

# Атомная кузница кадров. От первой в мире АЭС до атомного ледокола «Арктика»

**Матюха Андрей**

**Техник 1 категории (дозиметрист)  
службы радиационной безопасности  
а/л «Ямал»**



**75 ЛЕТ  
АТОМНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

# Вещества, атомы и молекулы

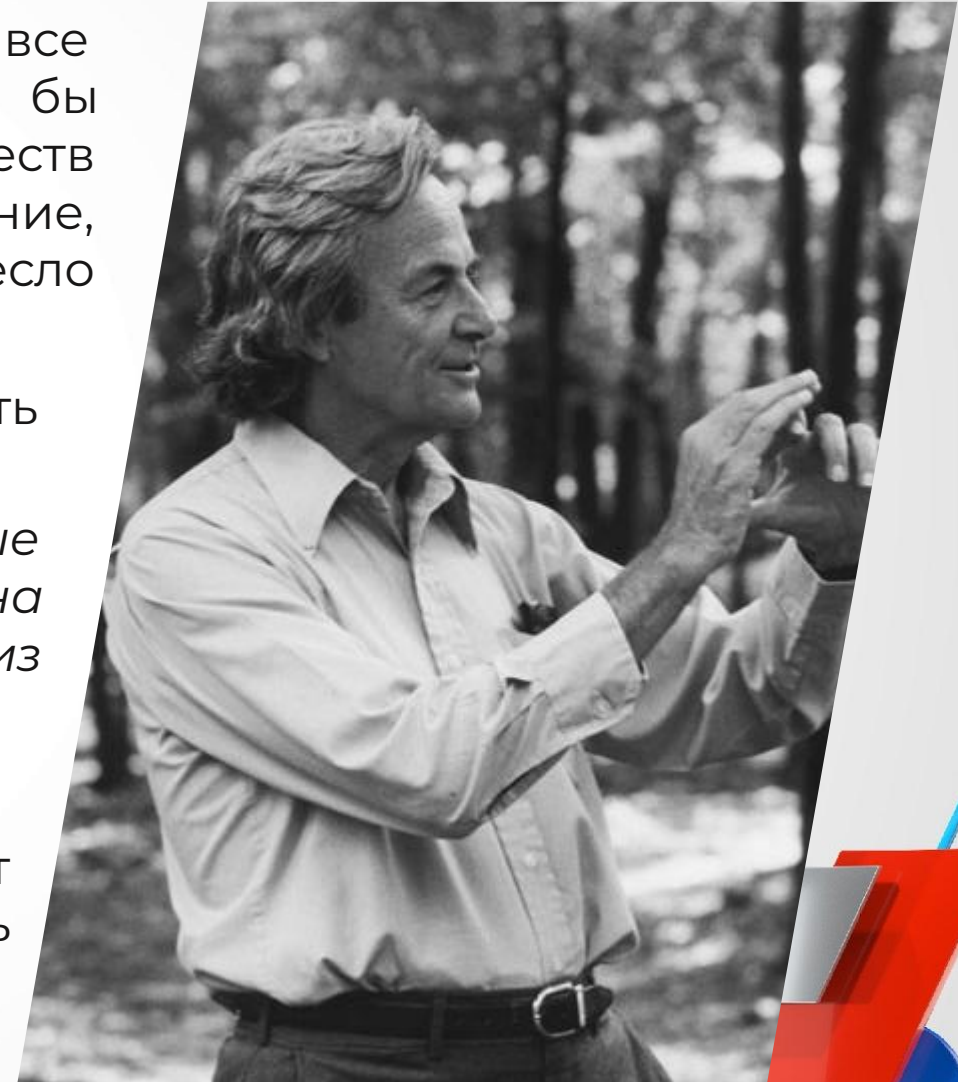
«Если бы в результате какой-то мировой катастрофы все накопленные научные знания оказались бы уничтоженными и к грядущим поколениям живых существ перешла бы только одна фраза, то какое утверждение, составленное из наименьшего количества слов, принесло бы наибольшую информацию?»

**Я считаю, что это — атомная гипотеза** (можете называть ее не гипотезой, а фактом, но это ничего не меняет):

*все тела состоят из атомов — маленьких телец, которые находятся в непрерывном движении, притягиваются на небольшом расстоянии, но отталкиваются, если одно из них плотнее прижать к другому.*

В одной этой фразе, как вы убедитесь, содержится невероятное количество информации о мире, стоит лишь приложить к ней немного воображения и чуть соображения.»

**Р.Фейман. Феймановские лекции по физике. М.: «Мир», 1977, том.1**





# Модели строения атома: история развития

## Модель твердой сферы



Джон Дальтон



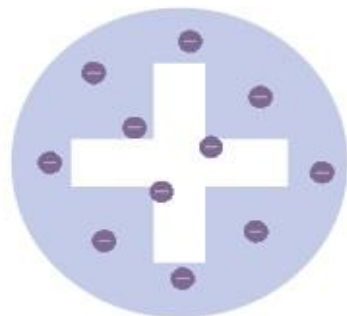
1803

Дальтон основывался на представлениях Древних Греков об атоме (слово "atom" от греч. "atomos" - невидимый). По его теории - атомы невидимы. Атомы одного элемента идентичны друг другу, а химические соединения - комбинации разных атомов.

+ Отличал атомы одних элементов от других

- Атомы не невидимы и состоят из субатомных частиц

## Модель сливового пудинга



Джозеф Томсон



1904

Томсон в 1897 открыл электрон как часть атома, за что получил Нобелевскую премию. Его модель "сливового пудинга" показывала, что атом состоит из электронов, летающих сквозь положительно заряженную сферу.

+ Определял электроны как компоненты атома

- Вместо ядра - положительно заряженная сфера

## Атомная модель



Эрнест Резерфорд



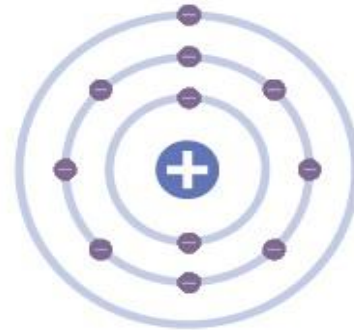
1911

Обстреливал положительно заряженными альфа-частицами тонкий лист золотой фольги. Они были настолько малы, что проходили сквозь фольгу. Единственное объяснение - положительный заряд не распространялся по всему атому, а был локализован в центре - ядре. А остальная часть атома - пустое пространство.

+ Положительный заряд - в ядре

- Не объяснял движение электронов по орбите вокруг ядра

## Планетарная модель



Нильс Бор



1913

Установил, что электроны вращаются вокруг ядра по орбитам определенной энергии. Электроны могут перемещаться между этими орбитами (энергетическими уровнями), но при условии поглощения или испускания энергии.

