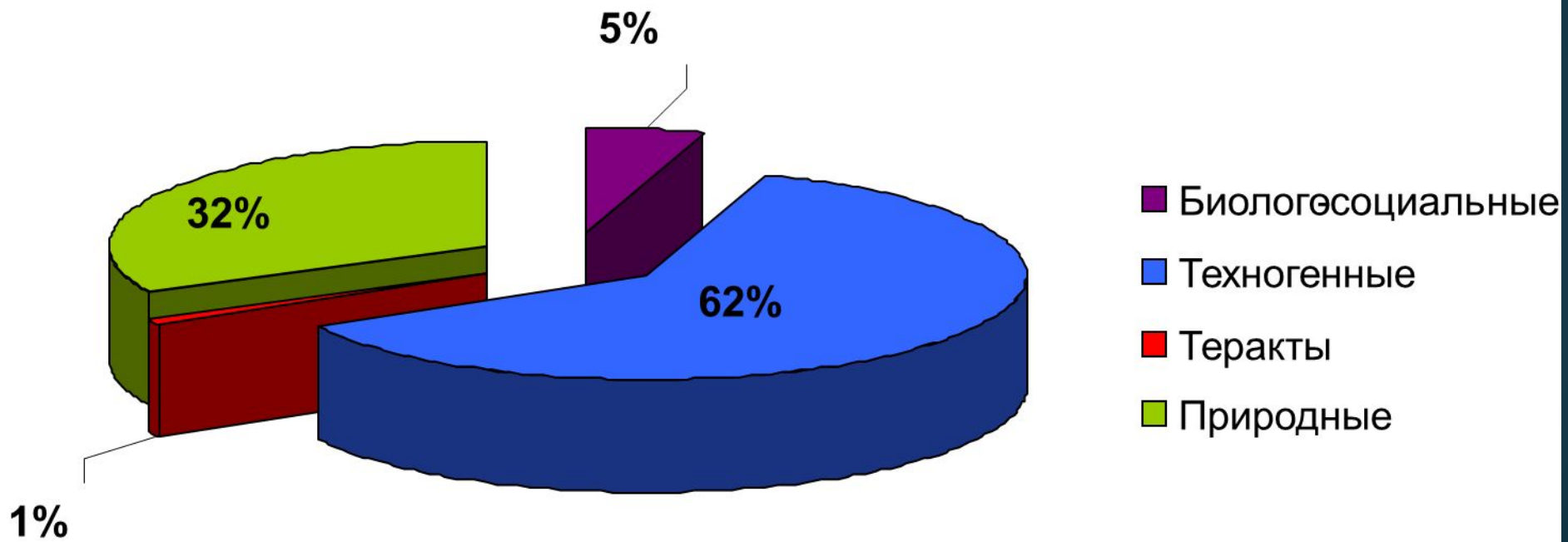


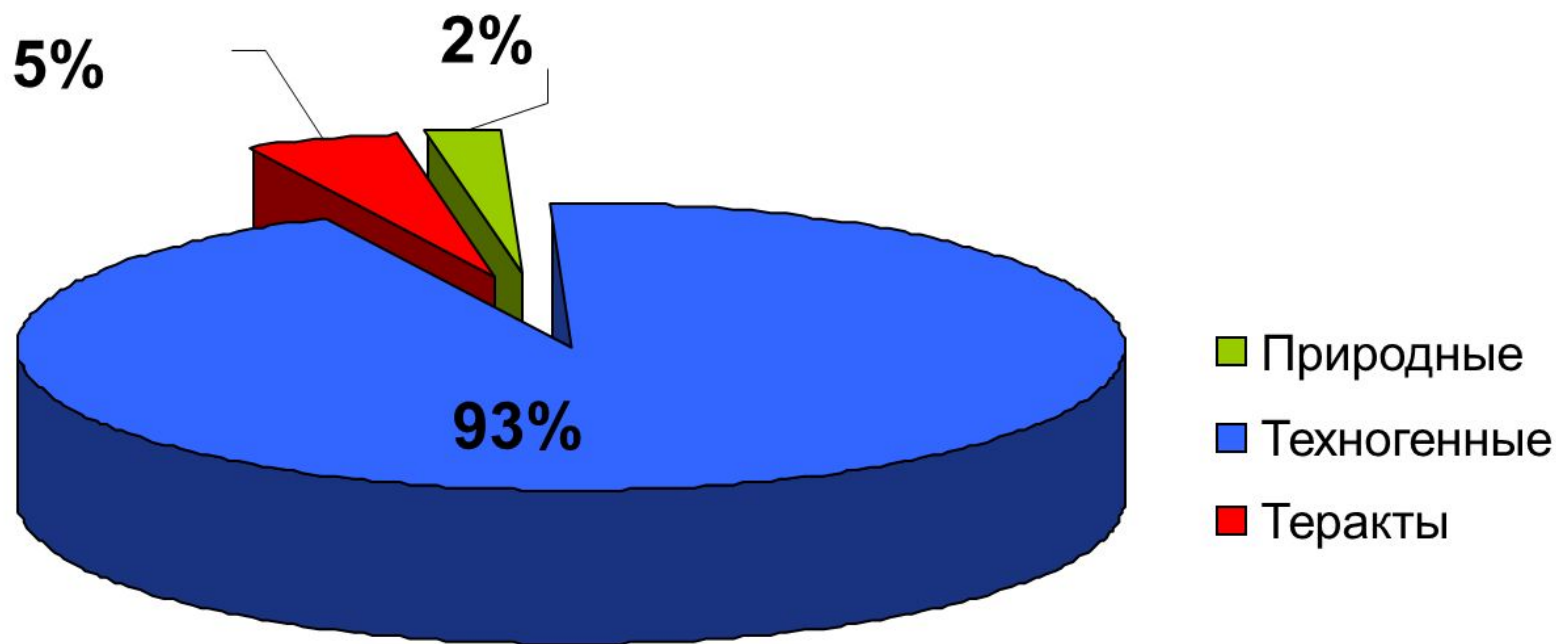
2021 г.



# Структура количественных показателей по видам ЧС



# Структура количественных показателей погибших по видам ЧС и терактам



**Тема №4: «Защита населения и территорий при авариях на радиационно (ядерно) опасных объектах с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду в чрезвычайных ситуациях техногенного характера»**



# **Занятие 1: «Аварии на радиационно (ядерно) опасных объектах и радиоактивное загрязнение окружающей среды.»**

Учебные вопросы:

**1. Радиационно (ядерно) опасные объекты и их характеристика**

**2. Аварии на радиационно (ядерно) опасных объектах и их поражающие факторы.**

**3. Характер радиоактивного загрязнения окружающей среды при авариях на АС.**

**Игорь Васильевич Курчатов** (30.12. 1902- 7.2 1960г. ) — русский советский физик, «отец» советской атомной бомбы. Основатель и первый директор Института атомной энергии с 1943 г. по 1960 г., главный научный руководитель атомной проблемы в СССР, один из основоположников использования ядерной энергии в мирных целях. Академик АН СССР (1943).



