

Подготовила Воронцова С.П.,  
учитель КУ «ЗСОШИ №1» ЗОС

# Авария на Чернобыльской АЭС



# Географическое положение Чернобыльской АЭС

- Чернобыльская АЭС ( $51^{\circ}23'22''$  с. ш.  $30^{\circ}05'59''$  в. д. (G)) расположена в Украине вблизи города Припять, в 18 километрах от города Чернобыль, в 16 километрах от границы с Белоруссией и в 110 километрах от Киева.





# Основные принципы работы АЭС

На Чернобыльской АЭС установлены ядерные реакторы РБМК-1000. Реактор этого типа был спроектирован более 30 лет назад и использовался в СССР на нескольких электростанциях. Тепловая мощность каждого реактора составляет 3200 МВт.



# АВАРИЯ











- Примерно в 1:24 26 апреля 1986 года на 4-м энергоблоке Чернобыльской АЭС произошёл взрыв, который полностью разрушил реактор. Причиной этого стало проведение испытаний на безопасность на сверхнизкой мощности в 200 МВт, в то время как норма - 700 МВт. Когда уровень мощности упал слишком низко, нажатием кнопки аварийного отключения был спровоцирован неудержимый рост мощности, приведший к разрушению 4 блока.

- Здание энергоблока частично обрушилось. Впоследствии остатки активной зоны расплавились. Смесь из расплавленного металла, песка, бетона и частичек топлива растеклась по подреакторным помещениям.
- В результате аварии произошёл выброс в окружающую среду 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).



# Причины Чернобыльской аварии

- реактор не соответствовал нормам безопасности и имел опасные конструктивные особенности;
- низкое качество регламента эксплуатации в части обеспечения безопасности;
- неэффективность режима регулирования и надзора за безопасностью в ядерной энергетике, общая недостаточность культуры безопасности в ядерных вопросах как на национальном, так и на местном уровне;
- отсутствовал эффективный обмен информацией по безопасности как между операторами, так и между операторами и проектировщиками, персонал не обладал достаточным пониманием особенностей станции, влияющих на безопасность;
- персонал допустил ряд ошибок и нарушил существующие инструкции и программу испытаний.

# Некоторые факты:

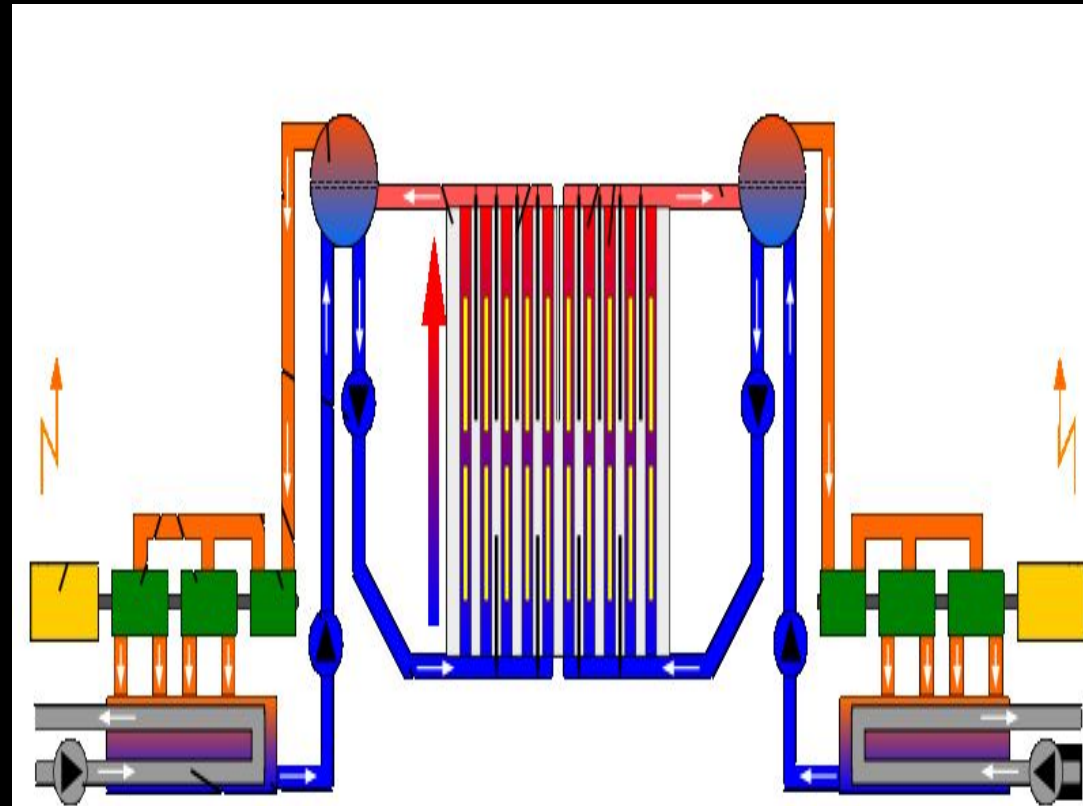
Безопасность была на 2-ом плане...

