

# Проект

По теме: «Влияние атомной энергетики на жизнедеятельность человека и окружающую среду».

*«В социальных структурах будущее определяется целями людей»*

# Актуальность проекта:

- Сегодня при изучении физики, в частности темы *ядерная физика*, обучение проводится лишь на информационном уровне.
- При формировании личностных качеств не используется гуманистический, эстетический, гуманитарный потенциал физики.
- Включение в программу физики вопросов, связанных с влиянием атомной энергии на окружающую среду позволит учащимся продвинуться по пути познания предмета, лучше понять его.

Этапы проекта

# Предназначение проекта:

Предлагаем изучать материал по данной теме через использование деятельностного подхода на уроке, в форме ролевой игры.

Только во время деятельности происходит:

- **углубленное понимание темы** раздела, через разностороннее раскрытие данной проблемы;
- **формирование гражданской позиции учащихся;**
- **раскрытие межпредметных связей**, что помогает заинтересовать учащихся;

# Задачи:

- Развитие и удовлетворение познавательного интереса, интеллектуальных и творческих способностей учащихся в процессе самостоятельного приобретения знаний с использованием различных источников информации;
- повышение информационной, коммуникативной, экологической культуры, опыта самостоятельной деятельности и личной ответственности;
- совершенствование общеучебных, специальных умений и навыков в ходе выполнения программы курса,
- создание в представлении учащихся целостной картины мира
- сознанный выбор здорового образа жизни
- воспитание гражданской позиции.

# Этапы занятия.

**I ЭТАП-** организационный (установка на работу):

- *Знакомство с планом занятия*
- *Постановка проблемы*
- *Распределение учащихся в группы по ролям*

**II ЭТАП-** деятельностный (самоопределение учащихся, список групп)

- *Распределение учащихся по ролям в группах*
- *Работа учащихся над поставленной задачей*  
*(выбор плюсов и минусов по данному вопросу)*

**III ЭТАП-** обработка результатов (работа в группах)

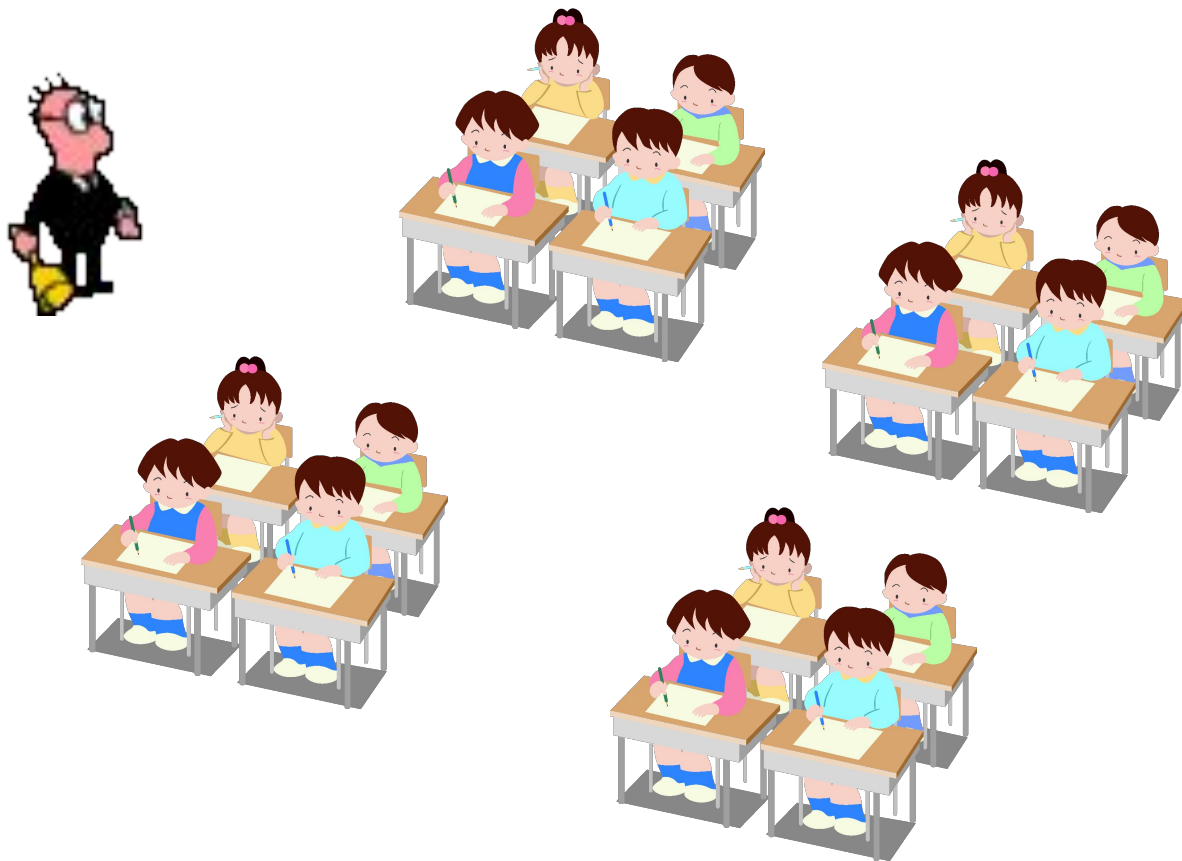
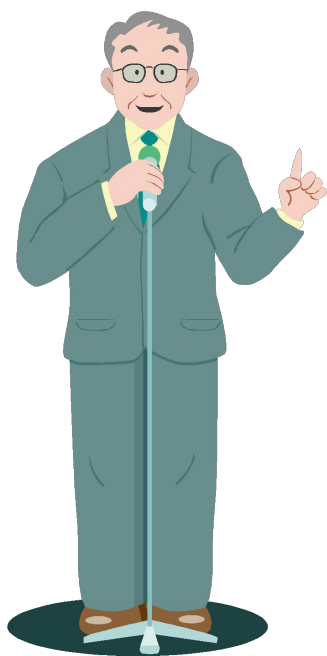
- *Обсуждение в группе, составление конспекта*
- *Выполнение отчета*

**IV ЭТАП-** выступление и защита своей работы

- *общее заседание: доклады, обсуждение, итоговая сборка материала*

[Материалы к уроку](#)

# I этап УСТАНОВКА НА РАБОТУ



Следующий этап

# II ЭТАП САМООПРЕДЕЛЕНИЕ УЧАЩИХСЯ ПО ГРУППАМ



Следующий этап

# III ЭТАП РАБОТА В ГРУППАХ



**ГРУППА ВОЕННЫХ**



**ГРУППА ЭКОЛОГОВ**



**ГРУППА ЭКОНОМИСТОВ**



**ГРУППА ФИЗИКОВ-  
ТЕОРЕТИКОВ**



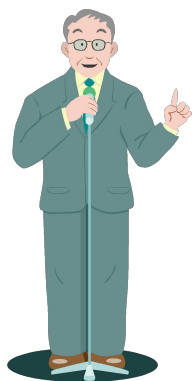
**ГРУППА МЕДИКОВ**



[Следующий этап](#)



# IV ЭТАП- ОБЩЕЕ ЗАСЕДАНИЕ, ВЫСТУПЛЕНИЕ С ДОКЛАДАМИ



# Этапы проекта

<b>№</b>	<b>Деятельность на данном этапе</b>
1	<p><b>Выбор и обсуждение главной идеи будущего проекта.</b> Выбор темы проекта, его типа и количества участников. Продумывание учителем возможных вариантов проблем, которые важно исследовать в рамках намеченной тематики. Сами проблемы выдвигаются учащимися с подачи учителя. Уместна мозговая атака.</p>
2	<p><b>Структурирование проекта с выделением подзадач для определенных групп учащихся, подбор необходимых материалов.</b> Распределение задач по группам.</p>
3	<p><b>Обсуждение методических аспектов и организация работы учащихся на уроке и во внеурочное время.</b> Обсуждение методов исследования, поиска информации, методов обработки информации, творческих решений.</p>
4	<p><b>Исследовательская деятельность учащихся.</b> Самостоятельная работа учащихся по индивидуальным или групповым исследовательским, творческим задачам. Проведение промежуточных обсуждений полученных данных в группах.</p>
5	<p><b>Защита, оппонирование проектов.</b> Коллективное обсуждение, экспертиза, объявление результатов внешней оценки, формулировка выводов.</p>



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

1. Методические рекомендации
2. Используемые ресурсы
3. Используемая литература

# Методические рекомендации

Данный проект рекомендуется для применения в старших классах общеобразовательных учреждений. Для реализации потребуются следующее оснащение кабинета:

- Компьютер(по количеству групп, образованных в ходе занятия) с подключенной сетью;
- Обучающие программы по физике(«Живая физика», «Физика 1-С», «Открытая физика», «Энциклопедия по физике(Кирилла и Мефодия)»);
- Проектор для демонстрации отчетов учащихся в виде презентаций;
- Видеомагнитофон и телевизор.



# РЕСУРСЫ:

- <http://nuclphys.sinp.msu.ru/radiation/soderganie.htm>
- [http://www.bellona.no/ru/international/russia/nuke\\_industry/siberia/seversk/29165.html](http://www.bellona.no/ru/international/russia/nuke_industry/siberia/seversk/29165.html)
- <http://www.machaon.ru/atomsec/cap1.html#1.2.1>
- <http://bluesbag6.narod.ru/>
- <http://bluesbag6.narod.ru/index10.html>
- <http://bluesbag7.narod.ru>
- <http://bestworks.irkutsk.fio.ru>
- <http://www.wdcb.ru/mining/book/content.html>
- [http://www.nvnpp.vrn.ru/ru\\_win/about/advantages.html](http://www.nvnpp.vrn.ru/ru_win/about/advantages.html)
- Алексахин Р.М, Крышев И.И, Фесенко С.В, Санжарова Н.И."Радиоэкологические проблемы ядерной энергетики", Атомная энергия, том 68, вып. 5, май 1990 г.
- Бадев В.В, Егоров Ю.А, Казаков С.В."Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС", Москва, Энергоатомиздат, 1990 г.
- Букринский А.М, Сидоренко В.А, и др "Безопасность атомных станций и ее государственное регулирование", Атомная энергия, том 68, вып. 5, май 1990 г.
- Касьянов В.А. Физика 11 класс. Учебник для общеобразовательных учреждений. М., ДРОФА, 2003
- Публикация МКРЗ N 26, "Радиационная защита", Москва, Атомиздат, 1978 г.
- Видеофильм «урановый город», 2004 г.
- Видеофильм «Чернобыль», 1998 г.