В 1948 г. по предложению И. В. Курчатова и в соответствии с заданием правительства начались первые работы по практическому применению энергии атома для получения электроэнергии. В мае 1950 года близ посёлка Обнинское Калужской области начались работы по строительству первой в мире АЭС. **Первая в мире промышленная атомная**

**электростанция мощностью 5 МВт была запущена 27 июня 1954 в СССР в городе Обнинске Калужской области**

**Ростовская • Калининская • Кольская • Курская • Ленинградская • Нововоронежская • Смоленская (Всего 10 АЭС и 32 э/блока вырабатывают – 24 242 МВт-17% от общ)**

**Проектируемые:** Кольская-2 • Курская-2 • Нижегородская • Приморская • Северская • Смоленская-2 • Тверская • Центральная • Южно-Уральская

**Строящиеся :** Балтийская • Ленинградская-2 • Нововоронежская-2 • Плавучая

**Остановленные:** Обнинская • Сибирская ; **Недостроенные :**

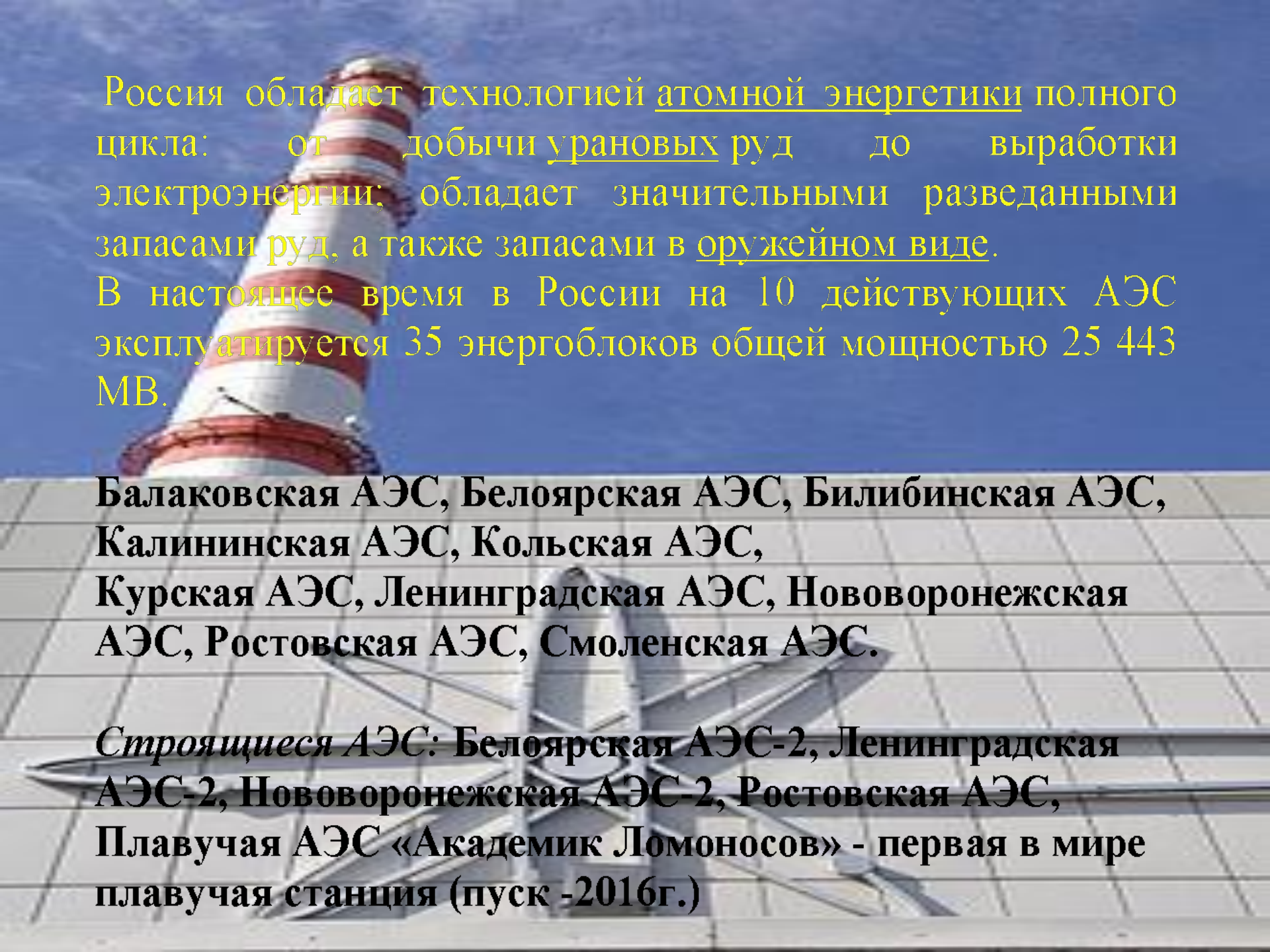
**Башкирская • Воронежская АСТ • Горьковская АСТ • Татарская**

Мировыми лидерами в производстве ядерной электроэнергии являются: США (836,63 млрд кВт·ч/год), Франция (439,73 млрд кВт·ч/год), Япония (263,83 млрд кВт·ч/год), Россия (160,04 млрд кВт·ч/год), Корея (142,94 млрд кВт·ч/год) и Германия (140,53 млрд кВт·ч/год). В мире действует 441 энергетический ядерный реактор общей мощностью 374,692 ГВт[1], российская компания «ТВЭЛ» поставляет топливо для 76 из них (17% мирового рынка)[2].

Крупнейшая АЭС в Европе — **Запорожская АЭС** у г. Энергодар (Запорожская область, Украина), строительство которой начато в 1980 г. С 1996 г. работают 6 энергоблоков суммарной мощностью 6 ГигаВт. Крупнейшая АЭС в мире Касивадзаки-Карива по установленной мощности (на 2008 год) находится в Японском городе Касивадзаки префектуры Ниигата — 8,212 ГВт.(закрыта) (ГЭС -22.4ГВт,КНР, Саньсян).

Мегаватт-  
10<sup>6</sup> Вт;  
Гигаватт-  
10<sup>9</sup> Вт;  
Тераватт-  
10<sup>12</sup> Вт





Россия обладает технологией атомной энергетики полного цикла: от добычи урановых руд до выработки электроэнергии; обладает значительными разведанными запасами руд, а также запасами в оружейном виде.

В настоящее время в России на 10 действующих АЭС эксплуатируется 35 энергоблоков общей мощностью 25 443 МВ.

**Балаковская АЭС, Белоярская АЭС, Билибинская АЭС, Калининская АЭС, Кольская АЭС, Курская АЭС, Ленинградская АЭС, Нововоронежская АЭС, Ростовская АЭС, Смоленская АЭС.**

***Строящиеся АЭС: Белоярская АЭС-2, Ленинградская АЭС-2, Нововоронежская АЭС-2, Ростовская АЭС, Плавучая АЭС «Академик Ломоносов» - первая в мире плавучая станция (пуск -2016г.)***



## КУРСКАЯ АС

Расположена рядом с городом Курчатова Курской области, на берегу реки Сейм. Состоит из четырёх блоков РБМК-1000, введённых в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 годах. Мощность станции – 4 Гвт



# Пла́вучая а́томная электростáнция ( ПАТЭС) «АКАДЕМИК ЛОМОНОСОВ»



Пла́вучая станция может использоваться для получения **электрической и тепловой энергии**, а также **для опреснения морской воды**. В сутки она может выдать от 40 до 240 тысяч тонн пресной воды.

# 1. Радиационно (ядерно) опасные объекты и их характеристика



**К радиационно опасным объектам (РОО)** относятся объекты, на которых хранятся, перерабатываются, используются или транспортируются радиоактивные вещества, при аварии на которых может произойти облучение ионизирующими излучениями людей, сельскохозяйственных животных и радиоактивное загрязнение окружающей среды.



В состав РОО по ряду критериев входят и так называемые ядерно опасные объекты (ЯОО), представляющие наибольшую опасность при авариях.

