



Атомная энергетика – основа технологий будущего

*(выступление в рамках МО учителей географии.
«Внеурочная деятельность и инновации в географии»)*

Горшкалева Татьяна Леонидовна, учитель географии

Ярославская область, Рыбинский район

МОУ Болтинская СОШ

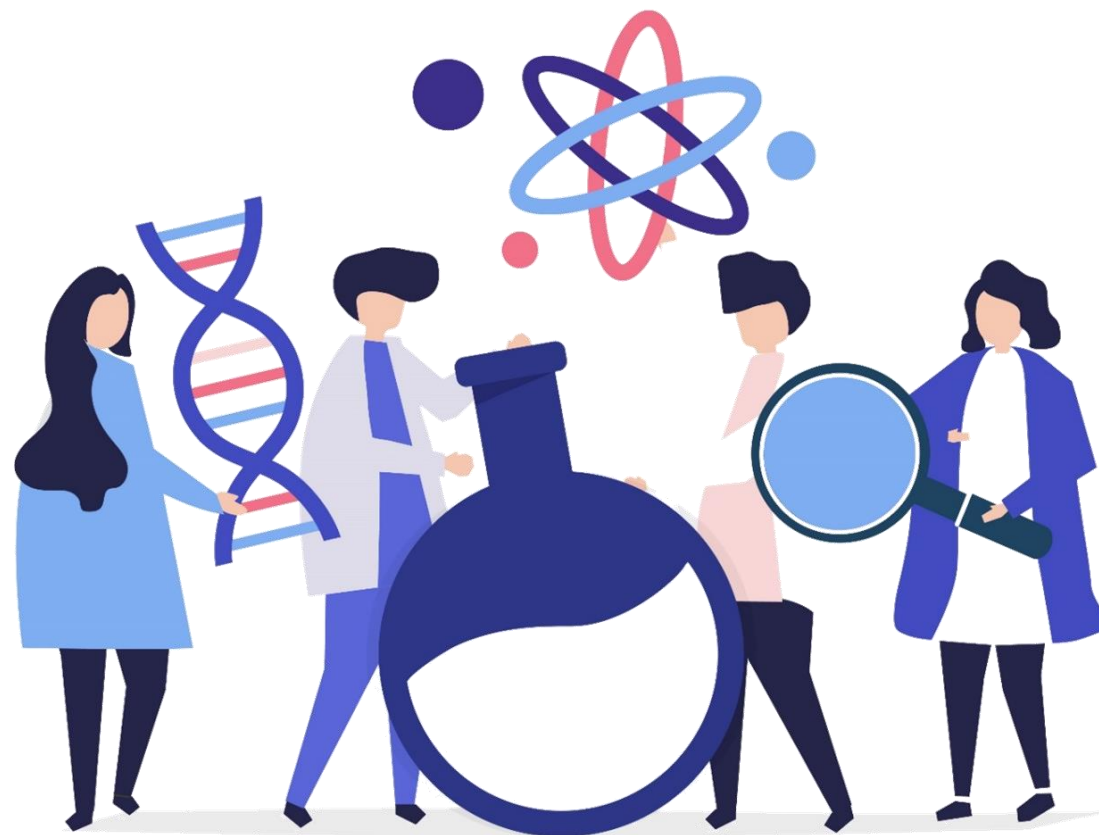


Основы атомной и ядерной энергетики

Вещества, атомы и молекулы

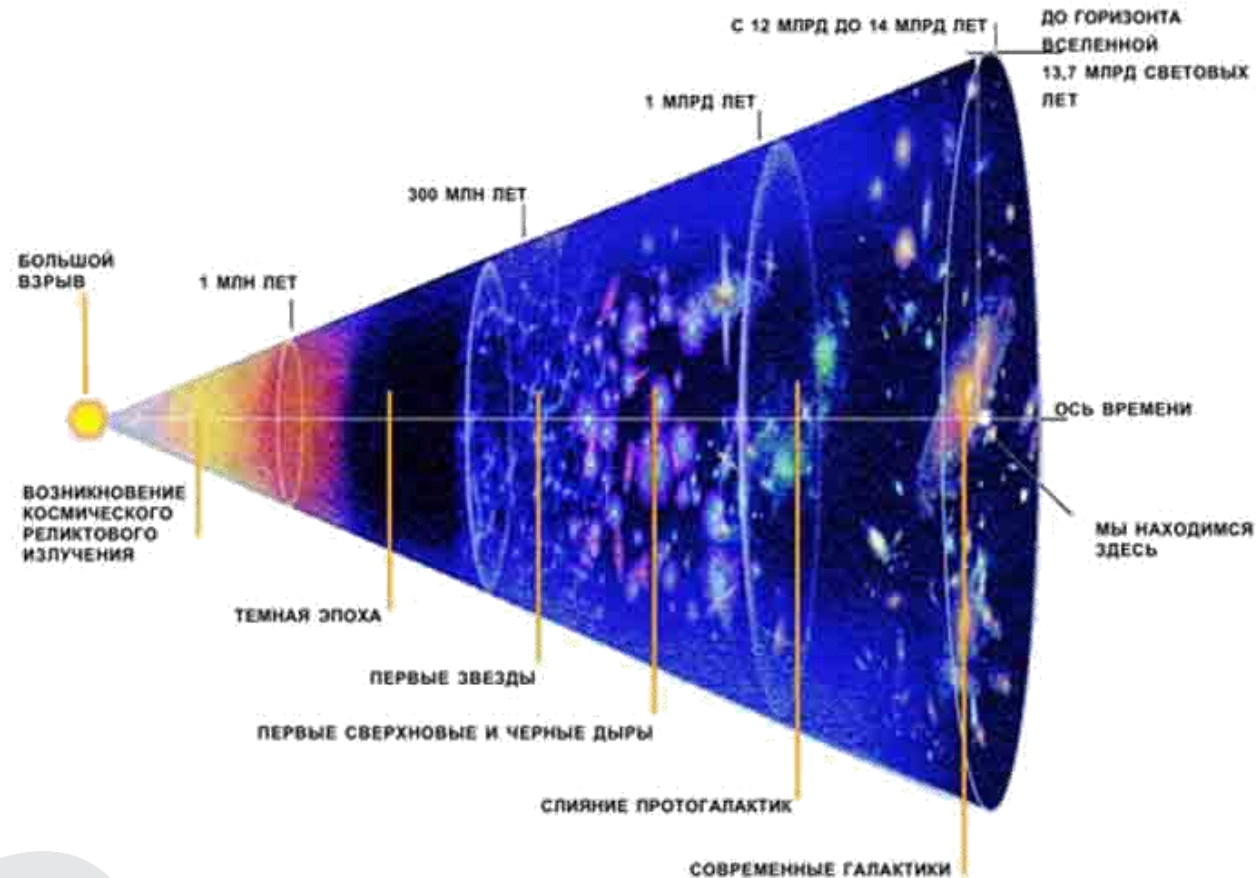
Атом — (от греч. atomos — неделимый), частица вещества микроскопических размеров и очень малой массы (микрочастица), **наименьшая часть химического элемента, являющаяся носителем его свойств.**

Молекула — (новолат. molecula, уменьшительное от лат. moles — масса), **наименьшая частица вещества,** обладающая его химическими свойствами. Молекула состоит из атомов, точнее — из атомных ядер, окружающих их внутренних электронов и внешних валентных...



Происхождение элементов на Земле

- ☼ Теория Большого взрыва (13,7 млрд. лет назад)
- ☼ Звезды первого поколения
- ☼ Звезды следующих поколений (Солнце)



ПЕРИОДЫ		ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																	
РЯДЫ		A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B										
I	1	H 1,00794 Водород	ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА														(H)	He 4,002602 Гелий	обозначение элемента Ca 40,078 атомная масса атомный номер
II	2	Li 6,941 Литий	Be 9,01218 Бериллий	B 10,811 Бор	C 12,011 Углерод	N 14,0067 Азот	O 15,9994 Кислород	F 18,998403 Фтор	Ne 20,179 Неон										
III	3	Na 22,98977 Натрий	Mg 24,305 Магний	Al 26,98153 Алюминий	Si 28,0855 Кремний	P 30,97376 Фосфор	S 32,06 Сера	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон										
IV	4	K 39,0983 Калий	Ca 40,078 Кальций	Sc 44,95591 Скандий	Ti 47,88 Титан	V 50,9415 Ванадий	Cr 51,9961 Хром	Mn 54,9380 Марганец	Fe 55,847 Железо	Co 58,9332 Кобальт	Ni 58,69 Никель								