+ Определяет стабильные энергетические уровни

- Хорошо подходит для атомов водорода, но плоха для тяжелых элементов

## Квантовая модель



Эрвин Шрёдингер



1926

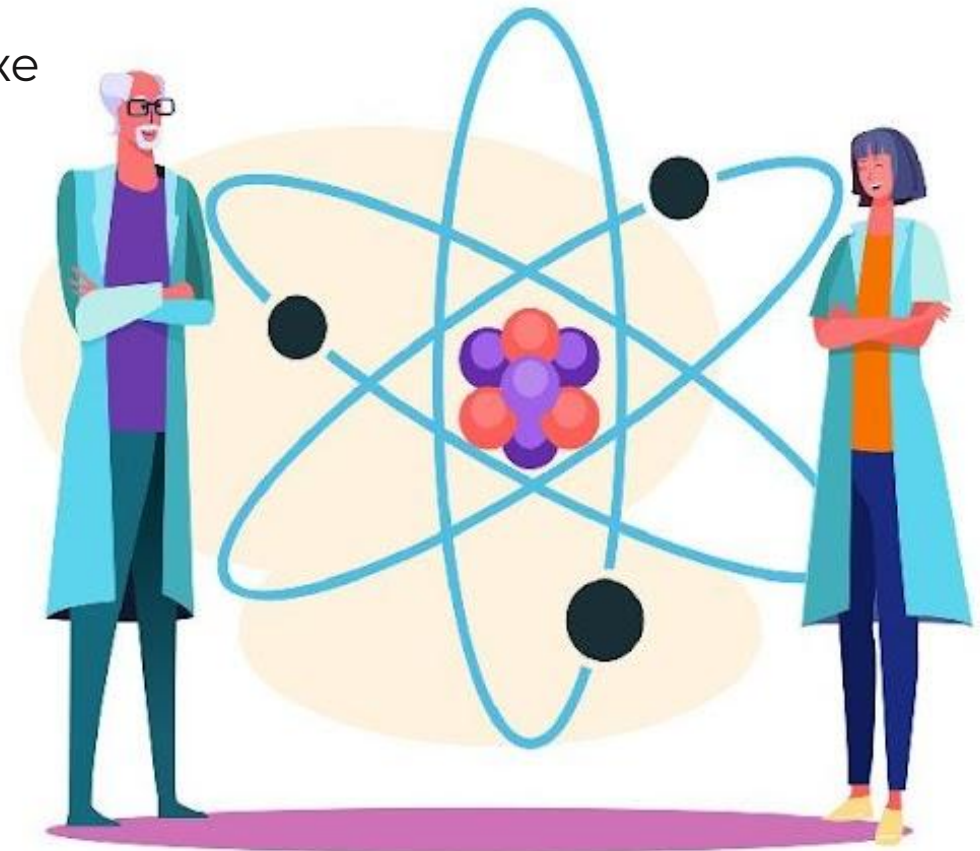
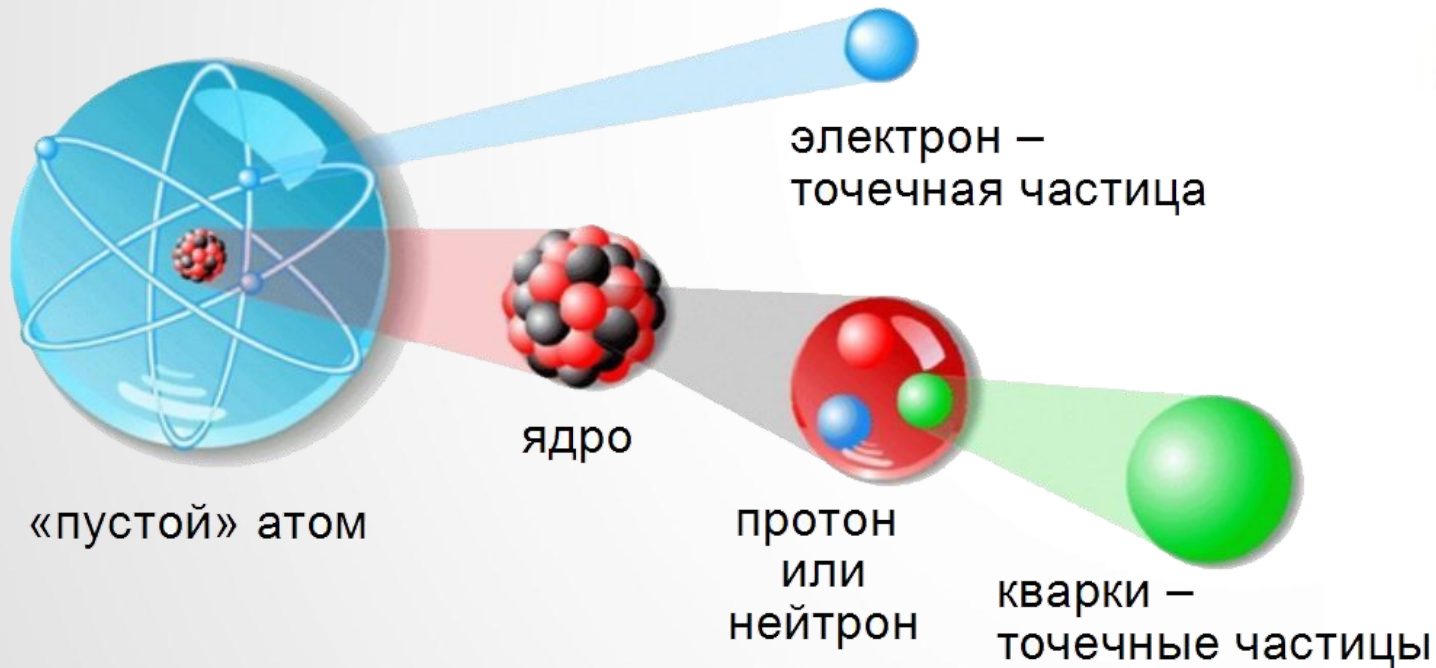
Электроны и другие элементарные частицы движутся вокруг ядра волнообразно. Невозможно точно знать положение электрона. Но существуют облака вероятностей - заданные области пространства, в которых они вероятно могут находиться.

+ Определил "облака вероятности"