**Под ядерно опасными объектами** понимаются объекты, имеющие значительное количество ядерноделящихся материалов (ЯДМ) в различных физических состояниях и формах, потенциальная опасность функционирования которых заключается в возможности возникновения в аварийных ситуациях самоподдерживающейся цепной ядерной реакции

(СЦЯР)

**Объекты  
ядерного  
топливного  
цикла (АС) и  
ядерные  
энергетические  
установки раз.**

**Научно-  
исследовательские  
реакторы**

**Объекты ядерно-  
оружейного  
комплекса**



# Радиационно-опасные объекты

**РНЦ**  
**«Курчатовский институт»**  
**СЗАО**  
**(пл. Курчатова – 1)**

**НИ И КИЭ**  
**им. Н.А. Доллежала**  
**ЦАО**  
**(ул. Малая Красносельская – 2/8)**

**7 -**  
**ИЯР**



**1 -**  
**ИЯР**



Кроме этого, на территории г. Москвы находятся:

- \* бесхозные свалки и хранилища р/а отходов
- \* предприятия использующие ИИИ

**МИФИ**  
**ЮАО**  
**(Каширское шоссе – 31)**



**1 -**  
**ИЯР**

# РОО Московской области



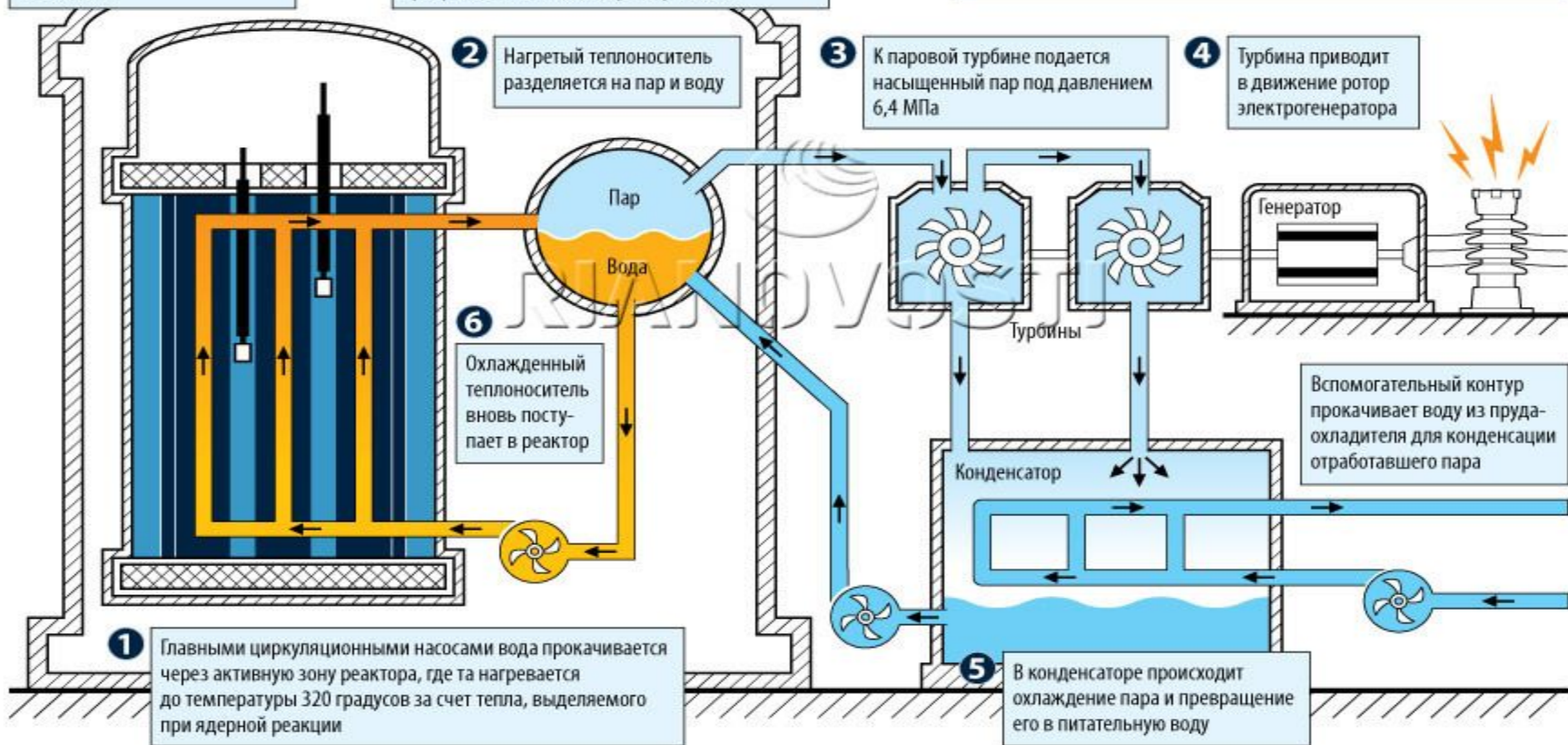
# Устройство атомной электростанции

Атомная электростанция (АЭС) – комплекс сооружений, предназначенных для выработки электрической энергии путем использования энергии, выделяемой при контролируемой ядерной реакции

## Основные процессы в работе АЭС

Контуры реактора герметичны для безопасности работы реактора для персонала и населения

Система управления и защиты реактора (СУЗ) – стержни, содержащие поглощающий нейтроны элемент (бор) предназначены для быстрого прекращения цепной ядерной реакции

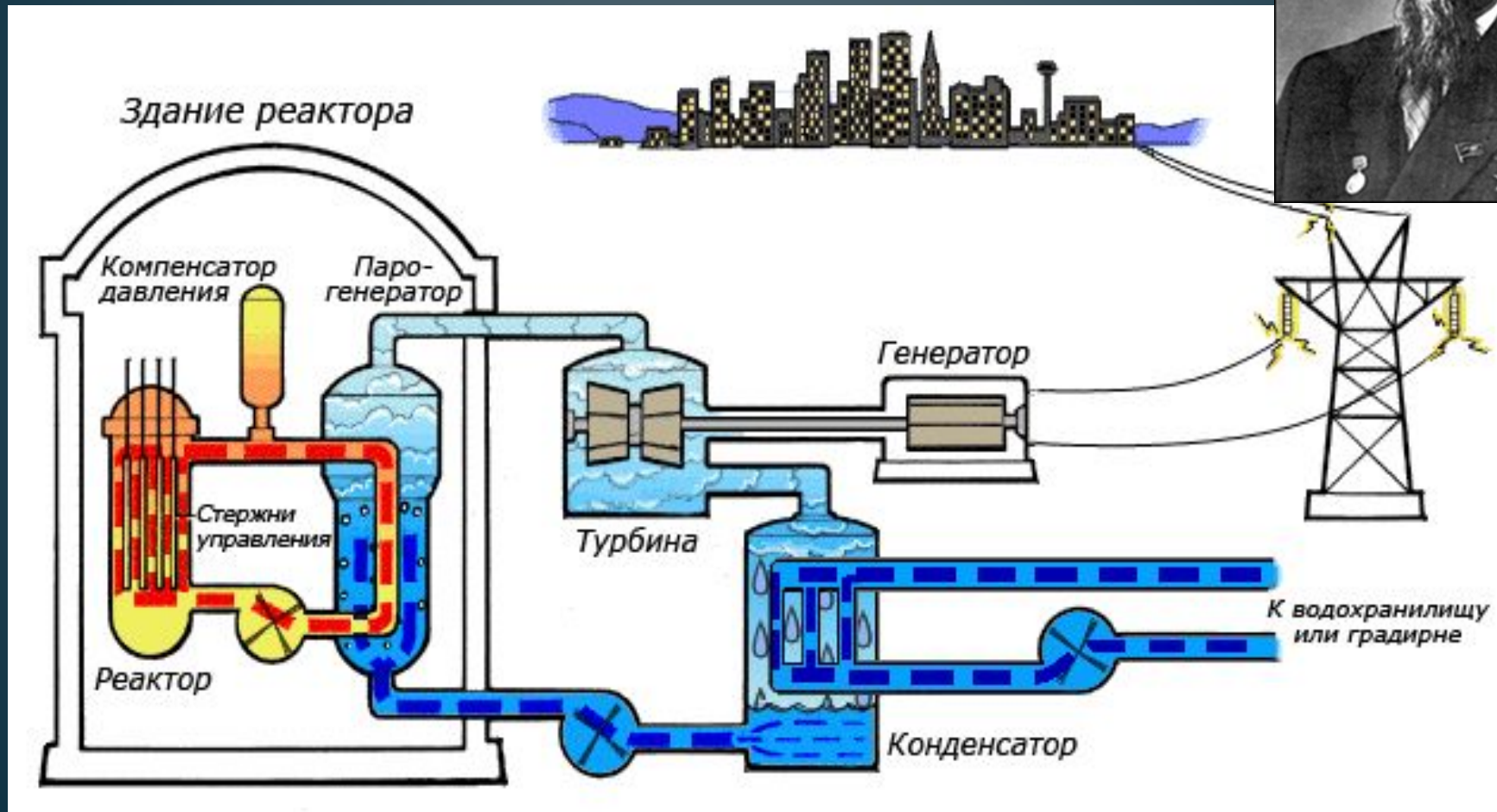
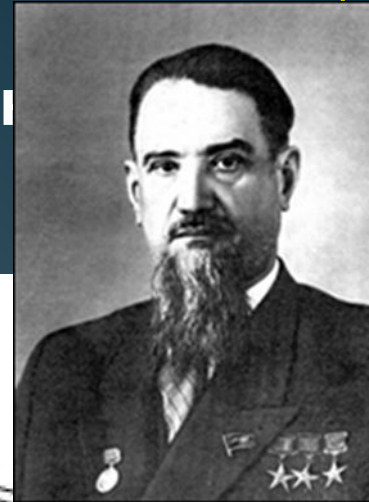


