

# ИСТОРИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- **Атомная энергетика** (ядерная энергетика) — это отрасль энергетики, занимающаяся производством электрической и тепловой энергии путём преобразования **ядерной энергии**.
- Принципиально невоенную атомную энергетику можно разделить на три подотрасли: **атомную теплоэнергетику, атомную электроэнергетику и атомную транспортную энергетику**.

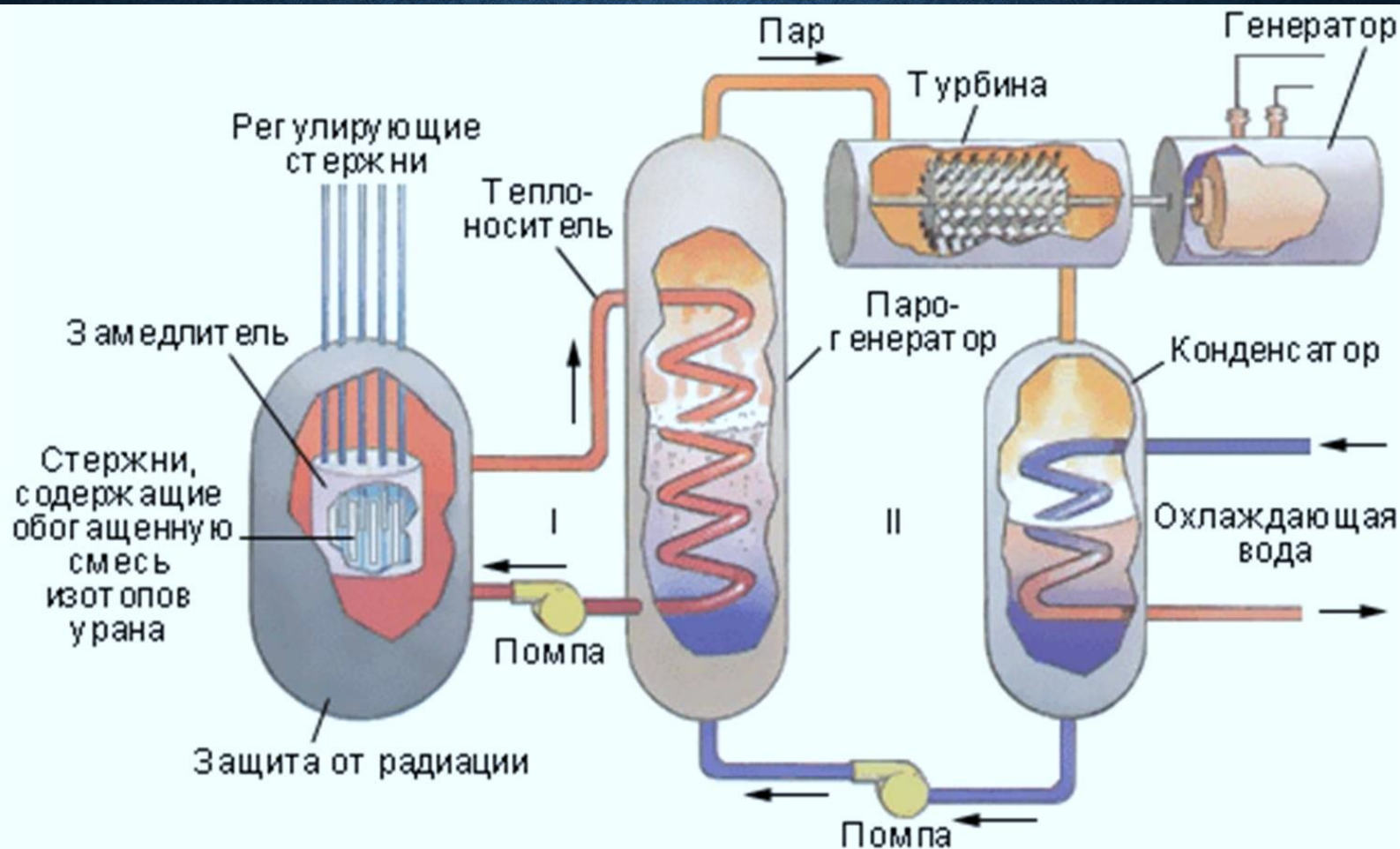
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- В основе получения ядерной энергии лежит **цепная ядерная реакция**, происходящая при делении ядер после попадания в них нейтрона с образованием новых нейтронов и осколков деления.
- Во время реакции деления ядер выделяется колоссальное количество **кинетической энергии**.

