

# Атомные электростанции История, развитие, перспективы



**АЭС** – тепловые электростанции, на которых в виде источника используется энергия управляемых ядерных реакций. Единичная мощность энергоблоков АЭС достигает **1,5 ГВт**.

### Виды топлива

В качестве распространенного топлива применяется уран. Р-я деления осуществляется в основном блоке АЭС – ядерном реакторе, где выделяется значительное кол-во тепловой энергии, используемое для генерации электроэнергии.

### Экология

АЭС **не** выбрасывают в атмосферу **дымовых газов**, на них отсутствуют отходы в виде **золы** и **шлаков**. Проблемы на АЭС - избыточные кол-ва тепла и хранение радиоактивных отходов. Чтобы защитить людей и атмосферу от радиоактивных выбросов на АЭС принимают специальные меры:

- улучшение надежности оборудования АЭС,
- дублирование уязвимых систем,
- высокие требования к квалификации персонала,
- защита и охрана от внешних воздействий.

АЭС окружает санитарно-защитная зона.

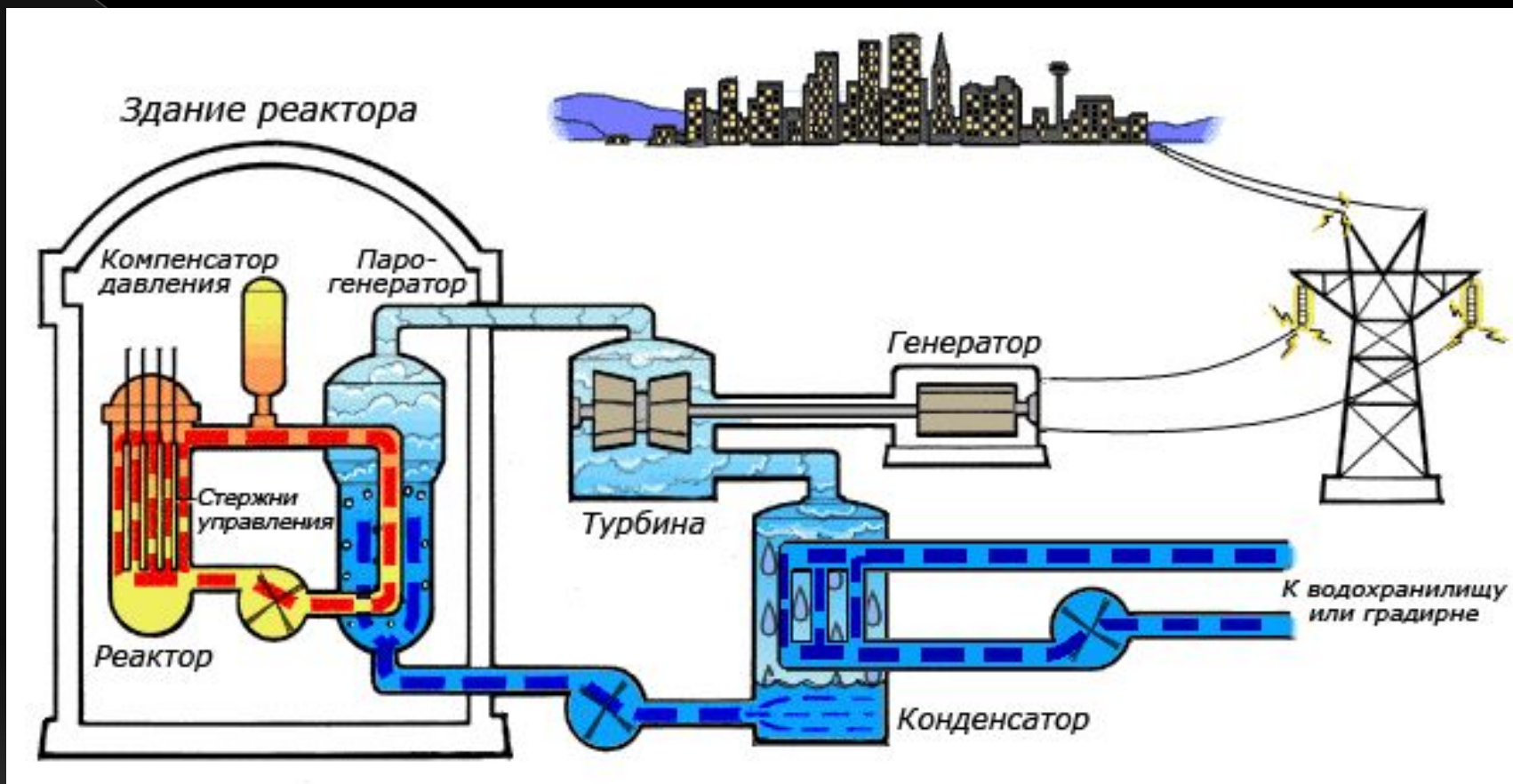


Схема работы атомной электростанции на двухконтурном водо-водяном энергетическом реакторе (ВВЭР)

# АЭС СССР



**Обнинская АЭС — первая в мире атомная электростанция.**



Первая в мире промышленная атомная электростанция мощностью 5 МВт была запущена 27 июня 1954 года в СССР, в городе Обнинске, расположенном в Калужской области.



В 1958 году была введена в эксплуатацию 1-я очередь **Сибирской АЭС** мощностью **100 МВт**, впоследствии полная проектная мощность была доведена до **600 МВт**.







**Градирни** (Сибирской АЭС) - устройства для охлаждения большого количества воды направленным потоком атмосферного воздуха. Иногда градирни называют также **охлаждательными башнями**.









26 апреля 1964 года была запущена  
**Белоярская промышленная АЭС им. Курчатова (БАЭС)**

В сентябре 1964 года был пущен 1-й блок **Нововоронежской АЭС** мощностью **210 МВт**. Второй блок мощностью **365 МВт** запущен в декабре 1969 года.