## Основной блок АЭС – атомный реактор

- Легководный реактор:
  - кипящий – пар, вращающий турбины, образуется в активной зоне (РБМК – реактор большой мощности, канальный)
  - водо-водяной – пар образуется во втором контуре, связанном с первым контуром теплообменниками и парогенераторами (энергетический реактор – ВВЭР)
- Газоохлаждаемый реактор с графитовым замедлителем
- Реактор, в котором и теплоносителем, и замедлителем является тяжелая вода, а топливом – природный уран
- Существует также реактор на быстрых нейтронах



# Схема работы атомной электростанции на двухконтурном водо-водяном энергетическом реакторе





# КЛАССИФИКАЦИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Вызвать цепную реакцию можно либо путем повышения в природном уране содержание урана -235 (обогащение до 25%), либо путем замедления основной массы образующихся в реакторе нейтронов до тепловых скоростей, используя способность слабо обогащенного урана-235 к более активному захвату тепловых нейтронов.

**Реакторы**, в которых используется замедление нейтронов – реакторы на медленных нейтронах. **Реакторы** с использованием сильно обогащенного урана – реакторы на быстрых нейтронах

В качестве ядерного топлива в реакторах на медленных нейтронах используется диоксид урана с содержанием урана-235 (2-4%), в реакторах на быстрых нейтронах – сильно обогащенный уран или плутоний-239.

В реактор ядерное топливо помещается в виде сборок твэлов (тепловыделяющих элементов) – циркониевых трубок, заполненных таблетками диоксида урана

В процессе работы атомная станция по мере «выгорания» топлива в твэлах реактора накапливается большое количество радиоактивных продуктов деления. **Таким образом, основными источниками ионизирующих излучений на АС являются: в активной зоне реактора - радиоактивные продукты деления, а вне её - различное оборудование и элементы контура, в процессе работы получающие наведённую радиацию.**

# АТОМНЫЕ СТАНЦИИ

## ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА

На медлен.  
нейтронах

По типу реактора

На быстрых  
нейтронах

По виду замедлителя нейтронов

графитные

водные

По виду теплоносителя

водные

водные

С жидким  
натрием

По количеству контуров

одноконтурные

двухконтурные

трехконтурн.

трехконтурные

По назначению

АЭС, АТЭЦ  
(теплоэлектростанция)

АЭС

АСТ(станция  
теплоснабжения)

АЭС

# Классификация радиационных объектов по потенциальной радиационной опасности (ОСПОРБ-99/2010)

По потенциальной радиационной опасности устанавливается четыре

**К I категории** относятся радиационные объекты, при аварии на которых возможно их радиационное воздействие на население **и могут потребоваться меры по его защите.**

**Во II категории** объектов радиационное воздействие при аварии **ограничивается территорией санитарно-защитной зоны.**

**К III категории** относятся объекты, радиационное воздействие при аварии которых **ограничивается территорией объекта.**

**К IV категории** относятся объекты, радиационное воздействие от которых при аварии **ограничивается помещениями, где проводятся работы с источниками излучения.**

Категория радиационных объектов должна устанавливаться на этапе их проектирования. Для действующих радиационных объектов категории устанавливаются администрацией по согласованию с органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор

# Системы безопасности АС.

**Ядерная и радиационная безопасность АС обеспечивается комплексом систем безопасности, предназначенных для предотвращения повреждений ядерного топлива и оболочек твэлов; аварий, вызванных нарушением контроля и управления цепной ядерной реакцией деления; нарушений теплоотвода из реактора и других аварийных ситуаций**

**Системы управления и защиты реактора** (комплекс бариевых стержней - поглотителей нейтронов, опускаемых в активную зону для управления ходом реакции и остановки реактора)

**Система аварийного охлаждения** (система насосов для прокачки большой массы холодной воды через активную зону).

**Системы безопасности должны включаться автоматически при возникновении аварийных ситуаций, требующих их действия!!!**

## 2. Аварии на радиационно (ядерно)

II

## опасных объектах и их поражающие факторы.

Под аварией на РОО (ЯОО) понимается нарушение штатного режима работы объекта с выбросом радиоактивных веществ (РВ), приводящее к облучению персонала, населения и радиоактивному загрязнению окружающей среды



<http://lnrt.ru>

В СССР первая тяжелая радиационная авария произошла 19 июня 1948 года, на следующий же день после выхода атомного реактора по наработке оружейного плутония (объект «А» комбината «Маяк» в Челябинской области) на проектную мощность

**12 декабря 1952 года в Канаде произошла первая в мире серьезная авария на атомной электростанции. Техническая ошибка персонала АЭС Чолк-Ривер (штат Онтарио) привела к перегреву и частичному расплавлению активной зоны.**

**29 ноября 1955 года «человеческий фактор» привел к аварии американский экспериментальный реактор EBR-1 (штат Айдахо, США). В процессе эксперимента с плутонием, в результате неверных действий оператора, реактор саморазрушился, выгорело 40% его активной зоны.**

**10 октября 1957 года в Великобритании в Виндскейле произошла крупная авария на одном из двух реакторов по наработке оружейного плутония. Вследствие ошибки, допущенной при эксплуатации, Радиоактивные осадки загрязнили обширные области Англии и Ирландии; радиоактивное облако достигло Бельгии, Дании, Германии, Норвегии.**

**В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года на четвертом блоке Чернобыльской АЭС (Украина) произошла крупнейшая ядерная авария в мире. Загрязнена территория площадью 160 тысяч квадратных километров. Пострадали северная часть Украины, Беларусь и запад России. Радиационному загрязнению подверглись 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек.**

# ПОСЛЕДСТВИЯ

26 апреля 1986



28 апреля 1986



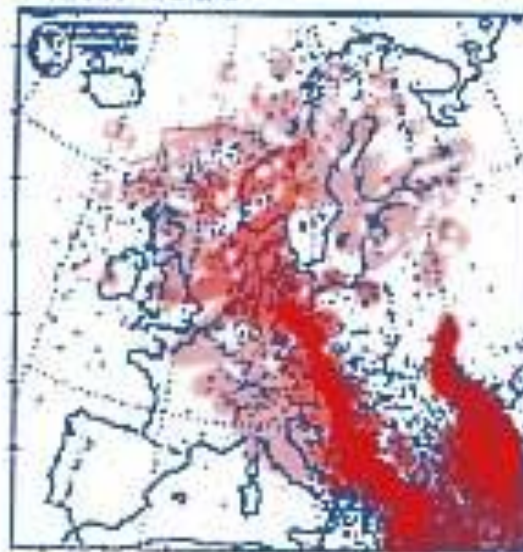
30 апреля 1986



2 мая 1986



4 мая 1986



6 мая 1986



**«Фукусима-1», расположенная в городе Окума префектуры Фукусима, входит в число 25 крупнейших атомных электростанций мира. Шесть энергоблоков станции вырабатывают в общей сложности до 4,7 гигаватт энергии. АЭС серии «Фукусима» - всего их в Японии шесть и ещё две готовились к запуску — составляли основу энергетической системы**





Одной из нерешённых проблем к 2016г. на "Фукусиме-1" остается проблема **накопления радиоактивной воды**. На АЭС создана система, которая последовательно очищает большие объемы воды от различных радиоактивных элементов, прежде всего цезия и стронция 90.