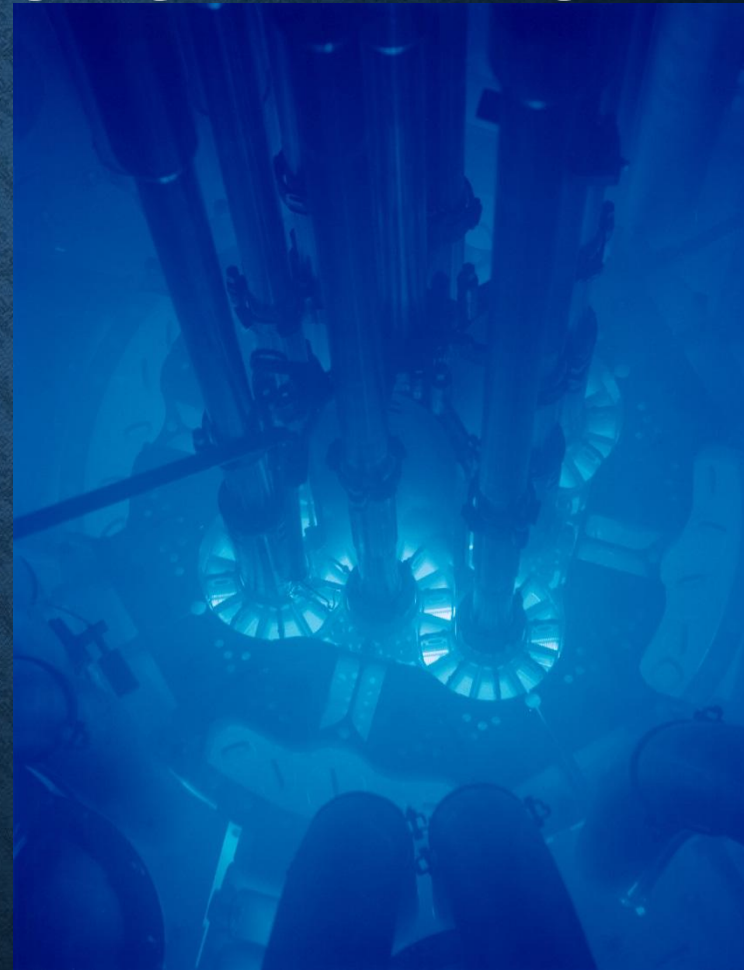
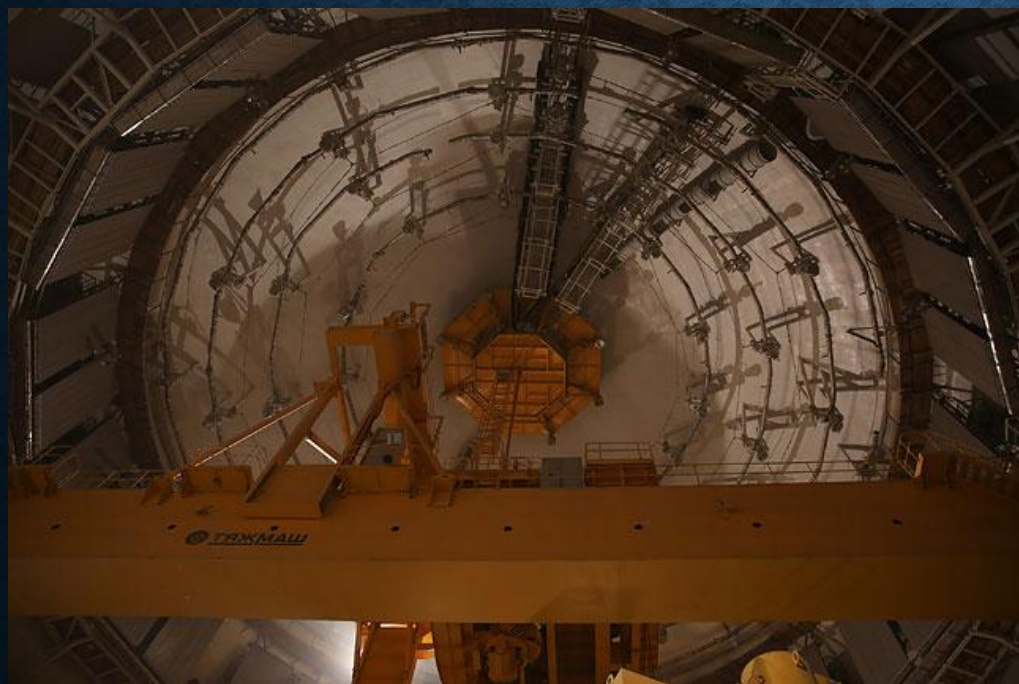
# ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

