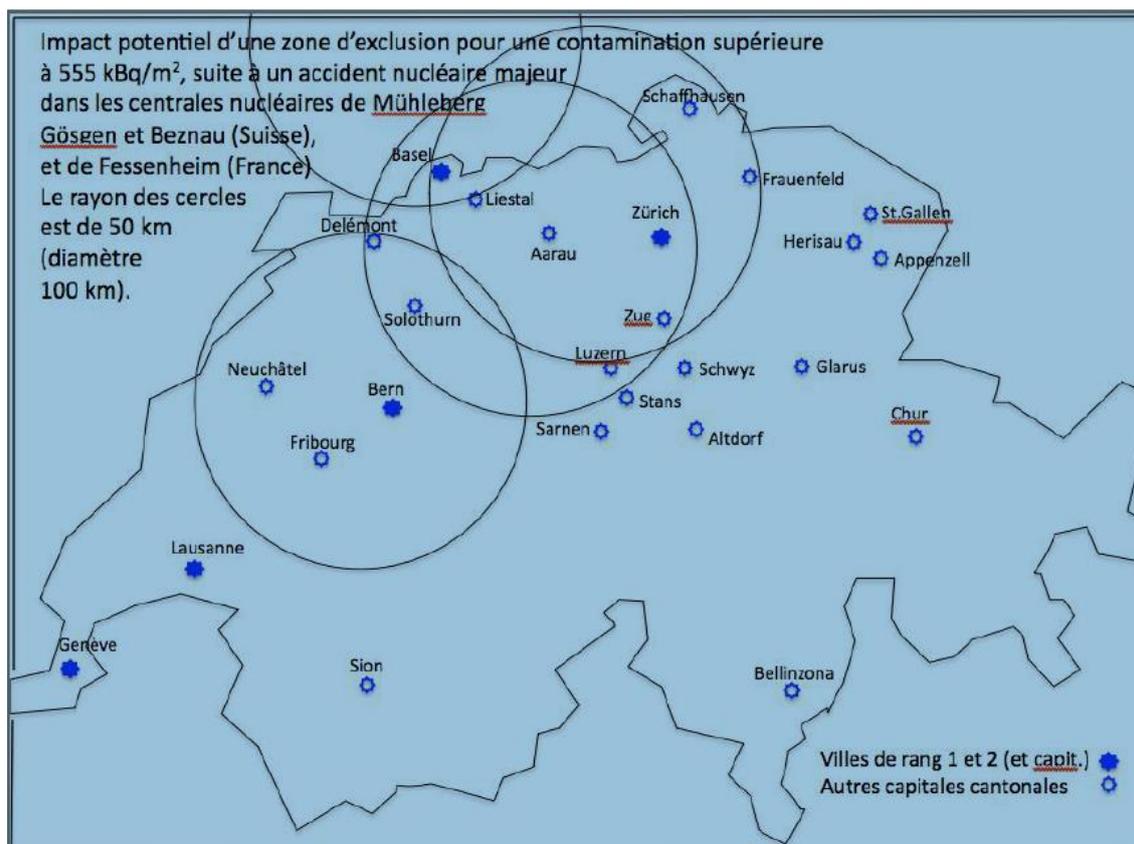


Рисунок 63. Потенциальный эффект в случае загрязнения более 555 КБк/м² (зона отселения – радиус 50 км) в случае серьезной атомной аварии на АЭС в г. Мюхлеберг (круг слева), АЭС Безнау (круг справа), АЭС Госген (Швейцария) (круг в центре) и в г. Фессенхейм (Франция) (круг сверху). (8)

В случае аварии запретная зона может занимать от 7 % до 19 % швейцарской территории. Запретный период может продлиться от десятилетий до нескольких веков.

Согласно данным **Деклана Бутлера** (Declan Butler), опубликованные в журнале "Nature" 2011 г., «**Реакторы, жители и риск**» ("Reactors, residents and risk"), число жителей, проживающих в радиусе 30 км от 194 атомных станций в мире следующее:

- 4 атомные станции в Швейцарии: 3'697'969 жителей;
- 2 атомные станции в Германии: 3'363'639 жителей;
- 2 атомные станции в Бельгии: 2'347'950 жителей;
- 4 атомные станции в США: 2'684'426 жителей;
- 5 атомных станций в Китае: 7'584'113 жителей;
- 1 атомная станция в Пакистане: 8'346'926 жителей;
- 2 атомные станции на Тайване: 10'141'352 жителей;
- 1 атомная станция в Армении: 768'816 жителей.

130 атомных станций имеют **в радиусе 30 км около 400'000 проживающих жителей.**

По данным *Деклана Бутлера, в Швейцарии вокруг 4 атомных станций в радиусе 30 км (2'826 км²)* проживают:

		в радиусе 75 км:
АЭС Безнау:	1'027'780 (12,92 %)*	5'866'000
АЭС Лейбштадт:	817'983 (10,28 %)*	5'830'000
АЭС Госген:	959'787 (12,06 %)*	5'638'000
АЭС Мюхлеберг:	892'419 (11,22 %)*	3'433'000
ВСЕГО:	3'697'969	20'767'000

* процент населения в Швейцарии

В случае создания зоны отселения в 30 км (2'826 км²) вокруг атомной станции, из 194 АЭС в мире 161 страна потеряла бы около 1 % своей поверхности, Швейцария – 6,5 %. (8)

15. Атлас загрязнения в Европе после Чернобыльского радиоактивного выброса: данные по Франции и Италии

ПЕРВОЕ МАЯ 1986 ГОДА, 5 дней после аварии в Чернобыле:

“НУЖНО ОЖИДАТЬ В БУДУЩЕМ МЕЖДУНАРОДНОГО ЗАГОВОРА ОФИЦИАЛЬНЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЧАСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ОЦЕНКИ ЖЕРТВ, К КОТОРЫМ ПРИВЕДЕТ ДАННАЯ АВАРИЯ. ПРЕСЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕЙ ГРАЖДАНСКИХ И ВОЕННЫХ ПРОГРАММ СТАВИТ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА СТРАН В УСЛОВИЯ МОЛЧАЛИВОГО ПОТВОРСТВА, КОТОРОЕ ПЕРЕСТУПАЕТ ГРАНИЦЫ ИДЕОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ КОНФЛИКТОВ”. (журнал “Ecologie”, n° 371, май 1986 г., статья физика *МАДАМ БЕЛЛЫ БЕЛЬБЕОК*, цитировано по № 9).

По мнению ядерного физика и Директора *AIPRI, Международной Организации по защите от Ионизирующей Радиации* (Association Internationale pour la Protection contre les Rayons Ionisants), Чернобыльские осадки в почве Италии были в **60 раз выше по осажденному цезию Cs 137**, осадки, вдыхаемые легкими, были в **65 раз выше по Cs 137**. Сопоставив с выпавшим Cs 137, общая активность, отложенная в почве, была в **42-68 раз выше** активности на м², в то время как **доза, полученная при вдыхании** во время выброса была в **55-69 раз выше** по тому же элементу.

Учитывая официальную годовую дозу, с 30 апреля по 05 мая 1986 г. взрослый человек только за счет **ежедневного дыхания** получил **2,37 миллиЗиверт, в 2 раза больше допустимой годовой дозы.** (12)

После Чернобыля лаборатория *CRIIRAD*, аккредитованная **Министерством Здравоохранения Франции** по определению радиоактивности окружающей среды и продуктов питания, продолжала выполнять сопоставление с целью определения действительности “методологии почвы”, начатой **Андрэ Парис** (André Paris) для реализации **“Атласа остаточных значений цезия Cs137 в почве, 1999-2001 г.г.”.** (9)

Что касается 7ми протестированных мест, в которых загрязнение цезием Cs137 согласно определениям было более **10'000 Бк/м²**, погрешность, связанная с прямым измерением в почве, равняется около 30%. Для почвы с меньшим загрязнением результаты измерений априори могут считаться в качестве “порядка величины”.

“Загрязнение, равномерно распределенное”, определенное *Андрэ Парис*, в действительности является таковым для почвы, специально отобранной, в состоянии гарантировать как хорошую сохранность цезия (*лесные почвы и естественные поля, за исключением пастбищ и культивируемых земель*), так и отсутствие феномена накопления (*внизу у буков, долин, по пути таяния снега в горах и т.д.*).

Карты изготовлены Андрэ Парис для каждой изученной местности с **1999 по 2001 годы**. Речь идет о **слегка измененном и заниженном** видении ситуации 1986 года, учитывая, с одной стороны, **физический распад цезия Cs 137 (меньше 30%)** и, с другой, несоответствие, связанное с **типом почвы** и ее использования.

Глобально можно оценить, по большинству почв континентальной Франции, принятых во внимание в атласе, уровень загрязнения цезием Cs137 должен быть в 1986 году **как минимум в 2 раза больше**, по сравнению с приведенными в атласе цифрами, учитывая физический распад цезия и его удаление за счет перемещения.

Потери цезия были более значительными на некоторых типах почвы, как например на **Корсике**. В целом, загрязнение территорий приведено верно на картах для континентальной Франции.

Данная картография предлагает **глобальную схему**, предложенную в работах **CRIRAD** до 1992 года, подтверждая, что **восточная часть Франции, от Корсики до Альзаци**, была в большей степени загрязнена по сравнению с западной частью, с сильной **местной гетерогенностью**, связанной частично с прошедшими дождями в начале мая 1986 года.

