

# Чернобыльская авария

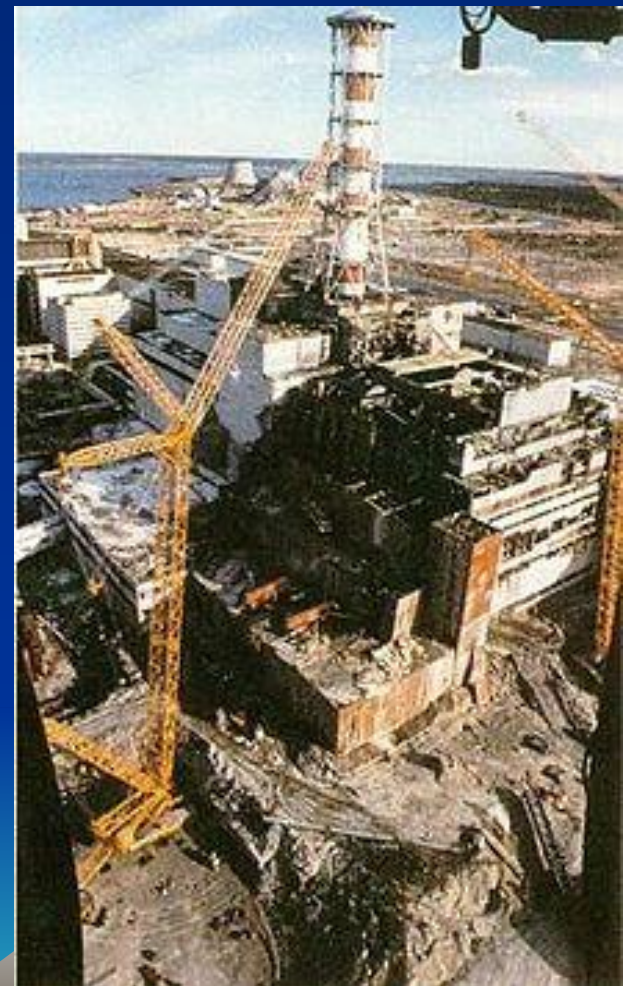


# Кратко

**Чернобыльская авария** — разрушение 26 апреля 1986 г. четвёртого энергоблока Чернобыльской атомной электростанции, расположенной на территории Украины (в то время — Украинской ССР). Разрушение носило взрывной характер, реактор был полностью разрушен, и в окружающую среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Авария расценивается как крупнейшая в своём роде за всю историю ядерной энергетики, как по предполагаемому количеству погибших и пострадавших от её последствий людей, так и по экономическому ущербу. На момент аварии Чернобыльская АЭС была самой мощной в СССР.

Радиоактивное облако от аварии прошло над европейской частью СССР, Восточной Европой и Скандинавией. Примерно 60 % радиоактивных осадков выпало на территории Белоруссии. Около 200 000 человек было эвакуировано из зон, подвергшихся загрязнению.

Чернобыльская авария стала событием большого общественно-политического значения для СССР, и это наложило определённый отпечаток на ход расследования её причин[1] [2]. Подход к интерпретации фактов и обстоятельств аварии менялся с течением времени и полностью единого мнения нет до сих пор.



# Авария

Примерно в 1:24 [26 апреля](#) 1986 г. на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС произошёл взрыв, который полностью разрушил реактор. Здание энергоблока частично обрушилось, при этом погиб 1 человек — работник 4 энергоблока Валерий Ходемчук.

В различных помещениях и на крыше начался [пожар](#). Впоследствии остатки [активной зоны](#) расплавились. Смесь из расплавленного металла, песка, бетона и частичек топлива растеклась по подреакторным помещениям.[3][4] В результате аварии произошёл выброс [радиоактивных веществ](#), в том числе [изотопов урана](#), [плутония](#), [йода-131](#) (период полураспада 8 дней), [цезия-134](#) (период полураспада 2 года), [цезия-137](#) (период полураспада 33 года), [стронция-90](#) (период полураспада 28 лет). Положение усугублялось тем, что в разрушенном реакторе продолжались неконтролируемые ядерные и химические (от горения запасов графита) реакции с выделением тепла, с извержением из разлома в течение многих дней продуктов горения высокорadioактивных элементов и заражении ими больших территорий. Остановить активное извержение радиоактивных веществ из разрушенного реактора удалось лишь к концу мая 1986 г. мобилизацией ресурсов всего СССР и ценой массового облучения тысяч [ликвидаторов](#).