- Ядерная реакция осуществляется в **ядерном реакторе**.
- **Ядерный реактор** — устройство, предназначенное для организации управляемой самоподдерживающейся цепной реакции деления.
- Упрощенный принцип работы ядерного реактора можно определить как передачу в активной его части тепла, возникающего в результате ядерной реакции теплоносителю, например, воде.
- На АЭС в результате получения большого количества тепловой энергии вода превращается в водяной пар, который, вращая турбину тем самым преобразует **кинетическую энергию в электрическую**.

# УСТРОЙСТВО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

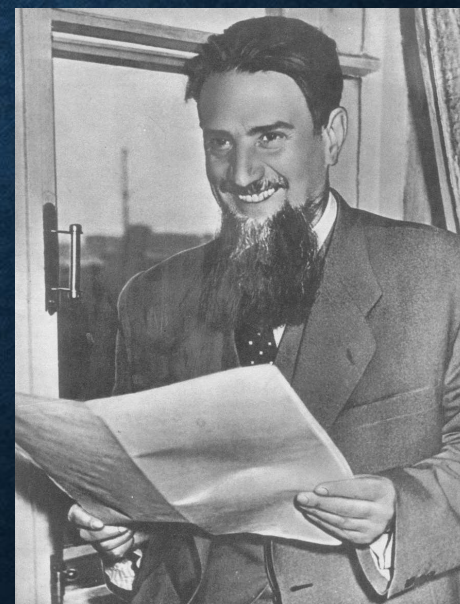
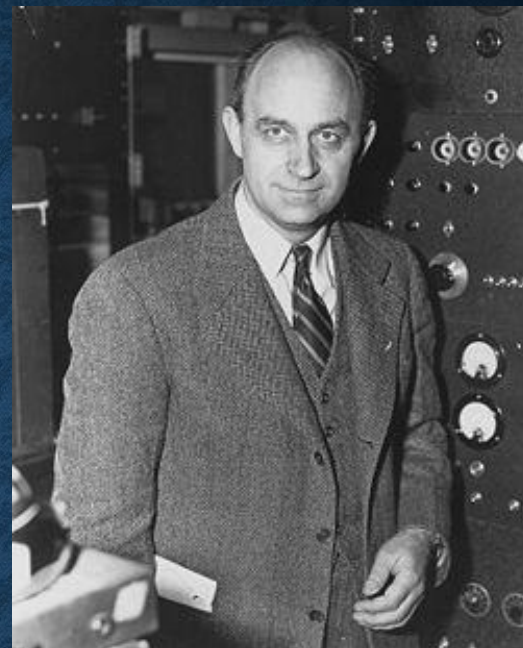


# УСТРОЙСТВО ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА



# ИСТОРИЯ

- Первый ядерный реактор построен и запущен в декабре **1942** года в США под руководством **Э. Ферми**.
- В Европе первым ядерным реактором стала установка **Ф-1**, заработавшая 25 декабря 1946 года в Москве под руководством **И. В. Курчатова**.
- К 1978 году в мире работало уже около **сотни ядерных реакторов** различных типов.



# ИСТОРИЯ

- **Впервые** цепная реакция ядерного распада была осуществлена **2 декабря 1942 году** в Чикагском университете с использованием урана в качестве топлива и графита в качестве замедлителя.
- Первая **электроэнергия (100 кВт)** из энергии ядерного распада была получена 20 декабря 1951 года в Национальной лаборатории Айдахо с помощью реактора на быстрых нейтронах **EBR-I** (Experimental Breeder Reactor-I)



# ИСТОРИЯ

- 26 июня в 17:30 энергия, выработанная ранее на ядерном реакторе мощностью 5 МВт в городе Обнинск, стала поступать в потребительскую электросеть Мосэнерго.
- Таким образом, Обнинская АЭС стала первой в мире АЭС, введенной в промышленную эксплуатацию.
- Обнинская АЭС была выведена из эксплуатации в 2002 году, после 48 лет безаварийной службы, что на 18 лет дольше, чем планировалось изначально.
- Ныне станция превращена в мемориальный комплекс.