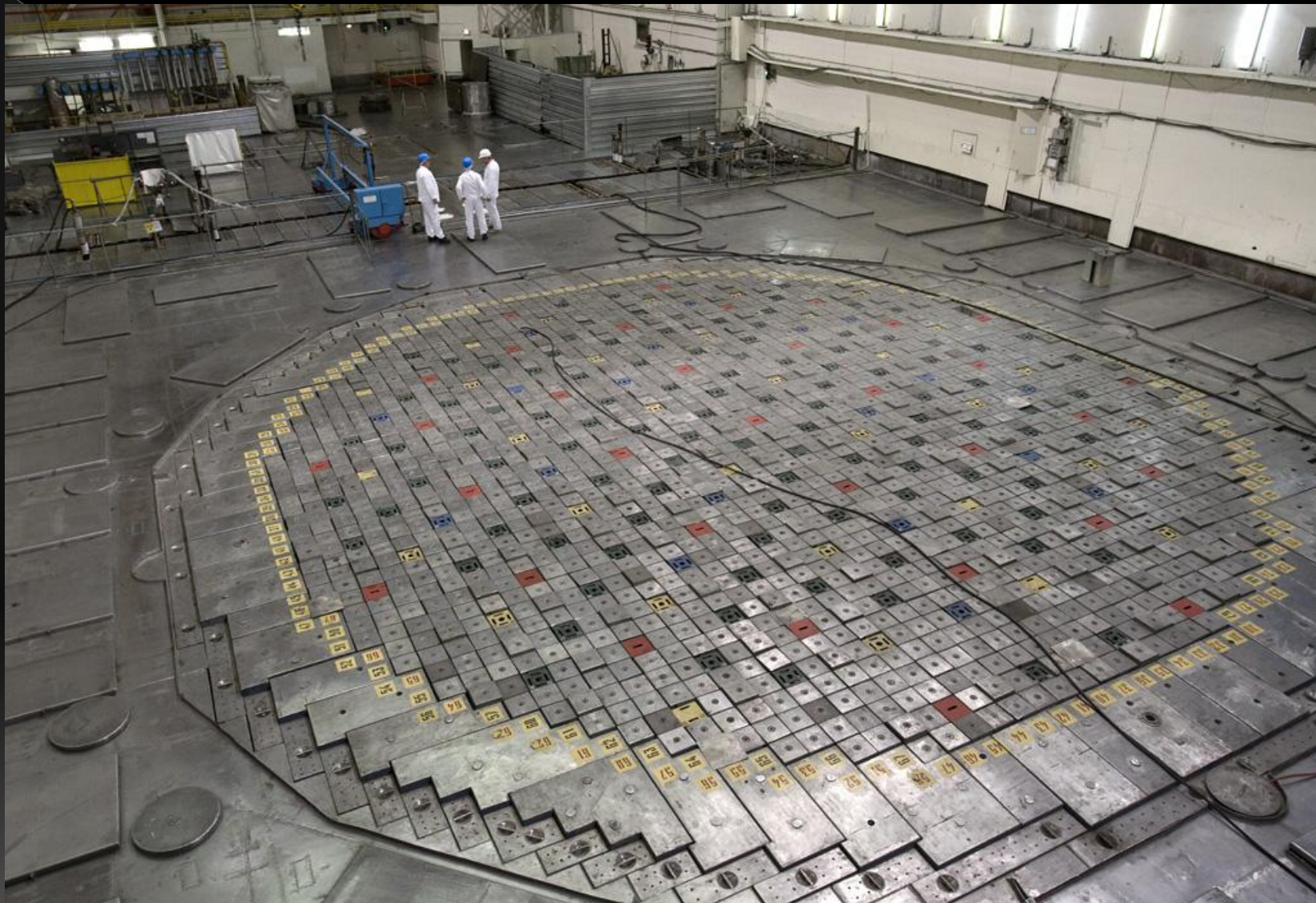
Нововоронежская АЭС  
На сегодняшний день электрическая мощность: **1880 МВт.**

В 1973 году запущена **Ленинградская АЭС**.

На данный момент мощность станции — **4 ГВт**. В 2007 году выработка составила **24,635 млрд кВт·ч**. Станция включает в себя 4 энергоблока электрической мощностью **1000 МВт** каждый. На Ленинградской АЭС установлены водо-графитовые реакторы **РБМК-1000** канального типа на тепловых нейтронах.







В реакторном зале



Крупнейшая АЭС в Европе — **Запорожская АЭС** в г. Энергодаре (Запорожская область, Украина). С 1996 года работают 6 энергоблоков суммарной мощностью **6 ГВт**.











Крупнейшая АЭС в мире (по установленной мощности) — АЭС **Касивадзаки-Карива** (на 2008 год) находится в Японском городе Касивадзаки префектуры Ниигата. В эксплуатации находятся пять кипящих ядерных реакторов (BWR) и два улучшенных кипящих ядерных реактора (ABWR), суммарная мощность которых составляет **8,212 ГВт**. Однако станция не генерирует электричество с 2011 года.



# АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ РОССИИ

**В ОБЩЕЙ СЛОЖНОСТИ НА 10-ТИ АЭС РОССИИ ЭКСПЛУАТИРУЕТСЯ 35 ЭНЕРГОБЛОКОВ УСТАНОВЛЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ 26,2 ГВт:**

- 18 энергоблоков с реакторами типа ВВЭР (водо-водяной энергетический реактор);
- 15 энергоблоков с РБМК (реактор большой мощности, канальный);
- 2 энергоблока с реактором на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением (БН).

Доля выработки электроэнергии атомными станциями в России составляет около 18,6% (в 2015 г.) всего производимого электричества. При этом в Европейской части страны доля атомной энергетики достигает 30 %, а на Северо-Западе – 37 %.



- ВВЭР-440 – водо-водяной энергетический реактор (установленной мощностью 440 МВт)
- ▲ ВВЭР-1000 – водо-водяной энергетический реактор (1000 МВт)
- РБМК-1000 – реактор большой мощности канальный (1000 МВт)
- ◆ БН-600 – реактор на быстрых нейтронах (600 МВт)
- ▼ ЗГП – графитовый реактор с естественной циркуляцией теплоносителя (12 МВт)

## Балаковская АЭС

Является крупнейшей АЭС России по выработке электроэнергии — более 30 млрд кВт·ч ежегодно. Электрическая мощность 4000 МВт.











Вид сзади, подводящие каналы водоёма-охладителя с блочными насосными станциями на берегу

## Курская АЭС

Состоит из четырёх энергоблоков общей мощностью 4000 МВт.





## Калининская АЭС

Ближайшая АЭС к Москве. Общая площадь, занимаемая КАЭС, составляет 287,37 га. Станция состоит из четырёх энергоблоков, с реакторами типа ВВЭР-1000, общей электрической мощностью 4000 МВт.



## Смоленская АЭС

В промышленной эксплуатации на САЭС находится три энергоблока с уран-графитовыми канальными реакторами РБМК-1000.

Электрическая мощность каждого энергоблока — 1 ГВт, тепловая 3,2 ГВт. Общая электрическая мощность **3000 МВт**.







## Ростовская АЭС

Электрическая мощность двух действующих энергоблоков составляет **2000 МВт**



## Кольская АЭС (КАЭС)

Станция состоит из четырёх энергоблоков, с реакторами типа **ВВЭР-440**. Тепловая мощность АЭС составляет **5 500 МВт**, что соответствует установленной электрической мощности **1 760 МВт**.





Четвертый энергоблок Кольской АЭС

## Белоярская АЭС им. И. В. Курчатова (БАЭС)

Единственная в России АЭС с разными типами реакторов на одной площадке. На станции были сооружены три энергоблока: два с реакторами на тепловых нейтронах и один с реактором на быстрых нейтронах. В настоящее время единственным действующим на станции энергоблоком является 3-й энергоблок с реактором БН-600 электрической мощностью **600 МВт**.