+ Пока что считается самой точной моделью атома

# Строение атома и атомного ядра

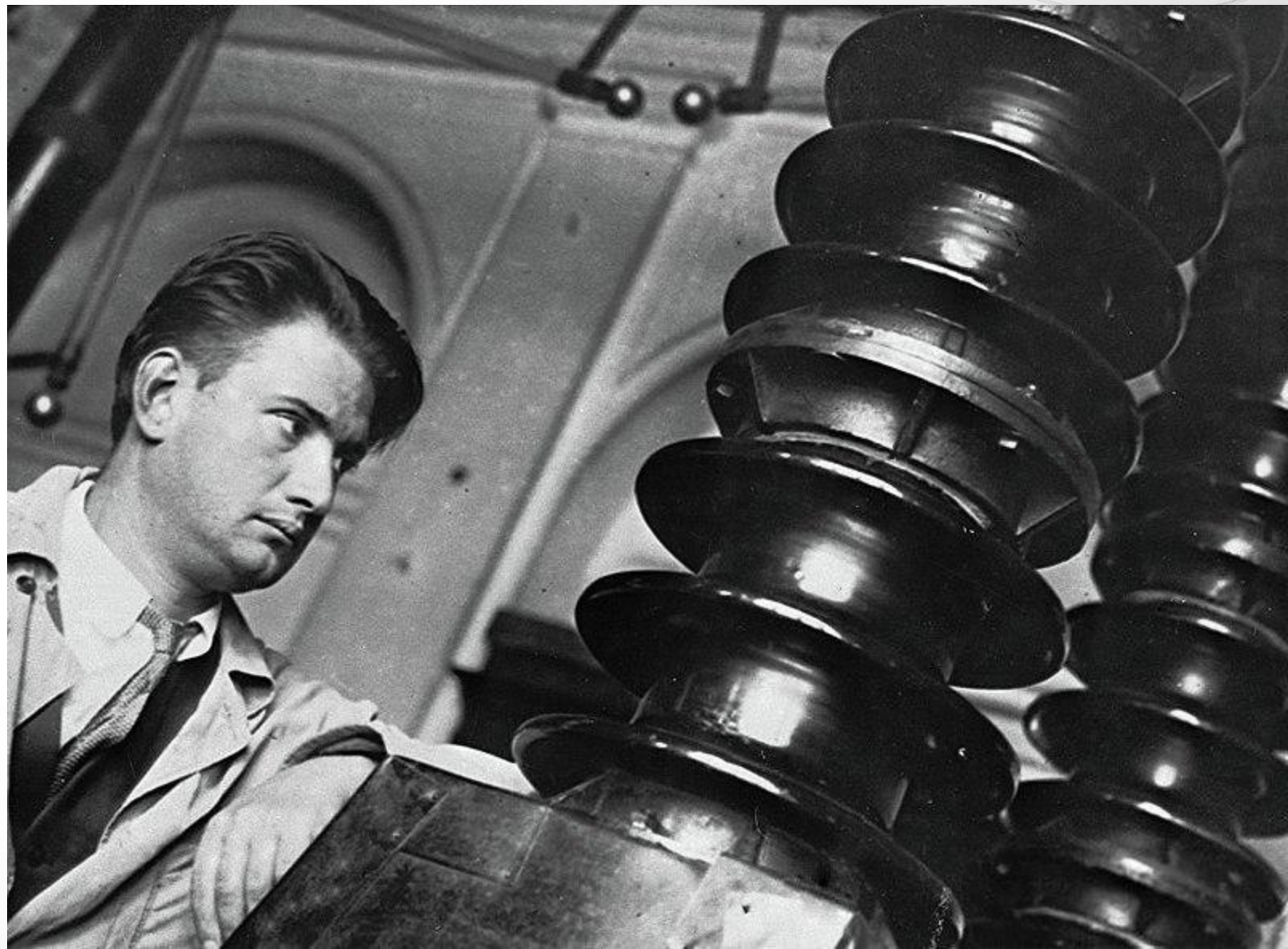
- Атом состоит из **атомного ядра** и электронов. В свою очередь, ядро так же составное, оно включает в себя **протоны и нейтроны**. На этом всё не заканчивается, протоны и нейтроны так же составные, они состоят из **кварков**





# История атомной промышленности СССР. Сквозь невозможное

**Игорь Васильевич Курчатов –  
отец атомпрома СССР**



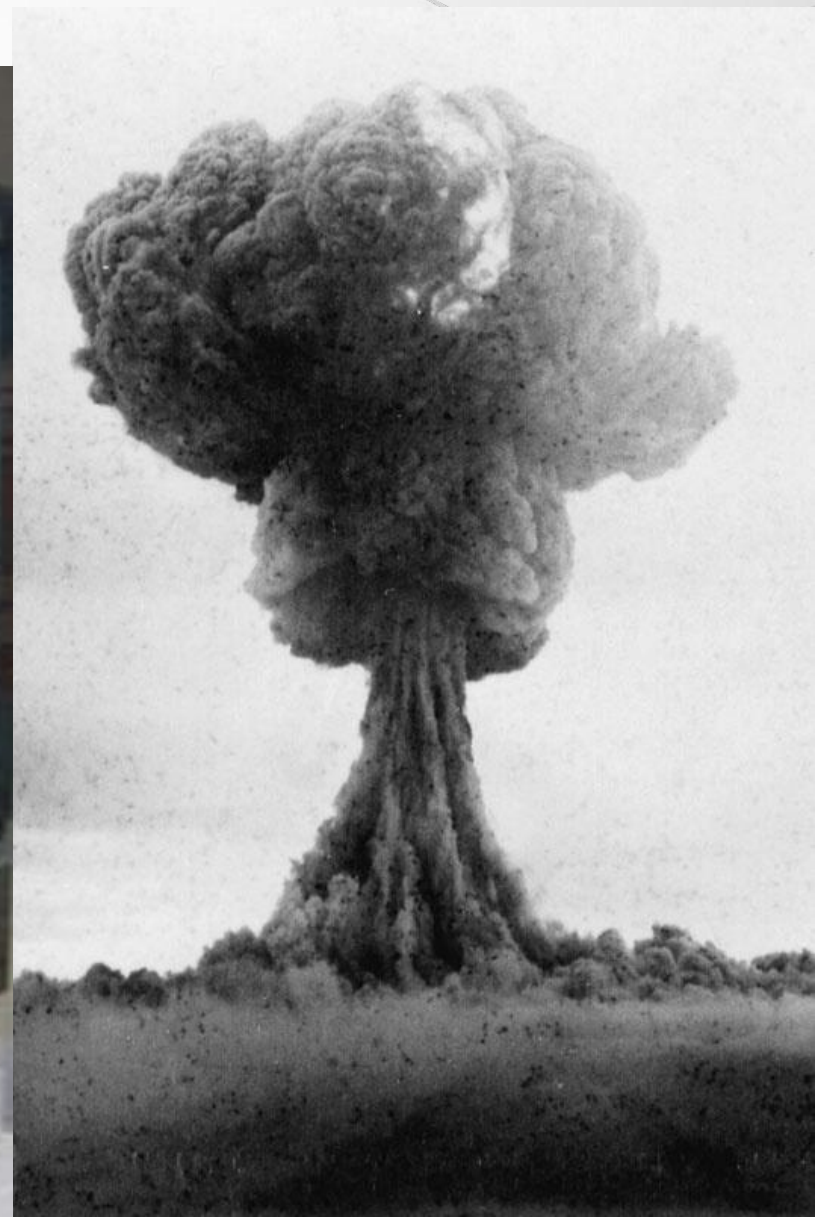
## Ф-1. Первый ядерный реактор в СССР

В таких нелегких условиях работали ученые-первооткрыватели, буквально на «коленках» собирая первый ядерный реактор СССР.