- установка реактора фактически не соответствовала действовавшим нормам безопасности во время проектирования и даже имела небезопасные конструктивные особенности
- недостаточное внимание к независимому рассмотрению безопасности
- регламенты по эксплуатации надлежащим образом не обоснованы в анализе безопасности
- недостаточный и неэффективный обмен важной информацией по безопасности, как между операторами, так и между операторами и проектировщиками
- недостаточное понимание персоналом аспектов их станции, связанных с безопасностью
- применение СГОРАЕМЫХ материалов в строительстве, с целью удешевления конструкции, что и сказалось на тушении здания энергоблока (тушение продолжалось всю ночь, многие пожарные получили смертельные дозы излучения)



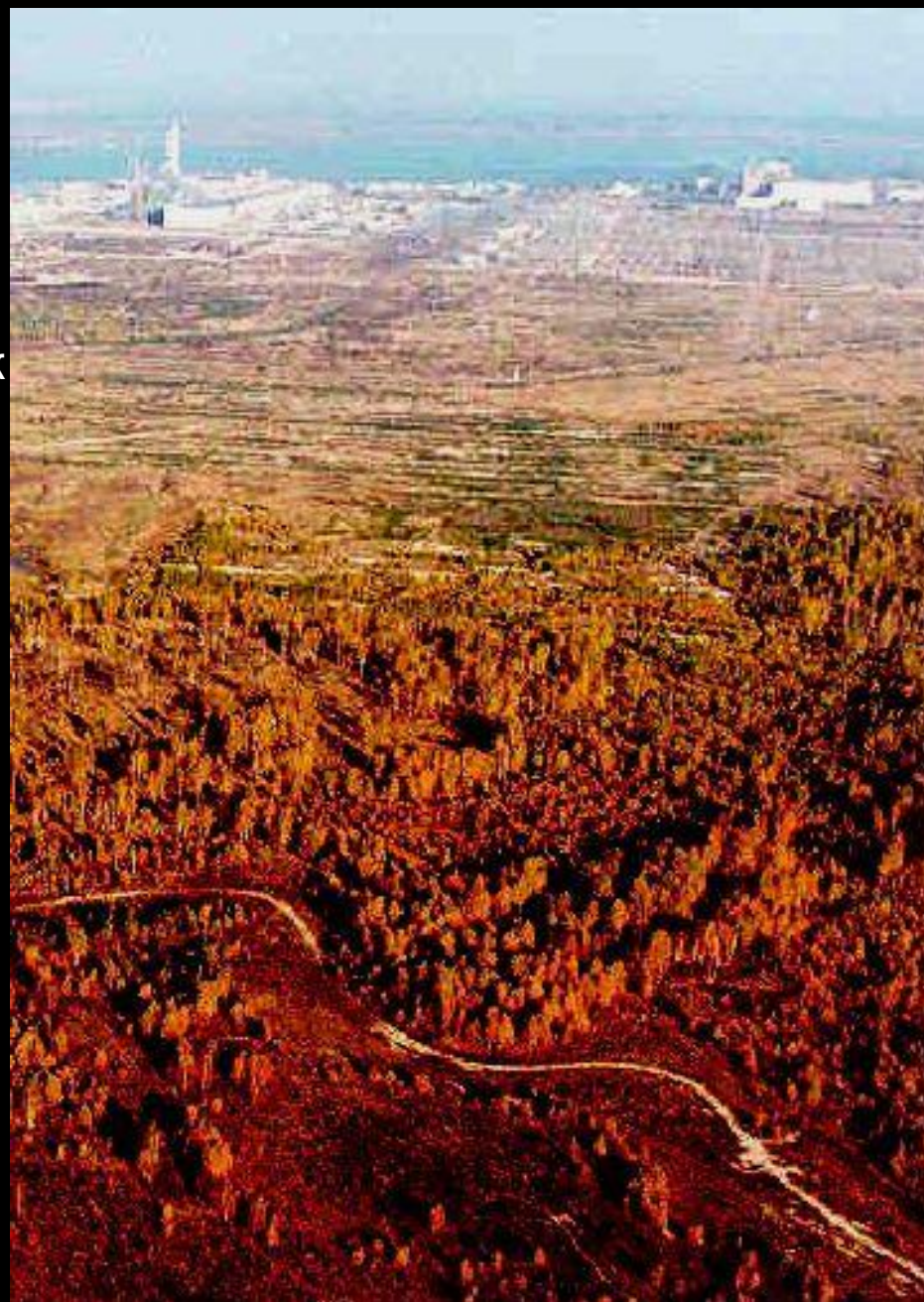
# Недостатки реактора РБМК-1000

- Реактор становится практически неуправляемым на сверхнизкой мощности, необходимо сразу его глушить, но результат был непредвиденным...
- Большое количество трубопроводов и различных вспомогательных подсистем требует наличия большого количества высококвалифицированного персонала;
- Необходимость проведения поканального регулирования расходов, что может повлечь за собой аварии, связанные с прекращением расхода теплоносителя через канал;
- Более высокая нагрузка на оперативный персонал, связанная с большим количеством узлов (например запорно-регулирующей арматуры);
- Большее количество активированных конструкционных материалов из-за больших размеров АЗ и металлоёмкости РБМК, остающихся после вывода из эксплуатации и требующих утилизации.



- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1 - Графитовый замедлитель      | 8 - Турбина высокого давления       |
| 2 - Стержни управления и защиты | 9 - Турбины низкого давления        |
| 3 - Технологические каналы      | 10 - Электрический генератор        |
| 4 - Пар                         | 11 - Циркуляционные насосы          |
| 5 - Вода                        | 12 - Охладитель (конденсатор)       |
| 6 - Барабан-сепаратор           | 13 - Вспомогательный водяной контур |
| 7 - Сухой пар                   |                                     |

- В первые часы после аварии, многие не осознавали, насколько сильно повреждён реактор, поэтому было принято ошибочное решение обеспечить подачу воды в активную зону реактора для её охлаждения.
- Эти усилия оказались бесполезны, так как и трубопроводы, и сама активная зона были разрушены, из-за чего требовалось вести работы в зонах с высокой радиацией.