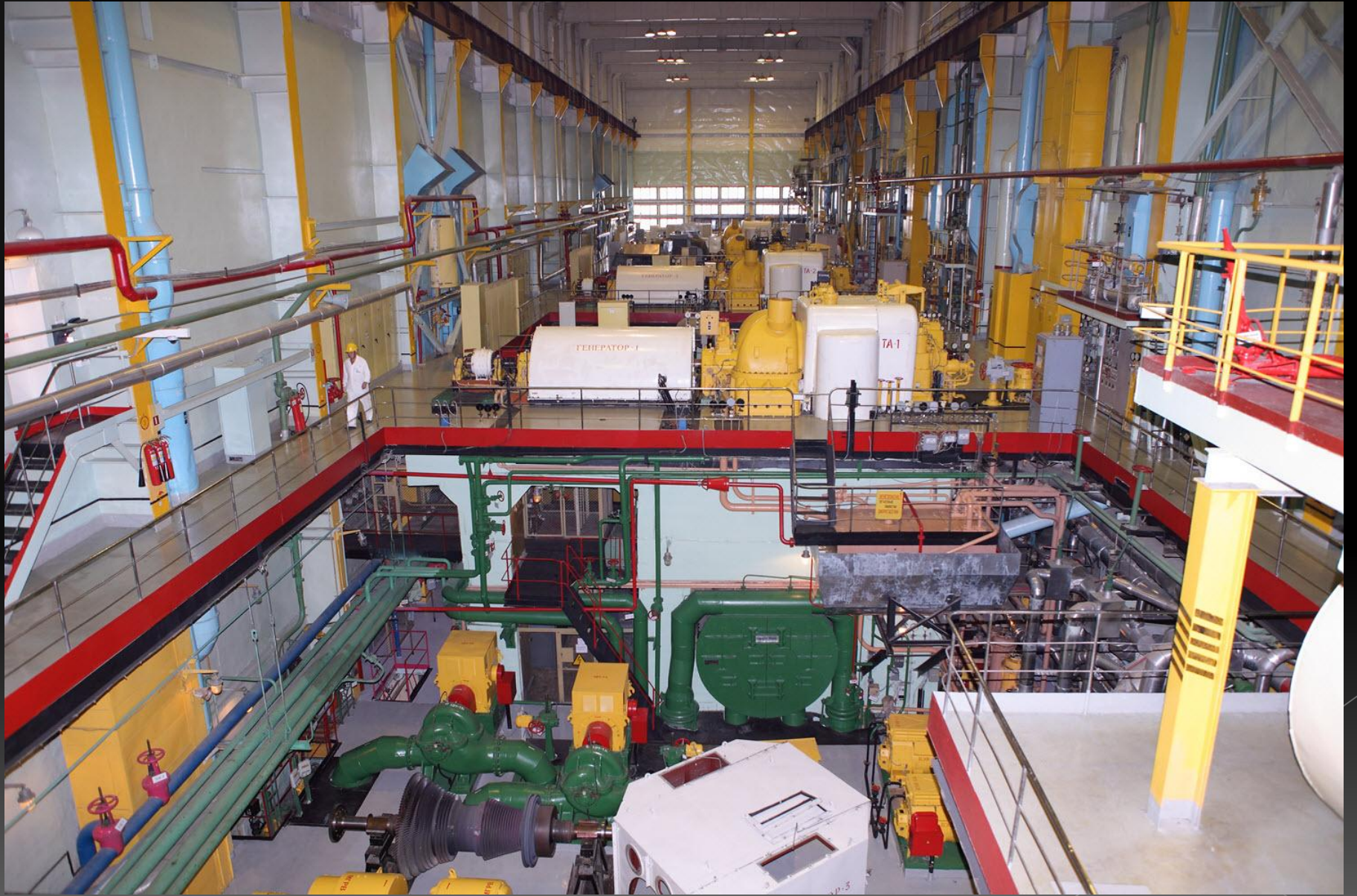


## Билибинская АЭС

Состоит из четырёх одинаковых энергоблоков общей электрической мощностью **48 МВт** с реакторами **ЭГП-6** (водно-графитовый гетерогенный реактор канального типа). По данным на 2006 год с начала эксплуатации Билибинской АЭС выработано **8,120 млрд кВт·ч** электроэнергии. Отпуск энергии составил 6,782 млрд кВт·ч, тепла — 6,580 млн Гкал.





