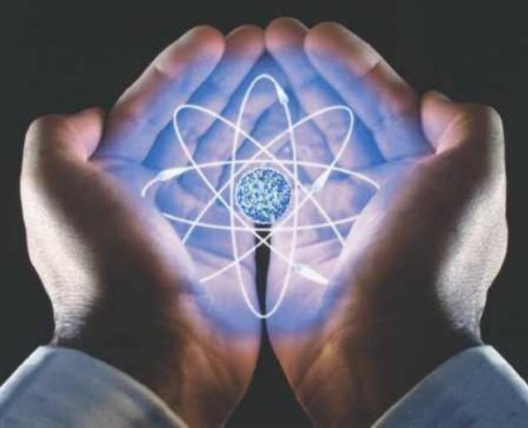


# Атомная энергетика

**ЯПРЫНЦЕВА О.Г.,**  
Учитель I квалификационной категории.

Казённое образовательное учреждение Воронежской области  
«Специальная (коррекционная)  
общеобразовательная школа-интернат № 3 III-IV вида для  
обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями  
здоровья»





«Ученый-атомщик - это современный Прокруст, ведь если атомная энергия окажется слишком велика для человечества - человечеству не поздоровится» -  
английский писатель О. Хаксли.

## Цель урока

познакомиться со структурой атомной отрасли нашей страны, с её историей и перспективами развития, обсудить вопросы экологической безопасности, связанные с использованием ядерного топлива, получить информацию о Нововоронежской АЭС

# ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

В настоящее время существование человечества немислимо без получения и использования большого количества энергии (например, электроэнергии и тепла).

Все источники энергии делятся на восполняемые и невосполняемые.

**Восполняемые** источники энергии: вода, ветер, солнце, внутреннее тепло Земли, водород (в составе морской воды).

**Невосполняемые** источники энергии: уголь, торф, газ, нефть, ядерное горючее.

В ближайшее время человечеству грозит проблема энергетического голода из-за нехватки топливных ресурсов. Сегодня большую роль в получении энергии играет ядерная энергетика.

# В зависимости от способа получения ядерной энергии существуют 2 направления ядерной энергетики:

- **Ядерная энергетика деления**

- в ядерных реакторах используется деление ядер урана и ядерная цепная реакция.

При делении ядер тяжелых элементов определяется энергетическая выгодность этого процесса, так как на выходе реакции деления энергии выделяется больше, чем затрачивается для возбуждения делящихся ядер.

Ядерная энергетика деления используется на современных атомных электростанциях (АЭС).

- **Ядерная энергетика синтеза**

- реакторах термоядерного синтеза (пока только в опытных реакторах типа ТОКАМАК) используется термоядерная реакция.

При сравнении реакций деления и синтеза ядер было установлено, что термоядерная реакция энергетически более выгодна, чем реакция деления ядра, так как энергия, выделившаяся на один нуклон в результате термоядерной реакции, значительно превышает энергию, выделившуюся на один нуклон в результате деления ядер урана.

# Преимущества АЭС по сравнению с ТЭС и ГЭС

- малое количество топлива
- экологическая чистота при правильной эксплуатации, нет газовых выбросов
- нет необходимости вести огромные объемы строительства, возводить плотины и хоронить плодородные земли на дне водохранилищ.



## Угольная ТЭС в Англии. Фото - Джейсон Хокс

- Ядерная энергетика оказывается существенно чище традиционной теплоэнергетики и по химическим показателям. Помимо долгоживущих радионуклидов опасными компонентами дымовых газов ТЭС являются твердые частицы, диоксид серы, окислы азота и углекислый газ.

Кроме того, в дымовых газах содержатся ароматические углеводороды канцерогенного воздействия, пары соляной и плавиковой кислот, токсичные металлы.



# Красноярская ТЭЦ-1. Угольный склад.

Фото с сайта

- для обеспечения работы в течение года ТЭС на угле мощностью 2 ГВт за год требуется 6 млн. т угля (примерно 150 000 вагонов), потребление кислорода составляет около 1010 м<sup>3</sup> /год, накапливается около 1.4 млн. т (800 тыс. м<sup>3</sup> ) твердых отходов за год.
- Для АЭС аналогичной мощности требуется топлива примерно 2 вагона в год, кислород не потребляется, отработанное ядерное топливо (ОЯТ) составляет 40-50 т (около 5 м<sup>3</sup> ) в год.