Атлас 1999-2001 годов безусловно не является исчерпывающим, но приводит ценные параметры географической представительности.

На юге Франции, в частности, плотность местности, где были выполнены определения, дает понятие о «непрерывности» остаточного загрязнения почвы.

На западе местность, где были проведены определения, была более удалена одна от другой. Во всех случаях возможно, что последующие исследования определяют зоны более загрязненные, чем те, которые были приняты во внимание при подготовке атласа.

Атлас 1999-2001 годов позволяет проводить сравнение с другими европейскими странами. Необходимо принять во внимание, что **север Италии и Австрия** были и остаются более загрязненными по сравнению с Францией, однако также широкие восточные французские территории, расположенные на расстоянии более **2'000 км от Чернобыля**, являются наиболее пораженными, по сравнению с изученными зонами **Венгрии** или **Словении**.

Данное утверждение подчеркивает широту катастрофы в отношении распространения загрязнения.

В середине 90х годов, в рамках итало-французского сотрудничества в области окружающей среды, касающееся **юго-востока Франции**, **Андрэ Парис** должен был сопоставить свои данные с вопросами жителей относительно загрязнения их окружающей среды.

В Парке Меркантур, расположенном **в Приморских Альпах** на границе с Италией, свидетели говорили о приезде техников в специальной одежде для сбора образцов земли. В то же время **CRIIRAD** узнала о сообщении **Института Защиты и Национальной Безопасности** о том, что в данном регионе имеются пятна повышенного загрязнения, достигающие до **314'000 Бк по цезию 137** на килограмм почвы.

Чтобы более углубленно исследовать проблему, вооруженные небольшими счетчиками **“Geiger grand public”**, **Андрэ Парис** с коллегами, **Тэрри Константин-Бланк** (*Thierry Constantin- Blanc*) и **Чарль-Генри Таверниер** (*Charles-Henri Tavernier*), быстро определили в альпийской окружающей среде многочисленные секторы, которые имели **сильный уровень загрязнения гамма**.

Образцы забранной почвы в процессе исследований 1996 - 1997 годов в Меркантуре и Ле Зекринс (*Les Écrins*) были анализированы в **лаборатории CRIIRAD**.

Результаты подтвердили, что речь шла о загрязнении цезием **Cs 137**, приписываемому большей частью Чернобыльскому выбросу. Уверенные в том, что “пятна местного загрязнения” присутствуют не только на юге **французских Альп**, **Тэрри Константин-Бланк** и **Андрэ Парис** покупают **профессиональный радиометрический прибор**, который позволяет эффективные исследования широких территорий.

Данные определения почвы, выполненные во **французских, швейцарских, итальянских и австрийских Альпах**, дали начало забору и анализу в **1997** году со стороны лаборатории **CRIIRAD 40a образцов почвы**.

Данное исследование позволило показать, **что вся альпийская гряда была затронута загрязненными зонами**, в которых концентрация цезия Cs 137 в определенных почвах была такой, что их можно было квалифицировать как **«радиоактивные отходы»**.

Анализ лаборатории также показал присутствие скопления **плутония**.

Альпы, которые считались окружающей средой, защищенной от загрязнения, **оказались местами наиболее пораженными от Чернобыльского выброса**. (Фото 64).

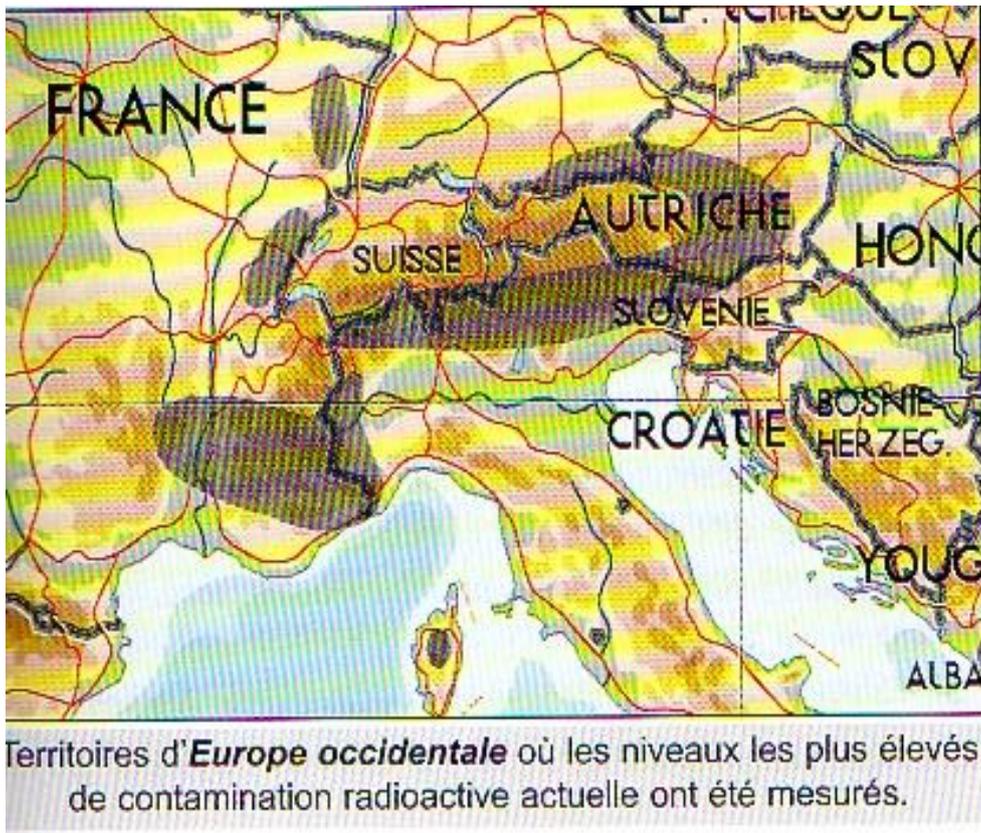


Фото 64. Наиболее высокие значения радиоактивного загрязнения, измеренные на территории западной Европы. (9)

Дополнительные замеры гамма потока, выполненные в других районах, и анализы лаборатории подтвердили феномен скопления также вне альпийской территории.

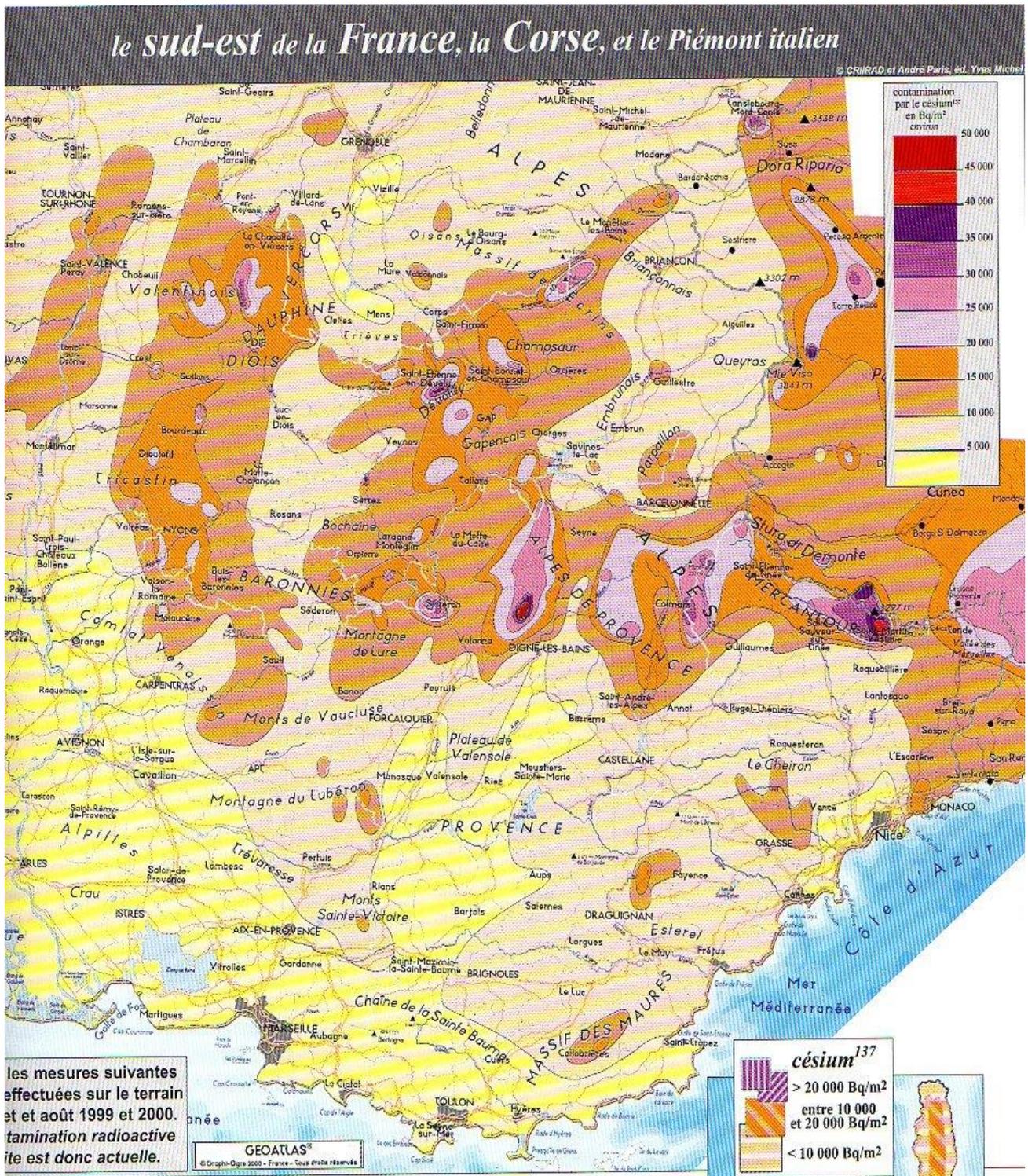


Фото 65. Меркантиур и его окрестности
(измерения выполнены летом 1999-2000 г.г.) (9)

Относительно остаточного загрязнения выше **100'000 Бк/м² цезия Cs 137**, неточность должна бы быть ниже 30% в большинстве изученных случаев (случаи более 50% неточности априори исключены, в основном это земли, которые лучше других сохраняли загрязнение). Измеренные параметры на землях, **загрязненных в меньшей степени (< 5'000 Бк/м²)**, представляют собой порядок величины (большая доля загрязнения вероятно является старой и более глубоко осаждена).