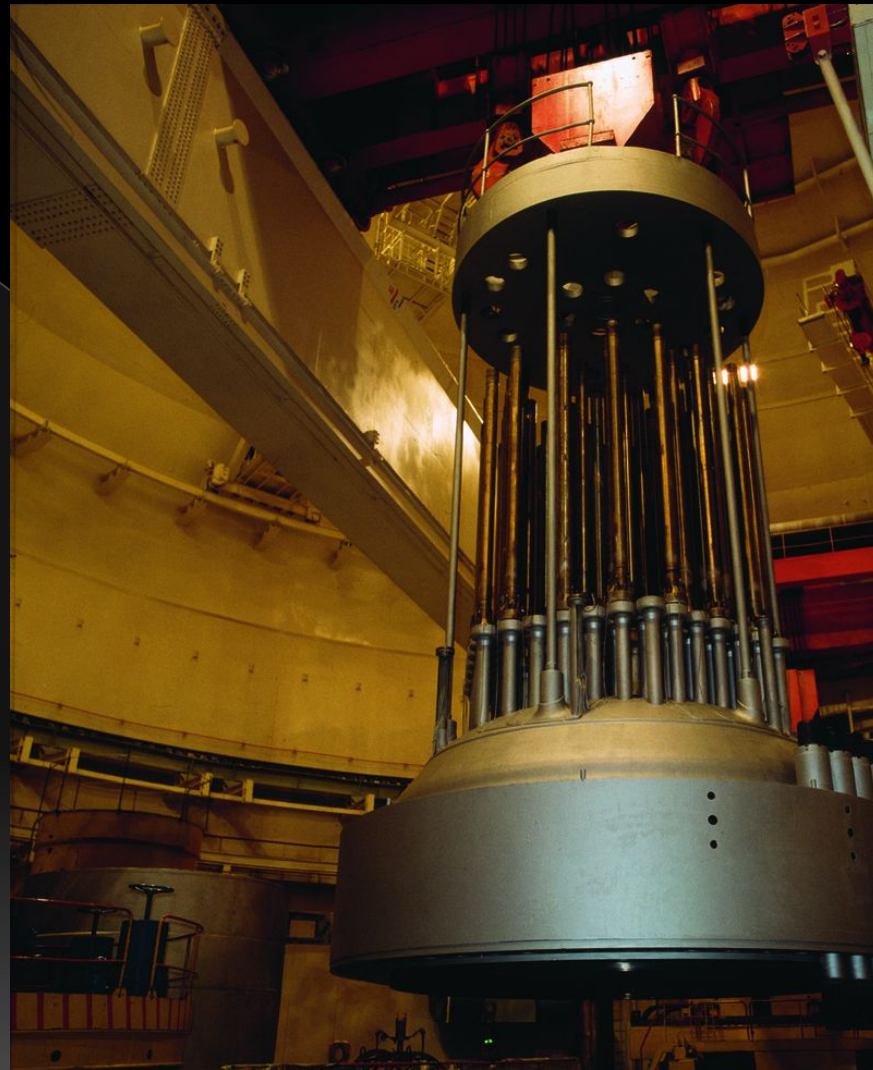






Возведение гермооболочки





Полярный кран под куполом гермооболочки  
перемещает верхний блок реактора





Машинный зал





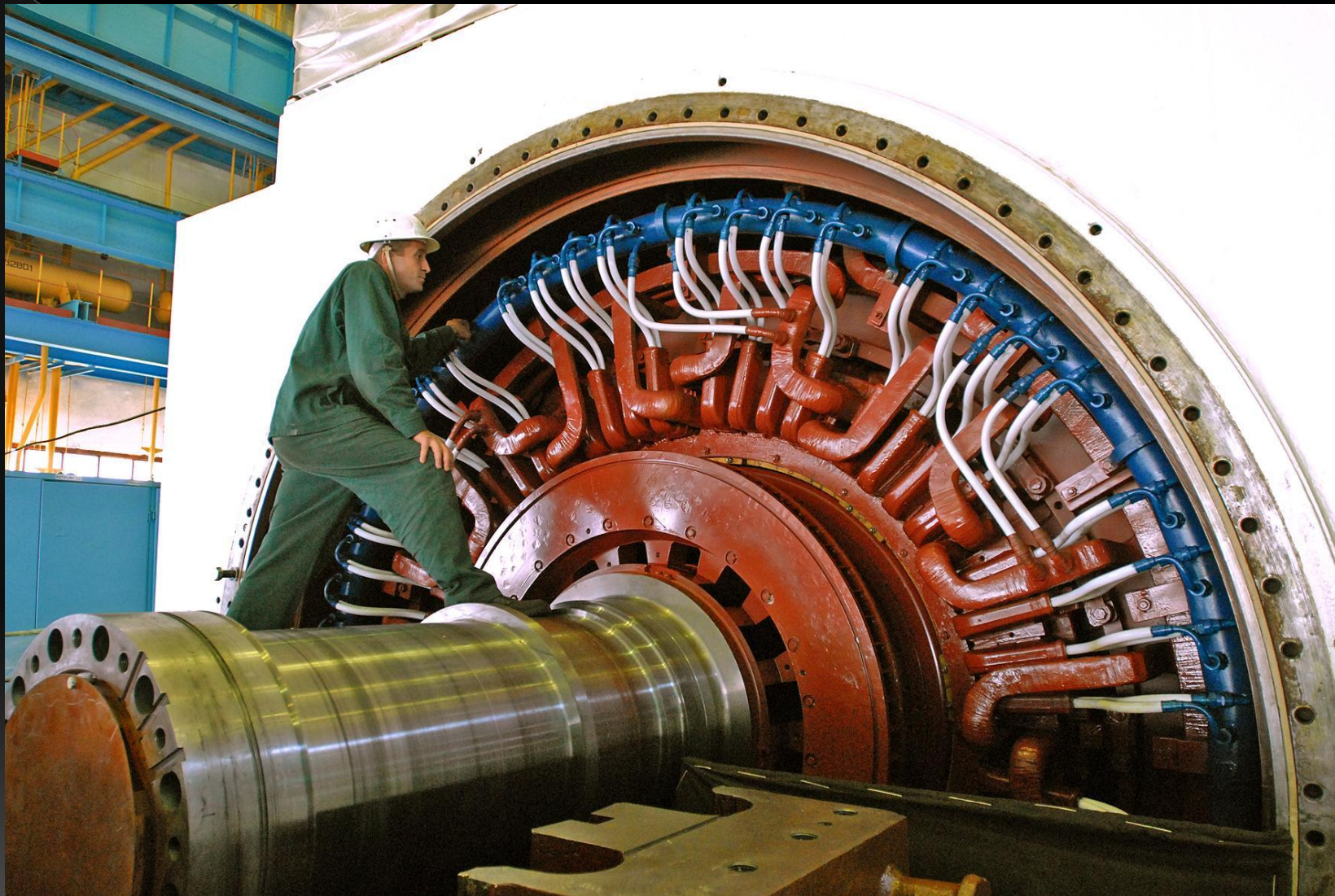
Плановый ремонт оборудования





Разобранная турбина

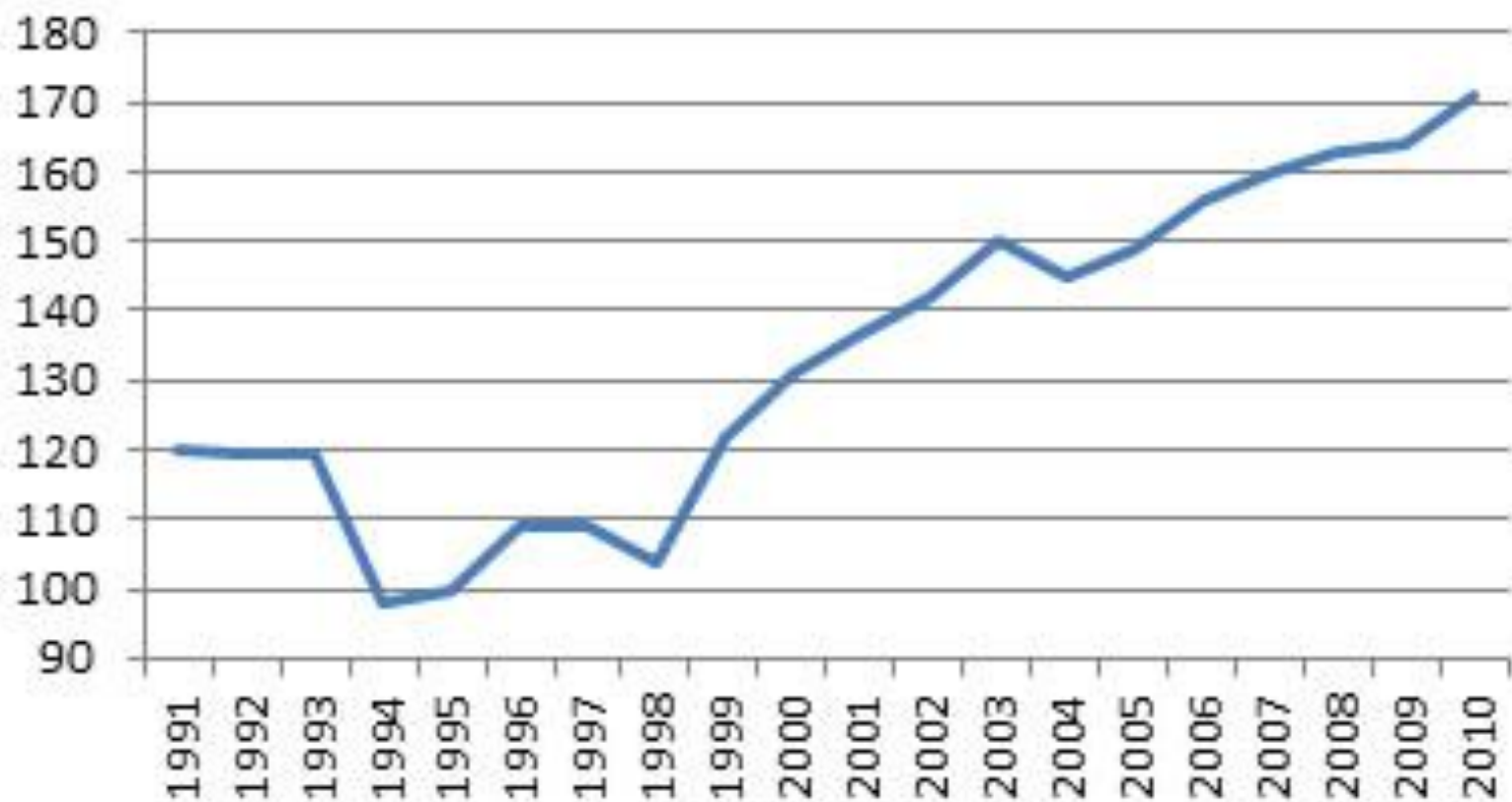




Разобраный турбогенератор



## Выработка электроэнергии на российских АЭС, млрд кВт\*ч





Открыто расположенное электрооборудование



## АЭС России



— Производство электроэнергии, млрд. кВт·ч

— Мощность, ГВт (правая шкала)