- Другие действия персонала станции, такие как тушение локальных очагов пожаров в помещениях станции, меры, направленные на предотвращение возможного взрыва 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.
- Выброс привёл к гибели деревьев рядом с АЭС на площади около 10 км<sup>2</sup>





- Пожарные не дали огню перекинуться на третий блок (у 3-го и 4-го энергоблоков единые переходы). Из средств защиты у пожарных была только боёвка (брезентовая роба), каска и рукавицы. В противогазах работать было невозможно из-за высокой температуры горения, их пожарные сняли уже в первые 10 минут. Вместо огнестойкого покрытия, как было положено по инструкции, крыша машинного зала была залита обычным горючим битумом.
- Примерно к 2 часам ночи появились первые поражённые из числа пожарных. У них стала проявляться слабость, рвота, «ядерный загар», а после снятия рукавиц снималась и кожа с рук.
- Помощь им оказывали на месте, в медпункте станции, после чего переправляли в городскую больницу Припяти. 27 апреля первую группу пострадавших из 28 человек отправили самолетом в Москву, в 6-ю радиологическую больницу. Практически не пострадали водители пожарных автомобилей.



- Первое официальное сообщение было сделано по телевидению 28 апреля. В довольно сухом сообщении сообщалось о факте аварии и двух погибших, об истинных масштабах катастрофы стали сообщать позже.
- После оценки масштабов радиоактивного загрязнения стало понятно, что потребуется эвакуация города Припять, которая была проведена 27 апреля. В первые дни после аварии было эвакуировано население 10-километровой зоны. В последующие дни было эвакуировано население других населённых пунктов 30-километровой зоны.
- Запрещалось брать с собой вещи, многие были эвакуированы в домашней одежде. Чтобы не раздувать панику, сообщалось, что эвакуированные вернутся домой через три дня. Безопасные пути движения колонн эвакуированного населения определялись с учётом уже полученных данных радиационной разведки. Несмотря на это, ни 26, ни 27 апреля жителей не предупредили о существующей опасности и не дали никаких рекомендаций о том, как следует себя вести, чтобы уменьшить влияние радиоактивного загрязнения.





# Ликвидация аварии



- 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 годах, в них приняли участие примерно 240 000 человек. Общее количество ликвидаторов (включая последующие годы) составило около 600 000.

СВЕТЛАЯ ИМ ПАМЯТЬ...