# Название групп

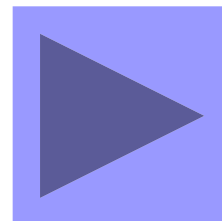
- Медработники
- Военные
- Экологи
- Физики- энергетика

Выберите ваше  
направление

# Ответить на предложенные вопросы

ВАМ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ТРИ ВОПРОСА. ПРИ ПРАВИЛЬНОМ ОТВЕТЕ НА ВОПРОС ВЫ АВТОМОТИЧЕСКИ ДОПУСКАЕТЕСЬ К СЛЕДУЮЩЕМУ ЭТАПУ.

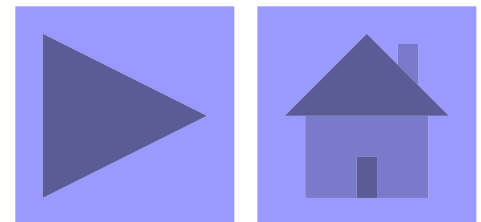
НАЖМИТЕ КНОПКУ ДАЛЕЕ



# Ответить на предложенные вопросы

ВАМ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ТРИ ВОПРОСА. ПРИ ПРАВИЛЬНОМ ОТВЕТЕ НА ВОПРОС ВЫ АВТОМАТИЧЕСКИ ДОПУСКАЕТЕСЬ К СЛЕДУЮЩЕМУ ЭТАПУ.

НАЖМИТЕ КНОПКУ ДАЛЕЕ

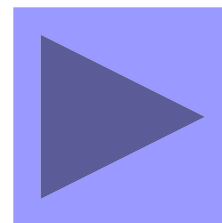




# Ответить на предложенные вопросы

ВАМ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ТРИ ВОПРОСА. ПРИ ПРАВИЛЬНОМ ОТВЕТЕ НА ВОПРОС ВЫ ДОПУСКАЕТЕСЬ В СЛЕДУЮЩИЙ ЭТАП.

НАЖМИТЕ КНОПКУ ДАЛЕЕ



# вопрос

- Какой химический элемент является конечным в цепочке ядерных превращений в атомных реакторах Железногорска?

ПЛУТОНИЙ

ВОДОРОД

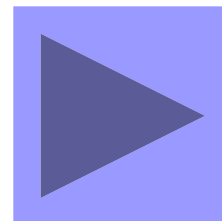
УРАН 238

подсказка

# Ответить на предложенные вопросы

ВАМ ПРЕДЛАГАЕТСЯ ТРИ ВОПРОСА. ПРИ ПРАВИЛЬНОМ ОТВЕТЕ НА ВОПРОС ВЫ ДОПУСКАЕТЕСЬ В СЛЕДУЮЩИЙ ЭТАП.

НАЖМИТЕ КНОПКУ ДАЛЕЕ



# вопрос

- Какая временная характеристика радиоактивных элементов(изотопов) делает некоторые из них наиболее опасными для здоровья и жизни человека на зараженных территориях?

ПОРЯДКОВЫЙ  
НОМЕР

ВАЛЕНТНОСТЬ

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА

# вопрос

- Опасна ли для здоровья человека вода из 2 контура охлаждения водо-водяного реактора?

НЕТ

ДА

Подсказка

# вопрос

- От какого вида радиоактивного излучения легче защититься :альфа или бетта ?

АЛЬФА

БЕТТА

подсказка

# Вопрос:

- Какое из радиоактивных излучений является самым опасным для человека?

$\alpha$        $\beta$        $\gamma$

[подсказка](#)

# вопрос

- Какова максимально-допустимая доза радиоактивного облучения для человека?

150mP

25 P

8 кP



# вопрос

- Какой радиоактивный элемент(изотоп) применяется в лечебных целях санатория «БЕЛОКУРИХА» ?

U239

Pb

Rn

Подсказка

# вопрос

- Какой элемент ядерного реактора позволяет регулировать интенсивность протекания цепной реакции в реакторе?

ВОДА В ПЕРВОМ КОНТУРЕ ОХЛАЖДЕНИЯ

ПАРОГЕНЕРАТОР

СТЕРЖНИ, ПОГЛАЩАЮЩИЕ НЕЙТРОНЫ

подсказка

# вопрос

- На какой показатель (процесса цепной реакции) воздействуют управляющие стержни в атомном реакторе?

КОЭФФИЦИЕНТ РАЗМНОЖЕНИЯ НЕЙТРОНОВ

ТЕМПЕРАТУРУ

МАССУ

# Источники информации

КТО ГДЕ	Мед.	Воен.	Экол	физики - энерге тики	для ВСЕХ ГРУПП
компьютер	<u>М1</u>	<u>В1</u>		<u>У1</u>	 
учебник	<u>М2</u>	<u>В2</u>	<u>Э2</u>	<u>У2</u>	
Доп. литература	<u>М3</u>	<u>В3</u>	<u>Э3</u>	<u>У3</u>	
видео	<u>М4</u>	<u>В4</u>	<u>Э4</u>	<u>У4</u>	
Слайды фото	<u>М5</u>	<u>В5</u>	<u>Э5</u>	<u>У5</u>	

# вопрос

- Какая бомба имеет больший разрушительный эффект : атомная или термоядерная ?

АТОМНАЯ

ТЕРМОЯДЕРНАЯ

Подсказка

# вопрос

- Что опаснее при взрыве атомной бомбы :световая вспышка или ударная волна ?

УДАРНАЯ ВОЛНА

СВЕТОВАЯ ВСПЫШКА

# вопрос

- Назовите два первых города в мире ,  
подвергшихся атомной бомбардировке

ТОКИО,БЕРЛИН

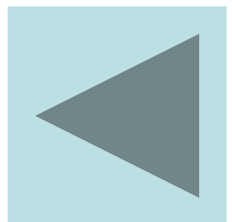
ХЕРОСИМА,ТОКИО

НАГАСАКИ,ХЕРОСИМА

# подсказка

- Помните какая реакция имеет большой энергетический выход...

Нажмите кнопку возврата

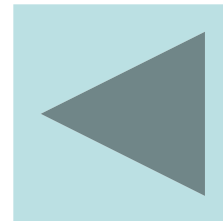




# подсказка

- При производстве определенных видов ядерного оружия используется плутоний, получаемый как конечный продукт работы ядерного реактора...

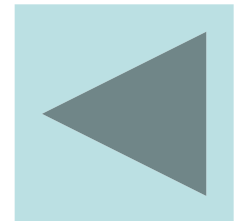
Нажмите кнопку возврата



# Подсказка

- Это устройство улавливает быстрые нейтроны ,так необходимые для протекания цепной реакции в реакторе...

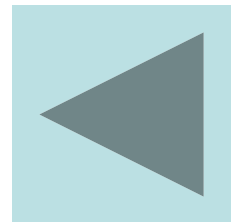
Нажмите кнопку возврата



# подсказка

- Помните какой вид радиоактивности является самым проникающим...

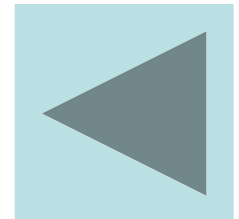
Нажмите кнопку возврата



# подсказка

- Лечебную процедуру в этом санатории называют : «радоновые ванны»

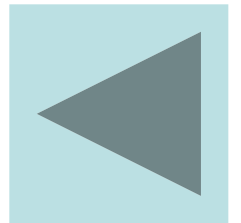
Нажмите кнопку возврата



# подсказка

- Вода в данном контуре не контактирует с радиоактивными элементами...

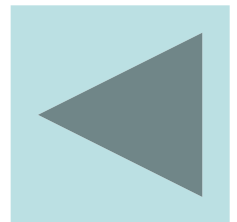
Нажмите кнопку возврата



# подсказка

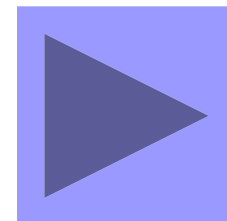
- Путь альфа частицам приграждает лист бумаги ,а бетта частицы могут сдерживаться алюминиевой фольгой...

Нажмите кнопку возврата



# ПОМНИМ

26 апреля 2008 года  
22-я годовщина со дня аварии  
На Чернобыльской АЭС



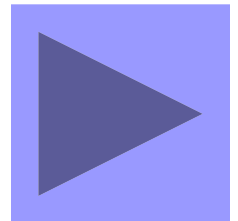
# ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире стремительно растут энергозатраты. Потребление электроэнергии удваивается каждые 10-15 лет. Мировые запасы нефти и газа могут быть исчерпаны за 50 лет. Запасы твердых топлив тоже не безграничны.

Единственный путь, который может отвести угрозу энергетического кризиса – использование энергии атомного ядра. С одной стороны, ученые-атомщики доказывают неизбежность строительства АЭС, с другой стороны, у некомпетентного населения возникают естественные опасения и неверие в безопасность атомной энергии: человечество знает мощь атомной бомбы, знает, какая опасность грозит ему, если атомная энергия выходит из-под контроля в мирное время.