©newsruss.ru



Монтаж корпуса реактора





Перегрузочная  
машина над  
бассейном  
выдержки отработав-  
шего топлива



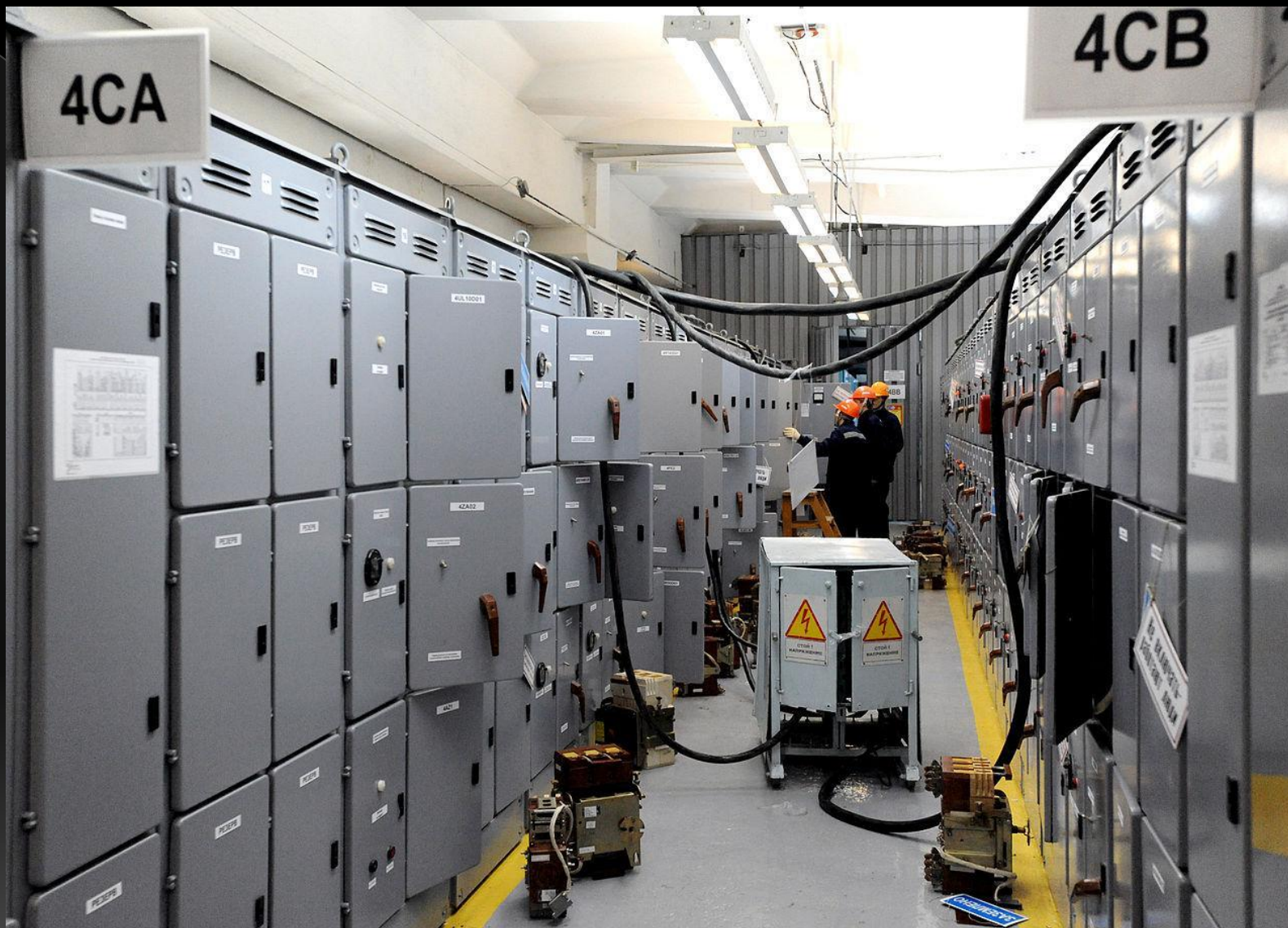
Прибытие парогенераторов на строительство





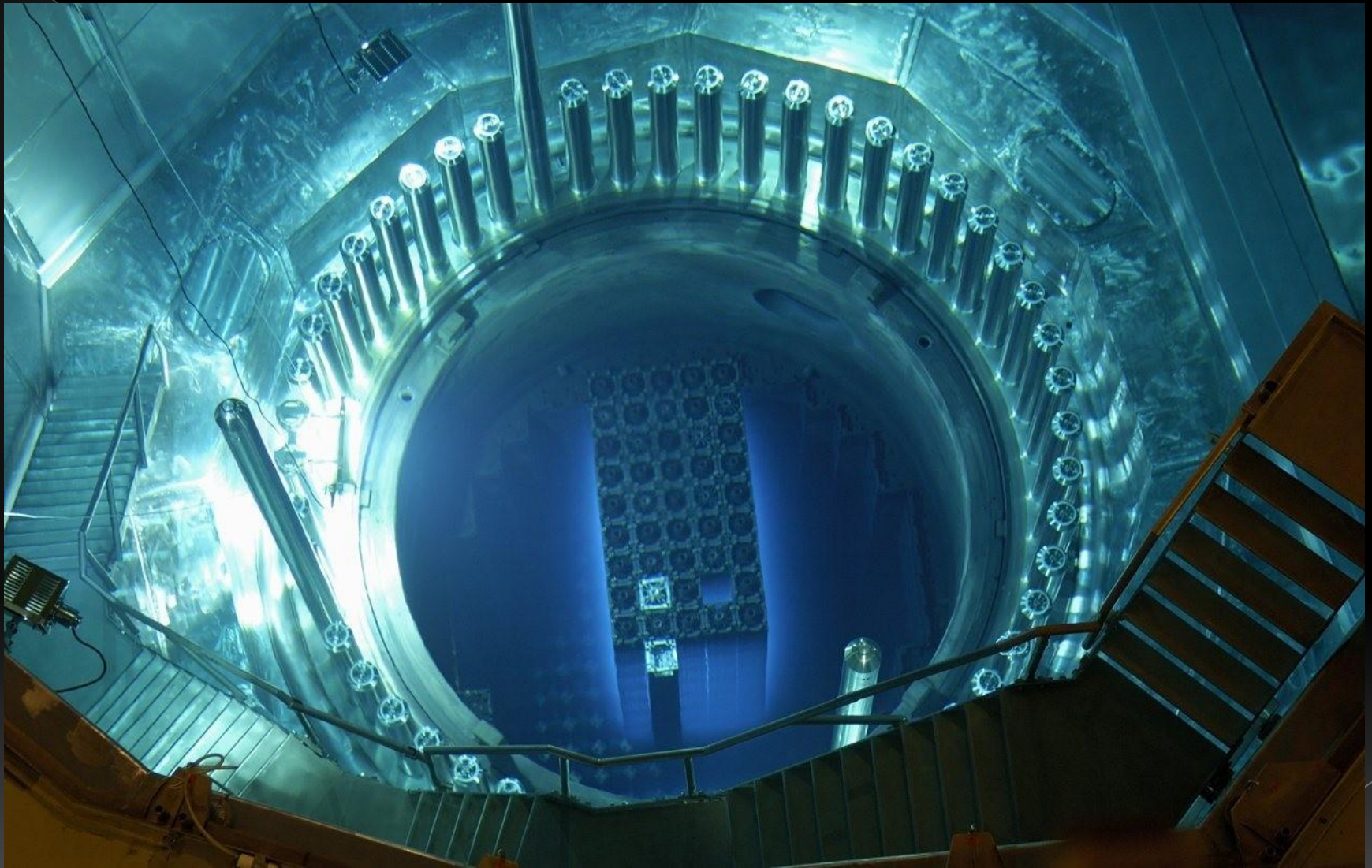
Блочный щит управления. За работой оперативный персонал: слева ведущий инженер по управлению реактором, справа — турбиной, позади них начальник смены блока.