# ИСТОРИЯ



МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ,  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР -  
ФИЗИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ПЕРВАЯ АТОМНАЯ  
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

# ИСТОРИЯ

- В 1956 году в Великобритании начала работу пятидесятимегаваттная АЭС «Calder Hall-1».
- В 1957 году АЭС Шиппингпорт в США — 60 МВт.
- В 1959 году АЭС Маркуль во Франции — 37 МВт
- В 1958 начала выдавать электроэнергию первая очередь второй советской АЭС — Сибирской, мощностью 100 МВт, полная проектная мощность которой составляла 600 МВт.
- В 1973 году на Ленинградской АЭС в городе Сосновый бор был запущен первый высокомощный энергоблок (1000 МВт).

# ИСТОРИЯ

- В декабре 1954 года в США вошла в строй **первая атомная подводная лодка «Наутилус»**.
- В 1959 году в СССР спущено на воду первое в мире **невоенное атомное судно**.



# ИСТОРИЯ

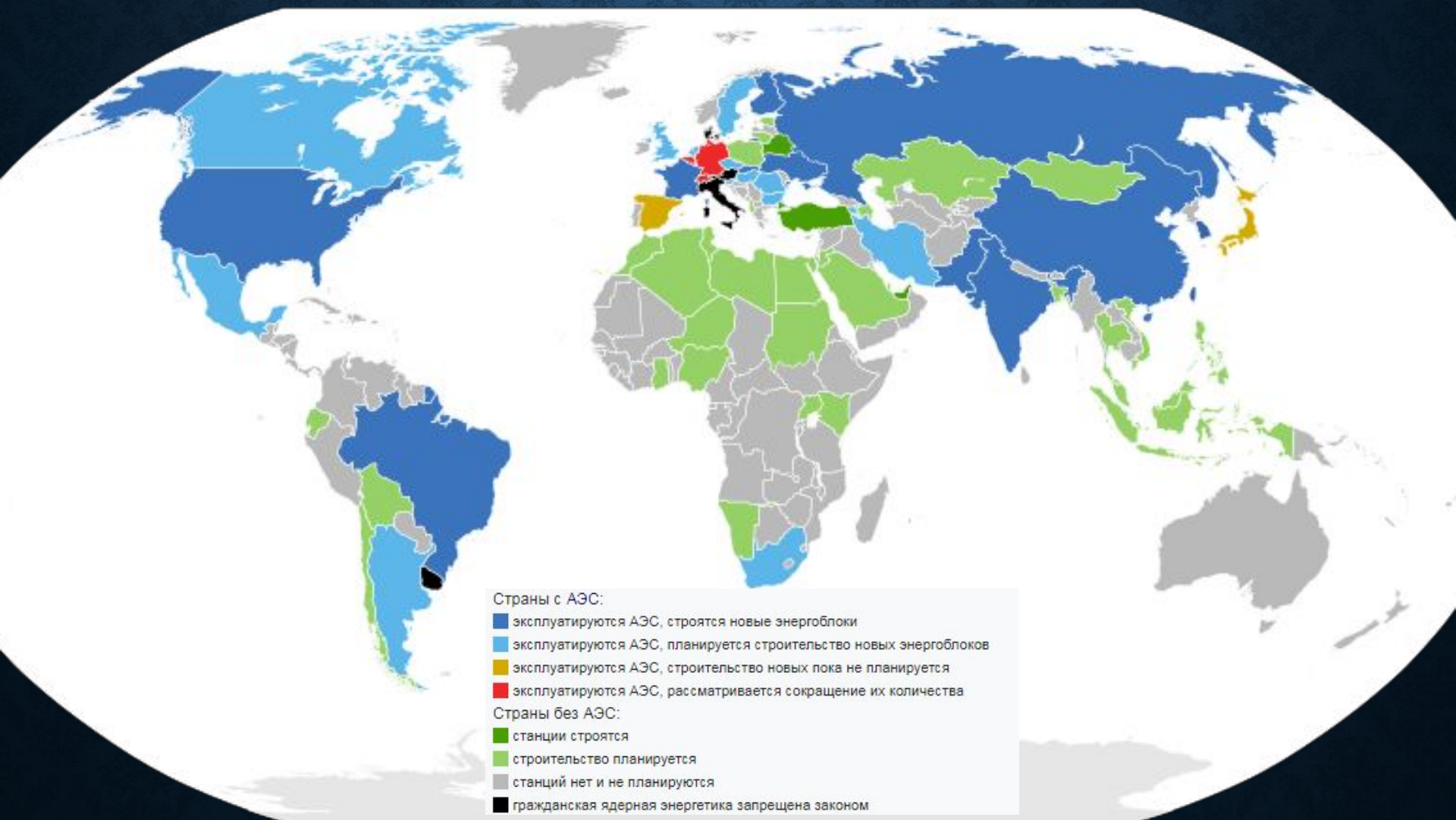
- Ядерная энергетика, как новое направление в энергетике, получила признание на проходившей в Женеве в августе 1955 года 1-й Международной научно-технической конференции по мирному использованию атомной энергии.
- В дальнейшем, будет принято множество различных международных соглашений, регламентирующих международное сотрудничество в области атомной энергетике, а особенно в области безопасности.