# Золоотвал Таллинской ТЭС.

Фото с сайта

Громадное количество твердых отходов ТЭС не имеет никакой энергетической ценности, а изготовленное новое топливо из 50 т ОЯТ позволяет заместить 2 млн. т угля, или 1.6 млрд. м<sup>3</sup> газа, или 1.2 млн. т нефти. Мировая статистика показывает, что добыча этих 6 млн. т угля обойдется в 24 человеческие жизни и 90 травм шахтеров.



# Балаковская АЭС. Фото с

сайта

- Ядерная энергетика положительно решает многие экологические проблемы, не потребляет ценного природного сырья и атмосферного кислорода, не выбрасывает в атмосферу парниковых газов и ядовитых веществ, и стабильно обеспечивает получение самой дешевой энергии.
- **Замещая тепловую энергетiku, атомная энергетика может сыграть существенную роль в сокращении выбросов углекислого газа, разрешении других экологических проблем.**



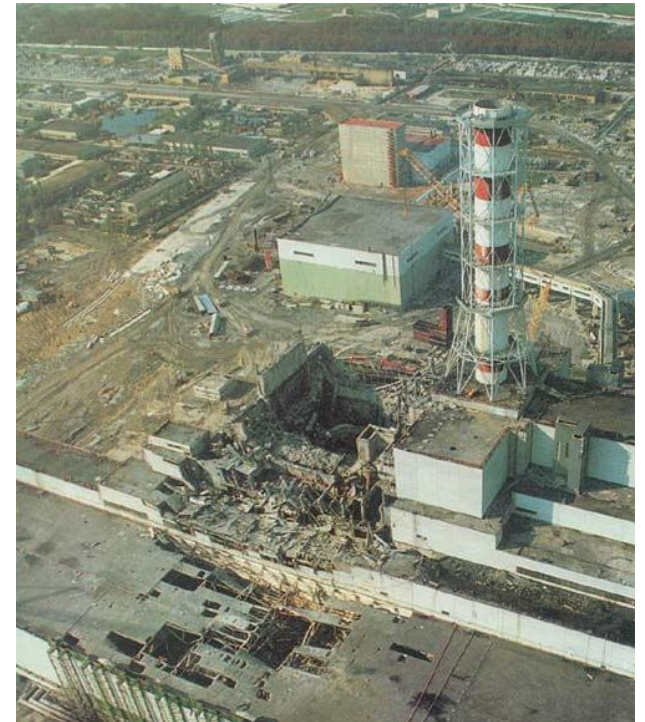


## Глава Росатома Сергей Кириенко отметил:

«Если представить на минуту, что все АЭС остановились и заместились другими источниками энергии, в сегодняшней ситуации - это 1,7 млрд. тонн CO<sub>2</sub> дополнительно. Большинство специалистов говорит, что это переходит границы допустимых сценариев».

# Проблемы ядерной энергетики:

- содействие распространению ядерного оружия
- радиоактивные отходы
- возможность аварий



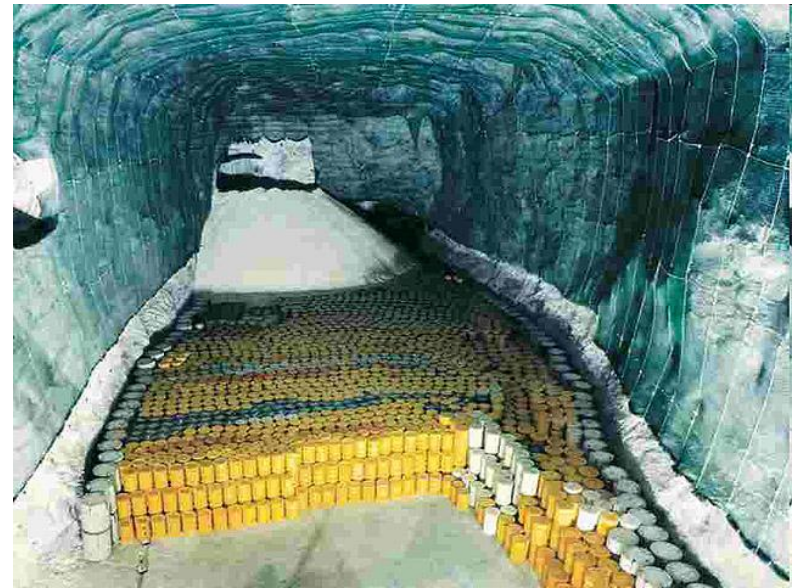
# Только при нормальной эксплуатации АЭС, они в экологическом отношении чище тепловых электростанций на угле.