Работники электроцеха в одном из многочисленных помещений электрооборудования





Активная зона опытного реактора. Хорошо виден голубой свет — **черенковское свечение**.



© Roman Vukolov | d0cent.lvejournal.com | V-studio.ru Creative group

Дозиметрический контроль на выходе из зоны контролируемого доступа атомной электростанции





# Атомная энергетика сегодня

На начало 2012 года в 30 странах мира эксплуатируется 194 атомные электростанции с 435 энергоблоками общей электрической мощностью 370 000 МВт. 63 энергоблока находятся на стадии сооружения. 140 энергоблоков закрыты, ещё 5 не работают, однако решение об их окончательном закрытии пока не принято.



**435**  
атомных  
реакторов



суммарная мощность

**370 ГВт**



Ядерный сектор энергетики наиболее значителен в промышленно развитых странах, где недостаточно природных ресурсов. Эти страны производят на АЭС от 20 до 80 процентов электроэнергии. В США на АЭС производят только 1/8 своей электроэнергии, однако это составляет около 20 процентов мирового производства. Абсолютным лидером являлась Литва: ее Игналинская АЭС вырабатывала энергии больше, чем потребляла вся республика. Однако под давлением ЕС (из-за сомнений в ее безопасности) Игналинская АЭС была закрыта.

## Страны-лидеры по доле АЭС в производстве электроэнергии



## Распределение общемировой мощности АЭС по странам



На сегодняшний день старейшие Обнинская (Калужская область) и Сибирская (Томская область) АЭС России выведены из эксплуатации. В активной фазе – строительство Ленинградской АЭС-2, Нововоронежской АЭС-2, Балтийской (Калининградская область) и Нижегородской АЭС.

## Атомная энергетика России



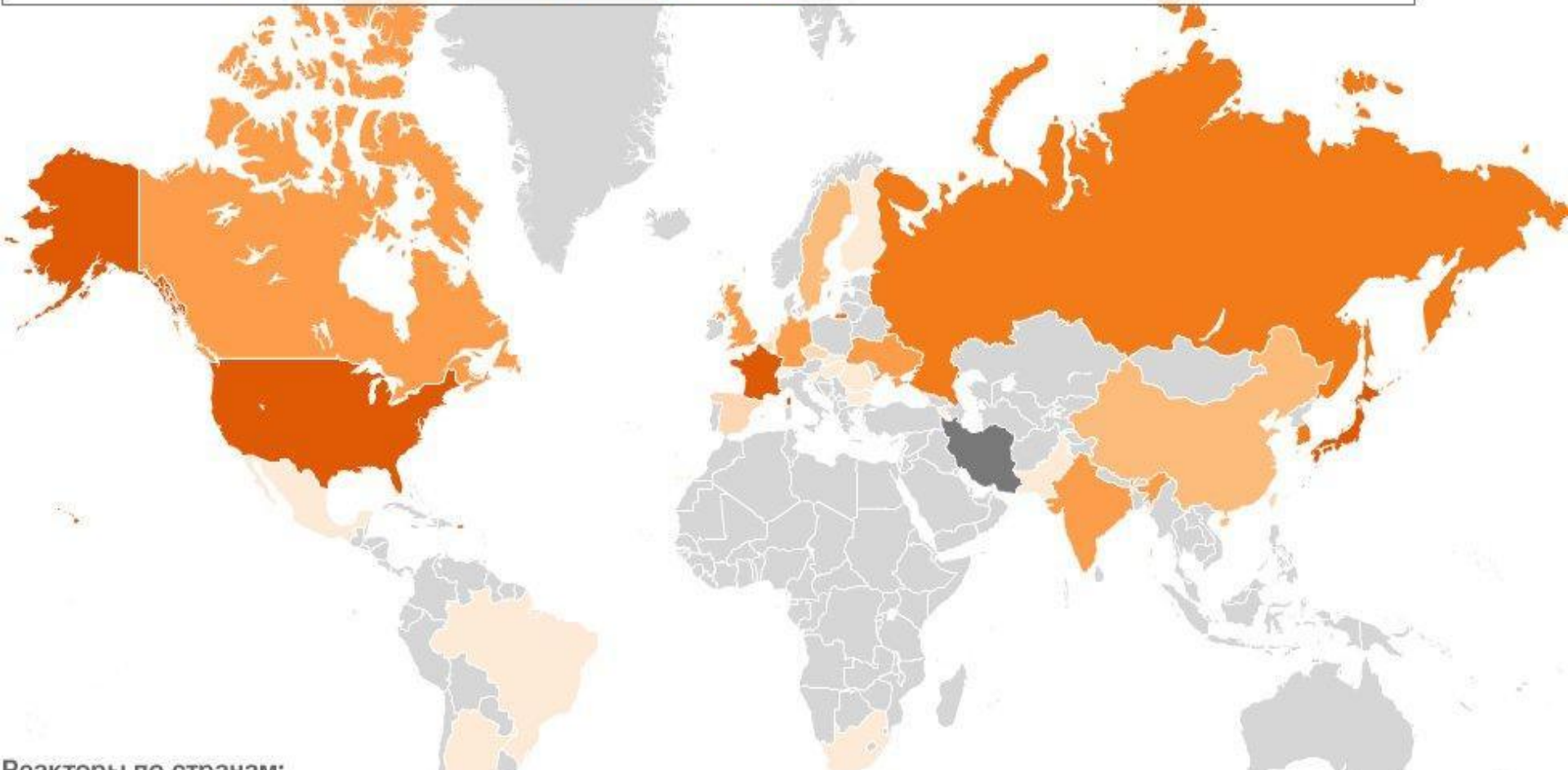






# Реакторов в мире в 2011 г.: 443

Ядерные реакторы 1-5 6-10 11-15 16-20 21-50 Более 50 Нет атомных электростанций Строится\*