Уровни цезия **Cs 137**, определенные как “загрязнение, равномерно распределенное”, соответствуют остаточному загрязнению почвы, которые на определенном типе земли представляют собой априори наилучшие условия сохранности начальных средних отложений, за исключением точек накопления.

В нескольких десятках метров от почвы, принятой во внимание для подготовки атласа, могут быть найдены земли, значительно менее загрязненные, по причине того, что они были переработаны или на них были проведены мероприятия, способствующие удалению **Cs 137** (*культивируемые земли, пастбища, влажные зоны, земли с уклоном или подверженные сильному оттоку и т.д.*).

В то же время очевидно, что на **асфальтированных землях или цементированных, которые находятся в городской черте, начальное загрязнение было смыто.**

Напротив, возможно, что вблизи земель, использованных для анализа Андре Парис, существуют зоны, представляющие собой более **повышенное загрязнение (возможно в 2 или 3 раза)**. Действительно, последующие измерения, выполненные **CRIIRAD**, показали это.

Загрязнение более повышенных величин чем те, которые приведены в атласе, может встречаться в отдельных точках накопления (данные феномены накопления встречаются например **у подножия буков, некоторых опор, иногда у водосточных желобов, в альпийской среде, в зонах прохода таящей воды снега и т.д.**).

Для реализации атласа были приняты во внимание **лесные земли и поля**. Указанные уровни цезия соответствуют **Чернобыльскому цезию и предыдущему военному цезию**. Загрязнение было значительно более важным в мае 1986 года (в среднем в около **2 раза больше**).

Имеются как минимум три причины:

Даже если почва была выбрана систематически из-за хорошей способности сохранности цезия и представляет собой загрязнение, основная часть которого расположена в **10 см толщине почвы**, оценка активности цезия, определяемого методом **спектрометрии** в поверхностном слое, может быть занижена в более глубоких слоях, по той же причине – начальный уровень радиоактивных осадков.

Радиоактивность **Cs 137** уменьшается наполовину каждые **30 лет**. Большая часть определений выполнены в почве, начиная с 1999 и заканчивая концом 2000 года, необходимо учитывать, что с момента аварии прошло 14 лет, таким образом отложенная активность **потеряла 30%** своего начального значения. Необходимо таким образом умножить значения, приведенные в атласе, на приблизительно **1.4**, чтобы рассчитать начальную активность цезия **Cs 137** в 1986 году. Данный фактор зависит от момента определения и параметра, имевшегося в мае 1986 года.

Кроме физического распада цезия Cs 137, его распространение после 1986 г. могло быть ускорено в местных условиях многочисленными механизмами.

В первые недели после аварии дозы, которым были подвергнуты некоторые группы населения **восточной Франции** (и таким образом также итальянской части Альп) могли достичь уровней, **превышающих санитарные дозозволенные концентрации** в ходу в то время и привести к **увеличению риска раковых заболеваний**. Данные значительные дозы приходились на присутствие около 20 радионуклидов короткого периода распада, среди которых был йод **I 131**.

Во всех Альпах существуют по высоте (в целом более **1500 метров**) зоны, в которых обнаружена сильнейшая локальная концентрация цезия, осевшего первоначально на большой поверхности. В этих точках скопления цезий Cs 137 достигает значительной внешней экспозиции.

Разбивать палатки в течение 2 недель в данных активных пунктах может привести к получению неприемлемых доз, более **1 мЗв/год**.

В действительности, лаборатория **CRIIRAD** определила в регионе **Рестефонд (Restefond)** в **Меркатуре** в октябре 1997 года в точке скопления (**255'000 Бк/кг Cs 137**) потенциальную дозу при контакте с почвой в **8,4 микроЗиверт в час** (отняв естественную радиоактивность). Турист, который расположит свой спальник в данном месте, получит за ночь дозу в **67 мЗиверт**.

Значение в **1 миллиЗиверт/год** считается европейской нормой в качестве **максимального предельного значения** при экспозиции.

Удаление загрязнения по всем **Альпам** невозможно, но **CRIIRAD** рекомендует проводить систематический контроль в местах, посещаемых населением (зоны пикников, кемпингов и т.д., давать советы специалистам или людям, часто посещающим данные места).

Военные эксперименты 50/60 х годов и Чернобыльская авария 1986 года привели к загрязнению цезием Cs 137, в настоящее время **слабому**, но весьма **распространенному, продуктов питания**, принимая во внимание, что в начале века данное загрязнение было нулевым.

Некоторые продукты питания из лесной среды (**грибы, мясо диких животных, ягоды**) имеют и сегодня значительные параметры Cs 137, которые могут привести к получению значительных доз потребителями большого количества **мяса диких животных** или **грибов**.

Андрэ Парис, агроном и геолог по образованию, предпринял летом 1999 года составление **Атласа загрязнения почв цезием Cs 137**, благодаря научной и организационной поддержке **CRIIRAD**.

Работа не была бы представлена без упорства Андрэ Парис, который добровольно посвятил ей **3 года жизни**, преодолев тысячи километров и взяв на себя большую часть экономических расходов.

Были использованы следующие инструменты:

- **радиометр** типа икометра, модель **SPP2** производства **SAPHUMO**
- **детектор альфа-бета** производства **Ludlum**
- **небольшой портативный спектрометр SPEC**.

Наиболее используемым оказался портативный спектрометр **SPEC** на кристаллах иодида натрия.

Радиоактивное загрязнение, легко определяемое на поверхности почвы, практически всегда было за счет цезия **Cs 137**.

СБОР ДАННЫХ В ИТАЛИИ

Сравнительный параметр: значения менее **< 5'000 Бк/м²** считаются слабым заражением.

ПРИВЕДЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ БЫЛИ ВЫПОЛНЕНЫ С ЛЕТА 1999 Г. ПО ЛЕТО 2000 Г.

ДОЛИНА Д'АОСТА

В верхней точке перевала **Сан Бернар** (*Colle del Piccolo San Bernardo*) на широких **полях** загрязнение, равномерно распределенное, было замерено параметром **5'300 Бк/м²**. 180 метрами ниже, с итальянской стороны, равномерно распределенное загрязнение на широких **полях** равнялось **10'700 Бк/м²**.

Ниже коммуны **Ла Тюиль** (*La Thuile*) в направлении **Колле Сан Карло** (*Colle San Carlo*) **на лесной почве** равномерно распределенное загрязнение показало параметр **14'000 Бк/м²**.

В этой западной части **Долины д'Аоста** загрязнение значительно снижается с увеличением высоты.

В коммуне **Конь** (*Cogne*), ниже деревушки, равномерно распределенное загрязнение равнялось **16'500 Бк/м²**, схожее с таковым в Ла Тюиль.

ДОЛИНА ТУРНАНШ (TOURNANCHE)

Выше деревушки **Вальтурнанш** (*Valtournanche*) **на полях** два измерения равномерно распределенного загрязнения дали результат **20'900 Бк/м²** и **22'700 Бк/м²**.

В г. **Червиния** (*Cervinia*), ниже ж-д вокзала перед паркингом кемпинга, **на полях** два измерения равномерно распределенного загрязнения дали результат **25'500 и 25'600 Бк/м²**.

В данной зоне г. Червиния во впадинах полей присутствовали скопления загрязнения. В одном из данных скоплений был замерен параметр загрязнения, который равнялся **493'900 Бк/м²**.

Взятие проб методом **каротажа почвы**, выполненное в данной точке скопления и анализированное в 1997 году лабораторией **CRIPRAD**, дало параметр загрязнения, равный **17'960 Бк Cs 137 на кг почвы**.

Другой **картаж почвы**, выполненный севернее, в коммуне **План Мэйзон** (*Plan Maison*), дало параметр загрязнения **106'600 Бк цезия 137 на кг почвы**.

Скопления загрязнения в горах встречаются, начиная с высоты **1'500 метров** и более часты на высоте **около 2'000 метров** выше уровня моря. Данный тип скоплений загрязнения вытекает, исходя из особого механизма его перераспределения.

Загрязнение, переносимое из атмосферы, отложилось на **остаточном снежном покрове**. В момент **таяния**, после того, как горная почва впитала и профильтровала большую часть воды таящего снега, сформировались скопления загрязнения. Горные скопления часто дают сильные параметры загрязнения, трансформируя почву в **“радиоактивные отходы”**.