Однако действующие на аварийной станции технологии не позволяют очищать отходы от опасного радиоактивного изотопа — **трития**. На "Фукусиме-1" на конец 2015 года **миллион** кубометров жидких радиоактивных отходов..

Другая острая проблема — происходящие на станции **утечки радиоактивной воды**. Самая крупная после аварии утечка на АЭС произошла в августе 2013 года.(300 т.).

Уровень радиационного фона в зоне до 80-километров от АЭС "Фукусима-1" за пять лет после аварии **снизился в среднем на 65%,**



11 августа 2015 года в Японии впервые с 2013 года был запущен атомный реактор — энергоблок 1 АЭС Сэндай. 15 октября заработал второй реактор АЭС Сэндай. 29 января 2016 года компания Kansai Electric Power запустила третий реактор на АЭС Такахама.

АЭС Касивадзаки Карив

## САМЫЕ ОПАСНЫЕ АТОМНЫЕ СТАНЦИИ: 8 СТРАН

Издание Oil Price составило список стран, чьи АЭС наиболее уязвимы к угрозе цунами. Согласно докладу Научного сообщества и информационной службы развития Европейской комиссии (CORDIS) в мире есть 23 атомные электростанции и 74 реактора, которые находятся в районах высокого риска.

### КИТАЙ

В настоящее время в Китае действует 21 энергоблок и еще 27 находятся в стадии строительства.

### ТАЙВАНЬ

Шесть атомных реакторов в Тайване обеспечивают четверть мощности базовой

### ЯПОНИЯ

В Японии находятся 7 АЭС с 19 реакторами, которые находятся в непосредственной опасности из-за цунами, в том числе "Фукусима-1".

## **ЮЖНАЯ КОРЕЯ**

**23 реактора обеспечивают 20,7 ГВт электроэнергии, и это почти треть потребностей страны. Планируется увеличить мощность на 59% до 32,9 ГВт к 2020 г.**

## **США**

**Многие сейсмологи считают, что зона Cascadia является потенциальным местом для землетрясений, которые будут похожи на те, которые недавно произошли в Японии и Чили. Это ставит США на одну из высоких ступеней риска. В США более 100 реакторов**

## **ПАКИСТАН**

**Общая мощность составляет всего 725 МВт, но власти хотят увеличить этот показатель в 10 раз**

## **ИНДИЯ**

**3 из 7 АЭС расположены на побережье, а землетрясения в стране происходят весьма часто.**

## **ИРАН**

**В настоящее время у Ирана только один работающий атомный реактор, а строительство второго только идет,**

# ПОРАЖАЮЩИЕ ФАКТОРЫ

## АВАРИИ

### НА ОБЪЕКТЕ

**– ионизирующее излучение** как непосредственно при выбросе радиоактивных веществ, так и при радиоактивном загрязнении территории объекта;

**тепловое воздействие** (при наличии пожаров или аварии);

**ударная волна** (при наличии взрыва или аварии)

### ВНЕ ОБЪЕКТА

**– ионизирующее излучение** как поражающий фактор радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Из всех поражающих факторов, возникающих в результате аварии на РОО(ЯОО) наибольшую и специфическую опасность для жизни и здоровья людей представляет **ионизирующее излучение (ИИ)**.

# Радиация и Радиоактивность

В самом широком смысле слова, **радиация** (лат. "сияние", "излучение") — это процесс распространения энергии в пространстве в форме различных волн и частиц. Сюда можно отнести: инфракрасное (тепловое), ультрафиолетовое, видимое световое излучение, а также различные типы **ионизирующего излучения**. Наибольший интерес с точки зрения здоровья и безопасности жизнедеятельности представляет **ионизирующая радиация**, т.е. виды излучений, способные вызывать ионизацию вещества, на которое они воздействуют.

**Радиоактивность** — это способность веществ и предметов испускать **ионизирующее излучение, т.е. быть источником радиации**. В зависимости от характера предмета и его происхождения разделяют термины: **естественная радиоактивность и искусственная радиоактивность.**

Степень воздействия радиационного излучения на организм человека принято измерять **в Зивертах** (сокращенно Зв,  $1 \text{ Зв} = 1000 \text{ мЗв} = 1000000 \text{ мкЗв}$ ). Делается это с помощью специальных приборов для измерения радиации — дозиметров.

**Естественная радиоактивность** сопровождает спонтанный распад ядер вещества в природе и характерна для "тяжелых" элементов таблицы Менделеева (с порядковым номером более 82)

Естественной радиоактивностью обладает почва, вода, атмосфера, некоторые продукты и вещи, многие космические объекты. Первоисточником естественной радиации во многих случаях служит излучение Солнца и энергия распада некоторых элементов земной коры. Естественной радиоактивностью обладает даже сам человек. В организме каждого из нас имеются такие вещества как рубидий-87 и калий-40, создающие персональный радиационный фон. Источником радиационного излучения может быть здание, стройматериалы, предметы обихода, в которые входят вещества с нестабильными атомными ядрами.

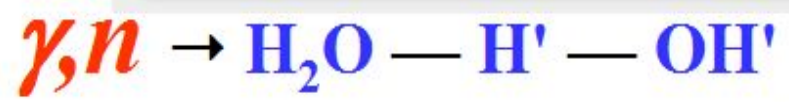
## **Искусственная радиация и радиоактивность**

В отличие от естественной, искусственная радиоактивность — следствие человеческой деятельности.

# Основные пути воздействия ИИ на организм человека



Основной процесс воздействия ИИ на ткани живого организма **заключается** в затратах поглощенной энергии на разрыв химических связей в молекулах белков с образованием высокоактивных свободных радикалов



$\text{H}^\bullet$  и  $\text{OH}^\bullet$  (обладая большой химической активностью) взаимодействуют с биологическими веществами и вызывают их изменения на физическом, химическом и генетическом уровнях.



# Ионизирующее излучение



**Нормальная  
клетка**



**Клетка, атакованная  
свободными радикалами**



**Поврежденная  
клетка**

Организм при поступлении продуктов ядерного деления подвергается длительному, убывающему по интенсивности, облучению.

Наиболее интенсивно облучаются органы, через которые поступили радионуклиды в организм (органы дыхания и пищеварения), а также щитовидная железа и печень. Дозы, поглощённые в них, на 1-3 порядка выше, чем в других органах и тканях. По способности концентрировать всосавшиеся продукты деления основные органы можно расположить в следующий ряд:

**щитовидная железа > печень > скелет > мышцы.**

Так, в щитовидной железе накапливается до **30%** всосавшихся продуктов деления, преимущественно радиоизотопов йода.

# Естественные источники радиации

Избежать облучения ионизирующим излучением невозможно. Жизнь на Земле возникла и продолжает развиваться в условиях постоянного облучения. Радиационный фон Земли складывается из трех компонентов: космическое излучение; излучение от рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов; излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов.

## космическое излучение;

Космическое излучение складывается из частиц, захваченных магнитным полем Земли, галактического космического излучения и корпускулярного излучения Солнца. В его состав входят в основном электроны, протоны и альфа-частицы. Доза равная около **0.35 мЗв в год.**

излучение от рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов. В настоящее время на Земле сохранилось 23 долгоживущих радиоактивных элемента с периодами полураспада от 10<sup>7</sup> лет и выше.

**Доза равная около 0.35 мЗв в год.**

В организме человека постоянно присутствуют радионуклиды земного происхождения, **поступающие через органы дыхания и пищеварения**. Наибольший вклад в формирование дозы внутреннего облучения вносят  $^{40}\text{K}$ (калий),  $^{87}\text{Rb}$ (свинец), и нуклиды рядов распада  $^{238}\text{U}$  и  $^{232}\text{Th}$  (Торий).

**Средняя доза внутреннего облучения за счет радионуклидов земного происхождения составляет **1.35 мЗв/год****. Наибольший вклад (около 3/4 годовой дозы) дают не имеющий вкуса и запаха **тяжелый газ радон и продукты его распада**. В зонах с благоприятным климатом **концентрация радона в закрытых помещениях в среднем примерно в 8 раз выше, чем в наружном воздухе**.