## Реакторы по странам:

США 104	Германия 17	Швейцария 5	Мексика 2
Франция 58	Украина 15	Финляндия 4	Румыния 2
Япония 54	Китай 13	Словакия 4	ЮАР 2
Россия 32	Швеция 10	Венгрия 4	Армения 1
Южная Корея 21	Испания 8	Пакистан 3	Нидерланды 1
Индия 20	Бельгия 7	Аргентина 2	Словения 1
Великобритания 19	Чехия 6	Бразилия 2	Иран: в процессе строительства
Канада 18	Тайвань 6	Болгария 2	

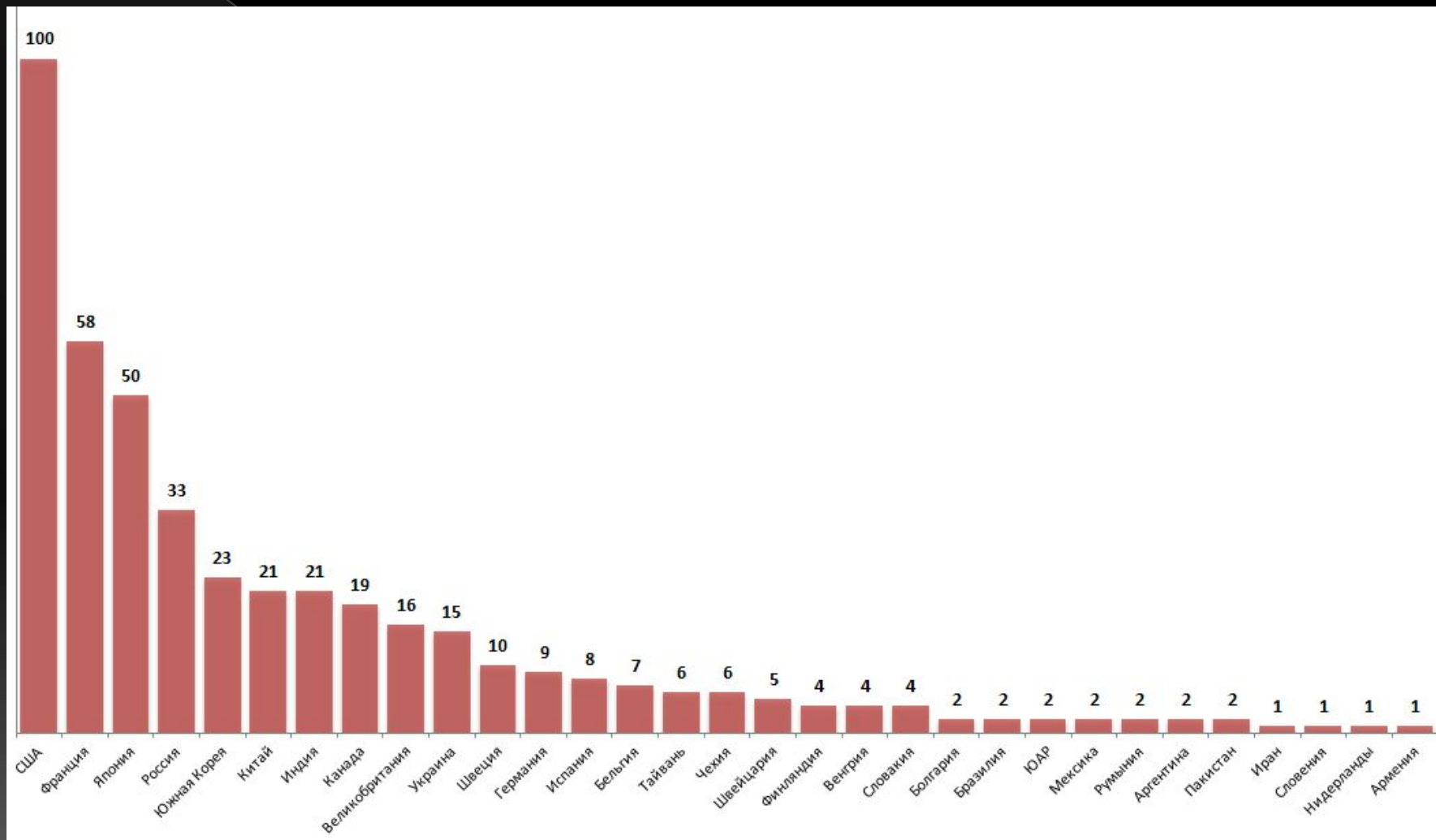
\*Категория "Строится" относится только к странам, которые до сих пор не имели АЭС, а сейчас их сооружают  
Источник информации - МАГАТЭ. В карте использованы нынешние политические границы.

# Количество вырабатываемой на АЭС электроэнергии, в мегаваттах

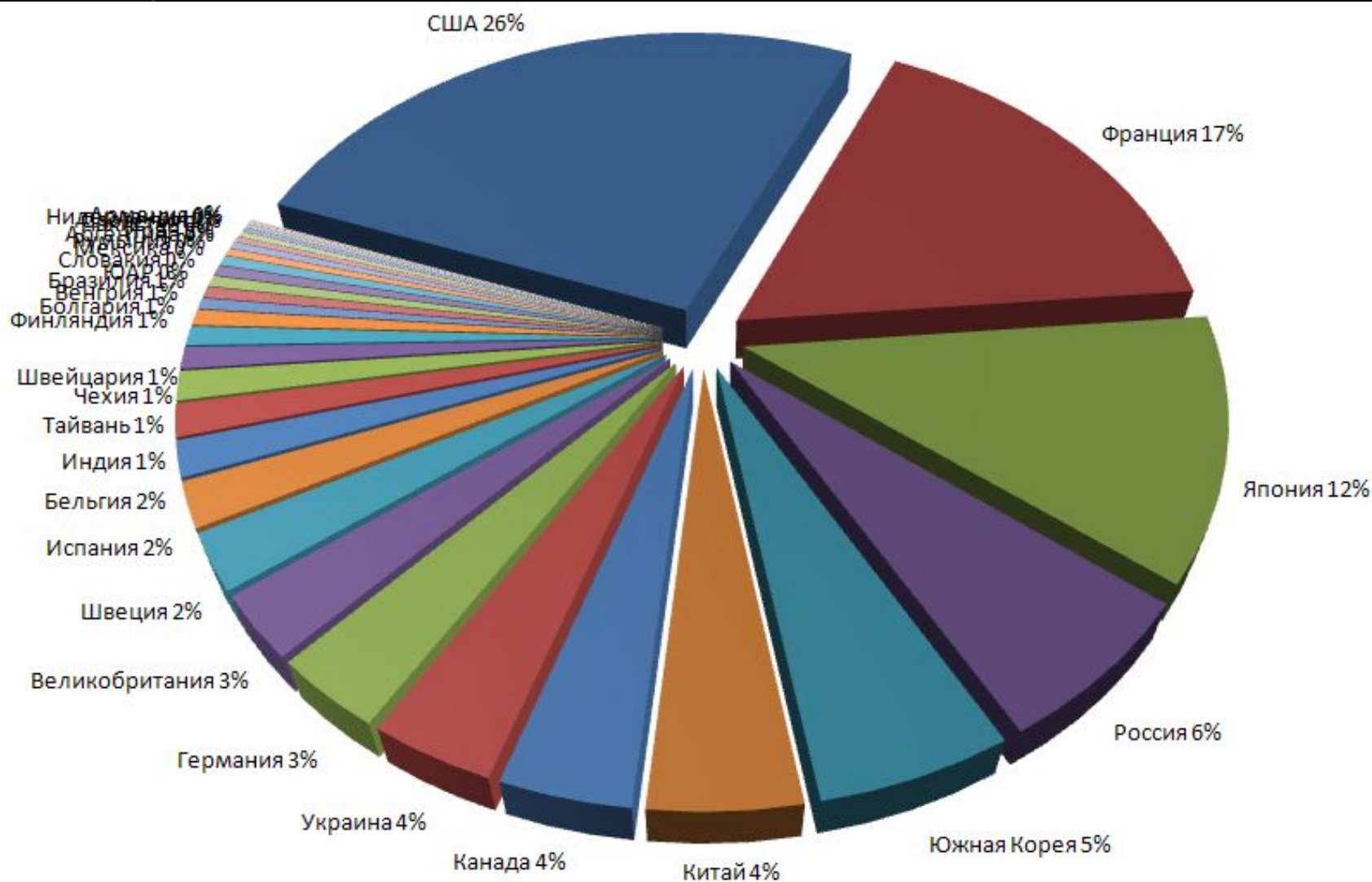
1	США	102709 МВт
2	Франция	65880 МВт
3	Япония	46292 МВт
4	Россия	25242 МВт
5	Южная Корея	21442 МВт
6	Китай	16703 МВт
7	Канада	14398 МВт
8	Украина	13835 МВт
9	Германия	12696 МВт
10	Великобритания	10902 МВт
11	Швеция	9769 МВт
12	Испания	7860 МВт
13	Бельгия	6212 МВт
14	Индия	5780 МВт
15	Тайвань	5178 МВт
16	Чехия	3892 МВт
17	Швейцария	3430 МВт
18	Финляндия	2820 МВт
19	Болгария	2000 МВт
20	Венгрия	2000 МВт
21	Бразилия	1990 МВт
22	ЮАР	1880 МВт
23	Словакия	1844 МВт
24	Мексика	1364 МВт
25	Румыния	1300 МВт
26	Аргентина	1023 МВт
27	Иран	1000 МВт
28	Пакистан	787 МВт
29	Словения	727 МВт
30	Нидерланды	515 МВт
31	Армения	408 МВт