# Причины аварии

Существует по крайней мере два различных подхода к объяснению причины чернобыльской аварии, которые можно назвать официальными, а также несколько альтернативных версий разной степени достоверности.

Первоначально вину за катастрофу возлагали исключительно, или почти исключительно, на персонал. Такую позицию заняли Государственная комиссия, сформированная в СССР для расследования причин катастрофы, суд, а также [КГБ СССР](#), проводивший собственное расследование. [МАГАТЭ](#) в своём отчёте 1986 г. [9] также в целом поддержало эту точку зрения. Значительная часть публикаций в советских и российских [СМИ](#), в том числе и недавних, основана именно на этой версии. На ней же основаны различные художественные и документальные произведения, в том числе, известная книга [Григория Медведева](#) «Чернобыльская тетрадь». Грубые нарушения правил эксплуатации АЭС, совершённые персоналом ЧАЭС, по этой версии, заключались в следующем:

- проведение эксперимента «любой ценой», несмотря на изменение состояния реактора;
- вывод из работы исправных технологических защит, которые просто остановили бы реактор ещё до того как он попал бы в опасный режим;
- замалчивание масштаба аварии в первые дни руководством ЧАЭС.

Однако в последующие годы объяснения причин аварии были пересмотрены, в том числе и МАГАТЭ. [Консультативный комитет по вопросам ядерной безопасности \(INSAG\)](#) в [1993 году](#) опубликовал новый отчёт[10], уделявший большее внимание серьёзным проблемам в конструкции реактора. В этом отчёте многие выводы, сделанные в 1986 году, были признаны неверными.

В современном изложении, причины аварии следующие:

- реактор был неправильно спроектирован и опасен;
- персонал не был проинформирован об опасностях;
- персонал допустил ряд ошибок и неумышленно нарушил существующие инструкции, частично из-за отсутствия информации об опасностях реактора;
- отключение защит либо не повлияло на развитие аварии, либо не противоречило нормативным документам.



# Ошибки операторов

Первоначально утверждалось, что операторы допустили многочисленные нарушения. В частности, в вину персоналу ставилось то, что они отключили основные системы защиты реактора, продолжили работу после падения мощности до 30 МВт и не остановили реактор, хотя знали, что [оперативный запас реактивности](#) меньше разрешённого. Было заявлено, что эти действия были нарушением установленных инструкций и процедур и стали главной причиной аварии.

Блокировка защиты, останавливающей реактор в случае остановки двух турбогенераторов, не только допускалась, но была обязательной при работе на низкой мощности.

То, что не была включена защита по низкому уровню воды в баках-сепараторах, технически, являлось нарушением регламента. Однако это нарушение не связано непосредственно с причинами аварии и, кроме того, другая защита (по более низкому уровню) была включена.

Теперь при анализе действий персонала основное внимание уделяется не конкретным нарушениям, а низкой «культуре безопасности». Следует отметить, что само это понятие специалисты по ядерной безопасности стали использовать лишь после чернобыльской аварии. Обвинение относится не только к операторам, но и к проектировщикам реактора, руководству АЭС и т. п. Эксперты указывают на следующие примеры недостаточного внимания к вопросам безопасности:

После отключения системы аварийного охлаждения реактора (САОР) 25 апреля от диспетчера «[Киевэнерго](#)» было получено указание отложить остановку энергоблока, и реактор несколько часов работал с отключённой САОР. У персонала не было возможности вновь привести САОР в состояние готовности (для этого нужно было вручную открыть несколько клапанов, а это заняло бы несколько часов[11]), однако с точки зрения культуры безопасности, как её понимают сейчас, реактор следовало остановить, несмотря на требование «Киевэнерго».