Еще свежи в памяти последствия Чернобыльской катастрофы 1986 года. Причиной аварии стали одновременно три фактора: первый – сам реактор, его конкретные физические характеристики; второе – грубое нарушение правил эксплуатации; третье – просчет проектировщиков, не предусмотревших возможность таких грубых нарушений.

Чего ждать дальше? Какие реакторы строят? Может ли быть действительно безопасной какая-либо система реактора? Что делается в этом отношении в мире?





# Типы реакторов

1. ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор: активная зона заключена в огромный, диаметром 4 метра и высотой 15 метров, стальной корпус-цилиндр с толстыми стенами и массивной крышкой. Внутри корпуса давление достигает 160 атмосфер. Теплоносителем служит вода, эта же вода служит замедлителем нейтронов. В парогенераторе она нагревает и превращает в пар воду второго контура. Пар поступает в турбину и вращает ее. Раз в полгода ядерное горючее заменяют на свежее, для чего необходимо остановить и охладить реактор.

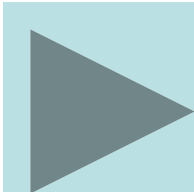
2. РБМК - реактор большой мощности: замедлителем служит графит, а теплоносителем – вода. Пар для турбины получается непосредственно в реакторе и туда же возвращается после использования в турбине. Топливо в реакторе можно заменять постепенно, не останавливая и не расхолаживая его.

Реактор первого типа более безопасен в силу отсутствия в его конструкции горючих элементов. В развитых западных странах используют только реакторы типа ВВЭР, поскольку их эффективная работа менее зависима от ошибок человека.

После Чернобыльской аварии 1986 года реакторы типа РБМК больше не строятся из-за проблем с безопасностью эксплуатации.

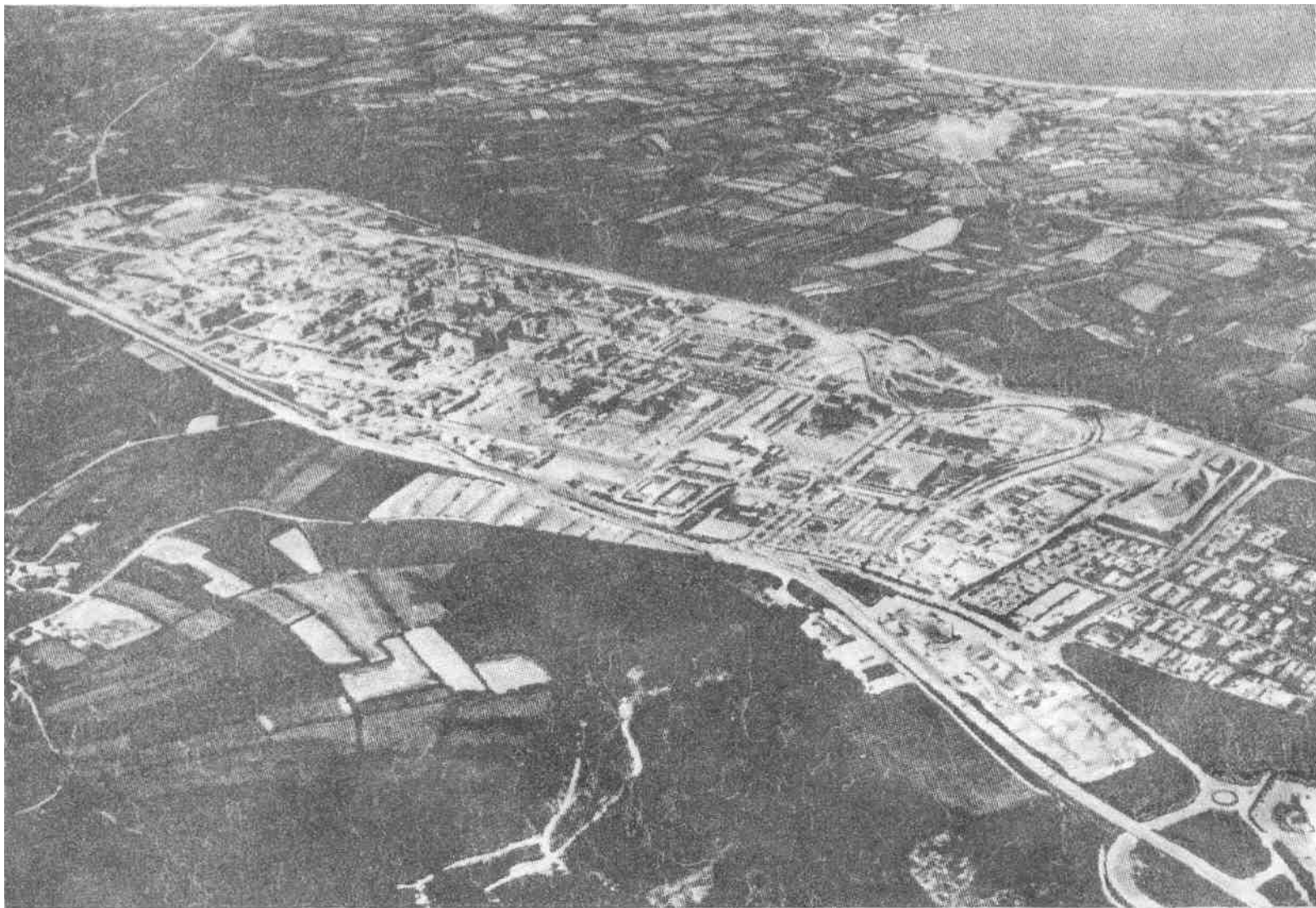
Подробно о различиях в конструкции и работе реакторов типа ВВЭР и РБМК можно прочитать в журнале «Наука и жизнь» №7, 1991 год.