Скопления загрязнения были замерены во всех Альпах.

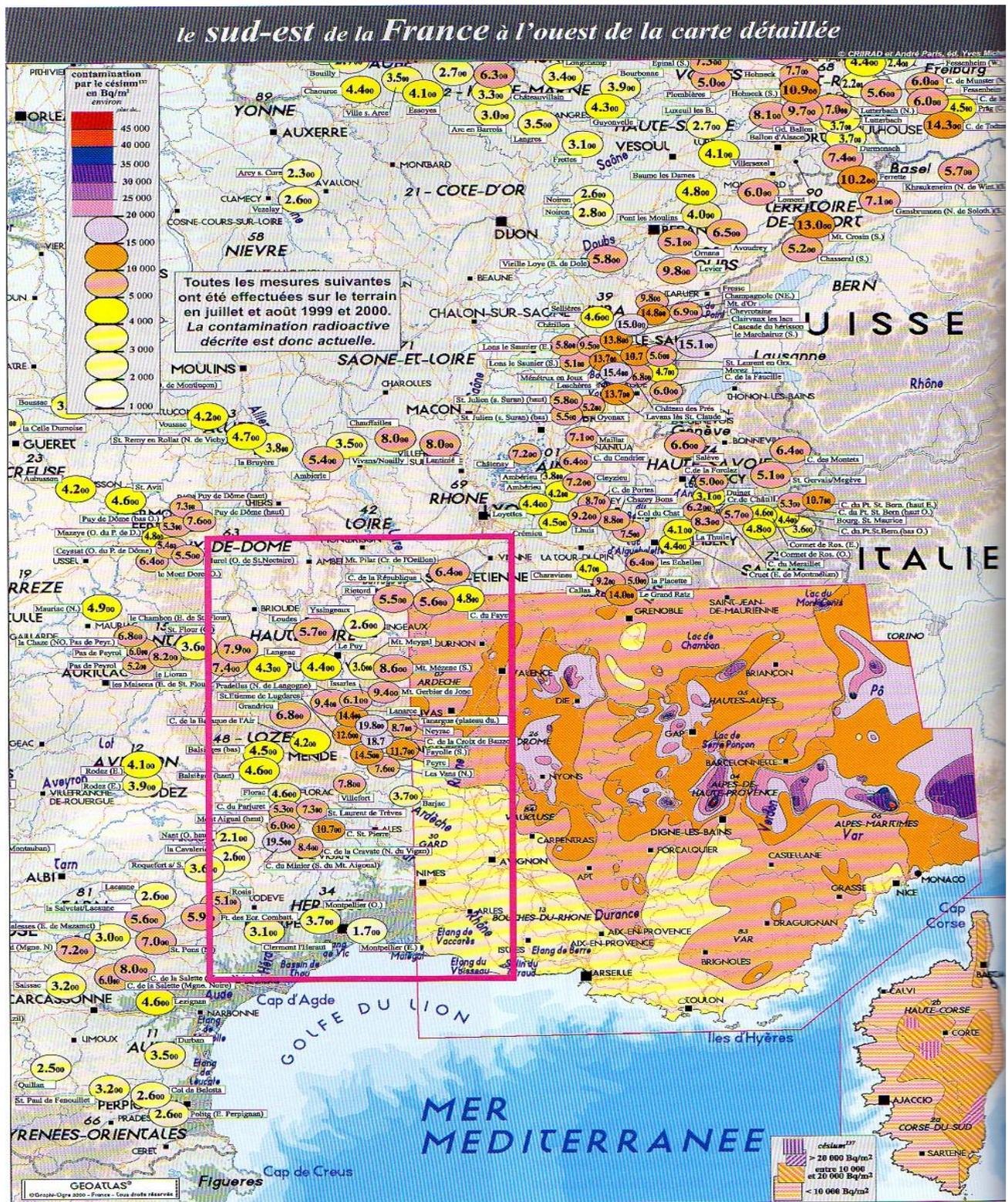


Фото бб. Приморские Альпы (измерения выполнены летом 1999-2000 г.г., загрязнение от 1'000 до 45'000 Бк/м²). (9)

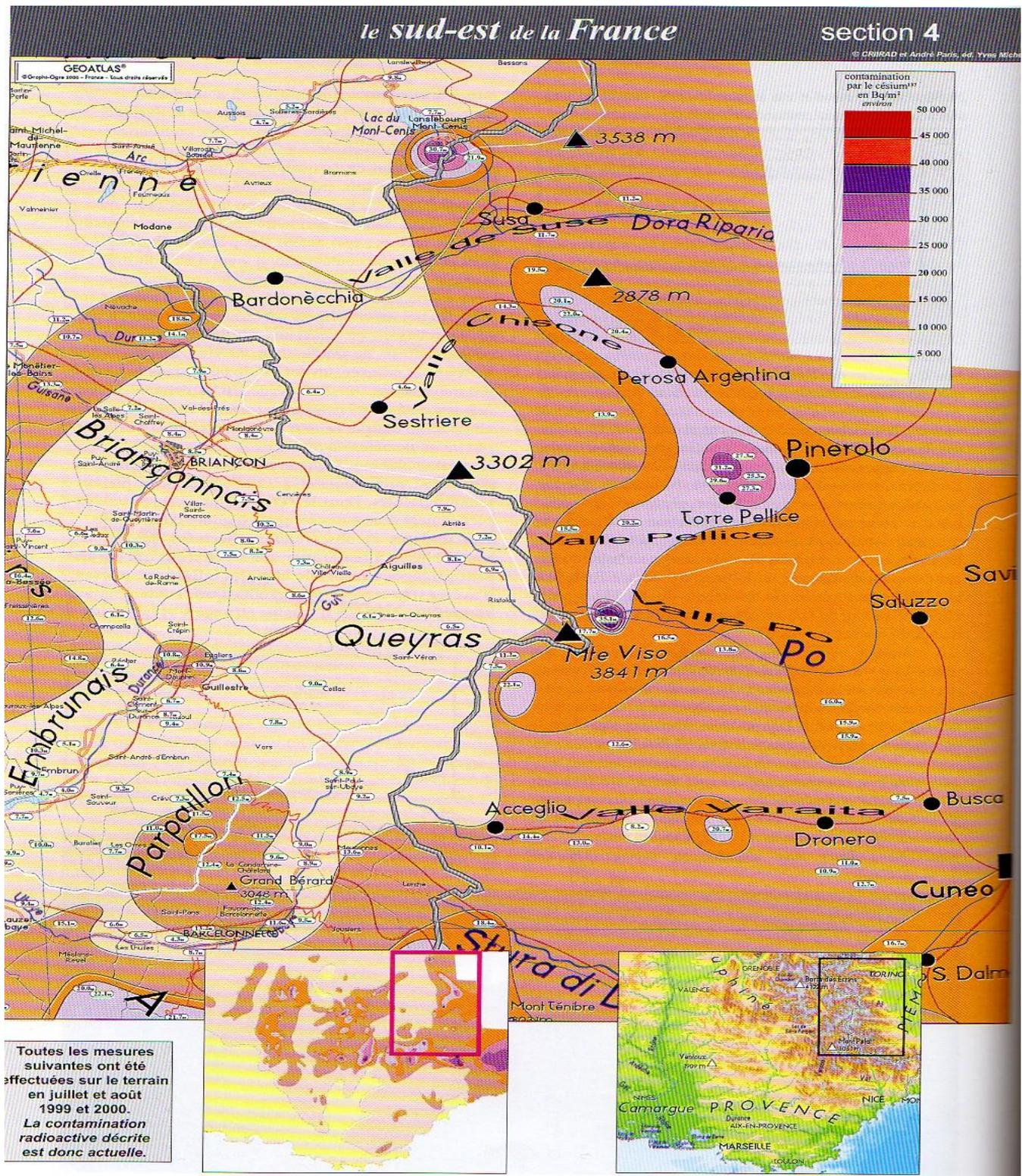


Фото 67. Долина Варайта, Долина По, Долина Кизоне – Пьемонт, Италия (определения выполнены летом 1999-2000 г.г., загрязнение от 1'000 до 50'000 Бк/м²) (9)

ПЬЕМОНТ ПИНЕРОЛО

Уровни загрязнения в области Пьемонт являются постоянными.

Два значения характеризуют альпийскую гряду в этом месте.

Южная ось загрязнения пересекла альпийскую гряду на уровне **Меркантура**.

Напротив, **северная ось** не пересекает альпийский гребень и остается блокированной в итальянской части с обоих боков коммуне **Пинероло** между долинами рек **По** и **Дора Рипария**.

Более к северу большие уровни загрязнения остаются внутри и не пересекают верхушку Альп.

ДОЛИНА СУЗА

Значения параметров в коммуне **Буссолено** (*Bussoleno*) были получены **в лесу**, включая северную часть данного агломерата, расположенного к востоку от коммуны Суза. Значения равнялись **11'200 Бк/м²**.

Выше **Долины Суза** значение в коммуне **Монченизио** (*Moncenisio*) было получено на почве хвойного леса и равнялось **21'900 Бк/м²**, что приближается к параметрам, полученным в **Колле Монченизио** (*Colle del Moncenisio*). Сразу к югу от г. Суза был замерен параметр **11'700 Бк/м²**.