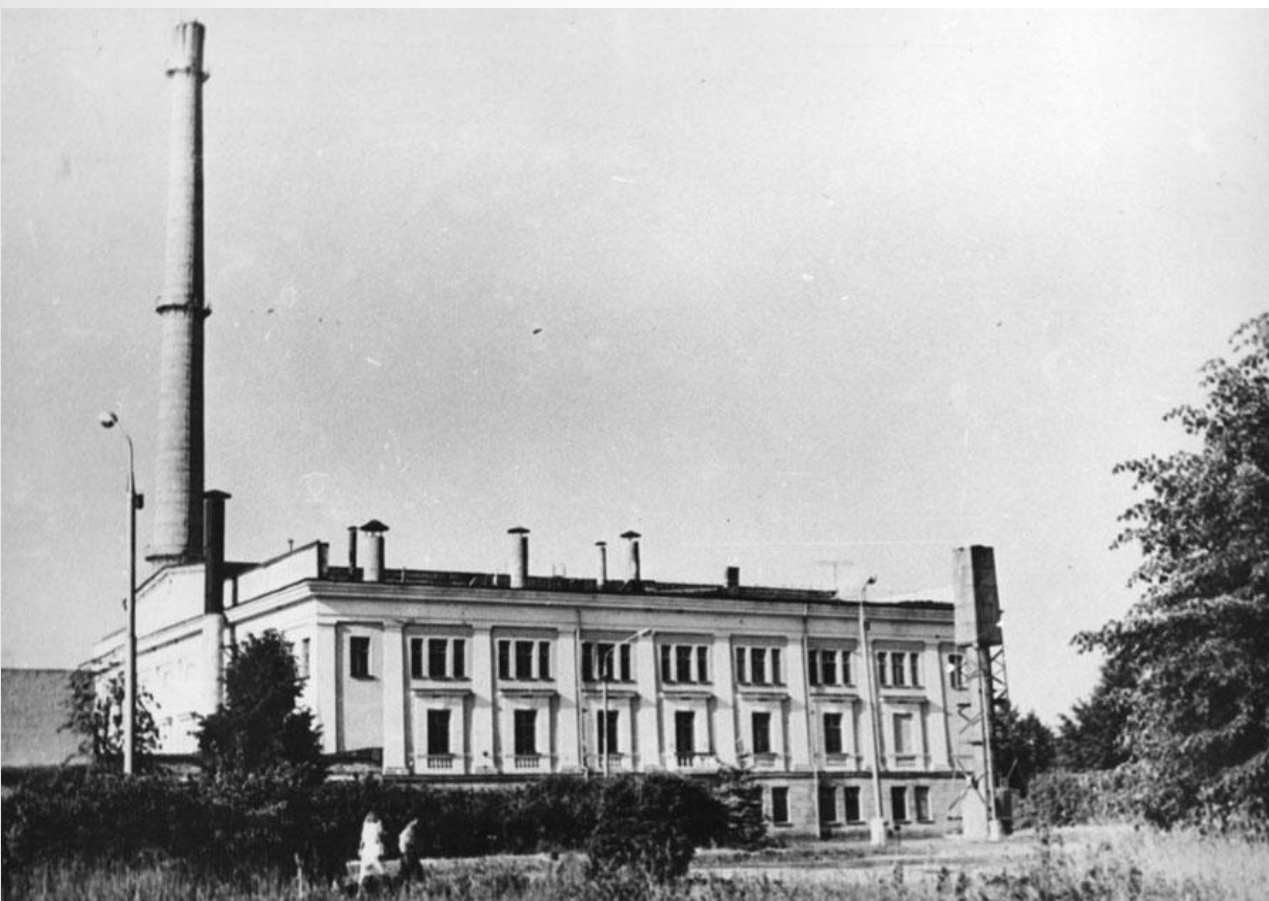


# Первая атомная бомба СССР РДС-1



# АЭС прошлого и настоящего

**Обнинская АЭС – первая в мире  
атомная электростанция**



**Ленинградская АЭС-2 – новейшие  
инновационные блоки с реакторами  
ВВЭР-1200**





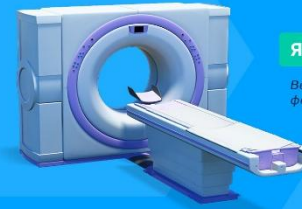
# Госкорпорация «Росатом» – глобальный технологический лидер России



Госкорпорация «Росатом»  
(полное название - Государственная  
корпорация по атомной энергии  
«Росатом») – один из глобальных  
технологических лидеров,  
многопрофильный холдинг,  
объединяющий активы в  
энергетике, машиностроении,  
строительстве. Входит в десятку  
крупнейших компаний России.

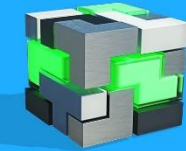


## НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОСАТОМА



### ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА

Ведутся работы по созданию первого  
федерального центра ядерной медицины.



### ПРИКЛАДНАЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА

Более 70 лет открытий,  
исследований, разработок.



### ЯДЕРНЫЙ ОРУЖЕЙНЫЙ КОМПЛЕКС

Радикальный отечественной  
атомной энергетики, «ядерный  
щит» страны.



### ЯДЕРНЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

В России 10 функционирующих АЭС,  
которые вырабатывают свыше 17%  
всей электроэнергии страны.



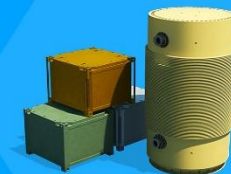
### АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛЬНЫЙ ФЛОТ

Самый мощный ледокольный флот  
в мире, обеспечивает  
функционирование Северного  
морского пути.



### КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Производство материалов  
с экстремально высокой прочностью,  
сопротивлением усталости, модулем  
упругости, химической и коррозионной  
стойкостью.



### ЯДЕРНАЯ И РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Высокий уровень безопасности отрасли.  
Ни одного серьезного нарушения,  
классифицируемого выше первого уровня  
по международной шкале ИАЕС  
за последние 16 лет.



### Обогащение урана



### Производство электроэнергии



### Производство ядерного топлива



### Проектирование, инжиниринг и строительство АЭС



### Ядерное и энергетическое машиностроение



### Сервис и обслуживание оборудования АЭС

# Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года

Новые цели и задачи носят комплексный и неделимый характер и обеспечивают сбалансированность всех трех компонентов устойчивого развития: экономического, социального и экологического.

**25 сентября 2015 года**  
**193 страны приняли**  
**следующие 17**  
**глобальных целей**  
(заседание Генеральной Ассамблеи ООН).



**Sustainable Development Goals (SDGs)**

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/08/transforming-our-world-document-adoption/>



# КАК РАБОТАЕТ ПЭТ-ЦЕНТР



РОСАТОМ

## Циклотронный комплекс

Нарабатывает радионуклиды – ультракороткоживущие позитрон-излучающие изотопы фтора, углерода, азота, кислорода ( $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$ ).

## Радиохимическая лаборатория

Здесь из изотопов синтезируются радиофармпрепараты (РФП) для позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ).



## Контроль качества

Качество РФП проверяют в соответствии с требованиями фармакопейной статьи и регламента производства.

## Фасовка доз

Надому пациенту готовится именно та доза, с учетом индивидуальных особенностей.

## Регистрация пациента



## Прием врача-радиолога

Изучение истории болезни, анализ, подтверждение проведения радиоизотопной физиологии.



## Введение РФП

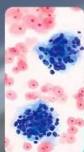
Пациенту внутривенно вводят расчетное количество препарата.

## Зона ожидания

Пациент около часа находится в расслабленном состоянии, тем временем препарат распределяется по организму.

## ПРИНЦИП ПЭТ/КТ-ДИАГНОСТИКИ

$^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{15}\text{O}$  (а также  $^{18}\text{F}$ , выступающий как аналог водорода) принимают самое активное участие в биологических процессах. Соединение, помеченное таким радионуклидом, является метаболическим субстратом, что позволяет не инвазивно и количественно оценивать ряд физиологических и биохимических процессов. Биохимические процессы отличаются в патологических очагах. Эти изменения предшествуют анатомическим повреждениям или распространяются за их пределы. ПЭТ – «функциональная томография».



Наиболее широко используемый в ПЭТ РФП – ФДГ (фтордезоксиглюкоза (ФДГ)). ФДГ используется для оценки энергетического метаболизма. Высокая скорость обмена глюкозы, а значит, большой уровень накопления РФП наблюдается в первую очередь в злокачественных опухолях и метастазах. В то время, как низкий уровень метаболизма глюкозы наблюдается при оценке нежизнеспособного миокарда в кардиологии. Повышение и снижение интенсивности излучения от патологического очага улавливается сканнером.



ПЭТ – безопасный метод диагностики, т.к. РФП вводится в организм человека в индикаторных количествах, а тому же большая часть препарата распадается уже во время исследования, что сводит к минимуму лучевую нагрузку.