реакторов

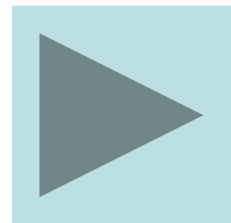


# Преимущества ядерной энергии





*Заводы Кожема по переработке ядерного топлива в Ла Хаге.*

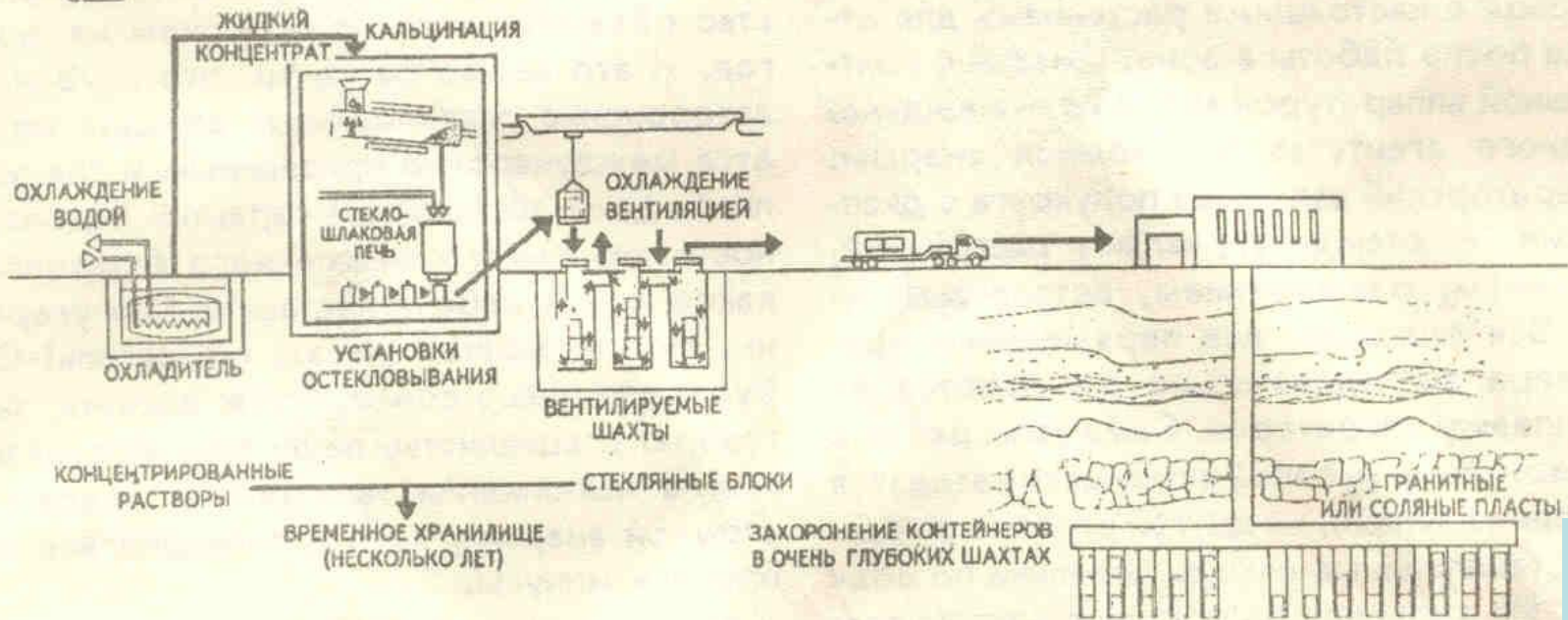


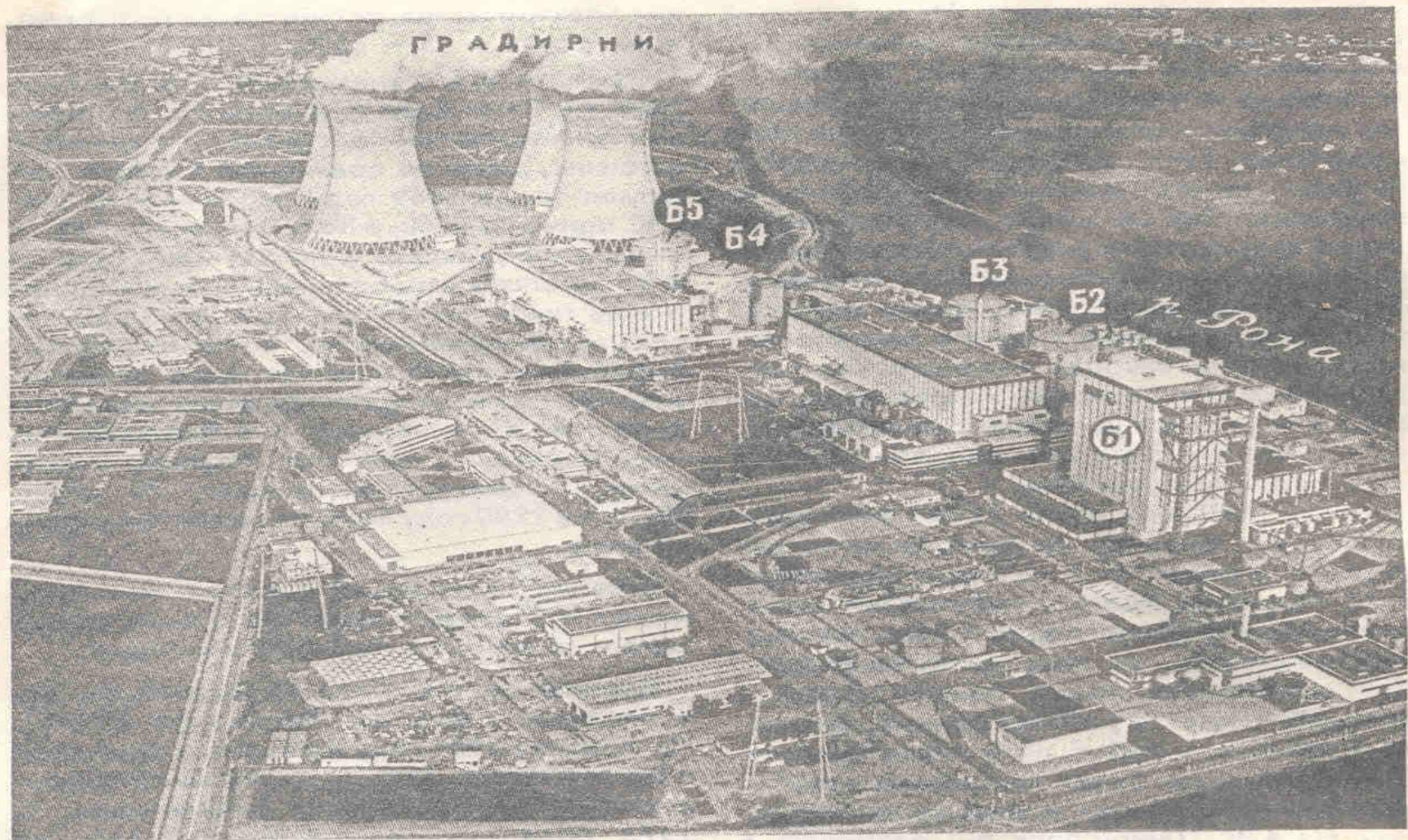
**СХЕМА  
УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ.**  
Жидкий концентрат радиоактивных продуктов распада по методу, разработанному фирмой, составляет лишь 3% массы топлива и содержит 99% их радиоактивности. Из охладителя концентрат поступает на кальцинацию (удаление влаги), твердый остаток остек-

ловывается в специальных печах. Остеклованные отходы не размываются, не крошатся, имеют малый объем. Но и они радиоактивны. Их заключают в стальные контейнеры и хранят в вентилируемых шахтах. В дальнейшем их должны захоронить в глубоких шахтах, сооруженных в геологически стабильных слоях.

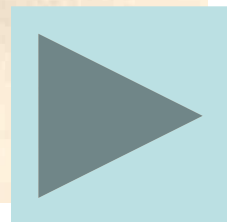


## ОТХОДЫ ИСПОЛЬЗОВАННОГО ТОПЛИВА



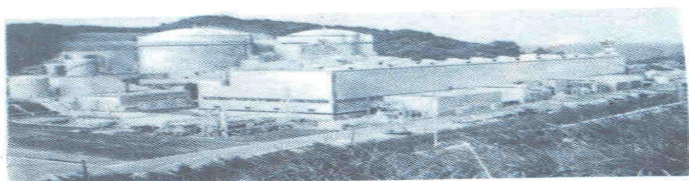


Атомная электростанция Буге на р. Рона в 35 км. от Лиона. Б1 — газо-графитовый реактор на природном уране. (1972 г.). Б2, Б3 — тип ВВЭР (1978 г.). Все три охлаждаются водой из реки. Б4, Б5 — тип ВВЭР



# ЯПОНИЯ

安全 + 第一



АЭС Томари



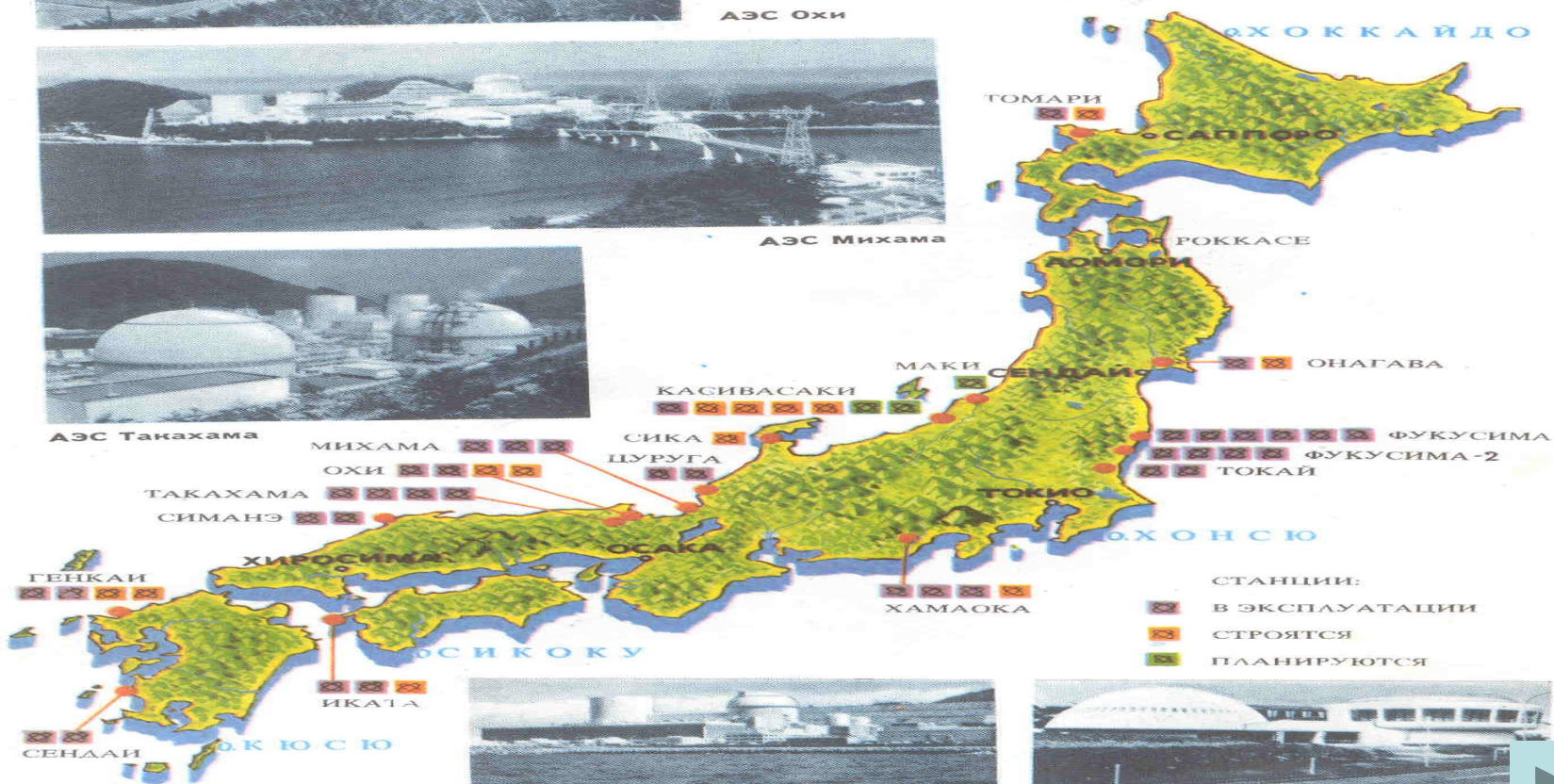
АЭС Охи



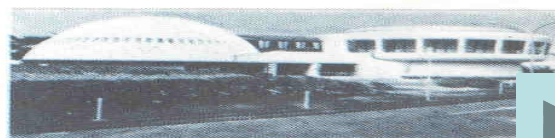
АЭС Мичама



АЭС Такахама



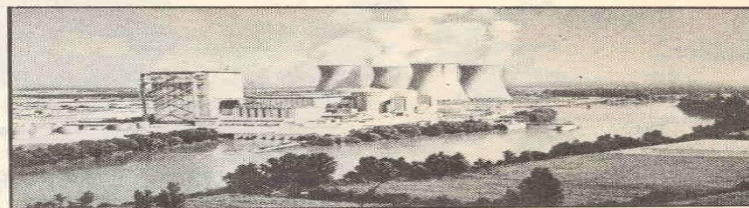
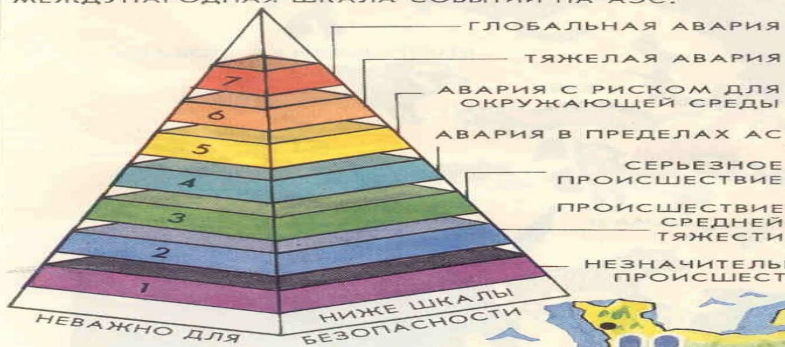
АЭС Иката