	5	Cu 63,546 Медь	Zn 65,39 Цинк	Ga 69,723 Галлий	Ge 72,63 Германий	As 74,9216 Арсен	Se 78,96 Селен	Br 79,904 Бром	Kr 83,80 Криптон										
V	6	Rb 85,4678 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	Y 88,90584 Иттрий	Zr 91,224 Цирконий	Nb 92,90638 Ниобий	Mo 95,94 Молибден	Tc [98] Технеций	Ru 101,07 Рутений	Rh 102,9055 Родий	Pd 106,42 Палладий								
	7	Ag 107,8682 Серебро	Cd 112,41 Кадмий	In 114,818 Индий	Sn 118,710 Олово	Sb 121,757 Сурьма	Te 127,60 Теллур	I 126,905 Йод	Xe 131,29 Ксенон										
VI	8	Cs 132,9054 Цезий	Ba 137,33 Барий	La* 138,9055 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,9479 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,207 Рений	Os 190,2 Осмий	Ir 192,22 Иридий	Pt 195,08 Платина								
	9	Au 196,96657 Золото	Hg 200,59 Ртуть	Tl 204,383 Таллий	Pb 207,2 Свинец	Bi 208,9804 Висмут	Po [209] Полоний	At [210] Астат	Rn [222] Радон										
VII	10	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий	Ac** [227] Актиний	Rf [261] Резерфордий	Db [262] Дубний	Sg [263] Сигборг	Bh [264] Борх	Hs [265] Хассий	Mt [266] Мейтнерий	Ds [267] Дармштатий								
ВЫСШИЕ ОКИСЛЫ		R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	R ₂ O ₇	RO ₄										
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					RH ₄	RH ₃	RH ₂	RH											
* ЛАНТАНОИДЫ																			
78	58	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238		
Ce ЦЕРИЙ	Pr ПРОМЕТИЙ	Nd НЕОДИМ	Pm ПРОМЕТИЙ	Sm САМАРИЙ	Eu ЕВРОПИЙ	Gd ГАДОЛИНИЙ	Tb ТЕРБИЙ	Dy ДИСПРОЗИЙ	Ho ГОЛЬМИЙ	Er ЕРБИЙ	Tm ТИМАН	Yb ИТТЕРБИЙ	Lu ЛЮТЕЦИЙ						
** АКТИНОИДЫ																			
88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238	248	258		
Th ТОРИЙ	Pa ПРОТАКТИНИЙ	U УРАН	Np НЕПТУНИЙ	Pu ПЛУТОНИЙ	Am АМЕРИЦИЙ	Cm КУРЧИУМ	Bk БЕРКЛИЙ	Cf КАЛИФОРНИЙ	Es ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm ФЕРМИЙ	Md МЕНДЕЛЕВИЙ	No НОБЕЛИЙ	Lr ЛОРЕНЦИЙ						

