

Analyse, inform and activate

LAKA

Analyseren, informeren, en activeren

Stichting Laka: Documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie

De Laka-bibliotheek

Dit is een pdf van één van de publicaties in de bibliotheek van Stichting Laka, het in Amsterdam gevestigde documentatie- en onderzoekscentrum kernenergie.

Laka heeft een bibliotheek met ongeveer 8000 boeken (waarvan een gedeelte dus ook als pdf), duizenden kranten- en tijdschriften-artikelen, honderden tijdschriftentitels, posters, video's en ander beeldmateriaal. Laka digitaliseert (oude) tijdschriften en boeken uit de internationale antikernenergie-beweging.

De [catalogus](#) van de Laka-bibliotheek staat op onze site. De collectie bevat een grote verzameling gedigitaliseerde [tijdschriften](#) uit de Nederlandse antikernenergie-beweging en een verzameling [video's](#).

Laka speelt met oa. haar informatie-voorziening een belangrijke rol in de Nederlandse anti-kernenergiebeweging.

The Laka-library

This is a PDF from one of the publications from the library of the Laka Foundation; the Amsterdam-based documentation and research centre on nuclear energy.

The Laka library consists of about 8,000 books (of which a part is available as PDF), thousands of newspaper clippings, hundreds of magazines, posters, video's and other material. Laka digitizes books and magazines from the international movement against nuclear power.

The [catalogue](#) of the Laka-library can be found at our website. The collection also contains a large number of digitized [magazines](#) from the Dutch anti-nuclear power movement and a [video-section](#).

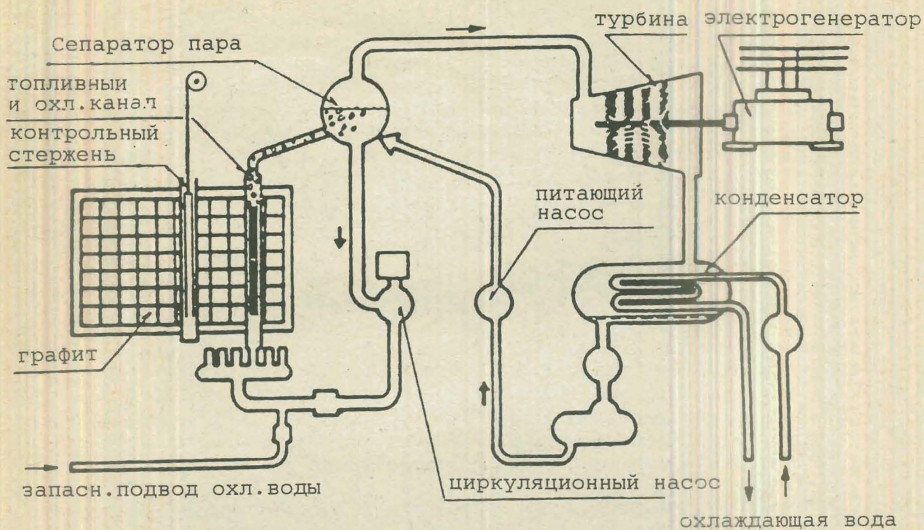
Laka plays with, amongst others things, its information services, an important role in the Dutch anti-nuclear movement.

Appreciate our work? Feel free to make a small [donation](#). Thank you.



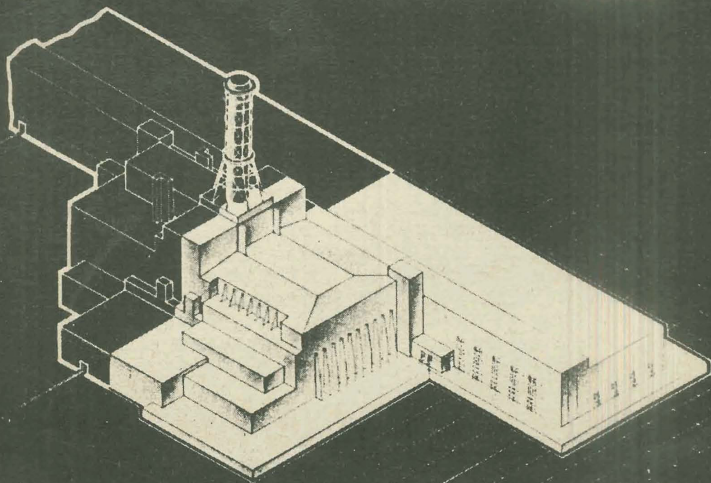
www.laka.org | info@laka.org | Ketelhuisplein 43, 1054 RD Amsterdam | 020-6168294