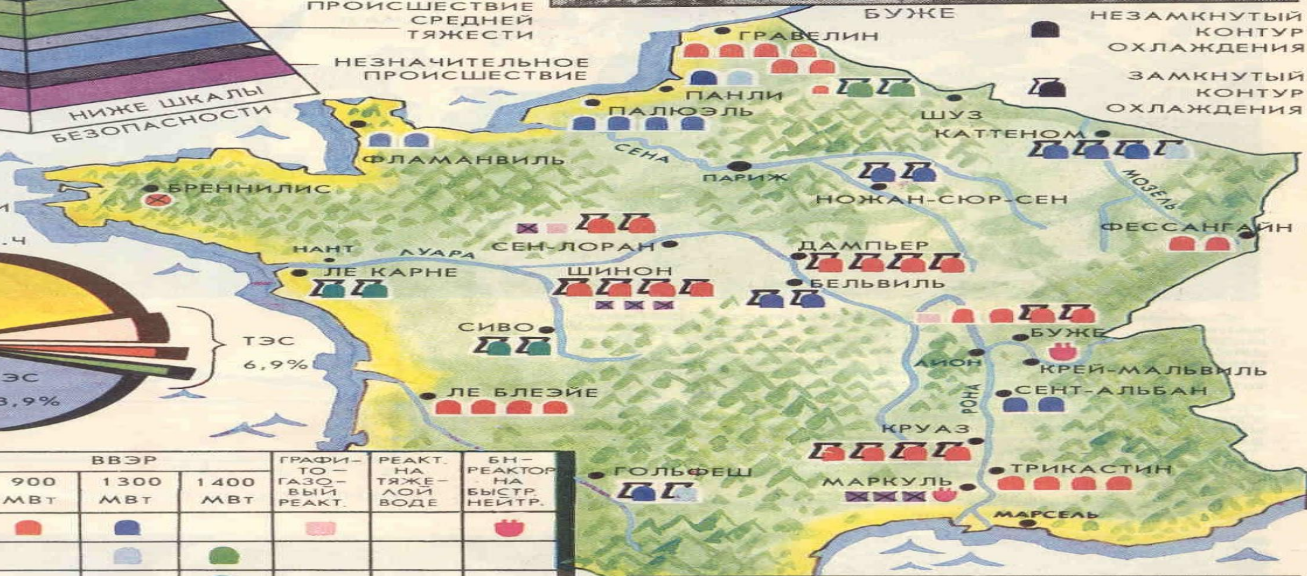
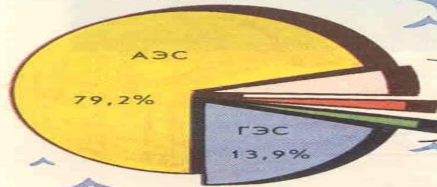
Информационный центр в Мичама.

# ФРАНЦИЯ

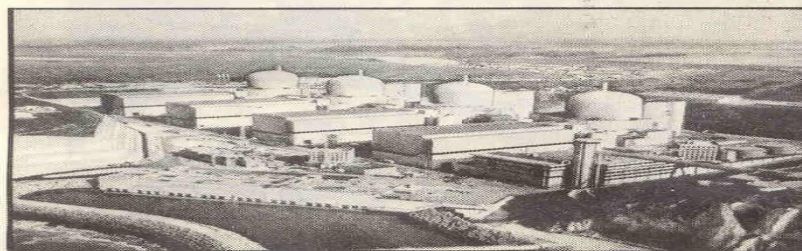
МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКАЛА СОБЫТИЙ НА АЭС.



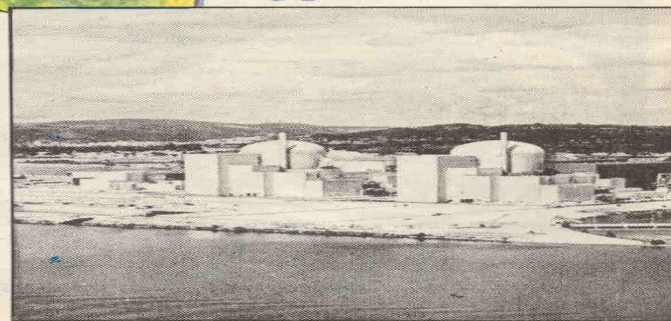
ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (1990 Г.)  
 371,9 МЛРД. КВТ.Ч



БЛОК АЭС	ВВЭР			ГРАФИТО-ГАЗО-ВЫИ РЕАКТ.	РЕАКТ. НА ТЯЖЕЛОЙ ВОДЕ	ВН-РЕАКТОР НА БЫСТРОМ НЕЙТРОН.
	900 МВТ	1300 МВТ	1400 МВТ			
В ЭКСПЛУАТАЦИИ	■	■	■	■	■	■
СТРОЯТСЯ		■	■			
ПЛАНИРУЮТСЯ			■			
ВЫВЕДЕНЫ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ			■	■	■	■



КАТТЕНОМ



СЕНТ-АЛЬБА



# учебники

---

- Физика 11:  
Учебник для общеобразовательных учреждений /  
В.А. Касьянов. М., ДРОФА, 2003
- Физика 11:  
Учебник для 11 кл. общеобразовательных учреждений /  
Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев. – 11-е изд. –  
М.: Просвещение, 2003





# Дополнительная литература

- Журнал «Техника молодежи» №5 1987г.
- «Чернобыльская хроника» авт.....
  
- Журнал «Квант» № 3 1975г. 23
- Гуськова А.К., Надежина Н.М., Барабанова А.В. и др. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Материалы научной конференции. Киев 11-13 мая, 1988 г. – Киев: Здоровье, 1988, С. 143-153.
- Гуськова А.К., Баранов А.Е., Барабанова А.В. и др. Острые эффекты облучения у пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС. // Медицинская радиология. 1987, № 2, С. 3-18.
- Хрущ В.Т., Гаврилин Ю.И., Константинов Ю.А. и др. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология. 1987, № 2, С. 77-87.
- Керим-Маркус И.Б. Особенности лучевого канцерогенеза у человека при малых дозах и малой мощности дозы. // Радиационная биология. Радиоэкология. 1998, Т. 38, в. 5, С. 673-683.
  
- Василенко И.Я., Василенко О.И. [Радиационный риск при облучении в малых дозах ничтожно мал.](#) // Бюллетень по атомной энергии. 2001, декабрь, С. 34-37.
- Булдаков Л.А. Радиоактивные вещества и человек. М.: Энергоатомиздат. 1990, 160 с.
- Медицинская газета. 1999, 2 апреля, № 25.
- Резолюция третьей Международной конференции “Медицинские последствия Чернобыльской катастрофы: Итоги 15-летних исследований” РЧ 31 (482) 23-29 августа 2001 г.
- Василенко И.Я. Изолированные и сочетанные поражения продуктами деления урана и плутония. // Медицина экстремальных ситуаций. 2000, 4 (7), С 5-10.

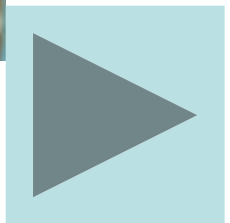


# ВИДЕО

- Видеофильм :Урановый город
  - Видеофильм :Чернобыль
- (кассеты прилагаются)



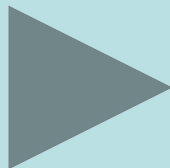
# слайды



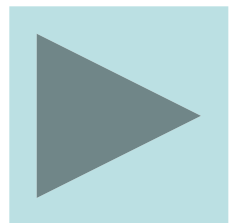
# слайды



# Слайды и фото



# Слайды и фото

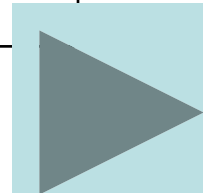


# Слайды и фото



## Ядерный арсенал России на январь 2001 года.

Ракета	Количество	Боеголовок (кол-во х Мт)	Всего боеголовок	Общий заряд, Мт	Общий заряд, эквивалентных Мт
<b>Межконтинентальные баллистические ракеты</b>					
SS-18 M4/M5/M6 Satan	180	10 x 0.550/0.750	1800	1170	1347
SS-19 M3 Stiletto	150	6 x 0.750	900	675	743
SS-24 M1 Scalpel (шахтного баз.)	36	10 x 0.550	360	198	242
SS-24 M2 Scalpel (ж/д. баз.)	10	10 x 0.550	100	55	67
SS-25 Sickle (Тополь)	360	1 x 0.550	360	198	242
SS-27 (Тополь-М)	26	1 x 0.550	26	14.3	17.5
<b>Баллистические ракеты подводных лодок</b>					
SS-N-18 M1 Stingray	176	3 x 0.500	528	264	333
SS-N-20 Sturgeon	60	10 x 0.200	600	120	205
SS-N-23 Skiff	112	4 x 0.100	448	45	97
<b>Крылатые ракеты</b>					
AS-15A	718	1 x 0.250	718	180	285
AS-15B	72	1 x 0.250	72	18	29
<b>Всего:</b>	<b>1179</b>		<b>5912</b>	<b>2937</b>	<b>3610</b>





## АРСЕНАЛ РОССИИ.

Российский действующий (оперативный) стратегический ядерный арсенал в настоящее время представлен примерно 6000 стратегическими ядерными ББ (боевых блоков) на 1200 единицах носителей: МБР и бомбардировщиках ДА, способных доставлять ядерные ББ к целям. Общая оценочная мощность этих ББ составляет около 2900 Мт в тротиловом эквиваленте.