# АЭС МИРА: САМЫЕ ЗНАМЕНИТЫЕ И НЕОБЫЧНЫЕ

На сегодняшний день 31 страна мира получает энергию с помощью 192 атомных электростанций. У многих из этих станций есть общие черты: мощность, проверенная годами надежность, нужность людям. Есть и различия – например, тип реакторов. А у некоторых АЭС есть свои специфические нюансы, которые делают эти станции уникальными и знаменитыми. О них мы вам и расскажем.

### ПЕРВАЯ В МИРЕ ОБНИНСКАЯ АЭС

**Местоположение:** Россия, Калужская область, город Обнинск  
**Ввод в эксплуатацию:** 26 июня 1954 года  
**Мощность:** 5 МВт  
**Особенность:** первая в мире атомная электростанция принимала таких легендарных, как Георгий Жуков, Юрий Гагарин и Индира Ганди.

### САМАЯ СУРОВАЯ БИЛИБИНСКАЯ АЭС

**Местоположение:** Россия, Чукотский АО, рядом с городом Билибино  
**Ввод в эксплуатацию:** 1 апреля 1974 года  
**Мощность:** 48 МВт  
**Особенность:** единственная АЭС в мире, расположенная в зоне вечной мерзлоты. Титул самой северной станции впервые отобрет главный атомный энергообъект «Академик Ломоносов», базирующийся в городе Певек.

### САМАЯ ВЕСЕЛАЯ СПРИНГФИЛДСКАЯ АЭС

**Местоположение:** США, вымышленный город Спрингфилд, предположительно в восточной части страны  
**Ввод в эксплуатацию:** предположительно – 1952 год  
**Мощности:** по некоторым версиям, от 100 до 150 МВт  
**Особенности:** на этой станции инспектором по безопасности в сенторе 76 работает главный герой мультсериала «Симпсоны» Гомер Дней Симпсон. Попасть на АЭС может любой желающий: для этого достаточно просто включить мультфильм.

### САМАЯ ГЛУБОКАЯ АЭС «ШО»

**Местоположение:** Франция, департамент Арденны, коммуна Шо, на берегу реки Маас между французским городом Шарлевиль-Мезьер и бельгийским городом Динан  
**Ввод в эксплуатацию:** 15 апреля 1967 года  
**Мощность:** 3120 МВт  
**Особенность:** ядерный реактор врезан в горную скалу на глубину 110 метров. Сделано это для обеспечения максимальной безопасности в случае возможной аварии. А еще эта станция – совместный проект двойной ответственности: перед Францией и Бельгией.

### САМАЯ МОЩНАЯ АЭС «КАСИВАДЗАКИ-КАРИВА»

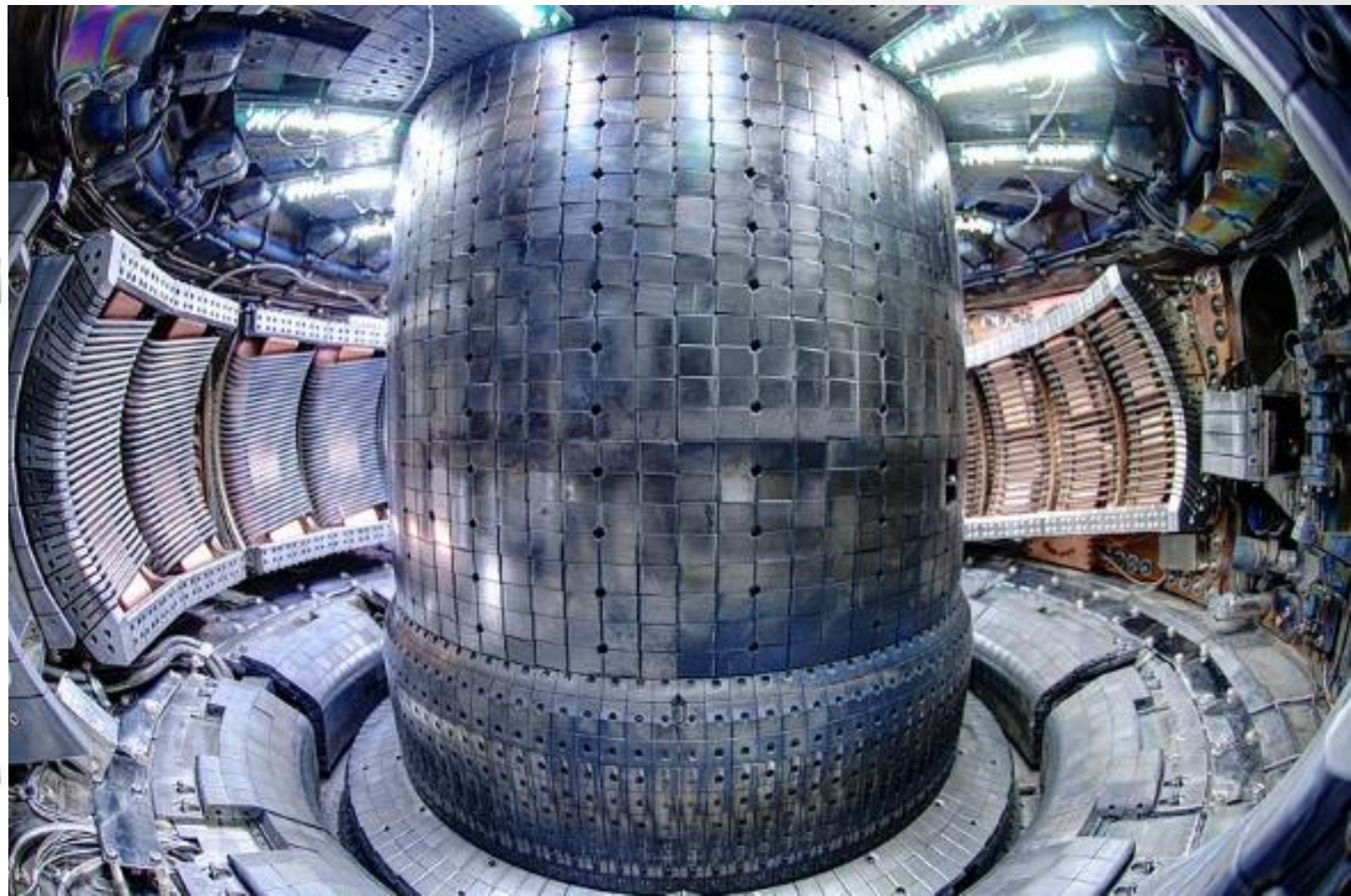
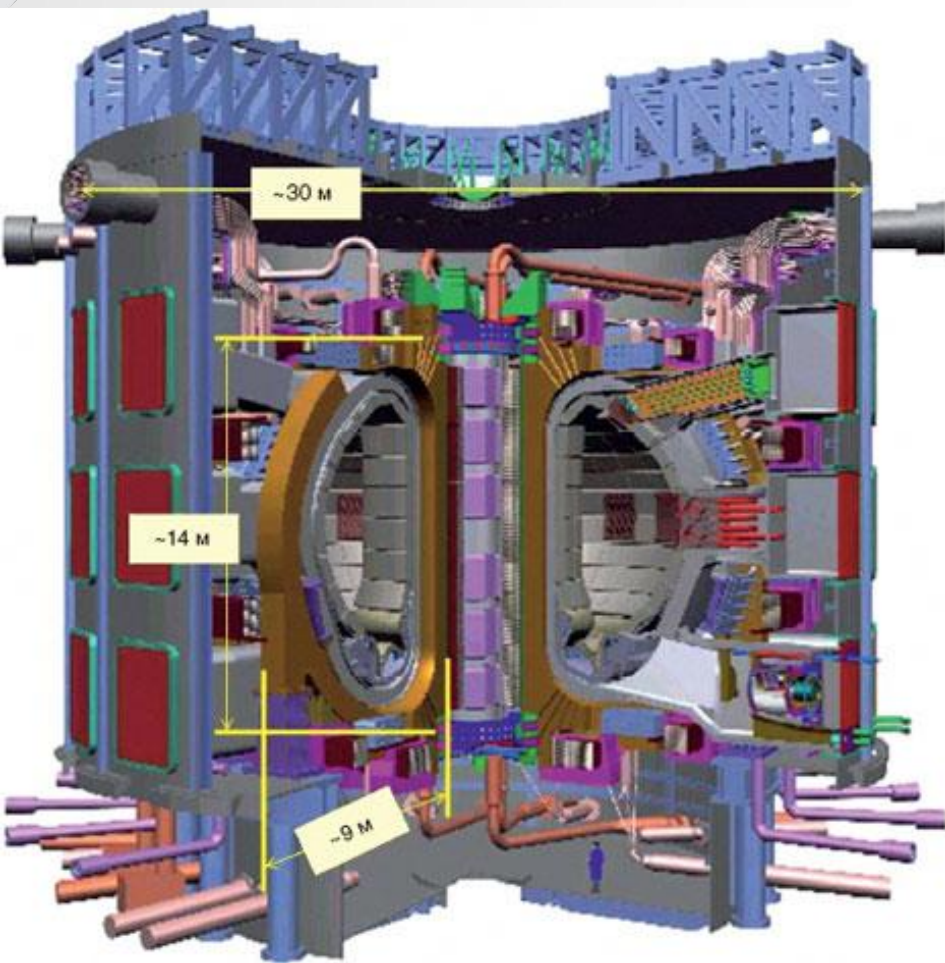
**Местоположение:** Япония, префектура Ниигата, город Касивадзачи  
**Ввод в эксплуатацию:** 18 сентября 1985 года  
**Мощности:** суммарная мощность семи реакторов – 8212 МВт  
**Особенности:** самая мощная атомная станция в мире! Сейчас станции остановлены после землетрясения 2007 года и тайфуна в 2011 году, но известно, что реакторы № 6 и 7 в скором времени снова выдают электричество в сеть.