При авариях АЭС могут оказывать существенное радиационное воздействие на людей и экосистемы. Чернобыльская катастрофа, и авария на японских АЭС в 2011 г. приобрели характер мировых катастроф, поэтому **право на существование атомная энергетика имеет только в случае обеспечения предельно высокого уровня безопасности её предприятий.**



# Проблема хранения радиоактивных ОТХОДОВ.

- Даже если атомная электростанция работает идеально и без малейших сбоев, ее эксплуатация неизбежно ведет к накоплению радиоактивных веществ. Поэтому людям приходится решать очень серьезную проблему, имя которой - безопасное хранение отходов.
- Чаще всего их удаляют в глубинные зоны земной коры. Такие хранилища называют могильниками



# Тепловое воздействие АЭС в полтора-два раза выше, чем от тепловых электростанций.

При работе АЭС возникает необходимость охлаждения отработанного водяного пара. Самым простым способом является охлаждение водой из реки, озера, моря или специально сооруженных бассейнов. Вода, нагретая на 5-15 °С, вновь возвращается в тот же источник. Но этот способ несет с собой опасность ухудшения экологической обстановки в водной среде в местах расположения АЭС. Большее применение находит система водоснабжения с использованием градирен, в которых охлаждение воды происходит за счет ее частичного испарения и охлаждения



# Пути решения проблем атомной энергетики

- контроль за нераспространением ядерного оружия
- обезвреживание радиоактивных отходов (совершенствование технологий)
- выработка стандартов безопасности.





# Историю отечественного атомного проекта условно можно разделить на несколько этапов

- исследования довоенного периода (1921-1941);
- начало создания ядерной инфраструктуры (1942-1945);
- разработка и испытание первой атомной бомбы (1945-1949);
- интенсивное развитие работ по военному и мирному использованию ядерной энергии (1945-1949); Первая в мире АЭС опытно-промышленного назначения мощностью 5 МВт была пущена в СССР 27 июня 1954 г. в г. Обнинске.
- период расцвета ядерной науки и техники (1965-1985);
- упадок атомной энергетики, заморозка всех атомных проектов (1985-1998);
- возрождение атомной энергетики (1998-по настоящее время).



- Российская атомная отрасль является одной из передовых в мире по уровню научно-технических разработок в области проектирования реакторов, ядерного топлива, опыту эксплуатации атомных станций, квалификации персонала АЭС. Предприятиями отрасли накоплен огромный опыт в решении масштабных задач, таких, как создание первой в мире атомной электростанции (1954 год) и разработка топлива для нее. Россия обладает наиболее совершенными в мире обогатительными технологиями, а проекты атомных электростанций с водо-водяными энергетическими реакторами (ВВЭР) доказали свою надежность в процессе тысячи реакторо-лет безаварийной работы.