25 апреля в течение нескольких часов оперативный запас реактивности (ОЗР), по измерениям, был меньше разрешённого (в этих измерениях, возможно, была ошибка, о которой персонал знал; реальное значение было в разрешённых пределах[12]). 26 апреля, непосредственно перед аварией, ОЗР также (на короткое время) оказался меньше разрешённого. Последнее стало одной из главных причин аварии. Эксперты МАГАТЭ отмечают, что операторы реактора не знали о важности этого параметра. До аварии считалось, что ограничения, установленные в регламенте эксплуатации, связаны с необходимостью поддержания равномерного энерговыделения во всей активной зоне. Хотя разработчикам реактора было известно (из анализа данных, полученных на [Игналинской АЭС](#)), что при малом запасе реактивности, срабатывание защиты может приводить к росту мощности, соответствующие изменения так и не были внесены в инструкции. Кроме того, не было средств для оперативного контроля этого параметра. Значения, нарушающие регламент, были получены из расчётов, сделанных уже после аварии на основании параметров, записанных регистрирующей аппаратурой.

После падения мощности персонал отклонился от утверждённой программы и по своему усмотрению принял решение не поднимать мощность до предписанных 700 МВт. По словам А. С. Дятлова[12] это было сделано по предложению начальника смены блока Акимова. Дятлов, как руководитель испытаний, согласился с предложением, так как в действовавшем в то время регламенте не было запрета на работу на такой мощности, а для испытаний большая мощность была не нужна. Эксперты МАГАТЭ считают, что любое отклонение от заранее составленной программы испытаний, даже в рамках регламента, недопустимо.

# Последствия аварии

Непосредственно во время взрыва на четвёртом энергоблоке погиб 1 человек, ещё один скончался в тот же день от полученных ожогов.

У 134 сотрудников ЧАЭС и членов спасательных команд, находившихся на станции во время взрыва, развилась [лучевая болезнь](#), 28 из них умерли.[22]

Вскоре после аварии на ЧАЭС прибыли подразделения пожарных частей по охране АЭС и начали тушение огня, в основном на крыше машинного зала.

Из двух имевшихся приборов на 1000 рентген в час один вышел из строя, а другой оказался недоступен из-за возникших завалов. Поэтому в первые часы аварии никто точно не знал реальных уровней радиации в помещениях блока и вокруг него. Неясным было и состояние реактора.

В первые часы после аварии, многие, по-видимому, не сознавали, насколько сильно повреждён реактор, поэтому было принято ошибочное решение обеспечить подачу воды в активную зону реактора для её охлаждения. Эти усилия были бесполезными, так как и трубопроводы и сама активная зона были разрушены, но они требовали ведения работ в зонах с высокой радиацией. Другие действия персонала станции, такие как тушение локальных очагов пожаров в помещениях станции, меры, направленные на предотвращение возможного взрыва [водорода](#), и др., напротив, были необходимыми. Возможно, они предотвратили ещё более серьёзные последствия. При выполнении этих работ многие сотрудники станции получили большие дозы радиации, а некоторые даже смертельные. В их числе оказались начальник смены блока А. Акимов и оператор Л. Топтунов, управлявшие реактором во время аварии.

Выброс привёл к [гибели деревьев рядом с АЭС](#) на площади около 10 км<sup>2</sup>.



# Ликвидация последствий аварии

Для ликвидации последствий аварии была создана правительственная комиссия, председателем которой был назначен заместитель председателя Совета министров СССР [Борис Евдокимович Щербина](#). Именно он рассчитал возможность применения и разработал состав смеси ([боросодержащие](#) вещества, [свинец](#) и [доломиты](#)), которой с самого первого дня забрасывали с вертолётов в зону реактора для предотвращения дальнейшего разогрева остатков реактора и уменьшения выбросов радиоактивных аэрозолей в атмосферу. Также именно он, выехав на бронетранспортёре непосредственно к реактору определил, что показания датчиков нейтронов о продолжающейся атомной реакции недостоверны, так как они реагируют на мощнейшее гамма-излучение. Проведённый анализ соотношения изотопов йода показал, что на самом деле реакция остановилась[25].

Для координации работ были также созданы республиканские комиссии в Белорусской, Украинской ССР и в [РСФСР](#), различные ведомственные комиссии и штабы. В 30-километровую зону вокруг ЧАЭС стали прибывать специалисты, командированные для проведения работ на аварийном блоке и вокруг него, а также воинские части, как регулярные, так и составленные из срочно призванных резервистов. Их всех позднее стали называть «ликвидаторами». Ликвидаторы работали в опасной зоне посменно: те, кто набрал максимально допустимую дозу радиации, уезжали, а на их место приезжали другие. Основная часть работ была выполнена в 1986—1987 г.г., в них приняли участие примерно 240 тыс. человек. Общее количество ликвидаторов (включая последующие годы) составило около 600 тыс.