ЧЕРНОБЫЛЬ



ГРОБНИЦА

РЕАКТОРА № 4



ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ КАТАСТРОФА

Введение

Настоящее описание является попыткой проанализировать, что же именно произошло 26 апреля 1986 года, когда взорвался реактор № 4 на Чернобыльской атомной электростанции и какие последствия эта авария оказала на прилежащие районы и их население. Описание составлено датскими активистами в области энергетики и окружающей среды по материалам, которые имелись в их распоряжении в Дании. Описание подготовлено в связи с мероприятиями Нэкст стопа, проведение которых намечено на сентябрь 1989 года в Киеве.

Авария

Попытка перекрыть пар к турбине в связи с предполагаемой остановкой реактора привела к тому, что был потерян контроль над установкой.

- Попытка заключалась в том, чтобы перекрыть подачу пара к турбине с целью выяснения, сколько электроэнергии мог выработать генератор, когда турбина теряет скорость.
- Попытка перекрыть пар и остановка реактора были прерваны на 9 часов, так как городская электросеть не могла остаться без питания.
- В течение этих 9 часов реактор работал вполовину мощности и одновременно было увеличено количество ксенона, вещества, имеющего сильное абсорбирующее воздействие на нейтроны ($Xe-135$), что еще больше уменьшило мощность реактора.
- Чтобы приблизить мощность реактора к приемлемой для проведения эксперимента, было удалено большинство контрольных стержней. Это привело к нестабильности реактора.
- Чтобы избежать автоматической остановки реактора было отключено еще больше единиц предохранительной системы.
- Приступили к перекрыванию пара, поступающего к турбине, и через 40 сек. мощность реактора и температура стали стремительно нарастать.
- Проведение эксперимента привело к повышенному производству пара в реакторе. В сочетании с нестабильным состоянием реактора и неудачной конструкцией это привело к тому, что начало развиваться "безконтрольное нагревание", что привело к взрыву топливных стержней. А это в свою очередь привело к взрыву пара, охлаждающие каналы были взорваны, давление возрастало, и бетонная крышка реактора взлетела в воздух. Горящие части реактора стало выбрасывать через крышу - катастрофа стала фактом. Это случилось 26 апреля 1986 года в 01.23.48.

Распространение радиоактивного заражения

Первые несколько дней после катастрофы направление ветра было северным и северо-западным, на Скандинавию, позднее, южным и восточным. Путем разбрызгивания иодистого серебра удалось отогнать дождевые тучи от района катастрофы и от Киева. Сложные метеорологические условия, искусственное отведение туч и неравномерная утечка радиоактивного заражения привели к весьма сложной и неравномерной картине, что касается количества радиоактивного заражения и мест его выпадения, как в самом Советском Союзе, так и в остальной части Европы.