I группа
порядковый номер

IV период
29
63,546
Cu
медь

относительная атомная масса

Энергоемкость ядерного топлива

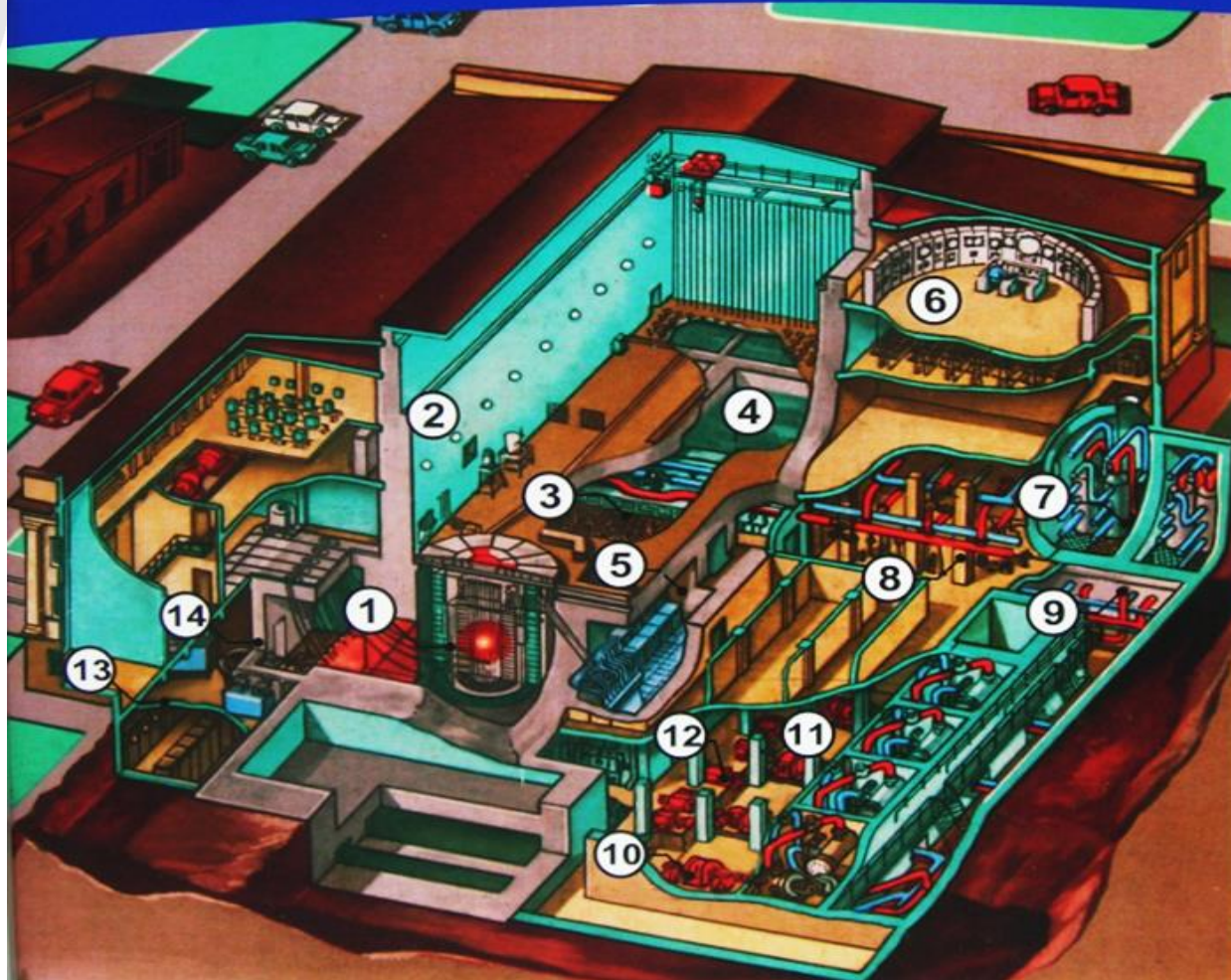


1 кг энергетического урана
(обогащение 4% по урану 235)
для реактора ВВЭР - 1000



Первая АЭС г Обнинск, 1954

КОНСТРУКЦИЯ ПЕРВОЙ АЭС



- 1 Реактор
- 2 Центральный зал
- 3 Сервоприводы стержней управления
- 4 Бассейн выдержки
- 5 Коллектор первого контура
- 6 Центральный пульт управления
- 7 Парогенератор
- 8 Привод задвижки первого контура
- 9 Коридор коммуникаций первого контура
- 10 Циркуляционный насос
- 11 Насосный узел станции
- 12 Подпиточный насос первого контура
- 13 Физическая лаборатория
- 14 Лаборатория для получения изотопов