Таким образом, **эффективная доза от внутреннего облучения за счет естественных источников (1.35 мЗв/год) в среднем примерно в два раза превышает дозу внешнего облучения от них (0.7 мЗв/год)**. Следовательно, **суммарная доза внешнего и внутреннего облучения от естественных источников радиации **В среднем равна 2-3 мЗв/год****. Для отдельных контингентов населения она может быть выше

# РАДИОНУКЛИДЫ ЗЕМНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

## Радионуклиды, вносящие основной вклад в формирование дозы

Элемент	Период полураспада, лет	Вид излучения
<sup>40</sup> K калий	$1,28 \cdot 10^9$	$\beta$
<sup>232</sup> Th торий	$1,41 \cdot 10^{10}$	$\alpha$
<sup>238</sup> U	$4,47 \cdot 10^9$	$\alpha$
<sup>235</sup> U	$7,04 \cdot 10^8$	$\alpha$
<sup>87</sup> Rb рубидий	$4,7 \cdot 10^{10}$	$\beta$

## Концентрация естественных радионуклидов в почве

Нуклид	Концентрация, Бк/кг(беккерель/кг)	
	средняя	диапазон
<sup>40</sup> K калий	370	140-700
Серия <sup>232</sup> Th торий	35	4-130
Серия <sup>238</sup> U	35	4-140
Серия <sup>226</sup> Ra радий	40	5-160

## Содержание радионуклидов в строительном материалах

Нуклид	Активность, Бк/кг		
	<sup>40</sup> K калий	Ra радий	Th торий
Типичный строительный материал	500	50	50
Гранит	1200	90	50
Шлакоблоки	400	150	150
Фосфогипс	60	600	30



суммарная доза внешнего и внутреннего облучения от естественных источников радиации **в среднем равна 2-3 мЗв/год.**

# Требования к ограничению облучения населения (НРБ-99/2009)

## Основные пределы доз

Нормируемые величины*	Пределы доз	
	Персонал (группа А)**	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год в хрусталике глаза***	150 мЗв	15 мЗв
коже****	500 мЗв	50 мЗв
кистях и стопах	500 мЗв	50 мЗв

5.4.2. При проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований и научных исследований практически здоровых лиц годовая эффективная доза облучения этих лиц **не должна превышать 1 мЗв.**



# Возможные дозы облучения в мирное время



Просмотр ТВ  
в течение года

**1** мЗв



Полет на  
самолете 2500 км

**0,01** мЗв



Облучение при  
флюорографии

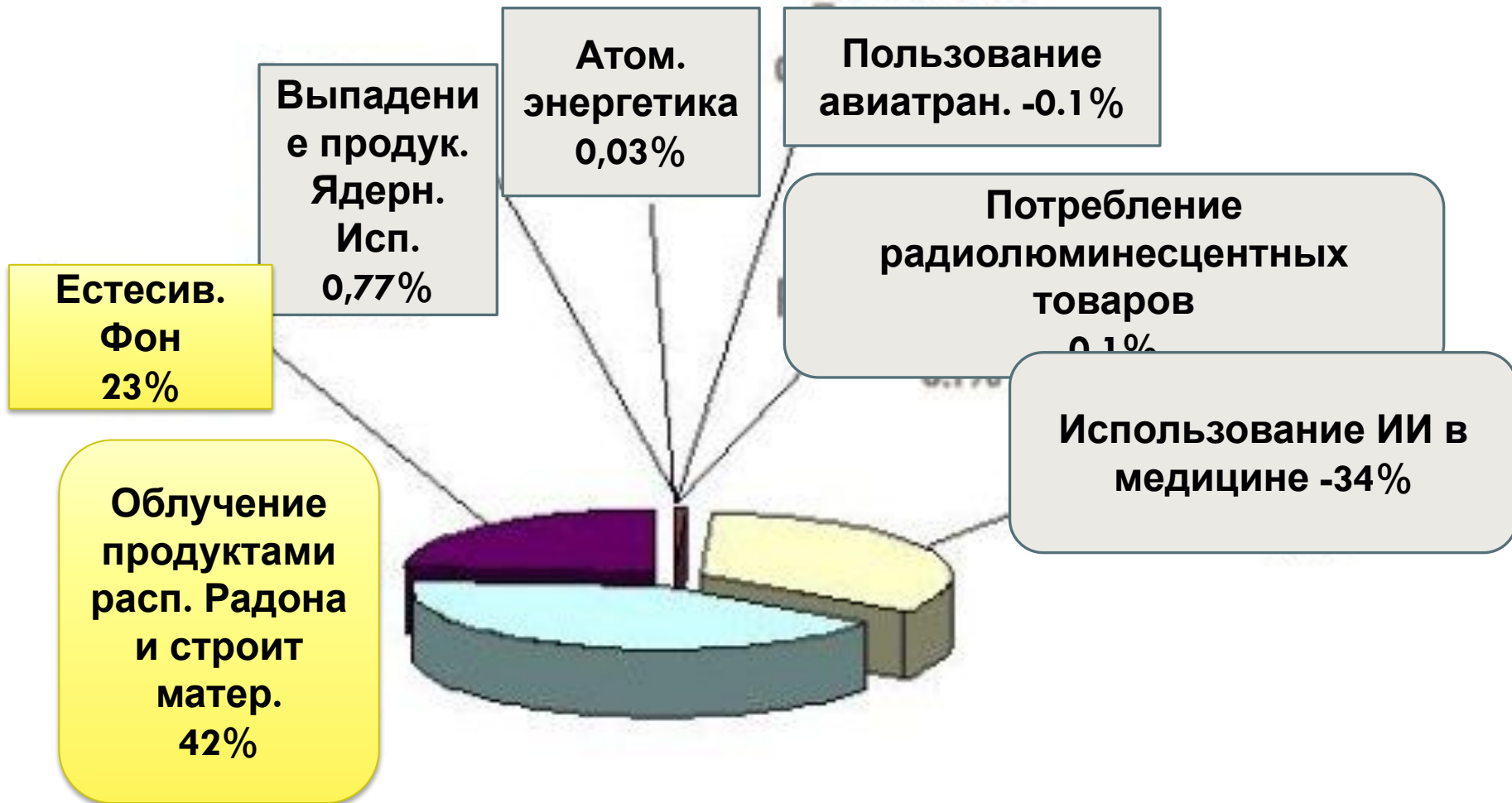
**0.1-0.9** мЗв

«НРБ - 99»

Облучение населения за 1 год	<b>1,0</b> мЗв
Облучение населения за 70 лет	<b>70</b> мЗв
Аварийное облучение населения	<b>0,1</b> Зв
Облучение персонала на АЭС	<b>0,25</b> Зв
Облучение при рентгенографии зуба	<b>0,03</b> Зв
Рентгенография желудка	<b>0,3</b> Зв
Наблюдения изменения в крови	<b>0,75</b> Зв
Нижний уровень лучевой болезни	<b>1,0</b> Зв
Летальная доза 50% облученных	<b>до 5,0</b> Зв



# СТРУКТУРА ИСТОЧНИКОВ РАДИАЦИИ ЧЕЛОВЕКА



# Допустимые и смертельные дозы для человека

- **Зиверт** (обозначение: Зв, Sv) — единица измерения СИ эффективной доз ионизирующего излучения (используется с 1979 г.).  $1\text{ мЗв} = 0,001\text{ Зв}$

При облучении всего тела, 1 Зв вызывает изменения в крови, 2 — 5 Зв вызывает облысение и белокровие, порядка 3 Зв приводит к смерти в течение 30 дней в 50 % случаев.

Острая лучевая болезнь (ОЛБ) — наступившая вследствие однократного облучения.