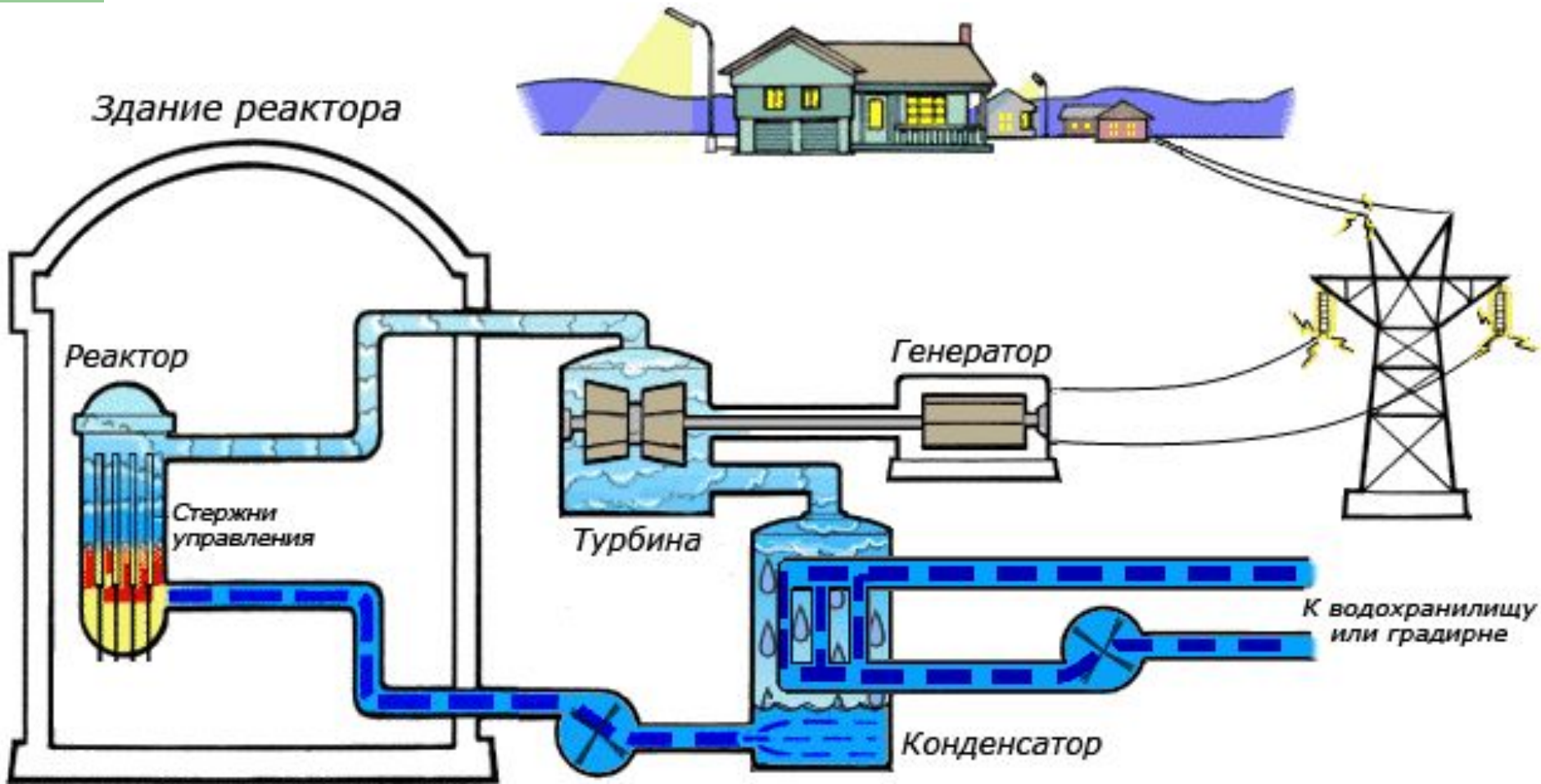
# Структура атомной отрасли Госкорпорация «Росатом»

- Ядерный энергетический комплекс:
  - Добыча урана
  - Обогащение урана
  - Производство ядерного топлива
  - Проектирование, инжиниринг, строительство АЭС
  - Производство энергии на АЭС
  - Ядерное и энергетическое машиностроение
  - Сервис и обслуживание оборудования АЭС
- Ядерный оружейный комплекс
- Прикладная и фундаментальная наука
- Ядерная и радиационная безопасность
- Атомный ледокольный флот
- Ядерная медицина
- Композитные материалы
-