11.02.1950

Решение о строительстве

05.03.1951

Технический проект

01.11.1951

Начало строительства

09.05.1954

Физический пуск

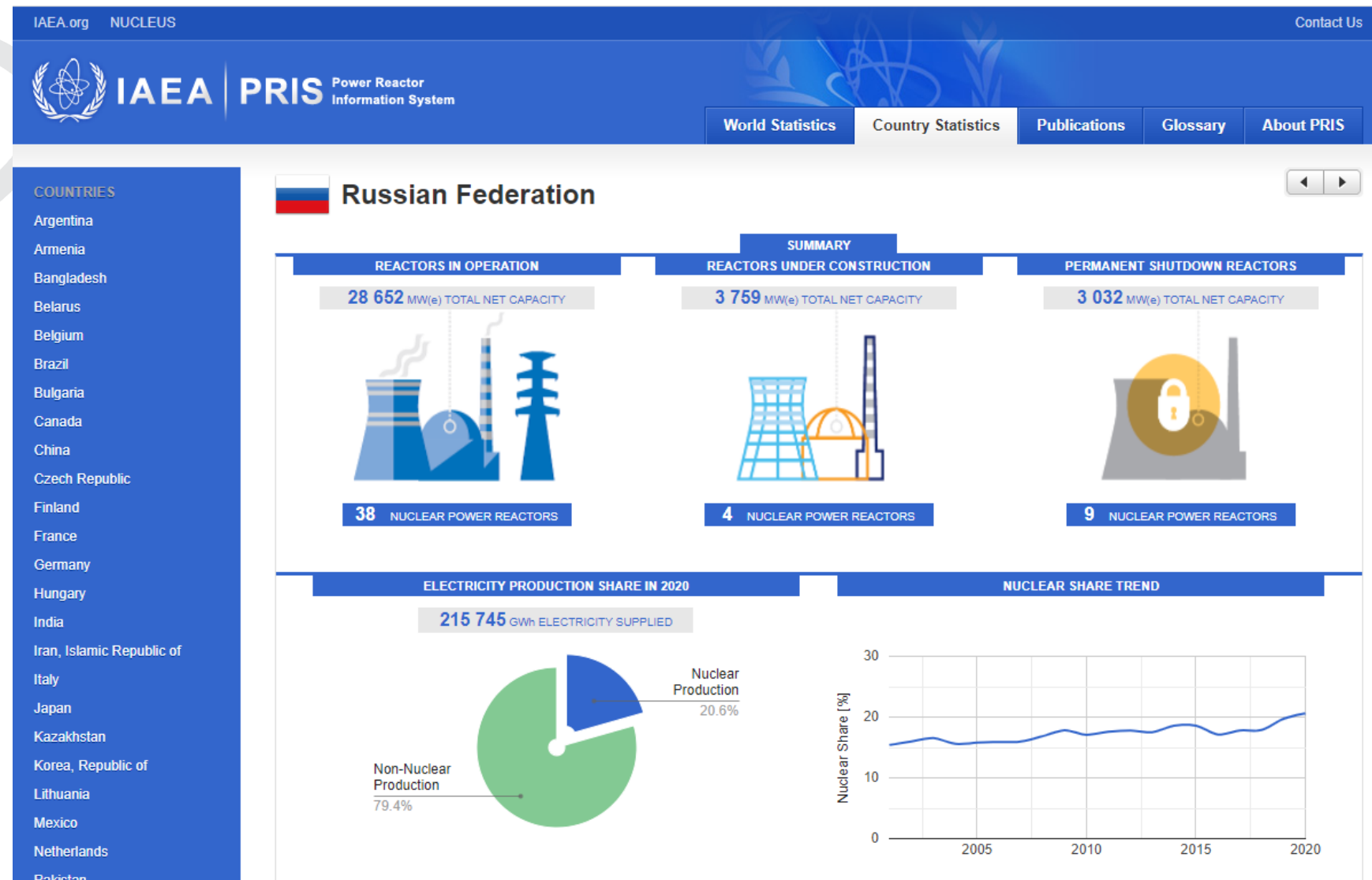
26.06.1954

Подача пара на турбину

25.10.1954

Достигнута проектная
Мощность – 5 МВт(эл)

Атомная энергетика России



На май 2022

в России:

38 реакторов

эксплуатируются

28,6 ГВт установленной
мощности

4 реактора строятся

20% в общей выработке
электричества в России в 2021 году

АЭС Росатома 2010-2019



Россия, Ростовская АЭС
Блок 2 - 1000 МВт



Россия, Калининская АЭС
Блок 4 - 1000 МВт



Россия, Ростовская АЭС
Блок 3 - 1000 МВт



Россия, Нововоронежская
АЭС-2, Блок 1 - 1200 МВт



Россия, Ленинградская
АЭС-2, Блок 1 - 1200 МВт

2010

2012

2014

2016

2018

2011

2013

2015

2017

2019



Иран, АЭС Бушер
Блок 1 - 1000 МВт



Индия, АЭС Куданкулам
Блок 1 - 1000 МВт



Россия, Белоярская АЭС
Блок 4 - 864 МВт



Индия, АЭС Куданкулам
Блок 2 - 1000 МВт



Россия, Нововоронежская
АЭС-2, Блок 2 - 1200 МВт

АЭС Росатома 2010-2019



Россия, Ростовская АЭС
Блок 2 - 1000 МВт



Россия, Калининская АЭС
Блок 4 - 1000 МВт



Россия, Ростовская АЭС
Блок 3 - 1000 МВт



Россия, Нововоронежская
АЭС-2, Блок 1 - 1200 МВт



Россия, Ленинградская
АЭС-2, Блок 1 - 1200 МВт

2010

2012

2014

2016

2018

2011

2013

2015

2017

2019



Иран, АЭС Бушер
Блок 1 - 1000 МВт



Индия, АЭС Куданкулам
Блок 1 - 1000 МВт



Россия, Белоярская АЭС
Блок 4 – 864 МВт



Индия, АЭС Куданкулам
Блок 2 - 1000 МВт



Россия, Нововоронежская
АЭС-2, Блок 2 - 1200 МВт

Отношение населения к атомной энергетике.

Технологические риски

ПРИНЦИПЫ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНОЙ УСТАНОВКИ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ КОЛЛЕКТИВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

1. Физико-технический – установка должна быть **конструктивно** и **технологически защищена** от аварийных ситуаций настолько, насколько это возможно при регламентных или даже вне регламентных действиях персонала

2. Административно-организационный – умышленные отступления от инструктивных требований к оперативным действиям персонала при эксплуатации такой установки **недопустимы ни при каких обстоятельствах**, невзирая ни на какие «благие» намерения

3. Кадровый – оперативный персонал такой установки должен проходить, по установленной форме, **жёсткий индивидуальный контроль** как по профессиональным, так и по иным критериям **личностной совместимости** для предполагаемой работы на объекте с высокой степенью потенциальной опасности.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКАЛА ЯДЕРНЫХ СОБЫТИЙ (ИНЕС)



1. ИНЦИДЕНТЫ И АВАРИИ НИЗШИХ УРОВНЕЙ

5. Авария с риском за пределами площадки

Авария на АЭС Тримайлленд, США, 1979 г.

Авария с расплавлением активной зоны реактора. Защитная оболочка не разрушилась, выброса радиоактивности не было.

4. Авария без значительного риска за пределами площадки

Авария на предприятии ЯТЦ Токаймура, Япония, 1999 г.

Возникновение неуправляемой цепной реакции в растворе высокообогащенного урана. Двое рабочих скончались от переоблучения. Незначительный выброс радиоактивности за территорию предприятия. Более 300 тысяч человек, проживавших в 10-километровой зоне от завода, были временно эвакуированы.

3. Серьезный инцидент

Авария на Сибирском химическом комбинате, Томск, Россия, 1993 г.

Развитие автокаталитической химической реакции в растворе соли плутония. Незначительный выброс радиоактивности за пределы рабочего помещения без выхода за территорию предприятия.

2. Инцидент

1. Аномалия

0. Отклонение (не влияет на безопасность)

МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКАЛА ЯДЕРНЫХ СОБЫТИЙ (ИНЕС)



2. АВАРИИ ВЫСОКИХ УРОВНЕЙ

7. Крупная авария

Авария на Чернобыльской АЭС, Украинская ССР, 1986 г.

Взрыва и пожар на 4 блоке. Большие дозы облучения получили более 300 человек из персонала станции и пожарных. Окончательный диагноз острой лучевой болезни поставлен 134 пострадавшим. Из них 28 скончались вскоре после аварии. Сильное трансграничное радиоактивное загрязнение территорий.

Авария на АЭС «Фукусима – 1», Япония, 2011 г.

Потеря энергоснабжения АЭС при синергическом воздействии природных факторов (землетрясение и цунами). Нарушение расхолаживания в активных зонах блоков 1, 2 и 3 и бассейне выдержки блока 4, расплавление топлива. Выход значительных количеств радиоактивных веществ во внешнюю среду. Эвакуированы около 200 тыс. человек. Пострадавших от облучения не выявлено.

6. Серьезная авария

Авария на ПО «Маяк», Южный Урал, СССР, 1957 г.

Тепловой взрыв емкости-хранилища высокорadioактивных отходов. Образование Восточно-Уральского радиоактивного следа. Принято решение об эвакуации и отселении 10800 человек. Последствий облучения не выявлено.

Авария на заводе Уиндскейл, Великобритания, 1957 г.

Тепловой взрыв и пожар на газографитовом промышленном реакторе для наработки оружейного плутония. Облако радиоактивного выброса прошло над центральными районами Англии и достигло Европы.

ЧЕРНОБЫЛЬСКАЯ АВАРИЯ КАК ПРЕДЕЛЬНЫЙ СЛУЧАЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ



1. Авария произошла на реакторе очень большой тепловой мощности (~ 3200 МВт) -> высокая скорость наработки высокорadioактивных продуктов деления (ВПД)

2. Взрыв реактора с полным разрушением активной зоны произошел при его работе на мощности -> активность выброса была очень высока, в том числе по йоду – 131.