По тяжести ОЛБ делят на несколько степеней:

I степень  $1\div 2$  Гр (проявляется через 14—21 день)

II степень  $2\div 5$  Гр (через 4—5 дней)

III степень  $5\div 10$  Гр (после 10—12 часов)

IV степень  $>10$  Гр (после 30 минут). (  $1\text{ Зв}=1\text{ Гр}$  )

Согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача № 11 от 21.04.2006 "Об ограничении облучения населения при проведении рентгенорадиологических медицинских исследований" п. 3.2. необходимо

Обеспечить соблюдение годовой эффективной дозы **1 мЗв** при проведении профилактических медицинских рентгенологических исследований, в том числе при проведении диспансеризации.

# Возможные аварии на АС и их характеристика

В соответствии с классификацией нарушений в работе АС, принятой в РФ, на АС могут происходить **аварии** и **происшествия**

**Аварии на** АС носят радиационный характер, т.е. происходят с выбросом радиоактивных веществ

По характеру протекания аварийного процесса аварии

**Радиационная авария** – это потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийным бедствием или иными причинами, которые могли привести или привели к облучению людей выше установленных пределов или к радиоактивному загрязнению окружающей среды.

**Ядерная авария**, связанна с нарушением правил эксплуатации или с повреждением ядерного реактора, ядерного взрывного устройства или других объектов, содержащих делящиеся материалы, в результате которых происходит неконтролируемое выделение ядерной энергии деления, представляющее опасность для жизни и здоровья людей и наносящее ущерб окружающей природной среде.

# По критерию возможности локализации аварии системами безопасности АС

ПРОЕКТНЫЕ

ЗАПРОЕКТНЫЕ

## ПО МАСШТАБУ АВАРИИ

локальные

местные

территориальные

федеральные

трансграничные

Международная шкала оценки событий на атомных станциях (в России введена с 1990г.)

По критерию нарушений в работе АС, приводящим при авариях и происшествиях к различному характеру радиоактивного загрязнения окружающей среды и требующим принятия определённых мер защиты населения, аварии классифицируются по содержанию понятия «аварийная опасность» (АО) по системе АО1- АО4 и «происшествия» (П) - по системе П01-П10.

Наименование  
события

Уровень  
события

Содержание события

Необходимость защиты населения

<p><b>1 АВАРИИ</b> Глобальная авария</p>	<p><b>7</b> <b>( А О1)</b></p>	<p>Выброс в окружающую среду большой части продуктов деления активной зоны, приведший к превышению дозовых пределов для за проектной аварии. Возможны острые лучевые поражения населения; длительное воздействие на окружающую среду. <b>НЕОБХОДИМО</b> проведение различных мер по защите населения (эвакуация).</p>
<p>Тяжелая авария</p>	<p><b>6</b> <b>(А О2)</b></p>	<p>Выброс в окружающую среду значительной части продуктов деления, приведший к превышению дозовых пределов для проектных аварий. Возможны поражения населения и воздействия на окр. среду. <b>Необходимо</b> проведение мер по защите населения.</p>
<p>Авария с риском для окружающей среды</p>	<p><b>5</b> <b>(А О3)</b></p>	<p>Выброс в окр. среду продуктов деления, приведший к незн. превышению дозовых пределов для проект. аварии. Возможно част. поражения населения. <b>Необходимо</b> проведение защиты населения и персонала станции.</p>

<p>Авария в пределах АС</p>	<p>4 ( А04)</p>	<p>Выброс в окружающую среду продуктов деления, не превышающих дозовых пределов для проектной аварии. Превышение дозовых пределов внутри АС. <b>Необходимо проведение мер по защите персонала АС. Защиты населения не требуется</b></p>
<p>2 Происшествия</p> <p><b>Серьезное происшествие</b></p>	<p>3 ( П 01)</p>	<p>Выброс в окружающую среду продуктов деления выше допустимого выброса без нарушений пределов безопасной эксплуатации. Превышение дозовых пределов внутри АС. Возможны незначительные повреждения персонала. <b>Требуется защита персонала. Защита населения не требуется.</b></p>
<p><b>Происшествие средней тяжести или незначительные</b></p>	<p>2 , 1 (По2 – П10)</p>	<p>Неработоспособность отдельных каналов систем безопасности или повреждения технологических систем, не приводящие к аварии, без выброса продуктов деления. <b>Защита персонала и населения не требуется</b></p>

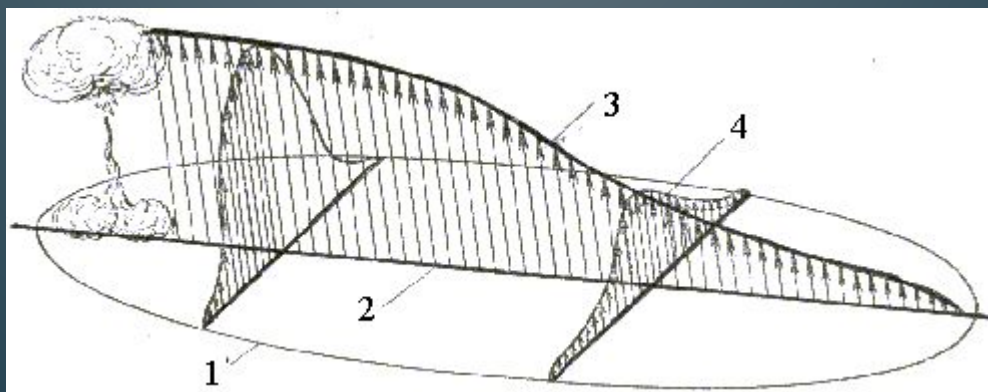
# ХАРАКТЕР РАЗВИТИЯ (ФАЗЫ) АВАРИИ НА

## АС

ФАЗЫ	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ	ВОЗДЕЙСТВИЕ НА НАСЕЛЕНИЕ И ОКР. СРЕДУ
<b>РАННЯЯ (РФА)</b>	От момента возникновения аварийной ситуации до прекращения выброса продуктов распада , оседание радиоактивных осадков. (от нескольких часов до нес. суток)	<b>Внешнее облучение</b> (рад.облако, рад. загрязнение местности) и внутреннее – за счет ингаляционного поступления радионуклидов (йода-131) в организм человека.
<b>СРЕДНЯЯ (СФА)</b>	От окончания РФА до завершения принятия основных экстренных мер по защите населения.(ЧерАЭС- 1 год)	<b>Внешнее облучение</b> от загрязненной радионуклидами местности и, частично <b>внутреннее</b> за счет поступления рад-в в организм с пищевыми продуктами и водой
<b>ПОЗДНЯЯ (ПФА)</b>	Продолжается до тех пор, пока полностью не исчезнет необходимость в проведении мер защиты людей	<b>Внутреннее облучение</b> – поступление рад-в в организм с продуктами местного производства, «дарами леса»; <b>внешнее</b> облучение при нахождении на загрязненных территориях по производственной или личной надобности