В первые дни основные усилия были направлены на снижение радиоактивных выбросов из разрушенного реактора и предотвращение ещё более серьёзных последствий. Например, существовали опасения, что из-за [остаточного тепловыделения](#) в топливе, остающемся в реакторе, произойдёт [расплавление активной зоны](#). Расплавленное вещество могло бы проникнуть в затопленное помещение под реактором и вызвать ещё один взрыв с большим выбросом радиоактивности. Вода из этих помещений была откачана. Также были приняты меры для того, чтобы предотвратить проникновение расплава в грунт под реактором.

По данным [Российского государственного медико-дозиметрического регистра](#) за прошедшие годы среди российских ликвидаторов с дозами облучения выше 100 мЗв (это около 60 тыс. человек) несколько десятков смертей могли быть связаны с облучением. Всего за 20 лет в этой группе от всех причин, не связанных с радиацией, умерло примерно 5 тысяч ликвидаторов.



# Долговременные последствия

В результате аварии из сельскохозяйственного оборота было выведено около 5 млн. га земель, вокруг АЭС создана 30-километровая *зона отчуждения*, уничтожены и захоронены (закопаны тяжёлой техникой) сотни мелких населённых пунктов.

Карта радиоактивного загрязнения изотопом цезия-137: закрытые зоны (более 40 Ки/км<sup>2</sup>) зоны постоянного контроля (15—40 Ки/км<sup>2</sup>) зоны периодического контроля (5—15 Ки/км<sup>2</sup>) 1—15 Ки/км<sup>2</sup>

Перед аварией в реакторе четвёртого блока находилось 180—190 тонн ядерного топлива (диоксида урана). По оценкам, которые в настоящее время считаются наиболее достоверными, в окружающую среду было выброшено от 5 до 30 % от этого количества. Некоторые исследователи оспаривают эти данные, ссылаясь на имеющиеся фотографии и наблюдения очевидцев, которые показывают, что реактор практически пуст. Следует, однако, учитывать, что объём 180 тонн диоксида урана составляет лишь незначительную часть от объёма реактора.

Кроме топлива, в активной зоне в момент аварии содержались продукты деления и трансурановые элементы — различные радиоактивные изотопы, накопившиеся во время работы реактора. Именно они представляют наибольшую радиационную опасность. Большая их часть осталась внутри реактора, но наиболее летучие вещества были выброшены наружу, в том числе:

все благородные газы, содержащиеся в реакторе;

примерно 55 % иода в виде смеси пара и твёрдых частиц, а также в составе органических соединений;

цезий и теллур в виде аэрозолей.

Суммарная активность веществ, выброшенных в окружающую среду, составила, по различным оценкам, до  $14 \times 10^{18}$  Бк (14 ЭБк), в том числе[29]

1,8 ЭБк йода-131,

0,085 ЭБк цезия-137,

0,01 ЭБк стронция-90 и

0,003 ЭБк изотопов плутония;

на долю благородных газов приходилось около половины от суммарной активности.

В 1988 году на территории, подвергшейся загрязнению, был создан радиационно-экологический заповедник[30]. Наблюдения показали, что количество мутаций у растений и животных хотя и выросло, но незначительно, и природа успешно справляется с их последствиями. С другой стороны, снятие антропогенного

воздействия положительно сказалось на экосистеме заповедника и влияние этого фактора значительно превысило негативные последствия радиации. В результате природа стала восстанавливаться быстрыми темпами, выросли популяции животных, увеличилось многообразие видов растительности[





# Влияние аварии на здоровье людей

Несвоевременность, неполнота и противоречивость официальной информации о катастрофе породили множество независимых интерпретаций. Иногда жертвами трагедии считают не только граждан, умерших сразу после аварии, но и жителей прилегающих областей, которые вышли на первомайскую демонстрацию, не зная об аварии.[33] При таком подсчёте, чернобыльская катастрофа значительно превосходит [атомную бомбардировку Хиросимы](#) по числу пострадавших.[34][35]