# Количество работающих энергоблоков (реакторов) на АЭС



# Структура выработки электроэнергии на АЭС



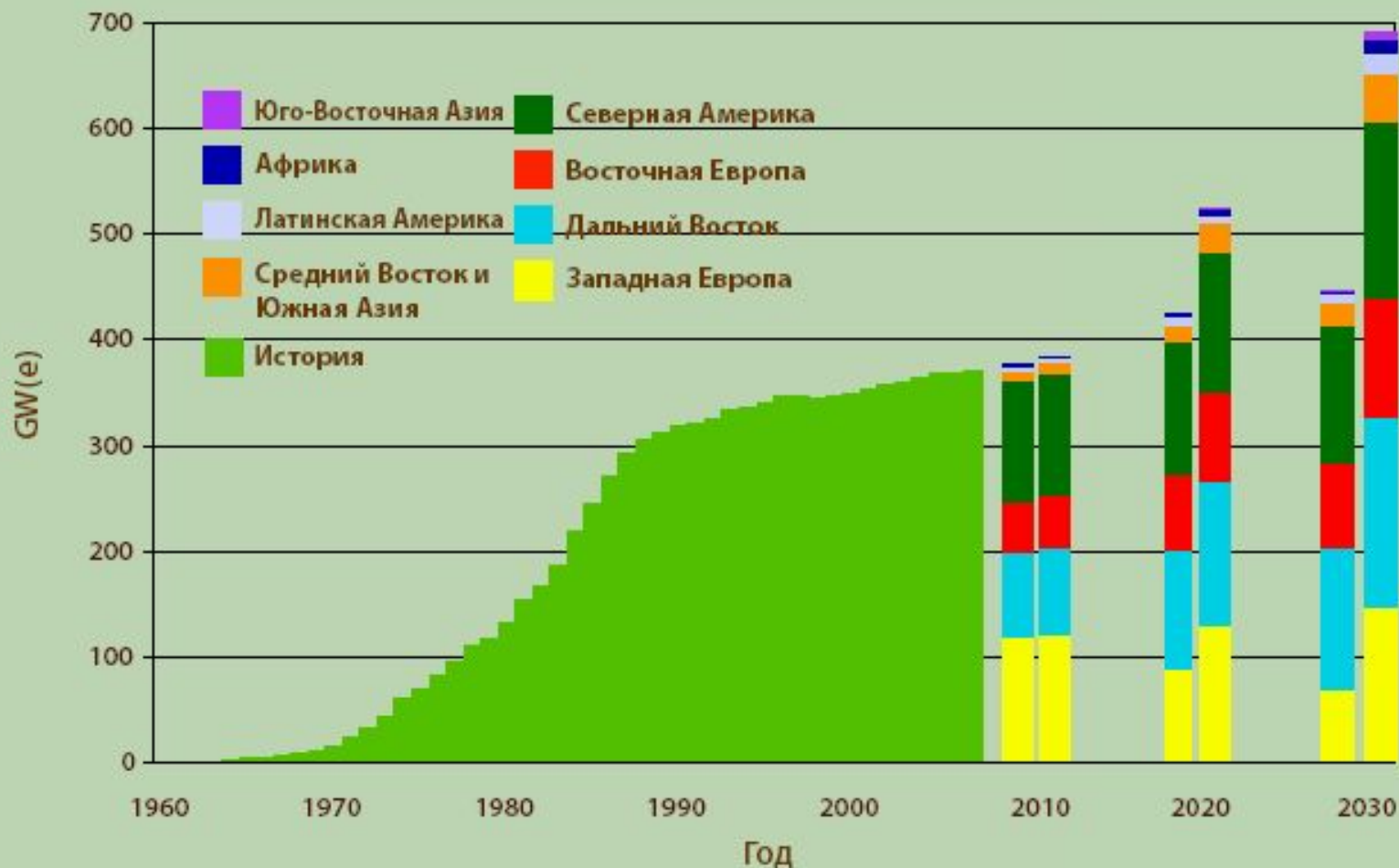


Строительством новых энергоблоков на данный момент занимается 16 стран. Больше всего новых энергоблоков строится в Китае — **28** шт, в то время как в России — **10**, в Индии — **6**, в США — **5**, в Южной Корее — **5**, в Японии — **2**, в ОАЭ — **2**, в Пакистане — **2**, в Словакии — **2**, в Тайване — **2**, в Украине — **2**, в Франции — **1**, в Финляндии — **1**, в Бразилии — **1**, в Белоруссии — **1**, в Бразилии — **1**, в Аргентине — **1**.



Поточное строительство на Балаковской АЭС:  
за блоком блок

# Прогнозы мощности атомных электростанций во всем мире, 2020-2030 годы



Согласно прогнозам, производство электроэнергии на АЭС будет расти главным образом в тех регионах, где уже существует стабильная ядерная энергетика.