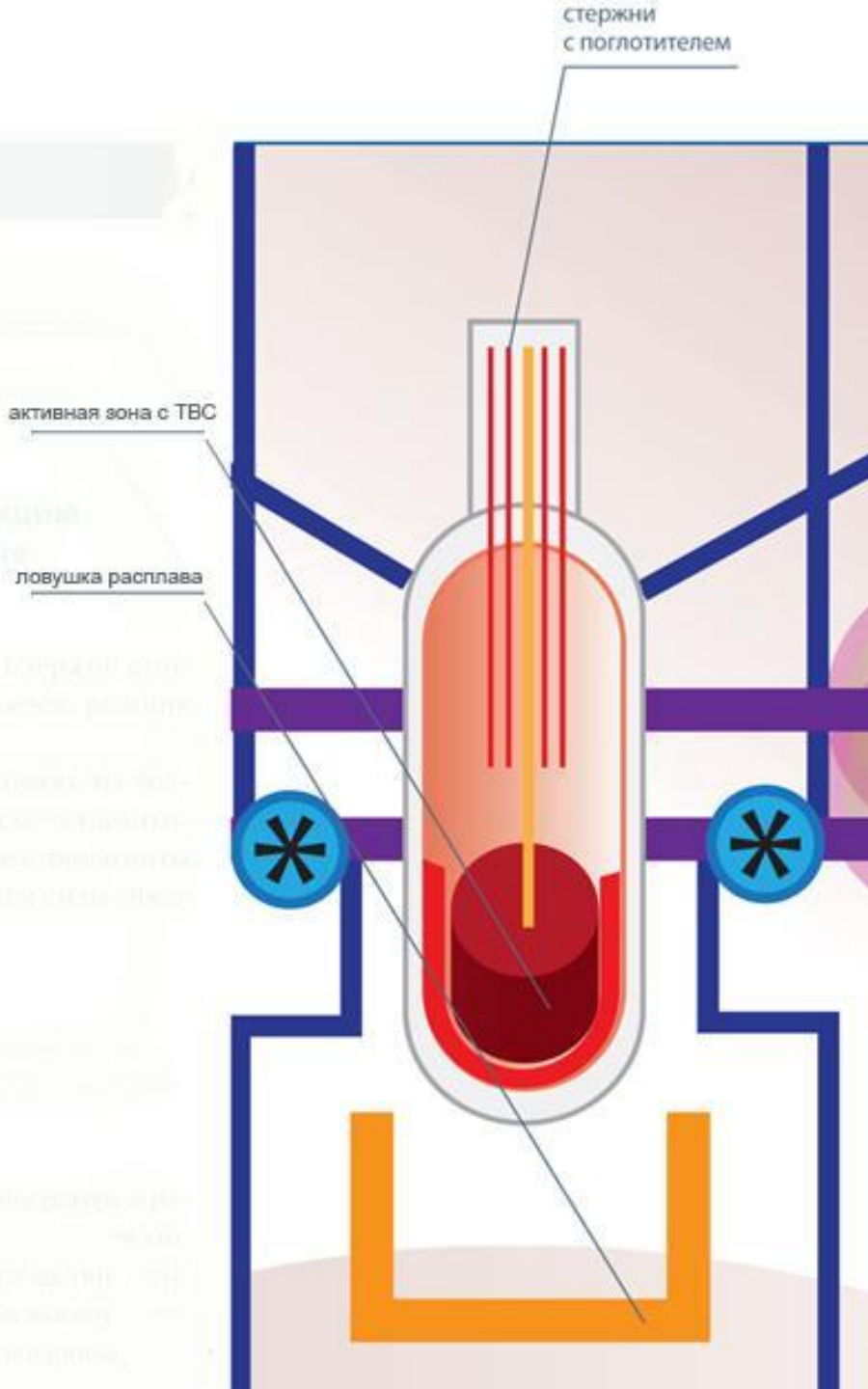
# В современных условиях атомная энергетика — один из важнейших секторов экономики России.

- Динамичное развитие отрасли является одним из основных условий обеспечения энергонезависимости государства и стабильного роста экономики страны.
- На сегодняшний день в нашей стране эксплуатируется 10 атомных электростанций (в общей сложности 34 энергоблока установленной мощностью 25,2 ГВт), которые вырабатывают около 17% всего производимого в стране электричества.