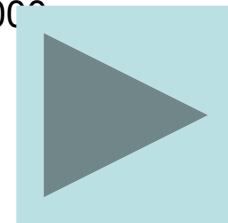
Российские стратегические МБР наземного базирования в составе РВСН развернуты на 19 ракетных базах. Российские стратегические ПЛАРБ с БРПЛ действуют в составах Северного и Тихоокеанского флотов ВМФ с пяти военно-морских баз – баз ПЛАРБ.

Стратегические бомбардировщики дальней авиации России базируются на трех авиабазах России. Указанные силы составляют стратегический наступательный потенциал и арсенал России.

Дополнительно к этому арсеналу в зоне Москвы развернута оборонительная система ПРО в составе 100 противоракет-перехватчиков класса "поверхность (земля) – воздух", в том числе: 64 ПУ ЗУР ПРО типа SH-08 "Газель" и 36 ПУ ЗУР ПРО типа SH-11 "Гордон". Эти противоракеты ПРО могут снаряжаться ядерными ББ. Однако, по ряду сведений, ядерные боеголовки с них, возможно, остыкованы.

Кроме того, по данным Национального комитета по оборонным ресурсам США (National Resources Defence Council), Россия также располагает внушительным оперативно-боевым арсеналом тактического/оперативно-тактического ядерного оружия в составе до 4000 ед. ядерного оружия (боеголовок и др.), в том числе: до 1100 ЗУР ПВО (ПУ ЗРК); до 1000 КР/УР класса "воздух–поверхность", а также арсеналом тактических ракет малой дальности и ядерных бомб. ВМФ России располагает, по этим оценкам, до 1200 военно-морских ядерных боеголовок на снаряжении КРМБ кораблей и подводных лодок, а также противолодочного вооружения.

По оценке указанного комитета США, в России имеется до 10000 ядерных боеприпасов "неопределенного статуса" – ЯО-боеприпасов, ожидающих разоружения, или боезарядов, находящихся в резерве. Если включить эти 10000 ед. ЯО-боезарядов в российский ядерный арсенал, тогда общий арсенал ядерных боеприпасов России составит около 21000



## ВОЙНА ЯДЕРНАЯ.

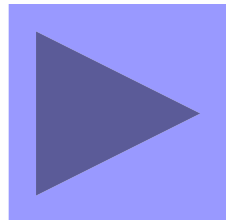
Хотя ядерное оружие использовалось в военных действиях всего дважды (в 1945), все последующие десятилетия международная дипломатия и военная стратегия государств находились под сильным влиянием разрабатывавшихся планов ведения возможной ядерной войны.

Бомбы, опустошившие Хиросиму и Нагасаки, сейчас затерялись бы в огромных ядерных арсеналах сверхдержав как ничтожные мелочи. Теперь даже оружие индивидуального использования гораздо разрушительней по своему действию. Тринитротолуоловый эквивалент бомбы, сброшенной на Хиросиму, составлял 13 килотонн; взрывная мощь крупнейших ядерных ракет, появившихся в начале 1990-х годов, например советской стратегической ракеты SS-18 (класса «земля-земля»), достигает 20 Мт (млн. т) ТНТ, т.е. в 1540 раз больше.

Чтобы понять, каким может оказаться характер ядерной войны в современных условиях, необходимо привлечь опытные и расчетные данные.

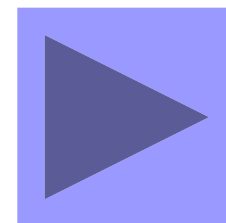
При этом следует представлять возможных противников и те спорные проблемы, которые могут вызвать их столкновение. Надо знать, каким оружием они располагают и каким образом могут его использовать.

Учитывая поражающие воздействия многочисленных ядерных взрывов и зная возможности и уязвимость общества и самой Земли, можно оценить масштабы пагубных последствий применения ядерного оружия.



## **Физические эффекты ядерного взрыва.**

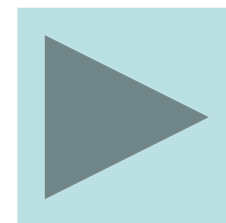
Энергия ядерного взрыва распространяется в виде ударной волны, проникающей радиации, теплового и электромагнитного излучения. После взрыва на землю выпадают радиоактивные осадки. У разных типов оружия различны энергия взрыва и виды радиоактивных осадков. Кроме того, поражающая мощь зависит от высоты взрыва, погодных условий, скорости ветра и характера цели (табл. 1). Несмотря на различия, всем ядерным взрывам присущи некоторые общие свойства. Ударная волна вызывает наибольшие механические разрушения. Она проявляется в резких перепадах давления воздуха, которое разрушает объекты (в частности, здания), и в мощных ветровых потоках, которые уносят и валят людей и объекты. На ударную волну расходуется ок. 50% энергии взрыва, ок. 35% – на тепловое излучение в форме, исходящее от вспышки, которая опережает ударную волну на несколько секунд; оно ослепляет при взгляде на него с расстояния многих километров, вызывает сильные ожоги на расстоянии до 11 км, воспламеняет горючие материалы на обширном пространстве. Во время взрыва испускается интенсивное ионизирующее излучение. Обычно оно измеряется в бэрах – биологических эквивалентах рентгена. Доза в 100 бэр вызывает острую форму лучевой болезни, а в 1000 бэр приводит к летальному исходу. В диапазоне доз между указанными значениями вероятность смерти облученного зависит от его возраста и состояния здоровья. Дозы даже существенно ниже 100 бэр могут приводить к долговременным недугам и предрасположенности к раковым заболеваниям.



**Таблица 1. РАЗРУШЕНИЯ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ЯДЕРНЫМ ВЗРЫВОМ В 1 МТ**

<b>Расстояние от эпицентра взрыва, км</b>	<b>Разрушения</b>	<b>Скорость ветра, км/ч</b>	<b>Избыточное давление, кПа</b>
<b>1,6–3,2</b>	<b>Сильные разрушения или уничтожение всех наземных сооружений.</b>	<b>483</b>	<b>200</b>
<b>3,2–4,8</b>	<b>Сильные разрушения зданий из железобетона. Умеренные разрушения автодорожных и железнодорожных сооружений.</b>		
<b>4,8–6,4</b>	<b>– `` –</b>	<b>272</b>	<b>35</b>
<b>6,4–8</b>	<b>Сильные повреждения кирпичных строений. Ожоги 3-й степени.</b>		
<b>8–9,6</b>	<b>Сильные повреждения строений с деревянным каркасом. Ожоги 2-й степени.</b>	<b>176</b>	<b>28</b>
<b>9,6–11,2</b>	<b>Возгорание бумаги и тканей. Повал 30% деревьев. Ожоги 1-й степени.</b>		
<b>11,2–12,8</b>	<b>– `` –</b>	<b>112</b>	<b>14</b>
<b>17,6–19,2</b>	<b>Возгорание сухой листвы.</b>	<b>64</b>	<b>8,4</b>

При взрыве мощного ядерного заряда количество погибших от ударной волны и теплового излучения будет несравненно больше числа погибших от проникающей радиации. При взрыве малой ядерной бомбы (такой, которая разрушила Хиросиму) большая доля летальных исходов обуславливается проникающей радиацией. Оружие с повышенным излучением, или нейтронная бомба, может убить почти все живое исключительно радиацией



## Первая ядерная война.

В 8 ч 15 мин утра 6 августа 1945 Хиросиму внезапно накрыло ослепительное голубовато-белесое сияние. Первая атомная бомба была доставлена к цели бомбардировщиком Б-29 с базы ВВС США на острове Тиниан (Марианские острова) и взорвана на высоте 580 м. В эпицентре взрыва температура достигла миллионов градусов, а давление – ок. 109 Па. Три дня спустя другой бомбардировщик Б-29 прошел мимо своей основной цели – Кокура (ныне Китакюсю), так как она была покрыта густыми облаками, и направился к запасной – Нагасаки. Бомба взорвалась в 11 ч утра местного времени на высоте 500 м с приблизительно той же эффективностью, что и первая. Тактика нанесения бомбового удара единственным самолетом (сопровождаемым лишь самолетом наблюдения за погодными условиями) при одновременных рутинных массированных налетах была рассчитана на то, чтобы не привлекать внимания японской противовоздушной обороны. Когда Б-29 появился над Хиросимой, большинство ее жителей не бросились в укрытия вопреки нескольким нерешительным объявлениям по местному радио. Перед этим был объявлен отбой воздушной тревоги, и многие люди находились на улицах и в легких строениях. В итоге убитых оказалось втрое больше, чем предполагалось. К концу 1945 от этого взрыва погибло уже 140 000 человек, столько же было раненых. Площадь разрушений составила 11,4 кв. км, где пострадало 90% домов, треть из которых была полностью уничтожена. В Нагасаки оказалось меньше разрушений (пострадало 36% домов) и людских потерь (вдвое меньше, чем в Хиросиме). Причиной тому были вытянутая территория города и то, что его отдаленные районы прикрывали холмы.