Есть и противоположная точка зрения, ссылающаяся на 29 зарегистрированных случаев смерти от лучевой болезни в результате аварии (сотрудники станции и пожарные, принявшие на себя первый удар).[37] Эта точка зрения не принимает во внимание выявленный статистическими исследованиями рост смертности от связанных с повышенным [радиационным фоном](#) заболеваний в загрязнённых регионах.[[источник?](#)] Кроме того, смертность среди ликвидаторов в России оказалась ниже, чем в среднем по стране, что объясняется лучшим медицинским обслуживанием.[[источник?](#)]

Разброс в официальных оценках меньше, хотя число пострадавших от Чернобыльской аварии можно определить лишь приблизительно. Кроме погибших работников АЭС и пожарных, к ним относят заболевших военнослужащих и гражданских [лиц, привлекавшихся к ликвидации последствий аварии](#), и жителей районов, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Определение того, какая часть заболеваний явилась следствием аварии — весьма сложная задача для [медицины](#) и [статистики](#). Считается,[29] что большая часть смертельных случаев, связанных с воздействием радиации, была или будет вызвана [онкологическими заболеваниями](#).

[Чернобыльский форум](#) — организация, действующая под эгидой [ООН](#), в том числе таких её организаций, как [МАГАТЭ](#) и [ВОЗ](#), — в [2005 году](#) опубликовала обширный доклад,[38] в котором проанализированы многочисленные научные исследования влияния факторов, связанных с аварией, на здоровье ликвидаторов и населения. Выводы, содержащиеся в этом докладе, а также в менее подробном обзоре «Чернобыльское наследие», опубликованном этой же организацией, значительно отличаются от приведённых выше оценок. Количество возможных жертв к настоящему времени и в ближайшие десятилетия оценивается в несколько тысяч человек. Также отмечается, что несколько повышенный уровень заболеваемости среди людей, не участвовавших непосредственно в ликвидации аварии, а переселённых из зоны отчуждения в другие места, не связан непосредственно с облучением (в этих категориях отмечается несколько повышенная заболеваемость сердечнососудистой системы, нарушения обмена веществ, нервные болезни и другие заболевания, не вызываемые облучением), а вызван стрессами, связанными с самим фактом переселения, потерей имущества, социальными проблемами, страхом перед радиацией.

Учитывая большое число людей, живущих в областях, пострадавших от радиоактивных загрязнений, даже небольшие отличия в оценке риска заболевания могут привести к большой разнице в оценке ожидаемого количества заболевших. Гринпис и ряд других общественных организаций настаивают на необходимости учитывать влияние аварии на здоровье населения и в других странах. Ещё более низкие дозы облучения затрудняют получение статистически достоверных результатов и делают такие оценки неточными.



# Дальнейшая судьба станции

После аварии на 4-м энергоблоке работа электростанции была приостановлена из-за опасной радиационной обстановки. Однако уже в октябре 1986 г., после обширных работ по дезактивации территории и постройки «саркофага», 1-й и 2-й энергоблоки были вновь введены в строй; в декабре 1987 г. возобновлена работа 3-го.

В 1991 г. на 2-м энергоблоке вспыхнул пожар, и в октябре этого же года реактор был полностью выведен из эксплуатации. В декабре 1995 года был подписан меморандум о взаимопонимании между Правительством Украины и правительствами стран «большой семёрки» и [Комиссией Европейского союза](#), согласно которому началась разработка программы полного закрытия станции к 2000 г. [15 декабря](#) 2000 г. был навсегда остановлен реактор последнего, 3-го энергоблока.

Саркофаг, возведённый над четвёртым, взорвавшимся, энергоблоком постепенно разрушается. Опасность, в случае его обрушения, в основном определяется тем, как много радиоактивных веществ находится внутри него. По официальным данным, эта цифра достигает 95 % от того количества, которое было на момент аварии. Если эта оценка верна, то разрушение укрытия может привести к очень большим выбросам.

В марте 2004 г. [Европейский банк реконструкции и развития](#) объявил тендер на проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию нового саркофага для ЧАЭС. Победителем тендера в августе 2007 года была признана компания [NOVARKA](#), совместное предприятие французских компаний [Vinci Construction Grands Projets](#) и [BOUYGUES](#). [39]