3. Взрыву предшествовала трёхлетняя работа реактора на мощности -> накопление долгоживущих ПД было очень велико, в том числе – цезия-137.

4. Взрыв сопровождался горением графита -> вынос радиоактивных материалов из реактора многократно усиливался.

АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА - ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЙ БУДУЩЕГО

Одним из источников ионизирующих излучений является **радионуклид** – атомное ядро, способное к радиоактивному распаду.

Под **активностью** радионуклида в источнике понимается отношение ожидаемого числа спонтанных ядерных превращений, происходящих в источнике за интервал времени, к величине этого интервала

$$A = \frac{\Delta N}{\Delta t}$$

Активность некоторых естественных и техногенных объектов

Объект	Активность, Бк
Воздух на открытой местности	15 (на 1 м³)
Воздух в помещениях	50 - 1000 (на 1 м³)
Тело человека (70 кг)	До 7500
Питьевая вода	0,5–5 (на 1 л)
Вода из минеральных источников (сразу после забора)	До 40 000 (на 1 л)
Продукты питания	40 (на 1 кг)
Строительный фосфогипс	900 (на 1 кг)
Выброс при аварии на ЧАЭС	$2 \cdot 10^{18}$
Радиоактивные вещества и материалы на АЭС	$10^{18} - 5 \cdot 10^{19}$
Радиоактивные вещества и материалы на крупном радиохимическом заводе	$10^{19} - 10^{20}$
Общая активность Мирового океана	10^{23}

РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ



Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности устанавливают требования по защите людей от вредного радиационного воздействия при всех условиях облучения от ИИИ, на которые распространяется действие НРБ-99/2009.

Принцип обоснования

$$X - (Y_1 + Y_2) \geq 0$$

X – польза от применения ИИИ

Y_1 – затраты на все меры защиты

Y_2 – вред, наносимый здоровью людей и окружающей среде от облучения, не устраненного защитными мерами

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЙ В МЕДИЦИНЕ



Медицинское облучение

1. Рентгенодиагностика

(усреднённая по всему населению России годовая эффективная доза составляет **1,4 мЗв** на одного человека).

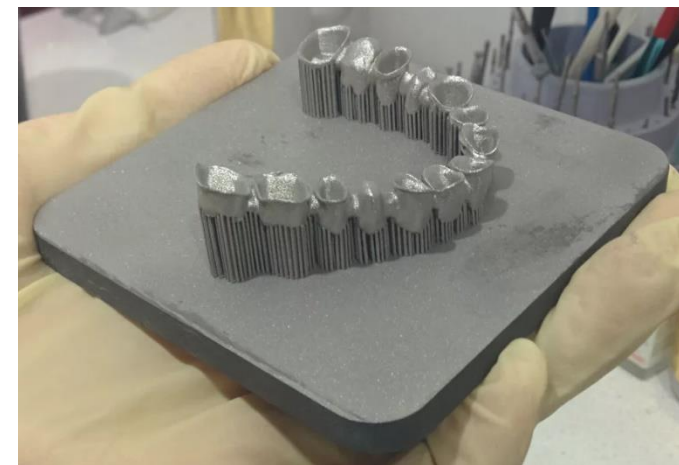
2. Ядерно-медицинские процедуры - радионуклидная диагностика и радионуклидная терапия (усреднённая по всему населению России годовая эффективная доза составляет **0,2 мЗв** на одного человека).

3. Лучевая терапия – дистанционное и контактное облучение на гамма-терапевтических аппаратах, дистанционное облучение на медицинских ускорителях и медицинских пучках ядерных реакторов (усреднённая по всему населению России годовая эффективная доза равна **0,1 мЗв** на одного человека).

Всего: годовая эффективная доза в среднем равна **1,5 мЗв**

Что такое аддитивные технологии

Аддитивные технологии (англ. Additive Manufacturing) – технологии послойного наращивания и синтеза объектов. Широкое применение получили для так называемой фаббер-технологии (англ. fabber technology, также распространено наименование «3D-печать») — группы технологических методов производства изделий и прототипов, основанных на поэтапном формировании изделия путём добавления материала на основу (платформу или заготовку).