Утечка радиоактивных веществ

Содержание радиоактивных веществ в реакторе непосредственно перед катастрофой равнялось 4×10^{19} Бк (10 млрд. Си). На основании целого ряда измерений, проведенных на территории всего Советского Союза, предполагается, что было высвобождено от 10^{18} до 2×10^{18} Бк (30-50 мил. Си) из топливных каналов. При этом не учитываются количества радиоактивных инертных газов, таких как ксенон и криптон, которые представляют меньшую опасность для здоровья. Предполагается, что все содержащиеся в реакторе инертные газы были выпущены в атмосферу, а также от 10 до 20% таких легко испаряющихся веществ как йод, цезиум и теллур, а также от 3 до 6% других веществ. Если судить по опасности для здоровья, то наиболее опасны из них - йод-131 (в течение короткого времени, период распада 8 дней) и цезий-137 (в течение длительного времени - период распада 30 лет). Предполагается, что количество йода-131 было около 20% ($2,6 \times 10^{17}$ Бк), а цезия-137 было около 13% ($3,8 \times 10^{16}$). Под этим количеством подразумеваются вещества, выпавшие на территории СССР. Если же взять Земной шар в целом, то следует это количество удвоить по крайней мере в связи с йодом и цезием. По объему радиоактивного заражения катастрофу в Чернобыле следует отнести к разряду "самая серьезная из тех, что могут случиться".

Припять и прилегающие районы

В нескольких километрах от атомной станции расположен город Припять с населением в 45.000. Утром 26 апреля населению велели оставаться внутри, а также закрыть все двери и окна. Чтобы помешать поглощению йода-131 щитовидной железой, начали раздавать таблетки йода. Впервые такие меры предосторожности были применены в таком широком объеме. Предварительные исследования показывают, что меры были эффективны.

Была организована широкая сеть измерений. Вечером 26 апреля показания начали расти и достигли 10 mSv/h на следующий день. Когда радиоактивность достигла критической - 250 vSv, было решено эвакуировать все население. В течение следующих дней все в радиусе примерно 30 км от атомной станции были эвакуированы (около 135.000 человек).

Наибольшее беспокойство сразу после катастрофы вызвала река Днепр, которая была источником питьевой воды для жителей Киева. Различные предохранительные меры, которые были тогда предприняты, остановили сток из района, прилежащего к атомной электростанции. Радиоактивность воды в реке оставалась в рамках нормы.

Допустимые дозы

Советские власти основываются на максимально допустимой дозе облучения в 350 mSv на протяжении всей жизни (на основе рекомендаций Интернациональной комиссии радиологической защиты), т.е. из расчета 5 mSv в год, исходя из продолжительности жизни в 70 лет (эту границу рекомендуют снизить до 1 mSv в год). Поэтому власти смотрели сквозь пальцы на тех, кто неофициально переселялся обратно, если им было больше 50 лет.

Власти рассчитывают на то, что можно поддерживать уровень радиоактивности на 350 mSv, если заражение земли радиоактивным цезием меньше, чем 1480×10^9 Бк на км². Это однако требует, чтобы допустимый предел радиоактивного заражения для продуктов питания будет уменьшен (фактор 4). Для этого нужны радикальные меры, среди прочего поток "чистых продуктов" извне.

Человек и радиоактивное заражение

После заражения люди подвергаются излучению от:

1. Продолжающегося излучения от радиоактивного облака
2. Вдыхания радиоактивных веществ из облака.
3. Продолжающегося излучения от веществ, выпавших на землю.
4. Принятия зараженной пищи.

Что касается последнего, то заражение поступает в виде изотопа йода-131 из коровьего молока от коров, пасущихся на зараженной территории, или от листовых видов овощей. Что же касается цезия-137, то часть его находится на листьях растений, попадающих в пищу, или растение само всасывает его через корни.

Когда радиоактивные изотопы попадают в организм, то йод концентрируется в щитовидной железе, а цезий - в сосудах. Поэтому цезий-137 может концентрироваться в мясе животных. Общий рынок принял максимально допустимое загрязнение мяса, предназначенного для употребления людьми в 125 Бк на кг. США приняли 370 Бк на кг как максимально допустимые. В кислых, неглинистых почвах цезиум задерживается не так легко, поэтому он быстро находит дорогу "наверх", концентрируясь в листьях и корнях растений, а затем попадая в пищу. В Швеции были случаи, когда концентрация цезия доходила до 27.000 Бк на кг оленины.