В первой половине 1945 Япония подвергалась интенсивным бомбардировкам с воздуха. Количество ее жертв достигло миллиона (включая 100 тыс. убитых при налете на Токио 9 марта 1945). Отличие атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки от обычных бомбежек состояло в том, что один самолет произвел такие разрушения, для каких потребовался бы налет 200 самолетов с обычными бомбами; эти разрушения носили мгновенный характер; соотношение погибших к раненым оказалось намного выше; атомный взрыв сопровождался мощной радиацией, которая во многих случаях привела к раку, лейкемии и губительным патологиям у беременных женщин. Число непосредственно пострадавших достигло 90% от количества погибших, но длительные последствия радиации оказались еще более губительными.

**Последствия ядерной войны.** Хотя бомбардировки Хиросимы и Нагасаки не планировались как эксперименты, изучение их последствий позволило многое узнать об особенностях ядерной войны. К 1963, когда был подписан договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, США и СССР произвели 500 взрывов. В течение следующих двух десятилетий было осуществлено более 1000 подземных взрывов.



# МЕДИЦИНА



*развивается, принося огромную пользу людям в диагностике и лечении многих заболеваний. Согласно последним оценкам НКДАР ООН медицинские процедуры и методы лечения облучение вносят основной и возрастающий вклад в дозу, получаемую человеком от техногенных источников радиации. Средние уровни медицинского облучения в развитых странах эквивалентны 50% глобального среднего уровня естественного облучения. При радиационной терапии индивидуальные дозы, получаемые разными пациентами, сильно варьируют, превышая во много раз среднегодовые дозы от естественных источников.*

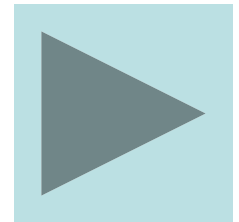
*Однако, эти уровни следует считать приемлемыми, поскольку воздействие направлено на исцеление больного от заболеваний, угрожающих его жизни.*

*Так известно, что только в нашей стране живут около двух миллионов человек, излеченных от рака, что стало возможным только благодаря радиационной терапии. Успешное лечение многих болезней обязано своим результатом своевременной радиационной диагностике. Совершенствование методологии и технических средств уже привело к снижению радиационного воздействия при диагностике в десятки раз (при некоторых обследованиях дозы менее 0.1 мЗв), сохраняя при этом высокую эффективность*



# Ядерная медицина

Ядерная медицина является ветвью радиационной медицины, которая базируется на использовании открытых (не инкапсулированных) радиоактивных веществ с целью диагностики, лечения, а также в научных исследованиях. Методы ядерной медицины не травматичны и позволяют получать уникальную информацию о характере протекающего процесса, степени его распространенности, о наличии очаговых образований. Во многих случаях применение открытых радиоактивных источников не имеет альтернативы, и прежде всего в диагностике, потому что получаемая информация основывается на функциональном аспекте ядерных биомедицинских технологий. Другими словами, получаемая диагностическая информация, независимо от вида исследований, всегда отражает функцию изучаемого органа или системы.

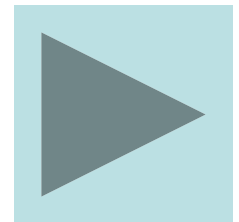


# Ядерная энергетика и медицина

Преимущества, представляемые ядерными технологиями, предопределили их широкое внедрение в медицину. Предприятия ядерной промышленности и энергетики размещены на территории многих высокоразвитых стран и создают еще один источник техногенного облучения. Радиоактивные выбросы атомных станций и предприятий ядерной промышленности регулируются крайне жесткими нормативами, и, поэтому, практически не изменяют природный фон и содержание радионуклидов в окружающей среде. Такие оценки справедливы для нормально работающих ядерных установок. Конечно, радиационное воздействие значительно повышается в аварийных ситуациях.. К сожалению, именно масштабы возможных аварий, а не уровень воздействия в условиях нормальной эксплуатации, в значительной степени определяют негативное отношение общественности к ядерной промышленности и энергетике.

Таким образом, мы ежедневно подвергаемся воздействию низких уровней радиации от природных и техногенных источников, постоянно присутствующих в окружающей среде. Техногенные источники

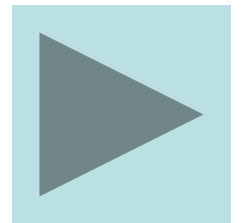
Эффективная доза, мЗв в год	Медицина	0,4	Ядерные испытания	0,005	Ядерная энергетика	0,0002	Источники облучения							
Доза в единицах естественного фона	Однократное облучение при рентгеноскопии желудка	120	Допустимое облучение персонала АЭС в нормальных условиях за год	20	Однократное облучение при рентгенографии зубов	12	Средняя доза облучения при флюорографии	1,5	Годовая доза за счет естественного радиационного фона	1	Ежедневный 3-часовой просмотр ТВ в течение года	0,04	ая доза для населения, обусловленная АЭС	0,02





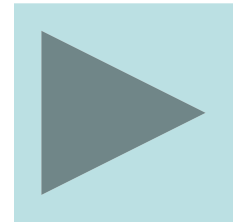
# Ядерная медицина и клиническая практика.

- Технологии ядерной медицины универсальны по возможности их применения. Они с успехом могут быть использованы:
  - в диагностике;
  - в прогнозировании исхода заболевания и, в частности, при оценке степени распространенности процесса;
  - при профилактических осмотрах, в том числе как основные технологии важных скрининг-программ;



# Радионуклидные исследования.

- . Головной мозг
- Щитовидная железа.
- Легкие.
- Сердце.
- Печень и гепатобилиарная система.
- Почки и мочевыводящая система.
- Кости.

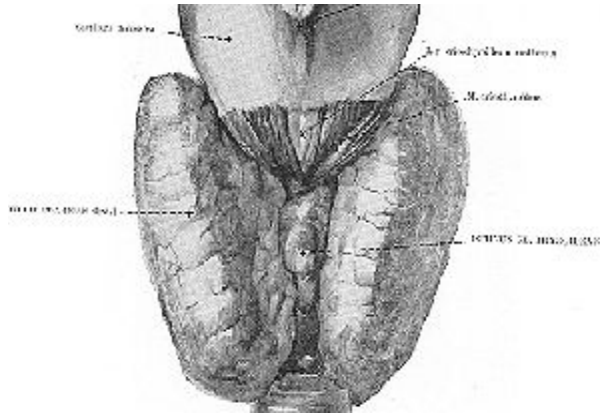


# ГОЛОВНОЙ МОЗГ

- Радионуклидная ангиография головного мозга может составлять элемент серийной или статической визуализации головного мозга. Такие исследования проводятся с целью обнаружения нарушений мозгового кровотока, при поиске очаговых образований злокачественного или доброкачественного характера, при инфарктах мозга, не получивших разрешения через 7-14 дней с момента возникшей острой картины течения, при поражениях внутренней сонной артерии. Радионуклидная визуализация дает основания для высокого уровня диагностики супратенториальной (80%) и субтенториальной (до 70%) локализации опухолей.  
Использование короткоживущих радионуклидов в сочетании с техникой однофотонной эмиссионной компьютерной томографии позволяют получить информацию о наличии очагового образования с разрешением примерно в 1 см. В последние годы все большее распространение получают исследования регионального мозгового кровообращения с использованием Тс-99м-гексаметиленамина оксима (Тс-99м-НМ-РАО). Этот радиофармпрепарат при внутривенном введении свободно проходит через гематоэнцефалический барьер и фактически за один пассаж полностью покидает кровяное русло (до 7-11%). Поступление РФП и его накопление в структурах мозга прямо пропорционально величине кровотока. По этой причине кора головного мозга, имеющая лучшее кровоснабжение, накапливает соответственно большее количество РФП. Постоянная концентрация радиоактивного вещества удерживается в коре головного мозга в течении последующих 8 часов, что создает оптимальные условия для регистрации излучения. Применение НМ-РАО в сочетании с ОФЭКТ в клинической практике продемонстрировали устойчивые признаки, характеризующие мозговой инсульт (острое состояние и его последствия), деменцию, эпилепсию. Эта технология может быть также использована для контроля восстановления регионального кровообращения в коре головного мозга после проведенной восстановительной хирургии на сонных сосудах.



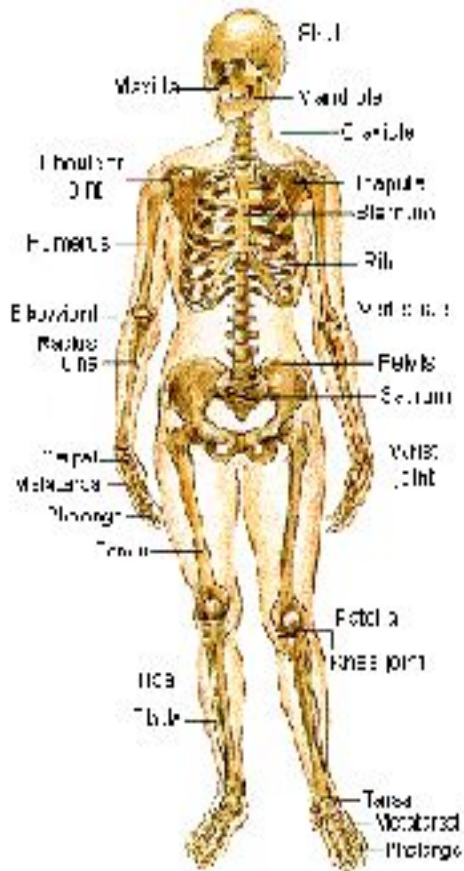
# Щитовидная железа



- Щитовидная железа была одним из первых органов, функциональное состояние которого было исследовано с помощью радиоактивного йода -131. Изучение метаболизма йода с использованием радиоизотопов не может быть заменено никакими другими традиционными методами. Радиоиммунный анализ используется при измерении трийодтиронина (Т3), тироксина (Т4), тиреотропного гормона (ТТГ), тироксинсвязывающего глобулина (ТСГ), антител к тиреоглобулину (аТГ), антител к микросомальной фракции. Получаемые результаты отличаются высоким уровнем надежности, что делает этот вид микроанализа весьма популярным в клинической практике. Радионуклидные изображения щитовидной железы не имеют конкурентных методов при выявлении горячих узлов, при поиске эктопированных тканей, при оценке полноты хирургического удаления щитовидной железы, при поиске функционально активных метастазов этого органа. Другие существующих технологии получения изображения щитовидной железы не отменяют радионуклидной визуализации, а способны лишь дополнять ее.