ДОЛИНА КИЗОНЕ

В г. Сестриэр (*Sestrièr*) замеренный уровень загрязнения равнялся **4'600 Бк/м²**. Спускаясь по Долине Кизоне, загрязнение измерялось параметром **20'000 Бк/м²**, начиная с коммуны **Фенестрелле** (*Fenestrelle*).

В коммуне **Инверсо Порте** (*Inverso Porte*), почти внизу долины, на высоте 500 м, был получен параметр загрязнения, равный **27'300 Бк/м²**.

Коммуна **Праростино** (*Prarostino*) подчеркивает, что данная зона является «**безатомной**». **На поле** старого фруктового сада, непосредственно на выходе из коммуны, был определен параметр равномерно распределенного загрязнения, равный **27'300 Бк/м²**.

В округе **Сан Бартоломео** (*San Bartolomeo*) **на листьях лесной почвы** было замерено около **31'200 Бк/м²**. Систематически у подножия **многих буков** были найдены скопления загрязнений величиной более одного метра. Данные скопления говорят о загрязнении в значительной степени «**дождливой формы**». У подножия данных деревьев было замерено значение в **201'300 Бк/м²**.

ДОЛИНА ПЕЛЛИЧЕ

Сравнимо с **Долиной Кизоне**.

ДОЛИНА ПО

К северу от горы **Монвизо** (*Monviso*) был замерен параметр **35'100 Бк/м²**, Другие замеренные параметры были между **17'700 и 13'800 Бк/м²**.

К востоку от **Салюццо** (*Saluzzo*), в местах измерения **Мартиниана По** (*Martiniana Po*), **Бронделло** (*Brondello*) и **Изаска** (*Isasca*), на небольшом удалении от равнины, значения были близки к **16'000 Бк/м²**.

Например, измерение, выполненное в коммуне **Изаска**, к северу от **Венаска** (*Venasca*), **на листьях лесной почвы**, показало параметр равномерно распределенного загрязнения **15'900 Бк/м²**.

ЗОНА Г.БИЭЛЛА

На юго-запад от г. Биэлла, в коммуне **Болленго (Bollengo)**, на почве с преобладанием **лесных каштанов**, загрязнение имело параметр **23'100 Бк/м²**.

Вблизи г. Биэлла в коммуне **Ронко Биэлла (Ronco Biella)**, на листьях лесной почвы параметр загрязнения равнялся **26'500 Бк/м²**. В зоне г. Биэлла определены схожие параметры загрязнения.

ЛОМБАРДИЯ

ЗОНА ГАЛЛАРАТЕ И РАЗВЕТВЛЕНИЕ ОЗЕРА МАДЖОРЕ

Три сектора определения дали следующие значения равномерно распределенного загрязнения:

- на запад от коммуны **Сомма Ломбардо (Somma Lombardo)**, на почве **дубового леса**, было определено **42'600 Бк/м²**;

- в коммуне **Ориано (Oriano)**, на юго-восток от **Сесто Календе (Sesto Calende)**, на почве **хвойного леса**, определение дало значение **14'500 Бк/м²**;

- на восток от **Сесто Календе**, на почве **хвойного леса**, измеренное равномерно распределенное загрязнение дало значение **25'100 Бк/м²**.

В данной зоне коммуны **Галларате (Gallarate)** три сектора измерений показывают изменчивые уровни загрязнения. Это быстрое изменение уровней загрязнения на краткой дистанции встречается часто в **западной Европе**.

Г.БЕРГАМО, КОЛЛЕ САН МАРКО, Г. МОРБЕНЬО

В коммуне **Брембилла (Brembilla)**, к северу от г. Бергамо и на юго-восток от **Сан Пеллегрино (San Pellegrino)**, на листьях лесной почвы было измерено радиоактивное загрязнение, равное **53'000 Бк/м²**. В данном секторе у подножия **буков** встречаются систематически значительные параметры загрязнения, размерами более одного метра, вплоть до **263'700 Бк/м²**.

Бук получает ливневую воду ветвями и дренирует ее вдоль ствола вплоть до земли. Таким образом, скопление загрязнения является частым явлением у данных деревьев. В горах данный тип накопления имеет тенденцию быть более неясным, прежде всего, когда речь идет о снежных загрязняющих осадках.

Практически в Европе все буковые деревья имеют у их подножия скопление загрязнения.

В коммуне **Мадонна делле Неви (Madonna delle Nevi)**, на почве **елового леса** измеренный параметр равнялся **62'700 Бк/м²**.

Вокруг местечка **Колле Сан Марко (Colle San Marco)**, с северного и южного склонов, различные измерения, проведенные на широких **полях**, показали параметры от **65'000 до 66'200 Бк/м²**.

В данной зоне **Колле Сан Марко** скопления загрязнений были многочисленны и имели значительные величины, вплоть до **718'900 Бк/м²**. Выше коммуны **Морбеньо на почве под лесными каштанами** был замерен параметр загрязнения, равный **49'2000 Бк/м²**.

Трекинг **Альп в зоне Бергамо** позволил измерить и получить значительные величины загрязнения. Значительные скопления у подножия **буков** подчеркивают вклад загрязнения **за счет дождей**.

ЗАПАДНАЯ ЧАСТЬ ОЗЕРА ГАРДА

Было взято три сектора измерений: на запад от коммуны **Тиняле** (*Tignale*), на север от **Тиняле**, в **Тремозине** (*Tremosine*). Значения загрязнения были между **21'900 Бк/м²** и **30'200 Бк/м²**.

Измерения были проведены **на почве и на полях**.

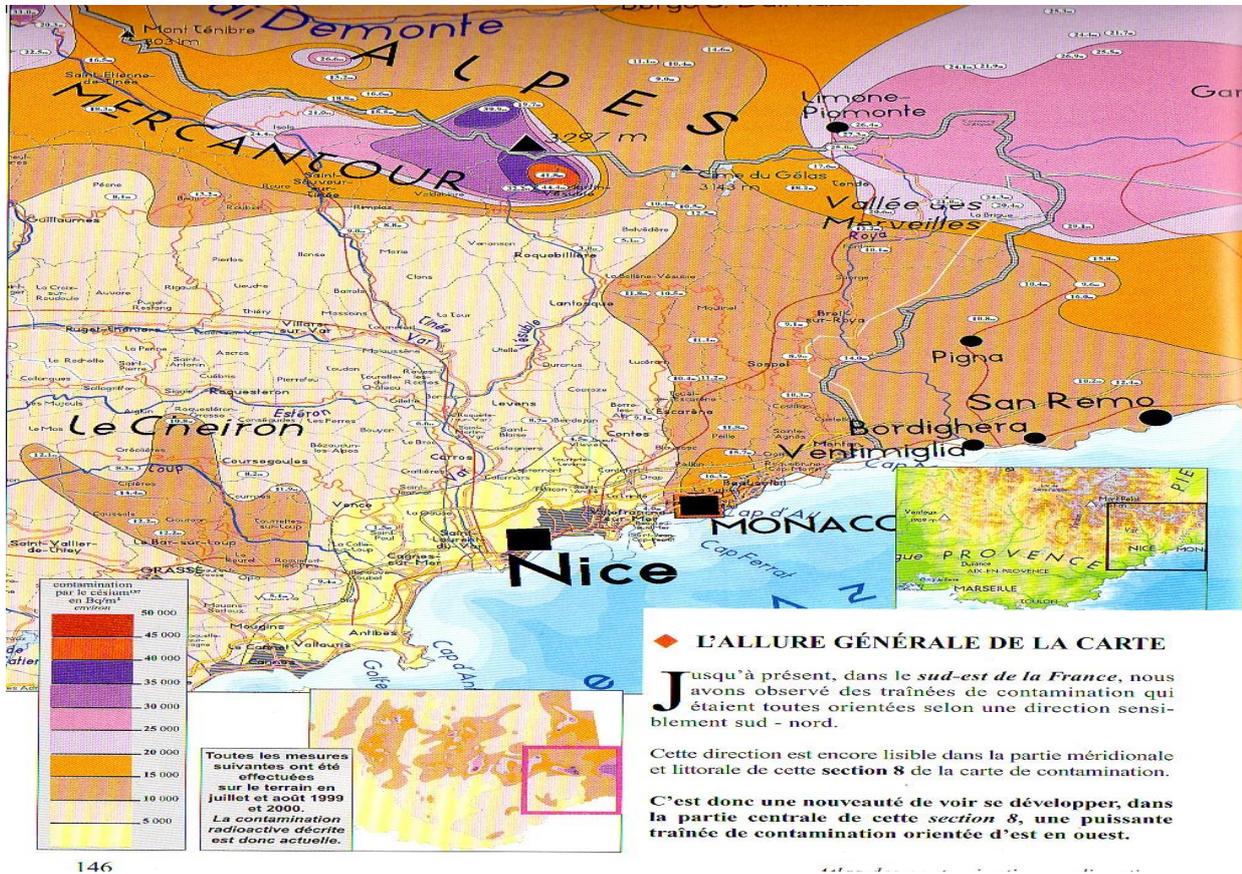


Фото 68. Долина Стюра (*Stura*) и Долина Роя (*Roya*) –
Области Пьемонт/Лигурия
(измерения, проведенные летом 1999-2000 г.г.,
загрязнение от 5'000 до 50'000 Бк/м²) (9)