### САМАЯ МОЩНАЯ АЭС «КАСИВАДЗАКИ-КАРИВА»

**Местоположение:** Япония, префектура Ниигата, город Касивадзачи  
**Ввод в эксплуатацию:** 18 сентября 1985 года  
**Мощности:** суммарная мощность семи реакторов – 8212 МВт  
**Особенности:** самая мощная атомная станция в мире! Сейчас станции остановлены после землетрясения 2007 года и тайфуна в 2011 году, но известно, что реакторы № 6 и 7 в скором времени снова выдают электричество в сеть.



# Внутри термоядерного реактора



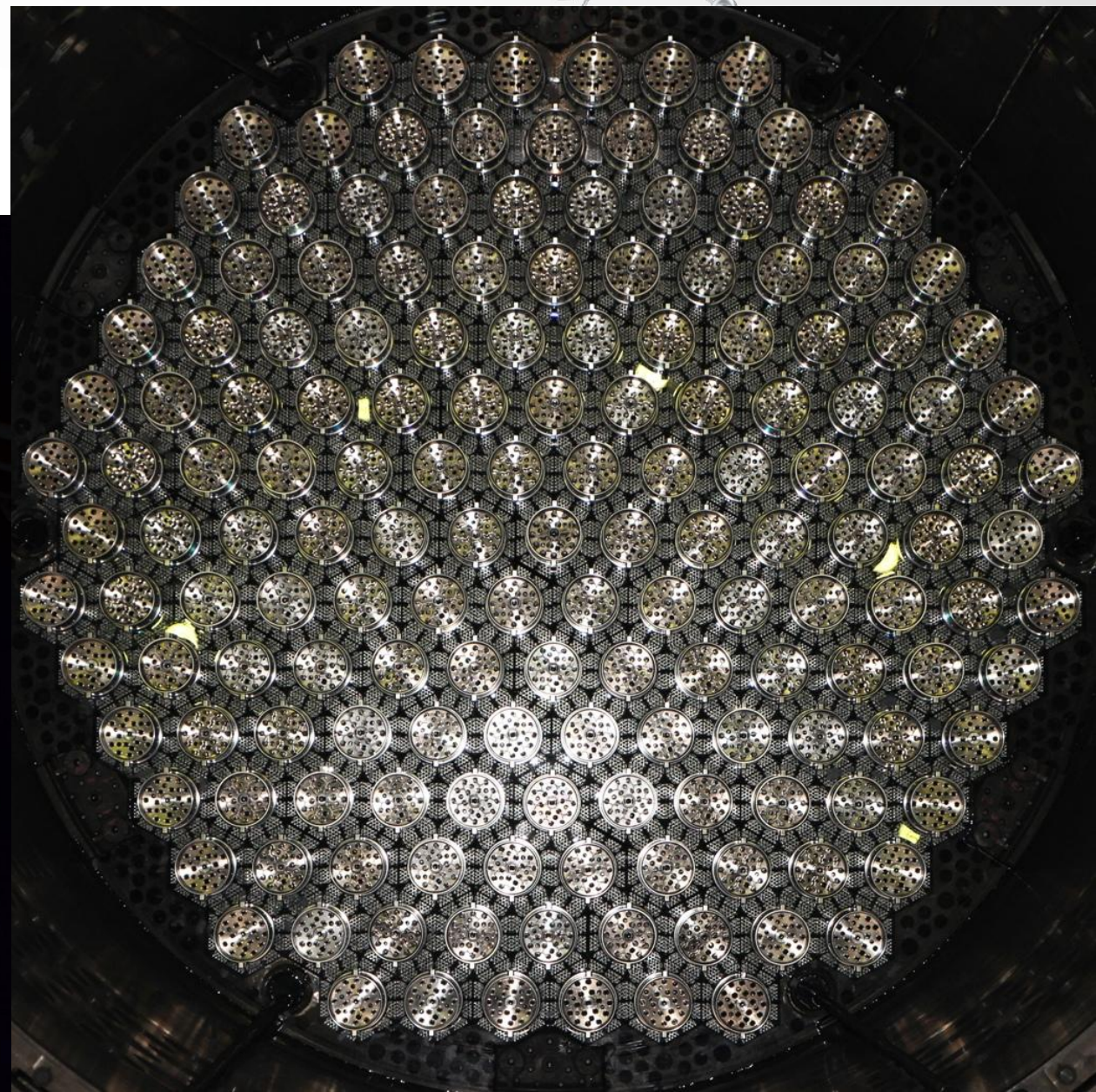
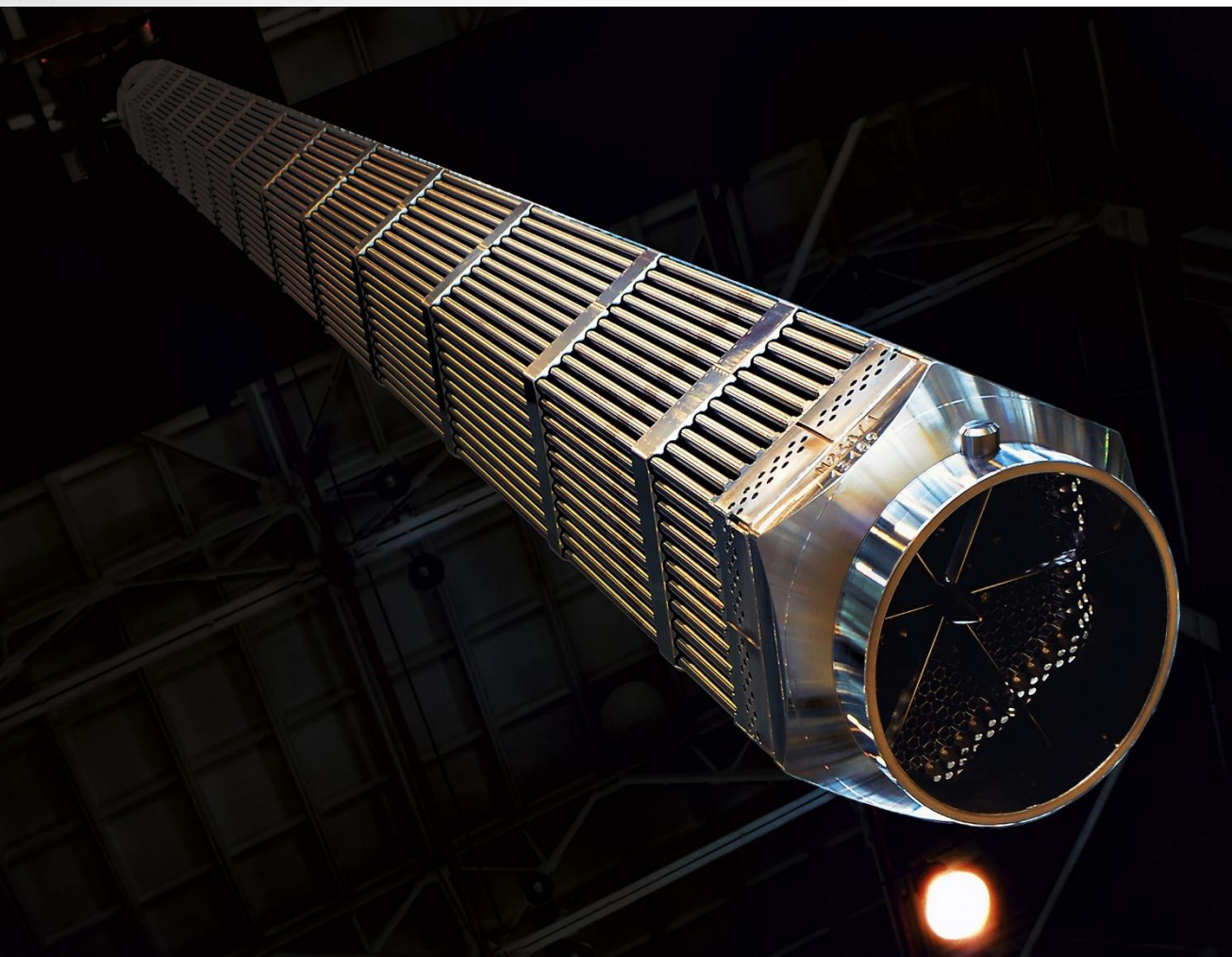