Уровень излучения

Уровень излучения в некоторых местах выше ожидаемого. Особенно в некоторых частях Могилевской и Гомельской области в Беларуси. В юго-восточной части Могилевской области уровень излучения составляет от 1480×10^9 Бк до 3700×10^9 Бк/км² и это значительно выше допустимого предела в 555×10^9 Бк/км². Такие же проблемы в Житомирской области на Украине и в западной части Брянской области в РСФСР. Наиболее пострадавшие районы насчитывают население около 273.000, которое подвергается ежемесячной проверке.

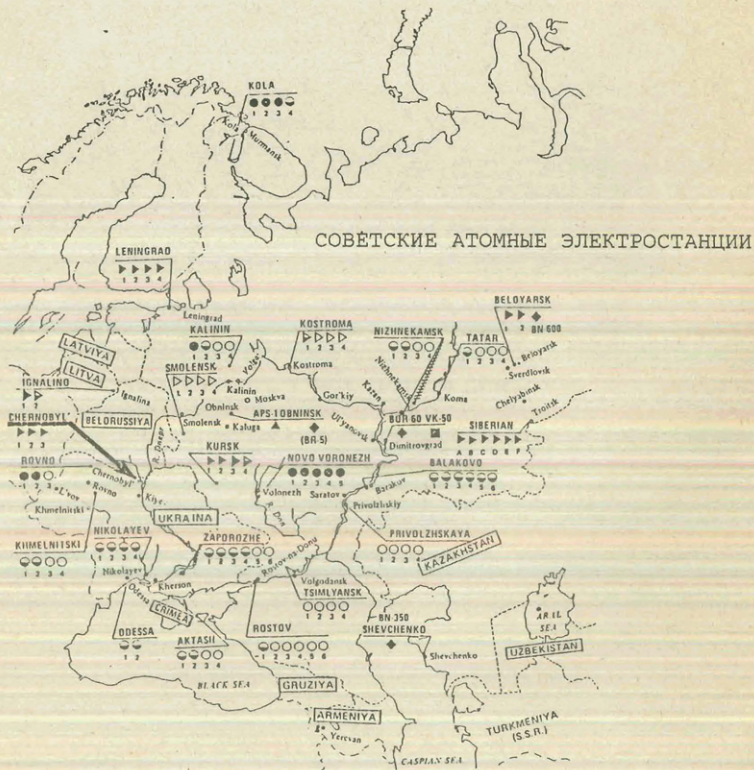
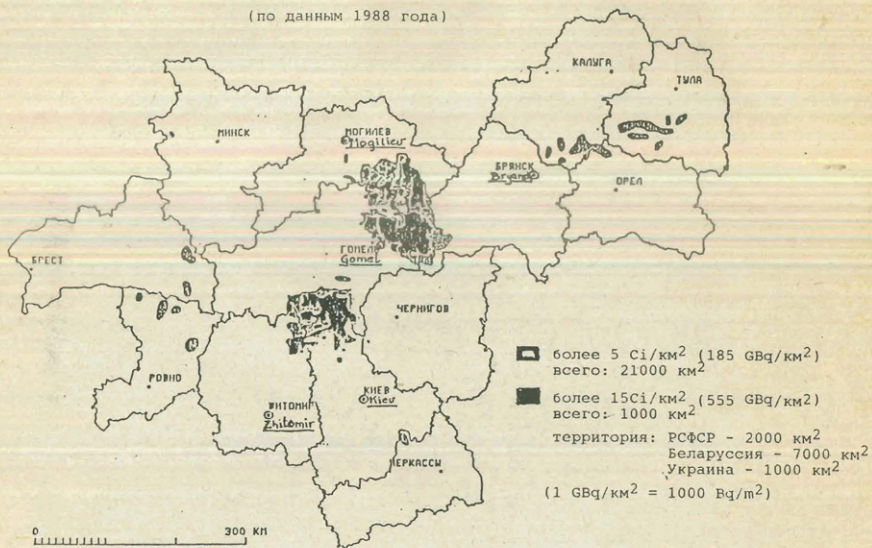
Причины катастрофы