# Схема работы ядерного реактора

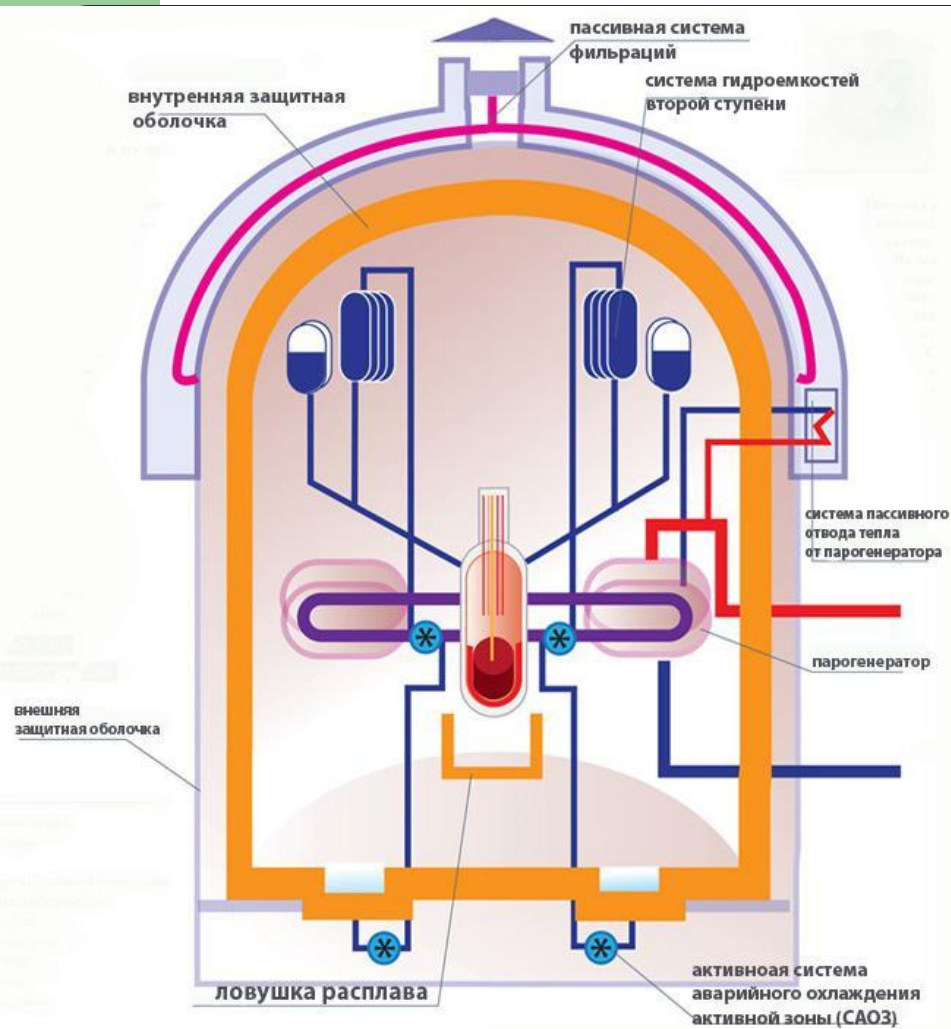


# Безопасность российских АЭС



Чтобы быстро и эффективно остановить цепную реакцию, нужно «поглотить» выделяемые нейтроны. Для этого используется поглотитель (как правило, карбид бора). Для того, чтобы стержни с поглотителем попали в активную зону, на российских АЭС их подвешивают над реактором и удерживают электромагнитами. Такая схема гарантирует опускание стержней даже при обесточивании энергоблока: электромагниты отключатся и стержни войдут в активную зону просто под действием силы тяжести

## Система безопасности современных российских АЭС состоит из четырех барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду.



Первый – это топливная матрица, предотвращающая выход продуктов деления под оболочку тепловыделяющего элемента.

Второй – сама оболочка тепловыделяющего элемента, не дающая продуктам деления попасть в теплоноситель главного циркуляционного контура.

Третий - главный циркуляционный контур, препятствующий выходу продуктов деления под защитную герметичную оболочку.

Четвертый – это система защитных герметичных оболочек (контейнмент), исключающая выход продуктов деления в окружающую среду. Если что-то случится в реакторном зале, вся радиоактивность останется внутри этой оболочки.

По критерию надежности работы АЭС Россия вышла на второе место в мире среди стран с развитой атомной энергетикой, опередив такие развитые государства, как США, Великобритания и Германия.

## Усовершенствование локализующих систем безопасности







# Нововоронежская АЭС — одна из первых промышленных атомных электростанций СССР.

- Расположена в Воронежской области на расстоянии 3,5 км от города Нововоронеж. До областного центра, г. Воронеж, — 45 км. Является филиалом ОАО «Концерн Росэнергоатом».
- Нововоронежская АЭС является источником электрической энергии, на 85 % обеспечивая Воронежскую область. В дополнение, с 1986 года она на 50 % обеспечивает город Нововоронеж теплом.

# 1 и 2 энергоблоки Нововоронежской АЭС уже выведены из эксплуатации.



Энергоблок № 1 начал строиться в 1958 году, № 2 в 1964 году. В сентябре 1964 года начал свою работу первый блок НВ АЭС, в декабре 1969 второй. Первый блок остановлен в 1984 году, второй в 1990. В настоящее время ведутся работы по подготовке к выводу данных реакторов из эксплуатации. Так же на 1, 2 Блоках НВАЭС проходят испытания новейших систем дезактивации и переработки РАО.