# Ядерное топливо для АЭС



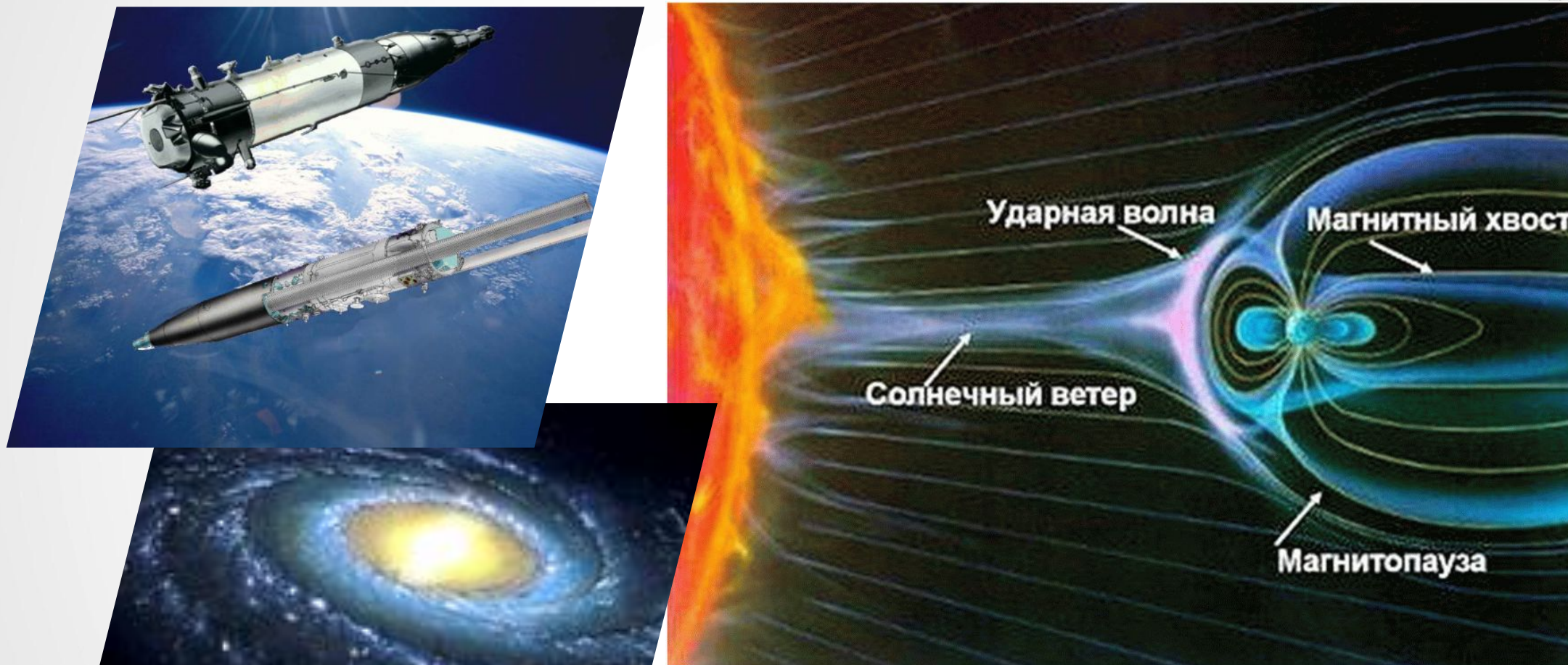


# Внутри ядерного реактора





# Солнечный и галактический ветра (космические лучи)



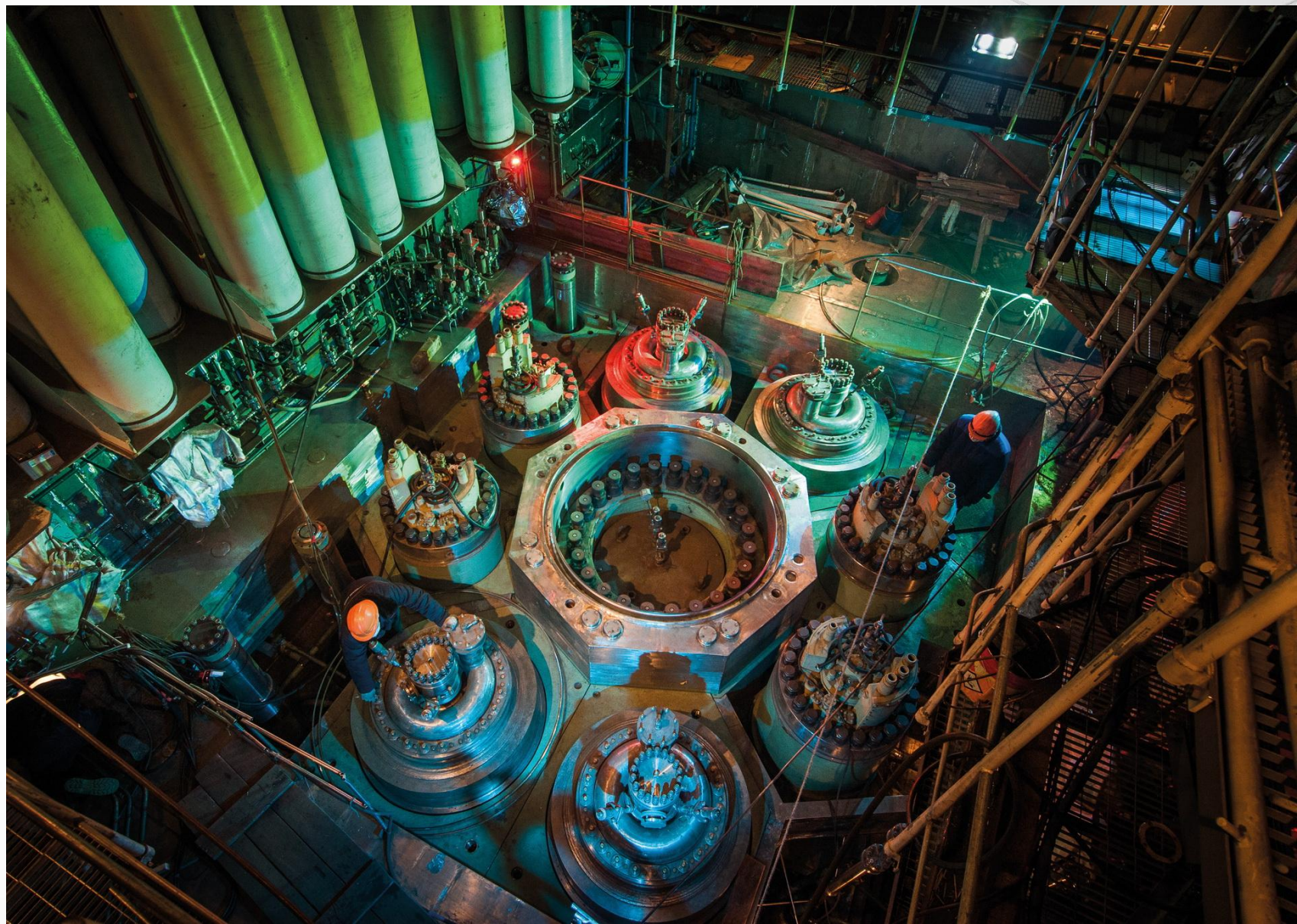
**Вояджер-1,2** аппараты (США), запущенные в 1977 году  
2007 – пересечение границы Солнечной системы

Источником электроэнергии являются три **радиоизотопных термоэлектрических генератора** (РИТЭГ)



# Внутри плавучей атомной станции

Так выглядит реакторная установка на плавучей атомной станции «Академик Ломоносов», которая успешно вырабатывает тепло и электричество для жителей города Певек и Чукотки





# ЧЕТЫРЕ ПОКОЛЕНИЯ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛЬНОГО ФЛОТА РОССИИ

## РАЗВИТИЕ АТОМНЫХ ЛЕДОКОЛОВ В РОССИИ

Ввод в эксплуатацию .....

\* «Вырезали» старую РУ с атомного ледокола «Ленин», вместо неё установили РУ ОК-900

1959

«Ленин»



I РУ ОК-150

1970\*

«Ленин»



II РУ ОК-900

1975

«Арктика»



III РУ ОК-900А

1977

«Сибирь»



III РУ ОК-900А

1985

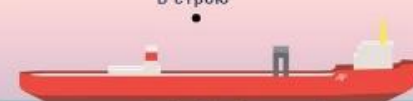
«Россия»  
В строю



III РУ ОК-900А

1988

«Севморпуть»  
В строю



III РУ КЛТ-40

1989

«Советский союз»



III РУ ОК-900А

1989

«Таймыр»  
В строю



III РУ КЛТ-40М

1990

«Вайгач»  
В строю



III РУ КЛТ-40М

1992

«Ямал»  
В строю



III РУ ОК-900А

2007

«50 лет победы»  
В строю



III РУ ОК-900А

СТРОИТЕЛЬСТВО

«Арктика»



IV РУ РИТМ-200

«Сибирь» и «Урал»



IV РУ РИТМ-200

## ПОКОЛЕНИЯ СУДОВЫХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

На сегодняшний день разработано 4 поколения реакторных установок для гражданского атомного флота





# АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛ



РОСАТОМ

АТОМНЫЙ ЛЕДОКОЛ ПРОКЛАДЫВАЕТ ПУТЬ ЧЕРЕЗ ЛЬДЫ ДРУГИМ КОРАБЛЯМ, ЧЕМ ПОДДЕРЖИВАЕТ НАВИГАЦИЮ В АРКТИЧЕСКИХ ВОДАХ КРУГЛЫЙ ГОД.

Северный морской путь – кратчайший между Западом и Востоком. Быстрый и экономически выгодный. Нет очередей и пиратов.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

### ВОДОИЗМЕЩЕНИЕ

Такой объем воды в быту человек использует за 208 лет.

**25 840**

ТОНН

Навигация  
Какой впереди лед,  
капитаны узнают  
со спутников



Вертолет

### ПОМЕЩЕНИЙ

Примерно столько квартир в 10 девятиэтажных жилых домах.

**1 300**

### АВТОНОМНОСТЬ

Ограничена запасами продуктов питания. Без дозаправки топливом судно может ходить 5 лет.

**>6**

МЕСЯЦЕВ

Разработана Ritoni

50 ЛЕТ ПОБЕДЫ

РОСАТОМ ФЛОТ

### СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

6 650 миль

20 дней

### СУЭЦКИЙ КАНАЛ

12 840 миль

40 дней

Длина 159 метров  
или 35 машин

Мощность двигателя –  
75 000 лошадиных сил.  
В 75 раз мощнее  
гоночного автомобиля.

Ограничитель –  
«ледовый зуб»,  
чтобы судно не выбросило на лед

Пневмообмыв  
множество отверстий на корпусе,  
через которые подаются пузырьки  
воздуха, предотвращающие  
налипание льда

Главные  
турбогенераторы

Реактор

Кормовая  
электростанция









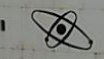






РОСАТОМФЛОТ

ВАЙГАЧ













**Начинайте делать все, что Вы можете  
сделать – и даже то, о чем можете хотя бы  
мечтать. В смелости гений, сила и магия.**

**Спасибо!**

**Матюха Андрей**

**Техник 1 категории (дозиметрист)  
службы радиационной безопасности  
а/л «Ямал»**