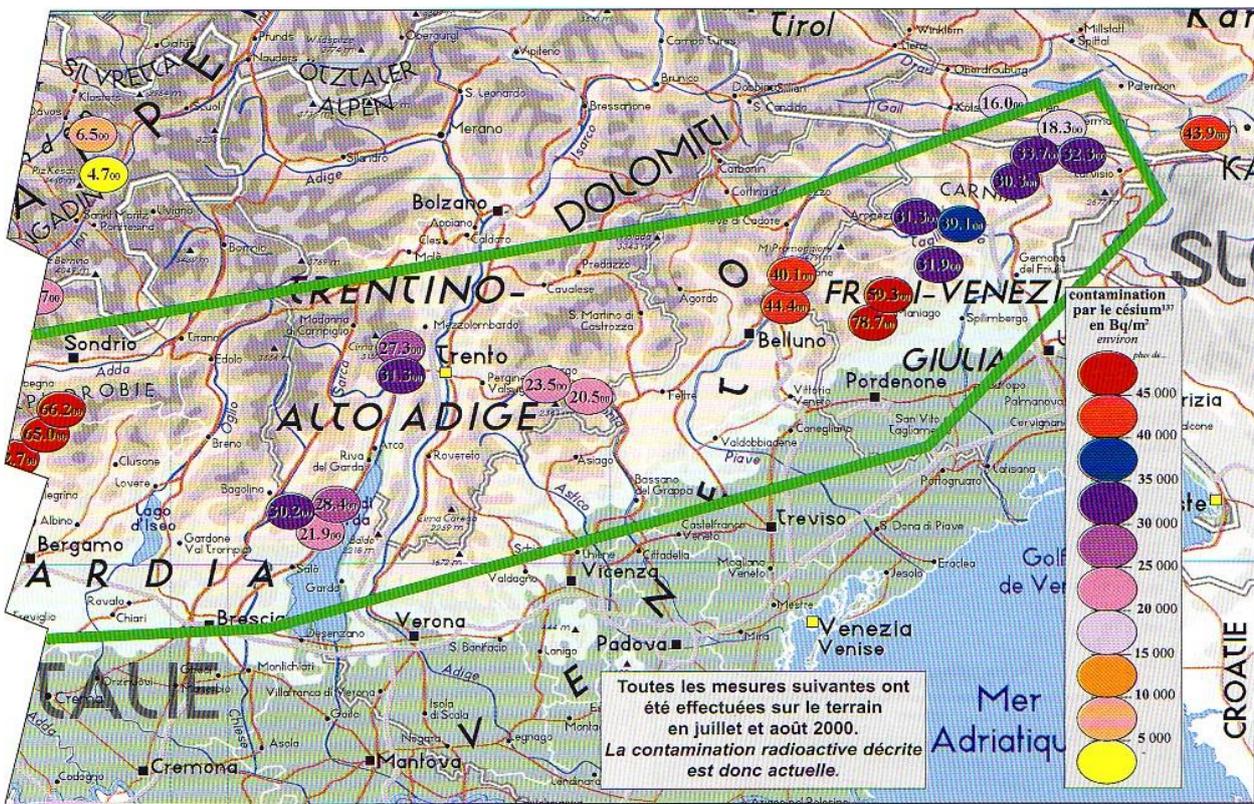
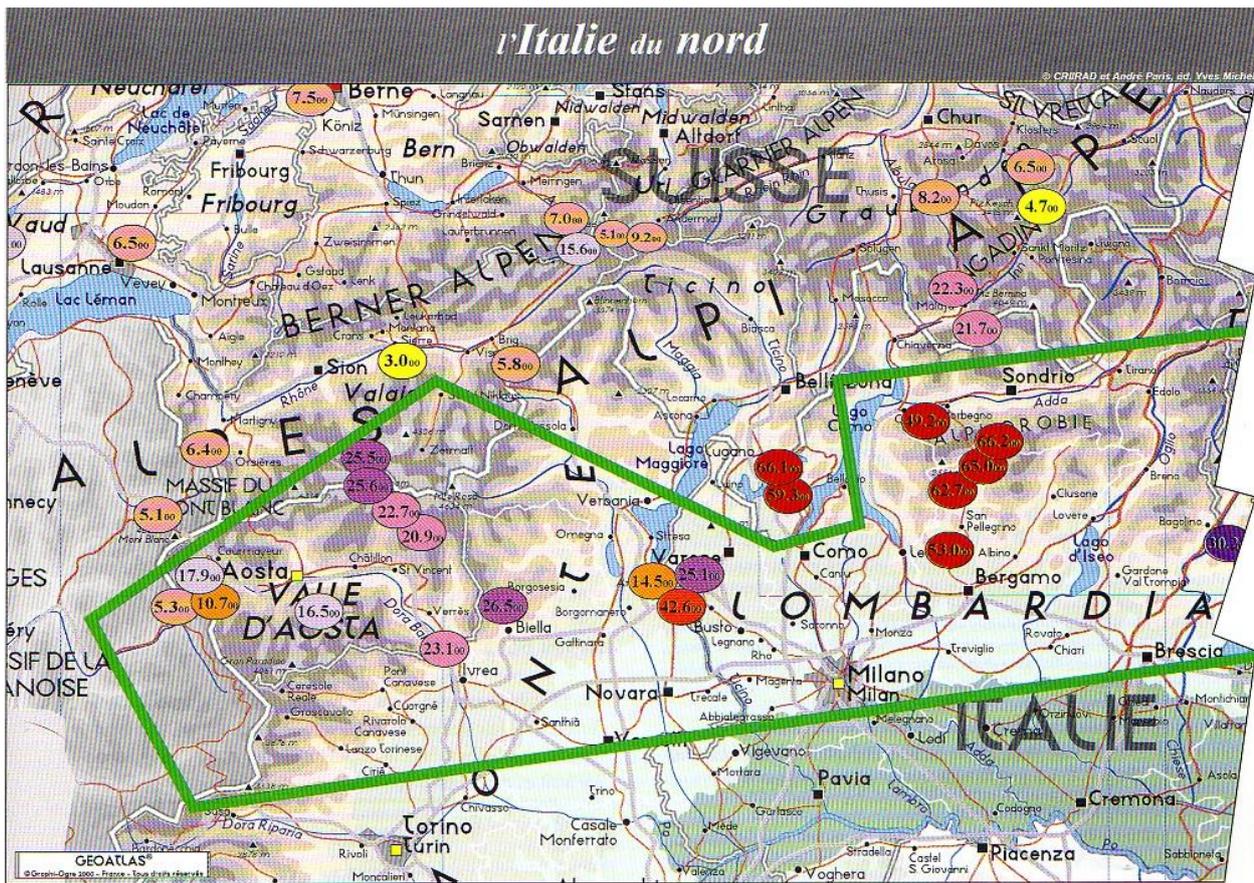


Фото 69. Альпы севера Италии – Области Пьемонт/Долина д'Аоста/Ломбардия /Трентино/Венето/Фриули
 (измерения, проведенные летом 2000 г.,
 загрязнение от 5'000 до 45'000 Бк/м²) (9)

ОБЛАСТЬ ВЕНЕЦИЯ ЗОНА ТРЕНТО

Две зоны определения расположены в 6 км на запад от г. **Тренто** (*Trento*), одна на **полях**, другая **на почве хвойного леса**. Значения загрязнения были соответственно **27'300** и **31'300 Бк/м²**.

Две другие зоны определений расположены между коммунами **Борго Вальсугана** (*Borgo Valsugana*) и **Олле** (*Olle*) на расстоянии 25 км на восток от г.Тренто. Определения, выполненные **на почве хвойного леса**, дали значения **23'500** и **20'500 Бк/м²**.

В зоне **г.Тренто** в 4х исследованных секторах значения были от **20'000** до **30'000 Бк/м²**.

ЗОНА БЕЛЛУНО И ТОЛМЕЦЦО, СЕВЕРО-ЗАПАД ПРОВИНЦИИ УДИНЕ

В **Кассо** (*Casso*), на восток от **Лонгароне** (*Longarone*), измерения, выполненные **на полях** ниже населенного пункта, дали параметр загрязнения **40'100 Бк/м²**. Второй сектор также был расположен **на крутом поле** на склоне, который включает плотину, и равнялся **44'400 Бк/м²**.

Вблизи коммуны **Андрейс** (*Andreis*) выше **Долины Челлина** (*Cellina*) **на почве елового леса** измеренное загрязнение равнялось **59'300 Бк/м²**.

В 1 км на запад от **Форчелла ди Пала Бардзана** (*Forcella di Pala Barzana*) **на почве елового леса** измеренное загрязнение равнялось **78'700 Бк/м²**.

В том же секторе у подножия **буковых деревьев** присутствовали значительные скопления загрязнения, вплоть до **284'100 Бк/м²**.

Вблизи коммуны **Ампеццо** (*Ampezzo*), которая была третьим сектором измерений, исследования дали мало отличающиеся значения, несмотря на разницу в высоте.

В **Форкола Монт Рест** (*Forcola di M.Rest*) - **31'900 Бк/м²**; в **Меддис** (*Meddis*) вблизи **Ампеццо** - **31'300 Бк/м²**; в **Вилла Сантина** (*Villa Santina*) - **39'100 Бк/м²**.

Что касается **г.Кортина д'Ампеццо** (*Cortina d'Ampezzo*), необходимо подчеркнуть, что определенное число **карстовых масс**, которыми являются **Доломиты**, представляют **значительно повышенные уровни местного радиоактивного загрязнения**.