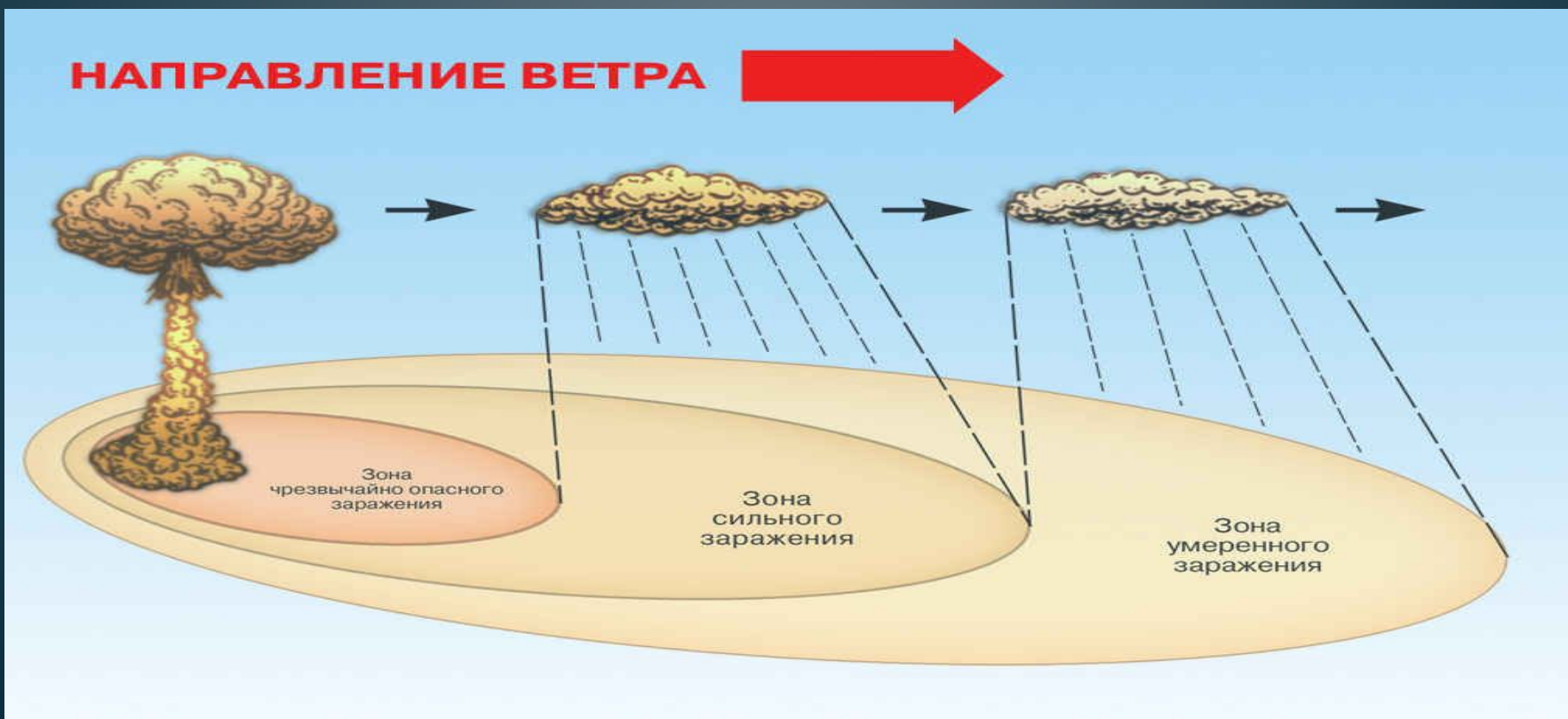
### 3. Характер радиоактивного загрязнения окружающей среды при авариях на АС.

При авариях на АС с взрывом (разгерметизацией) реактора в результате оседания продуктов выброса **возникает радиоактивное загрязнение** окружающей среды, **которое вместе с облаком газоаэрозольной смеси радионуклидов создаёт мощный поток ионизирующих излучений, являющийся основным поражающим фактором для населения,** проживающего за пределами промышленной зоны АС. Кроме того, радиоактивное загрязнение местности будет **иметь ряд других особенностей,** влияющих на характер мер по защите населения и территорий.





1. Вследствие большой продолжительности выбросов и неоднократной перемены за это время направления ветра радиоактивное загрязнение в рассматриваемых условиях будет иметь **форму широкого сектора или круга**, охватывающего значительную площадь. ( При ликвидации аварии на ЧАЭС сектор, охватывающий зону ветровых перемещений за 10 суток, составил около 270 градусов.)

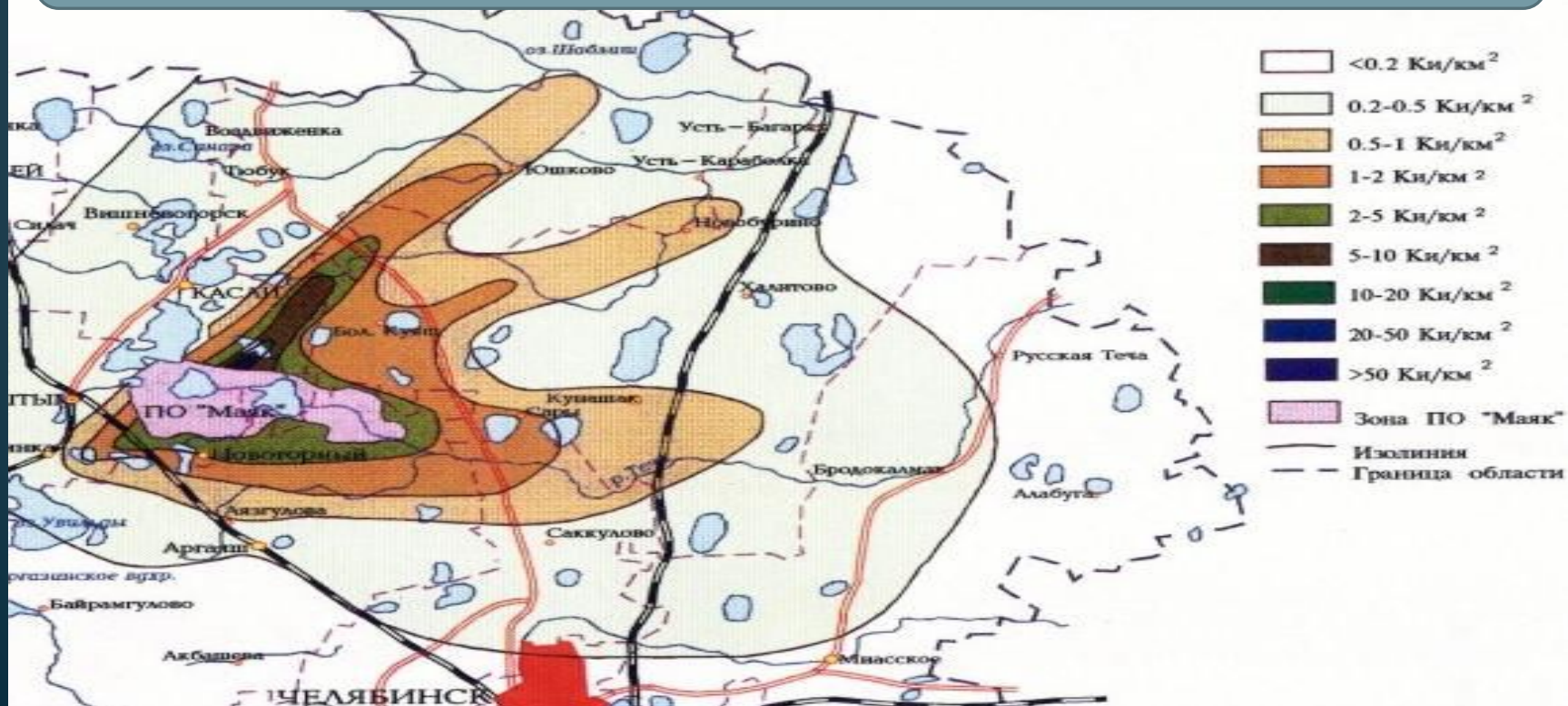


2.Аэрозоли, из которых состоит радиоактивное облако, имеют **мелкодисперсный характер** с размером частиц 2мкм(микрометров,  $1\text{ мкм}=10^{-6}\text{ м}$ ) и менее, вследствие чего они обладают высокой проникающей способностью через фильтры защитных средств, **что способствует их поступлению** (прежде всего биологически опасных «горячих частиц» в органы дыхания человека даже при наличии фильтрующих СИЗ.



3. Радиоактивное загрязнение местности в рассматриваемых условиях будет иметь **неравномерный «пятнистый» характер**, когда участки с высокими уровнями радиации могут обнаруживаться на большом удалении от источника загрязнения.

Всё это затрудняет использование результатов прогнозирования и требует проведения регулярного радиационного контроля.



1. Естественный спад активности радионуклидов при загрязнении в результате аварии на АС происходит значительно медленнее и более плавно, чем при загрязнении от ядерных взрывов, а следовательно, и загрязнение в результате аварии на АС будет продолжаться значительно дольше, чем аналогичная при ядерном взрыве.

Коэффициент спада  $K_{сп}$  в зависимости от времени, прошедшего после взрыва

Время после взрыва (ч)	1	2	3	4	5	6	7
К сп АС	1	1,32	1,55	1,83	1,9	2,02	2,15
К сп ЯВ	1	2,3	3,7	5,3	6,7	8,6	10