# ДОСТОИНСТВА АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- Независимость от источников топлива из-за небольшого объема используемого топлива.
- Экологическая чистота.
- Сопоставимость экономических затрат на производство энергии с ТЭС.
- Независимость от энергетических кризисов.

# ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- В 2014 году ядерная энергия обеспечивала 2,6 % всей потребляемой человечеством энергии (6,55 млрд МВт ч., что сопоставимо 562,9 млн тонн нефтяного эквивалента).
- Согласно отчету МАГАТЭ на данный момент насчитывается 450 действующих реакторов в 31 стране мира.





# РЕЙТИНГ МИРОВЫХ ЛИДЕРОВ В СФЕРЕ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- 1) США (798 млрд кВт·ч/год), работает 104 атомных реактора (20 % от вырабатываемой электроэнергии)
- 2) Франция (418 млрд кВт·ч/год), 58 реакторов.
- 3) Россия (169 млрд кВт·ч/год), 34 реактора.
- 4) Южная Корея (149 млрд кВт·ч/год), 23 реактора.
- 5) Китай (123 млрд кВт·ч/год), 23 реактора.
- 6) Канада (98 млрд кВт·ч/год), 19 реакторов.
- 7) Германия (91 млрд кВт·ч/год), 9 реакторов.
- 8) Украина (83 млрд кВт·ч/год), 15 реакторов.
- 9) Швеция (62 млрд кВт·ч/год), 10 реакторов.
- 10) Великобритания (58 млрд кВт·ч/год), 16 реакторов.

# НЕДОСТАТКИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

- Высокая стоимость и технологическая сложность строительства новых АЭС.
- Высокие квалификационные требования к обслуживающему персоналу.
- Тепловое загрязнение окружающей среды.
- Тяжелые последствия возможных аварий.
- Высокая стоимость ликвидации АЭС после выработки ресурса.
- Практическая невозможность работы АЭС в маневренных режимах.

# АТОМНЫЕ АВАРИИ

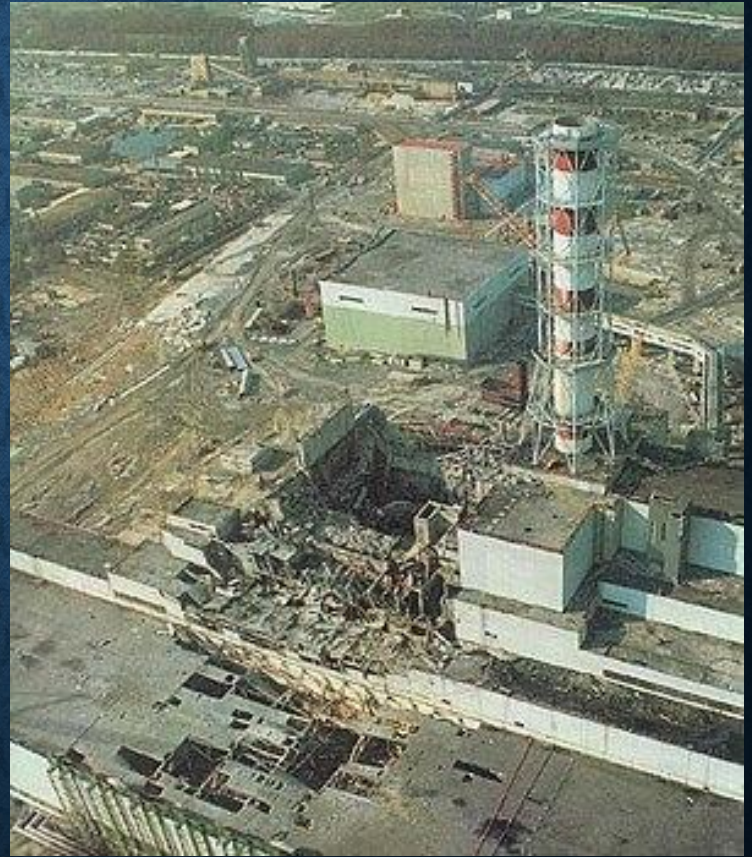
- 12 декабря 1952 года – авария на АЭС Чолк-Ривер, Канада. Техническая ошибка персонала привела к перегреву и частичному расплавлению активной зоны. Около 3800 кубических метров радиоактивно загрязненной воды было сброшено прямо на землю, в мелкие траншеи неподалеку от реки Оттавы.
- 29 сентября 1957 года – Кыштымская авария. В хранилище радиоактивных отходов ПО «Маяк» в Челябинской области взорвалась емкость, содержащая 20 миллионов кюри радиоактивности. В первые часы после взрыва, до эвакуации с промплощадки комбината, подверглись разовому облучению до 100 рентген более пяти тысяч человек.