- Реакторы в Чернобыле принадлежат к типу РМВК. Конструкция этого типа делают реактор трудным для управления и нестабильным, т.к. мощность реактора может очень быстро нарастать.
- Не было быстродействующей, эффективной аварийной остановки, т.е. введение контрольных стержней в реактор занимает слишком много времени.
- Реакторная установка не была вмонтирована.
- Оборудование было старым, к тому же оно не предусматривало, что операторы могут сделать ошибку.
- Как дисциплина, так и подготовка операторов были очень слабыми.
- Тот опыт, который проводился с турбиной и который явился причиной катастрофы, был запланирован без должного обеспечения безопасности, а состояние реактора с физической стороны не было одобрено компетентными властями и находилось под руководством человека, не имеющего специальной компетенции в этой области. Программа опыта также не соблюдалась. Были нарушены элементарные правила техники безопасности. Время также было весьма ограничено, так как опыт следовало перенести на год, в том случае, если бы он не удался в связи с остановкой реактора.

Улучшение безопасности

Следуя данным, были приняты меры по улучшению целого ряда оборудования для улучшения техники безопасности на реакторах типа РМВК. Минимальное количество контрольных стержней увеличено с 30 до 80. Монтирован жесткий стопор, который обеспечивает, что контрольные стержни не надо вытаскивать до конца. К тому же предполагается также улучшить безопасность путем улучшения подготовки операторов, а также введения современного оборудования, эффективной аварийной остановки и более точного расчета урана. Последнее улучшает стабильность реактора.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 ПО ТЕРРИТОРИИ
РСФСР, БЕЛАРУССИИ И УКРАИНЫ
(по данным 1988 года)



Мы не знаем, насколько эффективными были меры безопасности, но следуя сообщениям Тасс в июне 1989 года случилось всего 30 "неполадок" на 44 атомных электростанциях Советского Союза. 19 из них были настолько серьезными, что реакторы пришлось остановить.

Энергетическая ситуация в СССР

Несмотря на то, что Советский Союз располагает большими угольными, нефтяными и газовыми ресурсами, большое значение придает атомным электростанциям. Причиной тому является то обстоятельство, что большинство ресурсов находится в восточной части Советского Союза, в то время как большинство населения, а следовательно и большая часть потребителей расположена в европейской части Советского союза. С того времени, когда произошла катастрофа в Чернобыле, под давлением общественности и с помощью экспертов, которые провели компетентное обследование мер безопасности, многие атомные станции были закрыты, а строительство новых ограничено. В настоящее время в Чернобыле находятся в эксплуатации реакторы № 1, 2 и 3, а здания № 5 и 6 не закончены. Некоторые ученые в СССР осознали, что атомные электростанции, отбросы горючего от которых загрязняют среду, не могут служить единственной альтернативой, что нужно искать иные пути, нужно начать экономии энергии и надо признать другие источники энергии.