Преимущества и недостатки SLS

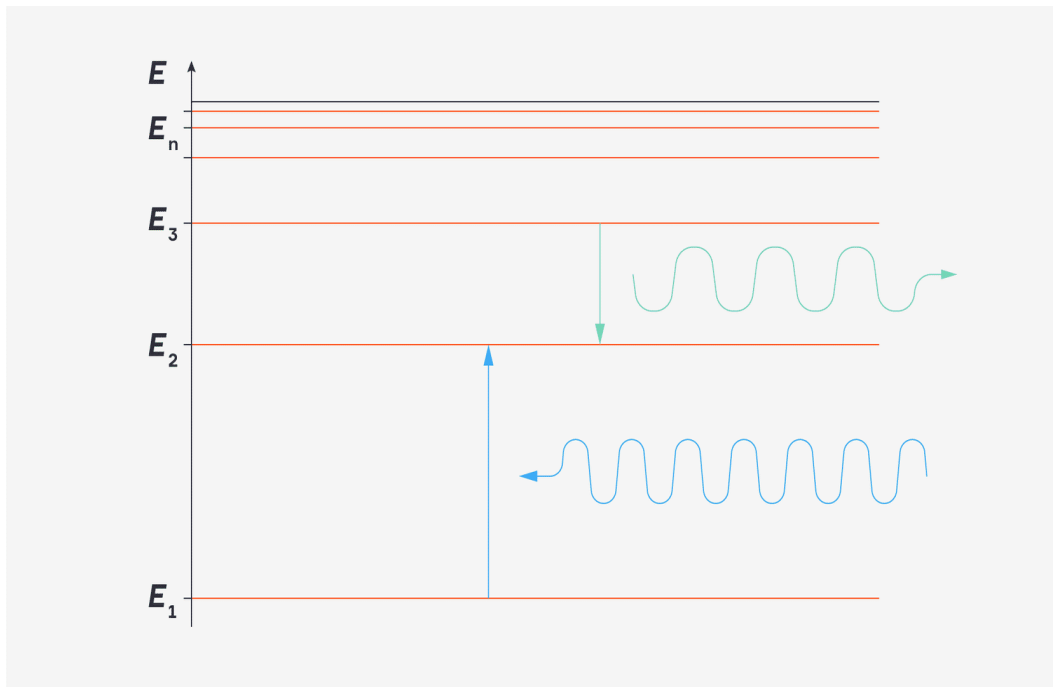
- Детали SLS обладают хорошими, изотропными механическими свойствами, что делает их идеальным вариантом для функциональных деталей и прототипов.
- SLS не требует поддержки, поэтому детали со сложной геометрией легко напечатать.
- Производственные возможности SLS превосходны для мелкого и среднего серийного производства.
- В настоящее время широко доступны только промышленные системы SLS, поэтому время выполнения заказа больше, чем у других технологий 3D-печати, таких как FDM и S LA.
- Детали SLS имеют зернистую поверхность и внутреннюю пористость, которые могут потребовать последующей обработки, если требуется гладкая поверхность или водонепроницаемость.
- SLS не может точно печатать большие плоские поверхности и маленькие отверстия, так как они подвержены деформации и перекосу.



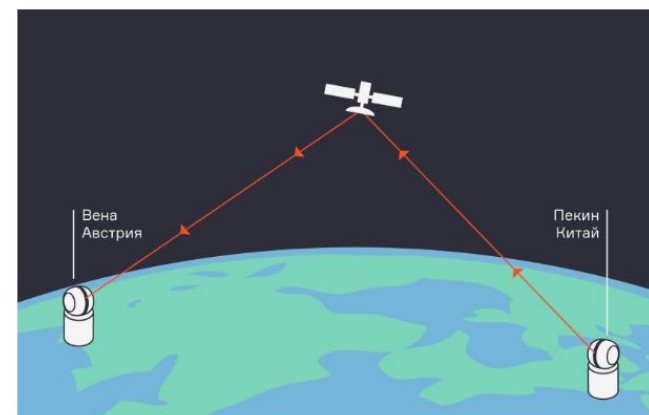
Что такое квант?

Коротко: энергия и излучение передаются не непрерывно, а конечными порциями, квантами.