# АТОМНЫЕ АВАРИИ

- 28 марта 1979 года - авария на АЭС Тримайл-Айленд в штате Пенсильвания. В результате серии сбоев в работе оборудования и грубых ошибок операторов на втором энергоблоке АЭС произошло расплавление 53% активной зоны реактора. Из района, подвергшегося радиационному воздействию, было эвакуировано 200 тысяч человек.

# АТОМНЫЕ АВАРИИ

- В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС (Украина) произошла крупнейшая ядерная авария в мире, с частичным разрушением активной зоны реактора и выходом осколков деления за пределы зоны. В атмосферу было выброшено 190 тонн радиоактивных веществ. 8 из 140 тонн радиоактивного топлива реактора оказались в воздухе. Люди в Чернобыле подверглись облучению в 90 раз большему, чем при падении бомбы на Хиросиму. В результате аварии произошло радиоактивное заражение в радиусе 30 км. Радиационному загрязнению подверглись 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек.



# АТОМНЫЕ АВАРИИ

- 30 сентября 1999 года произошла крупнейшая авария в истории атомной энергетики Японии. На заводе по изготовлению топлива для АЭС в научном городке Токаймура (префектура Ибараки) из-за ошибки персонала началась неуправляемая цепная реакция, которая продолжалась в течение 17 часов. Облучению подверглись 439 человек, 119 из них получили дозу, превышающую ежегодно допустимый уровень. Трое рабочих получили критические дозы облучения. Двое из них скончались.





- 11 марта 2011 года в Японии произошло самое мощное за всю историю страны землетрясение. В результате на АЭС Онагава была разрушена турбина, возник пожар, который удалось быстро ликвидировать. На АЭС Фукусима-1 ситуация сложилась очень серьезная - в результате отключения системы охлаждения расплавилось ядерное топливо в реакторе блока №1, снаружи блока была зафиксирована утечка радиации, в 10-километровой зоне вокруг АЭС проведена эвакуация.

# АТОМНЫЕ АВАРИИ ПО ШКАЛЕ INES

- Чок-Ривер – 4 балла.
- Три-Майл айленд – 5 баллов.
  - Кыштым – 6 баллов.
- Чернобыль – 7 баллов.
- Фукусима – 7 баллов.

# МЕЖДУНАРОДНЫЕ СОГЛАШЕНИЯ

- Декларация о предотвращении ядерной катастрофы (1981)
- Конвенция об оперативном оповещении о ядерной аварии (Вена, 1986)
- Конвенция о ядерной безопасности (Вена, 1994)
- Конвенция о физической защите ядерного материала (Вена, 1979)
- Венская конвенция о гражданской ответственности за ядерный ущерб
- Объединённая конвенция о безопасности обращения с отработавшим топливом и безопасности обращения с радиоактивными отходами

# ИСТОЧНИКИ

- Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
- Атомная Энергетика. Энциклопедия Кольера.
- First Nuclear Reactor, Canada Science and Technology Museum.
- Родионов В. Г. Проблемы традиционной энергетики // Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. — М.: ЭНАС, 2010
- РИА Новости
- Статьи и публикации Института Ядерной энергии