# В настоящее время в работе находятся энергоблоки № 3, 4, 5, общей электрической мощностью 1834 МВт

- В декабре 1971 года был введён в эксплуатацию третий энергоблок, ровно через год четвёртый. По проектным срокам 3 энергоблок должен был быть выведен из эксплуатации в 2001 году, четвёртый в 2002, но в связи с недостатком электроэнергии срок эксплуатации энергоблоков был продлён. Они будут остановлены в 2016 (3 энергоблок) и в 2017 (4 энергоблок) году.

# Третий и четвёртый энергоблок Нововоронежской АЭС..



**Интересный факт:**  
после пуска в эксплуатацию 4-го энергоблока Нововоронежская АЭС в начале 1973 года была крупнейшей в Европе и 2-й в мире по установленной мощности — после АЭС Дрезден, расположенной в США.

**Пруд-охладитель 5-го энергоблока.  
На изображении также видны 5-й  
энергоблок, градирни и часть здания  
3-го и 4-го энергоблоков**



# Пятый энергоблок НВ АЭС



Введён в эксплуатацию в мае 1980 года, Техничко-экономические показатели энергоблока № 5 по сравнению с другими энергоблоками Нововоронежской АЭС были улучшены. Пятый энергоблок должен быть выведен из эксплуатации в 2010 году, но 22 сентября 2011 г. после уникального ремонта и модернизации первый в России блок-миллионник с реактором ВВЭР был снова введен в эксплуатацию.

# Блочный щит управления пятого энергоблока Нововоронежской АЭС.



В результате выполненных работ энергоблок № 5 НВ АЭС, изначально относившийся ко второму поколению, теперь можно отнести к третьему поколению. Он полностью соответствует современным российским стандартам и рекомендациям МАГАТЭ.

# Строительство новых реакторов

Однако бесконечно продлением заниматься нельзя, потому что есть фактор старения материалов, кроме того, невозможно на старые реакторы поставить некоторые новые системы безопасности. Поэтому идет работа по строительству новых реакторов.

На сооружаемых новых блоках общая стоимость систем безопасности, предотвращающих радиоактивное воздействие на население и окружающую среду при самых неблагоприятных условиях (падение тяжелого самолета, землетрясение, цунами, взрывная волна), составляет около 40% от стоимости энергоблока. И атомщики идут на эти затраты.



Нововоронежская АЭС-2



# В настоящее время в России ведется масштабное строительство девяти новых энергоблоков АЭС

Осуществляется строительство Нововоронежской АЭС-2, Ленинградской АЭС-2, Балтийской АЭС, первой в мире плавучей АЭС «Академик Ломоносов». В стадии достройки находится еще один энергоблок - четвертый блок Белоярской АЭС. За рубежом ведется строительство 29 энергоблоков атомных станций, включая АЭС «Куданкулам» (Индия), АЭС «Аккую» (Турция), Белорусскую АЭС (Беларусь), вторую очередь АЭС «Тяньвань» (Китай ) и другие.



Нововоронежская  
АЭС-2

# Нововоронежская АЭС-2, строящаяся неподалёку от Нововоронежской АЭС.



Станция сооружается по новому проекту АЭС-2006, который предусматривает использование реакторов ВВЭР-1200.

На 2014 год 2 блока находятся в высокой степени готовности, в дальнейшем планируется построить ещё 2.

**Самая безопасная из всех действующих в России.**



**Будем чтить великие  
законы**

**Чтоб мудро шаром  
управлять земным.**

**Чтоб не оставить  
страшной мёртвой  
зоны**

**Потомкам и  
наследникам своим.**

(Стихи высечены на  
памятнике жертвам  
катастрофы в  
Чернобыле.)

# Используемые сайты

- [http://www.rosatom.ru/nuclearindustry/nuclear\\_structure/](http://www.rosatom.ru/nuclearindustry/nuclear_structure/)
- <http://ishvyrkov.livejournal.com/2085.html>
- [https://ru.wikipedia.org/wiki/Нововоронежская\\_АЭС](https://ru.wikipedia.org/wiki/Нововоронежская_АЭС)
- <http://class-fizika.narod.ru/knigi.htm>