Повышенный уровень загрязнения, его большое распространение и исключительное фиксирование дают представление **о карстовых местах** как о **«местах с особо живым и контрастным загрязнением»**, несмотря на датирование данного загрязнения.

Из образцов, происходящих из карстовых мест (среди которых также и **Кортина д'Ампеццо**) лаборатория **CRIPRAD** определила наиболее значительные параметры америция **Americio 241**: данное загрязнение происходит вероятнее всего от военных воздушных ядерных тестов и указывает на присутствие **плутония**, который не так легко определять.

ПОНТЕББА, ПОГРАНИЧНЫЙ РЕГИОН

Также и в данном месте, несмотря на разницу по высоте между **Потебба** и **Колле ди Прамолло** (*Colle di Pramollo*), параметры загрязнения были схожими: выше **Понтебба** **30'300 Бк/м²**, на склоне с южной стороны **Колле ди Прамолло** - **33'700 Бк/м²**, в верхней точке перевала - **32'300 Бк/м²**.

Данные последние измерения были выполнены на границе с **Австрией, на почве елового леса.**

Начиная от пограничного с Францией района до границы с Австрией траектория измерений, выполненных через всю северную Италию, показывает постоянные значения загрязнения.

Изменения высоты не являются в данном случае определяющими.

Данные значения равномерно распределенного загрязнения, определенные **для северной Италии, являются среди наиболее высоких в западной Европе.**

P.S.: каждое цитированное значение приводится в таблице в книге «Радиоактивное загрязнение: атлас Франции и Европы» лаборатории CRIIRAD и Андрэ Парис. Издательство Ив Мишель (“Contaminations radioactives: atlas France et Europe” di CRIIRAD e André Paris. Editions Yves Michel www.souffledor.fr).

<http://www.criirad.org/laboratoire/radiometres/compteur-geiger.html>
(Чернобыльское загрязнение: определения CRIIRAD – радиоактивное загрязнение северной Италии. La contaminazione di Chernobyl: Le rilevazioni CRIIRAD - La contaminazione radioattiva nell'Italia del Nord, www.progettohumus.it/chernobyl)

(“Contaminations radioactives: atlas France et Europe”, CRIIRAD (Комиссия по Независимым Исследованиям и Информации по Радиоактивности. Commissione di Ricerca e di Informazione Indipendente sulla Radioattività) e André Paris, Editions Yves Michel, www.souffledor.fr.) (9)

После измерений **Андрэ Парис**, выполненных в 1999-2000 г.г. и опубликованных в книге «**Радиоактивное загрязнение: атлас Франции и Европы**» (“Contaminations radioactives: atlas France et Europe”), лаборатория **CRIIRAD** и **Андрэ Парис**, недавно, **05-06 июля 2015 года, 29 лет спустя после Чернобыльской аварии**, собрали образцы в **Альпах** и определили радиоактивность «С целью изучить эволюцию остаточного загрязнения Чернобыльских выбросов».

Согласно **Комиссии по Независимым Исследованиям и Информации по Радиоактивности (CRIIRAD)**, **«в Альпах некоторые почвы до сих пор представляют собой “радиоактивные отбросы”».**

В мае 1986 года на юго-востоке Франции **радиоактивный выброс был особо интенсивным** и **CRIIRAD** подчеркнул повышенное загрязнение **почвы в Меркантуре** с 1996 г. по 1998 г.

Недавний отчет, выполненный **Бруно Карейрон** (Bruno Chareyron), **инженера, ядерного физика и Директора Лаборатории CRIIRAD**, говорит, что «Новые измерения, проведенные в **Национальном Парке Меркантур на высоте от 2'440 до 2'540 м выше уровня моря, в секторе Кол де ла Бонетте-Рестефонд** (Col de la Bonette-Restefond), на границе альпийских департаментов Верхнего Прованса и Приморских Альп, показывают, что на расстоянии 1 м от почвы и на нескольких кв.метрах уровень радиации постоянно **более чем в 2 раза выше нормы.** Данное сильное загрязнение приходится на счет остаточного загрязнения почвы **цезием Cs 137, в основном за счет радиоактивных Чернобыльских**

выбросов. Мощные радиоактивные выбросы из аварийного реактора привели к особо интенсивным радиоактивным отложениям на юго-востоке Франции и в частности в горах».

Кроме того, по причине топографии климатических условий зоны, типа растительного покрытия и типологии почвы, радиоактивный материал, отложенный на широкой территории, «может перемещаться и привести к сильному отложению. **Уровни радиации при контакте с почвой в местах накопления еще сегодня превышают параметры естественного фона в десятки и даже в сотни раз.**»

CRIRAD обращает внимание экскурсионистов: **стоять на биваке в течение 2х часов на некоторых землях приводит к экспозиции в 5 мЗв/час.**

Почва, взятая в зонах накопления, так радиоактивна, что образцы были отвезены в лабораторию **CRIRAD** в свинцовых ящиках и французские исследователи говорят, что «Их радиоактивность превышает **100'000 Бк/кг по цезию Cs 137.** Образцы должны считаться **радиоактивными отходами** и должны быть переданы в **ANDRA, Национальное Агентство по Радиоактивным Отходам** (Agence Nationale pour la gestion des Déchets Radioactifs)».

CRIRAD напоминает, что в начале '90х годов радиоактивность почвы была **0 Бк/кг по цезию Cs 137**, а в конце '90х годов земли демонстрировали «Присутствие сильного накопления цезия Cs 137 в почвах широких территорий во **французских Альпах, Швейцарии, Италии и Австрии.**»

Кроме того, **CRIRAD** многократно обращалась в санитарные французские структуры, особенно в 1997 и 1998 годы, с запросом о бонификации зон, в которых отложились радиоактивные выбросы.

Министерство Здравоохранения Франции в апреле 1998 года выехало в Меркантур, чтобы убедиться в радиоактивном выбросе.

В 1996-1997 г.г. **CRIRAD** исследовала образцы, собранные в зонах накопления в альпийской среде. Результаты позволили убедиться, что «Загрязнение почвы цезием Cs 137 превышало **10'000 Бк/кг по сухому весу, более, чем 80% цезия Cs 137 приходилось на долю Чернобыльских выбросов,** оставшаяся часть приходилась на долю выбросов за счет атомных воздушных тестов, проведенных в '50-60 е годы».

По мнению французских исследователей результаты показывают, что за годы мало что изменилось в данной почве и прежде всего они указывают на «Неуправляемую природу атомных катастроф.

Тот факт, что на юго-востоке Франции, за **1'900 км от Чернобыля и по истечении более 29 лет после аварии, некоторые почвы остаются зараженными с параметром более 100'000 Бк/кг,** заставляет задать вопрос, что бы случилось в случае катастрофы реактора, расположенного в нескольких километрах от наших границ или от центра французской территории.

Физический период полураспада цезия Cs 137 – 30 лет, **нужно ждать 300 лет, прежде чем его радиоактивность разделится на 1'000.**»

CRIRAD подчеркивает лживость французских органов власти.

6 мая 1986 года в сообщении Министерство Сельского Хозяйства убеждало, что «Французская территория по причине своей удаленности полностью избежала радиоактивных Чернобыльских выбросов».

Теперь **CRIRAD** говорит, что **«Сильное загрязнение, определяемое и спустя 29 лет после аварии, позволяет задним числом оценить широту данной лжи».**

Спустя годы разоблачений и докладов лаборатория **CRIRAD** добилась, что официальные французские Агенства признали **ошибочный характер** их анализа **Чернобыльского радиоактивного выброса во Франции**, но подчеркивает, что «Органы власти еще не признали, что уровни понесенных в свое время доз должны были привести к санитарным мерам защиты. В действительности, французская территория была заражена уровнями, которые привели, для некоторых рискованных групп населения, к превышению санитарных норм (в частности, по параметрам доз для **щитовидной железы**, вызванных **приемом йода I 131**, радиоактивного изотопа, в значительной степени присутствовавшего в эпоху Чернобыльских выбросов)».

Джованни Д'Агата (Giovanni D'Agata), президент **“Правовое окно”**, подчеркивает, что **«Меркантур расположен в двух шагах от наших Альп и является туристическим местом, которое собирает ежегодно тысячи экскурсионистов. Аналогичные риски могут быть также в Италии, если будут подтверждены аналогичные уровни загрязнения, что потребовало бы правительственных усилий для контроля и обеззараживания зоны».**
(13)

16. Остаточное загрязнение радионуклидами продуктов питания в Европе

Последствия радиоактивного выброса многолики и имеются также и в Европе.

Кантон Тичино в 1986 году был регионом в значительной степени пораженным в результате выбросов цезия **Cs-137**. В 2013 году в Кантоне был введен **обязательный контроль** радиоактивности в местах мониторинга **мяса диких животных**.

Среди **470 диких кабанов, убитых в Тичино в 2013 году, 27 имели параметры выше предельного значения 1'250 Бк/кг** (6 %). Зараженный дикий кабан, отловленный охотником в окрестностях **г.Беллиндзона** (Bellinzona), имел удельную радиоактивность **7'000 Бк/кг.** (10)

В **Италии** схожей обязательной меры контроля нет.