# Могильник техники (Засоха)





# Долговременные последствия

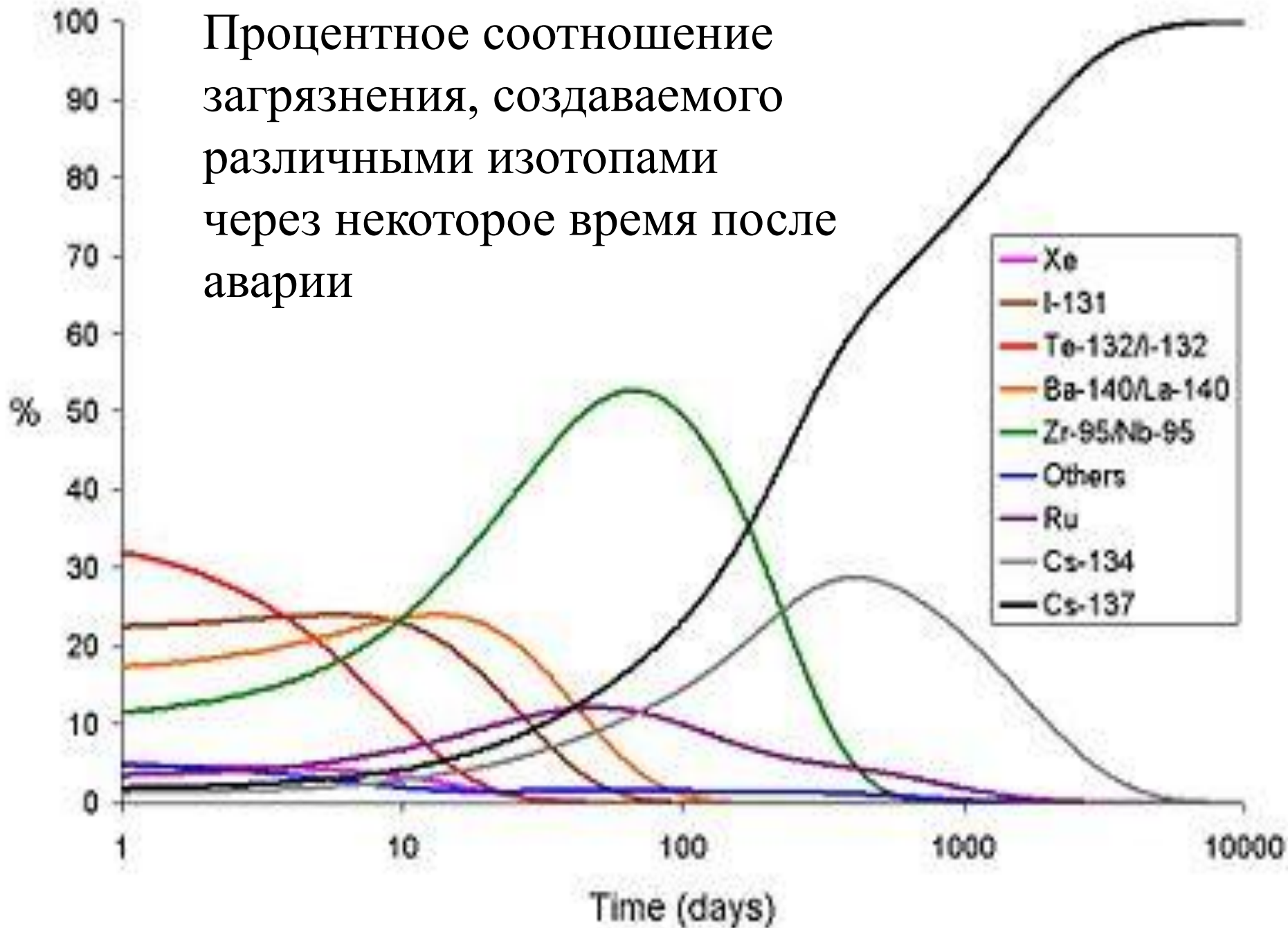
- В результате аварии из сельскохозяйственного оборота было выведено около 5 млн. га земель, вокруг АЭС создана 30-километровая зона отчуждения, уничтожены и захоронены (закопаны тяжёлой техникой) сотни мелких населённых пунктов.
- Перед аварией в реакторе четвёртого блока находилось 180—190 тонн ядерного 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.
- 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 % йода в виде смеси пара и твёрдых частиц, а также в составе органических соединений;
  - цезий и теллур в виде аэрозолей.
- В 1988 году на территории, подвергшейся загрязнению, был создан радиационно-экологический заповедник. 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.

# Карта радиоактивного загрязнения изотопом цезия-137





Процентное соотношение  
загрязнения, создаваемого  
различными изотопами  
через некоторое время после  
аварии



# Средние дозы, полученные различными категориями населения

Категория	Период	Количество (чел.)	Доза ( <u>мЗв</u> )
Ликвидаторы	1986—1989	600 000	~100
Эвакуированные	1986	116 000	33
Жители зон со «строгим контролем»	1986—2005	270 000	>50
Жители других загрязнённых зон	1986—2005	5 000 000	10—20

# 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.



В результате аварии было решено эвакуировать все населенные пункты в районе 30 километров. В этот список попал и город Припять с населением более 50 000 человек.

На сегодняшний день спустя больше двадцати лет город пустует.











# Медаль ликвидаторам последствий аварии ЧАЭС





# Памятник ликвидаторам аварии на ЧАЭС