ИСТОЧНИКИ

- The accident at the Chernobyl' nuclear power plant and its consequences : Information compiled for the IAEA experts' meeting, 25-29 August 1986, Vienna, / USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy. Pt. 1-2. August 1986. (Working document for the post-accident review meeting).
- Haveriet i Tjernobyl 4 och dess konsekvenser / Nuclear Safety Board of the Swedish Utilities. 15. oktober 1986. (RKS-86-16).
- Nogset om - radioaktivitet og stråling / K. Lauridsen. Risø National Laboratory. 1987.
- Tjernobyl-ulykken / F. List, Risø National Laboratory. I: Gamma, oktober 1987, s. 21-30.
- Chernobyl : The real story / R.F. Mould. 1988. Pergamon Press.
- Same,ne får ikke lov at glemme Tjernobyl de næste årtier / J.S. Nielsen. I: Information, 21.-22. maj 1988, s. 6.
- World list of nuclear power plants. I: Nuclear news, August 1988, s. 86-87.
- Byelorusia still alarmed by the effects of Chernobyl fallout / V. Rich. I: Nature, vol. 337, February 1989, s. 683.
- Three years after Chernobyl: Soviet public opposition grows / J. Varley. I: Nuclear engineering int., April 1989, s. 28-29.
- Tjernobyl: stor radioaktiv belægning langt utanför evakueringszonen. I: Nytt inom kärnkraften, nr. 51, juni 1989. (Kilde: L.A. Ilyin et al. "Ecological features and biomedical effects of the Chernobyl accident", UNSCEAR/XXXVIII/17, 11 maj 1989).
- Tjernobyl: vattentåker räddades från radioaktiv nedsmutsning. Ingen ökning av cancer eller leukemier. I: Nytt inom kärnkraften, nr. 51, juni 1989. (Kilde: SU/O419, Special supplement: The environment, 28 mars 1989).
- 30 uheld på sovjetiske atomkraftværker på en måned. I: Information, 12. juli 1989. (Kilde: AFP).
- Byelorusia collects dose / V. Rich. I: Nature, vol. 340, July 1989, s. 255.
- Skriftlig forespørgsel Nr. 1786/88 af Ernest Gline (S-B) til Kommissionen for de Europæiske Fællesskaber (8. december 1988) (89/C 195/69) om: Import af kød forurenat af nedfaldet fra Tjernobyl atomkædstationen. Svar afgivet på Kommissionens vegne af Carlo Ripa di Meana (13. marts 1989).
- Impressions of Chernobyl / W. Peters. I: Atom, 394, August 1989, s. 10-12.
- Alternativ til brændselenergikompleksets udvikling i USSR / N.A. Bogasjtjenko et al.

Некоторые определения и единицы измерения

Беккерель (Бк) единица измерения Радиоактивных изотопов.
1 Беккерель равняется 1 распаду в секунду.

Время распада ($T_{\frac{1}{2}}$) это время, которое проходит, пока активность радиоактивного изотопа не уменьшится до половины той активности, которую он имел вначале:

$T_{\frac{1}{2}}$	-	Йод-131	=	8,04	суток
$T_{\frac{1}{2}}$	-	цезий-137	=	30,2	лет
$T_{\frac{1}{2}}$	-	плутоний-239	=	24 400	лет

Кюри (Ки) - другая старая единица измерения радиоактивности. Она намного крупнее, чем Беккерель. 1 Ки = 30 000 000 000 Бк.

Грей () это единица измерения облучения, что означает, что 1 - это количество той энергии, которую облучение ставляет, проникая в ткани.

Рад - единица измерения поглощенной дозы излучения, сокращенно (1 Р.) = 0,01 Грей. 1 Грей = 100 Р.

Сиверт () - единица измерения эквивалентной дозы, что означает, что 1 является единицей измерения того разрушения, которое приносит 1 доза облучения человеческому организму. Для различных видов облучения существует следующая зависимость между единицами грей и сиверт:

Нейтронное облучение:	1 Gy	даёт	10 Sv
Альфа-излучение:	1 Gy	даёт	20 Sv
Бета-излучение:	1 Gy	даёт	1 Sv
Гамма-излучение	1 Gy	даёт	1 Sv
Рентгеновское излуч.	1 Gy	даёт	1 Sv

Рем - старая единица измерения, которая показывает эквивалентную дозу, которая. Единица применяется до сих пор.

$$1 \text{ рем} = 0,01 \text{ сиверт}. \quad 1 \text{ сиверт} = 100 \text{ рем}.$$

Приставки милли- и микро- употребляются вместе с названными единицами.

Например, 1 рем = 1000 миллirem (мрем) = 1 000 000 микрорем.

Приставки кило мега и гига применяются таким образом:

1 гигабеккерель (ГБк) = 1000 мегабеккерель (МБк) = 1 000 000 000 Бк
1 килобеккерель (КБк) = 1 000 000 Беккерель (Бк).