По этой причине, вместо того, чтобы установить нормальную практику контроля радиоактивности в продуктах питания и, в частности, в мясе диких животных, и, прежде всего, после Чернобыльского выброса 1986 года, печать время от времени публикует статьи о радиоактивных диких кабанах, как будто они не могут быть радиоактивными после глобального Чернобыльского выброса 1986 года. Дикие кабаны, как и другие дикие животные, не знают границ и мигрируют на широких территориях. Они могут мигрировать уже зараженными, могут питаться на зараженных территориях в Италии или во

Франции, как указано в **Атласе Андрэ Парис**, и статья «радиоактивными» в местах питания.

Весной 2013 года была «открыта охота» на **радиоактивных диких кабанов в Италии**, которые после того, как они были «обнаружены» в **Вальсезия (Valsesia)**, «неожиданно» появились также в **Вербании (Verbania) Долины Вигеццо (Vigezzo)**.

Пишет «**Corriere della Sera**», давая новость о новом открытии **зараженных радиоактивностью диких кабанов в горной зоне провинции Вербания**: «Месяц назад животные, которые имеют ту же мистическую зараженность, были обнаружены в ближайшей провинции Верчелли . (...) По какой причине имеется данный феномен не было до сих пор разьяснено: **никто не может сказать, по какой причине вновь присутствует радиоактивный изотоп почти 30 лет после Чернобыльской аварии и только в диких кабанах**». Между тем «мистический» феномен известен и мониторирован очень хорошо за рубежом.

В Германии с 2007 по 2009 годы увеличились в 4 раза случаи “радиоактивных диких кабанов” с таким уровнем цезия Cs в мясе, что делает их несъедобными, непродажными, делая их опасными отбросами для переработки, вплоть до 425’000 Евро выплат охотникам.

Все по той же причине радиоактивного Чернобыльского выброса, в регионе **Камбрия (Cumbria) в Англии** и сегодня в ходу ограничения **по выпасу овец** во многих зонах.

Профессор Паоло Скампа (Paolo Scampa), президент **AIPRI, Международной Организации по защите от Ионизирующей Радиации**, и **специалист с международной известностью**, способный раскрывать эти «цифры», которые в атомном мире настолько точны, что можно выстроить наиболее запутанные **радиоактивные преступления**, ученик **Мориса Еужена Андрэ (Maurice Eugène André)**, бельгийский **Ядерный Мсье**, что касается радиоактивных диких кабанов был ясен: **“Мониторинг дикого мяса должен бы быть обязательным, учитывая остаточную ситуацию Чернобыльского радиоактивного выброса”.**

Профессор Паоло Скампа был еще более ясен в статье «Дикие кабаны и преступники»:

«Радиологические данные, касающиеся **диких кабанов Долины Вальсезина**, известны научному сообществу, административному и политическому уже более месяца, но эти данные были злостно запрещены по причине **возможной выборной целесообразности, как уже долгое время под запретом находится факт, что к сожалению широкие зоны альпийских территорий являются просто напросто запрещенными зонами из-за радиоактивных Чернобыльских выбросов, запрещенными зонами, которые должны были и должны быть изолированы и сейчас, согласно международным законам.**»

Что касается случая с **дикими кабанами**, **Паоло Скампа** объясняет: «Кроме того безусловно известно уже более месяца изотопное **соотношение между Cs 137 и Cs 134**, которое позволяет объективно определять речь идет о «старом» загрязнении (остаточные выбросы атомных атмосферных тестов и различных атомных аварий прошлого, как **Шеллафилд (Shellafiled)**, **Салюджа (Saluggia)**, **Чернобыль** и т.д.) или был добавлен более «свежий» источник загрязнения (**Фукусима** и т.д.), но это не публикуется. **Запаздывать с атомной тревогой является преступлением против человечества.**

Претендовать, что человеческий вид находится в укрытии от загрязнителей, которые нападают на животных, - лицемерие. Оставлять верить, что животные (а с ними и люди) заражены только цезием Cs, забывая о неизбежном стронции Sr и различных изотопах плутония Pu, которые были составной частью выбросов с известными значениями, - преступно".

Профессор Паоло Скампа затем делает несколько расчетов, результаты которых интересны и для **Федерации Охотников:**

«На основании некоторых региональных данных можно предположить, что в **Италии** ежегодно отстреливают около **200 тысяч диких кабанов** (только в регионе **Тоскана** отстреливают около **70'000 в год**).

Учитывая средний вес одного кабана около 120 кг и выход около 65% (78 кг мяса на организм), получаем **15,6 миллионов кг мяса дикого кабана в год**. ($200'000 * 120 * 65\% = 15,6E^6$). Из этих 15,6 миллионов кг кабана можно теоретически получить **64,2 миллионов мясных блюд по 250 г каждое**. И осмеливаются говорить, что немногие питаются мясом дикого кабана".

Слова, которые спорят с заявлением уходящего **Министра Здравоохранения Проф. Ренато Бальдуцци**, который в собственном сообщении, касающемся **диких кабанов**, писал: «определенные уровни загрязнения **не составляют риска для общественного здоровья в связи с лимитированным потреблением мяса диких кабанов и мяса диких животных**».

Массимо Бонфатти (Massimo Bonfatti), Президент организации «**Mondo in Sattino**», занимающейся **атомным загрязнением**, пишет:

«(...) проблема остается одной: независимо от причин, **мониторинг мяса диких животных должен был бы быть обязательным в случае остаточных Чернобыльских выбросов**, что позволило бы уже давно определить, какое мясо является зараженным и какое нет, **и не подвергать население риску**, который уже имел место при введении на рынок загрязненного мяса, как в частном, так и в общественном секторе (не забываем, что дикие кабаны являются мигрирующими животными и проходят широкие территории)».

Случайное обнаружение цезия в мясе диких кабанов тревожно, поскольку с одной стороны ставит под наблюдение **весь цикл питания, идущий от земли, и всю цепь питания**; и с другой стороны **ставит на первый план случайность контроля, обнаруживая безнадежную, виновную и нарушающую закон систему мониторинга.** (11)

25.05.2016 г.

Татьяна Михаевич,

Dr. Tatiana Mikhaevitch, Ph.D. in Ecology, Academy of Sciences of Belarus, Member of the Italian Ecological Society (S.IT.E.), Member of the International Bryozoological Society (I.B.A.), Member of the International Society of Doctors for the Environment (I.S.D.E.), www.plumatella.it, info@plumatella.it, tatianamikhaevitch@gmail.com

Bibliografia:

1. *Chernobyl. Consequences of the catastrophe for people and the Environment*, Yablokov Alexey.V., Nesterenko Vassily.B., Nesterenko Alexey.V., *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol.1181, 2009, **349 pp.**;
2. www.progettohumus.it, *Chernobyl: Non decade radioattività negli alberi. Alto rischio incendi*, 18.03.2014;
3. В.Б.Нестеренко. *Радиационный мониторинг жителей и их продуктов питания в Чернобыльской зоне Беларуси*, инф. Бюллетень № 21, Минск, 2002, **137 смп.**;
4. www.progettohumus.it, *COMUNICATO MIC: DA CHERNOBYL UN'ALTRA NUBE RADIOATTIVA*, 30 Apr. 2015;
5. www.progettohumus.it, *IN FIAMME UNA FORESTA NELLA ZONA DI ESCLUSIONE DI CHERNOBYL*, 28 Apr. 2015;
6. www.it.wikipedia.org/wiki/Centrali_elettronucleari_in_Francia#/media/File:Nuclear_power_plants_map_France-fr.svg;
7. www.it.wikipedia.org/wiki/Energia_nucleare_in_Svizzera;
8. *Etude sur la vulnérabilité de la Suisse en cas d'accident nucléaire majeur sur le territoire national*. Institute Biosphère, Frédéric-Paul Pigué, Genève, sept. 2015, **70 pp.**, www.institutebiosphere.ch;
9. "Contaminations radioactives: atlas France et Europe" di CRIIRAD e André Paris. Editions Yves Michel www.souffledor.fr, www.criirad.org/laboratoire/radiametres/compteur-geiger.html
10. *La contaminazione di Chernobyl: Le rilevazioni CRIIRAD - La contaminazione radioattiva nell'Italia del Nord*, www.progettohumus.it/chernobyl;
11. "Contaminations radioactives: atlas France et Europe", CRIIRAD (Commissione di Ricerca e di Informazione Indipendente sulla Radioattività) e André Paris, Editions Yves Michel, www.souffledor.fr;
12. Ufficio Federale della Sanità Pubblica UFSP, *Unità di Direzione Protezione dei Consumatori, Caccia al Cesio-137 nei cinghiali ticinesi*, 2013;
13. *Cinghiali radioattivi: Chernobyl o Fukushima? Scampa: non solo Cesio* http://www.mainfatti.it/nucleare/Cinghiali-radioattivi-Chernobyl-o-Fukushima-Scampa-non-solo-Cesio_050306033.htm, 25.04.13.
14. AIPRI, *Association Internationale pour la Protection contre les Rayons Ionisants, L'AIPRI a pour but la divulgation scientifique dans le domaine de la physique nucléaire et des dangers radiologiques de la contamination interne*, 17 août 2014, Paolo Ciampa, *fisico nucleare, Le ricadute al suolo e nei polmoni di Chernobyl in Italia*.
15. *Nucleare, a 29 anni da Chernobyl alcune aree delle Alpi ancora fortemente contaminate. Rilevanti accumuli di cesio 137 nei suoli di Francia, Svizzera, Italia e Austria*, www.greenreport.it/news/energia/a-29-anni-da-chernobyl-alpi-contaminate, 6 agosto 2015.