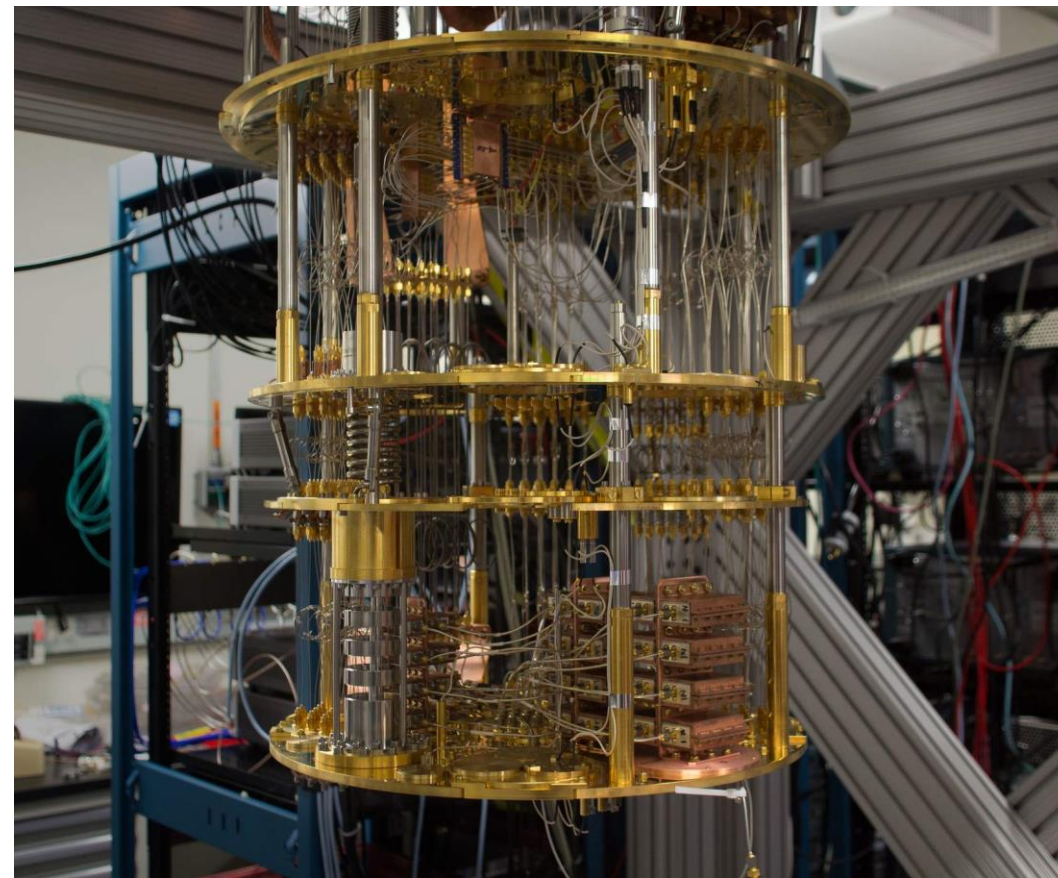
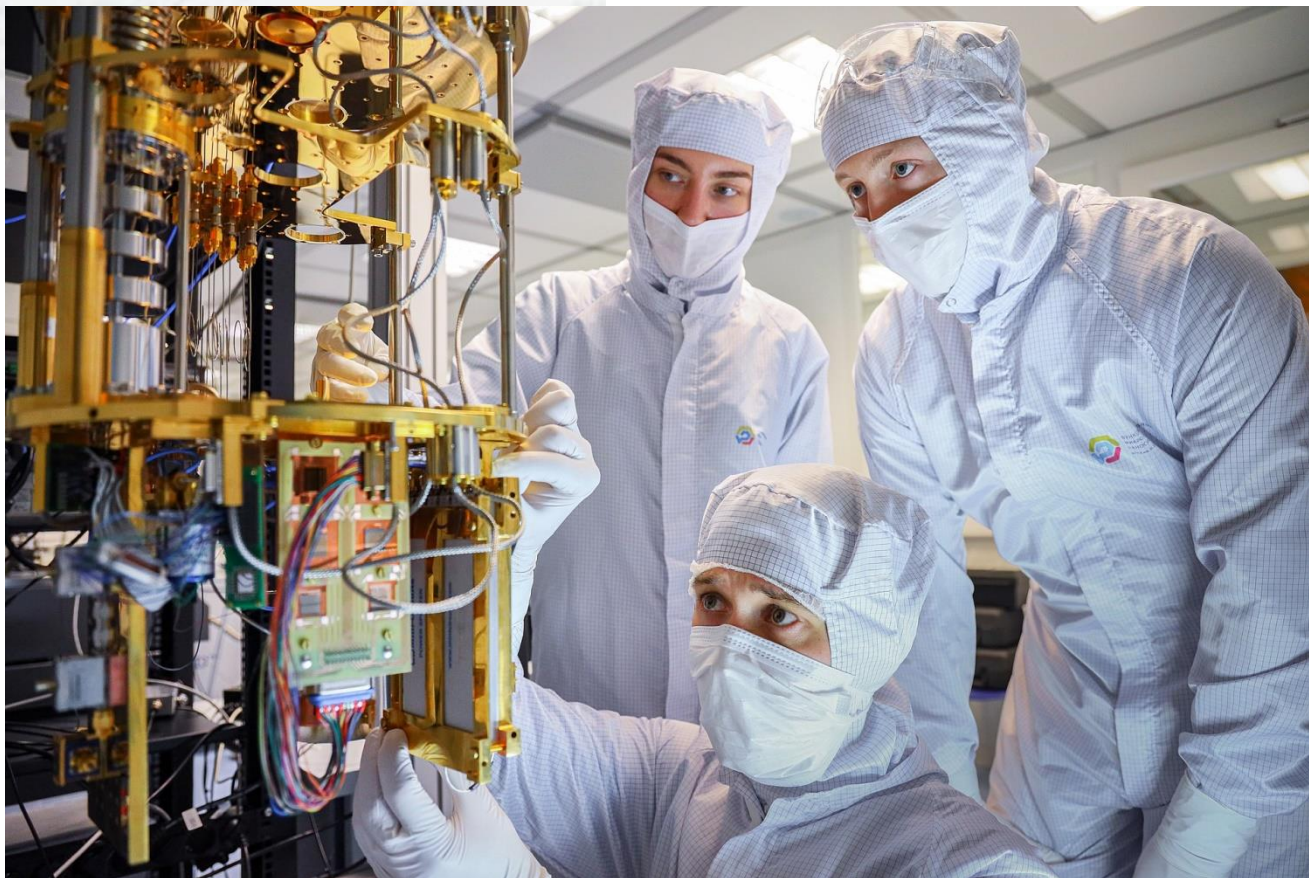
Длинно: слово «квант» (quantum) можно перевести с английского как «количество, порция, квант», само это название указывает на то, что одной из основ квантовой механики является принцип «квантования». Согласно этому принципу энергия излучения поглощается и передается порциями, квантами. Это верно для очень многих объектов микромира, в первую очередь для атомов и электронов.



Квантовая передача данных



Квантовые компьютеры





12.10.2022