# Кости.

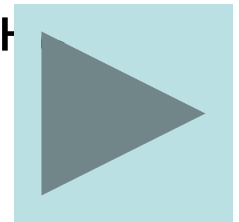


За последние 6 лет визуализация костей скелета завоевывает первое место в числе проводимых диагностических исследований. Это не только потребность в данном виде диагностических процедур, но и успех в радиофармакологии и инструментальной технике получения изображений. Широко используются дифосфонаты как наиболее устойчивые в тканях и менее активно подвергающиеся ферментному распаду. Это создает лучшие условия визуализации структур, включающих радио-индикатор на фоне окружающих тканей. Наибольшее включение дифосфаната отмечается в зоны с повышенной остеобластической активностью. Именно эти зоны на сцинтиграфических изображениях выявляются как «горячие» очаги. Соотношение находок горячих зон и зон пониженного включения и полного отсутствия радио-индикатора с учетом основного клинического течения заболевания дают надежную информацию в дифференциальной диагностике опухолевых процессов, воспалительных состояний, деминерализации костей в результате метаболических нарушений, травмы или сосудистых повреждений.



К радиации, как источнику опасности, отношение двойное, но в обоих случаях сопровождается значительными ошибками.

- Там атомную энергетику женщины и студенты оценивают как самую большую опасность, а рентгеновское облучение все категории помещают примерно на одно (17—20) место, тогда как по числу летальных исходов рентгенодиагностика находится на девятом месте, а атомная энергетика — на двадцатом! Видно, что опасность первого источника недооценивается, а второго значительно переоценивается. Обращает на себя внимание то, что общественное мнение меньше всего ошибается в случаях более простых и близких к обыденной жизни. Это, например, такие факторы, как курение, опасность хирургического вмешательства, травмы при строительстве.



**Мы ежедневно подвергаемся воздействию низких уровней радиации от природных и техногенных источников, постоянно присутствующих в окружающей среде.**

## Техногенные источники

Эффективная доза, мЗв в год

Медицина

0.4

Ядерные испытания

0.005

Ядерная энергетика

0.0002

## Источники облучения

Доза в  
едини  
цах  
естест  
венно  
го  
фона

Однократное облучение при рентгеноскопии желудка

120

Допустимое облучение персонала АЭС в нормальных условиях за год

20

Однократное облучение при рентгенографии зубов

12

Средняя доза облучения при флюорографии

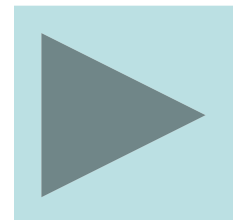
1,5

Годовая доза за счет естественного радиационного фона

1

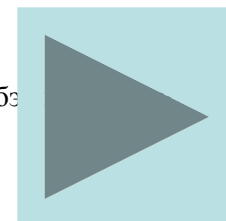
Ежедневный 3-часовой просмотр ТВ в течение года

0,04



## Риск, выраженный в сокращении средней продолжительности жизни

Деятельность, события	Сокращение средней продолжительности жизни в днях	Индивидуальный риск, 1/чел·год
Курение	1630	—
Работа в угольной шахте	1100	$1,2 \cdot 10^{-3}$ (США)
Излишний вес, 30 фунтов	920	—
Все несчастные случаи	450	$5,8 \cdot 10^{-4}$
Несчастные случаи на автотранспорте	200	$2,8 \cdot 10^{-4}$
Алкоголь	130	—
Самоубийство	85	$2,2 \cdot 10^{-4}$
Убийство	85	$10^{-4}$
Профессиональные несчастные случаи	655	—
Несчастный случай на воде	42	$4 \cdot 10^{-5}$
Подъём ограничения скорости с 55 до 65 миль/час	40	—
Падения	40	$4 \cdot 10^{-5}$
Яды, удушья	38	—
Ожоги, пожар	28	$4 \cdot 10^{-5}$
Ядерная энергетика, вся энергетика США (оценка союза обеспокоенных учёных)	2	—
Вся жизнь рядом с АЭС	0,05	$5 \cdot 10^{-8}$ — $3 \cdot 10^{-7}$ (при дозе 1 мбэ санитарной зоны)





6.1. ОПАСНОСТЬ ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ И РЕАЛЬНАЯ

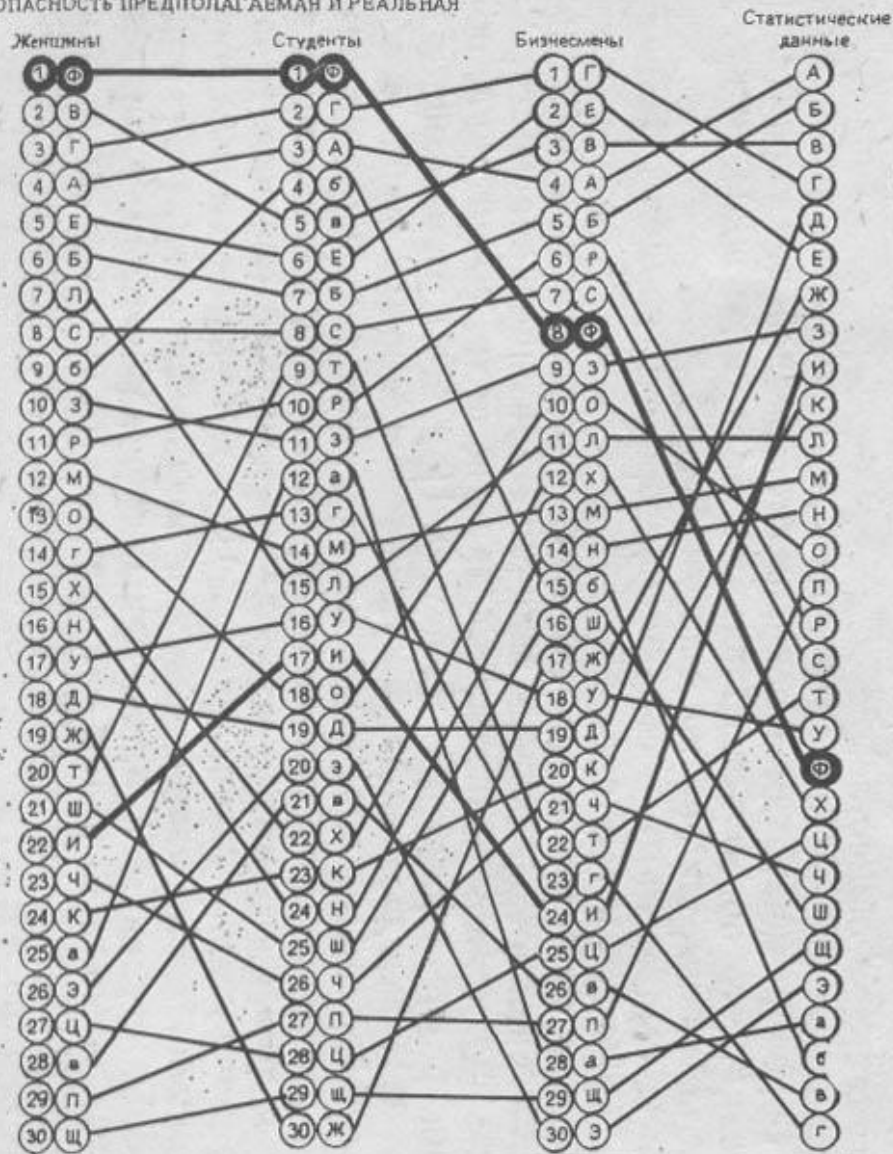
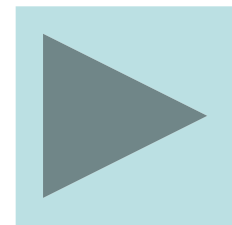


Рис. 17. Опасность предполагаемая и реальная

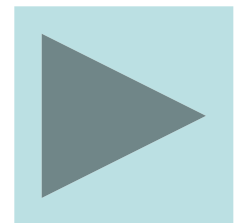


# Радон

Радон - инертный газ, попадающий в атмосферу из почв, скальных пород и строительных материалов. Средняя концентрация радона на уровне земли вне помещений составляет 8 БкЧм-3.

Средневзвешенное содержание радона в помещениях принято равным 16 БкЧм-3. Согласно оценке НКДАР, радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответствен за 75% годовой индивидуальной эффективной дозы облучения, получаемой от земных источников радиации. Оценка полной среднегодовой эффективной дозы составляет 1.2 мЗв. Накопление радона, поступающего в помещения, происходит в зависимости от скорости воздухообмена. Основной механизм облучения - поступление с вдыхаемым воздухом внутри помещений. Благодаря относительно низкому уровню воздухообмена внутри зданий, концентрация радона там выше, чем на открытом воздухе. Количество, основные пути поступления радона в помещения и влияние вентиляции на изменение его концентрации.

Отметим, что терапевтический эффект лечения радоном на бальнеологических курортах доказан на обширном контингенте больных различного профиля. Это является дополнительным аргументом, в пользу того, что нельзя относить малые радиационные воздействия к опасным или даже безусловно вредным.



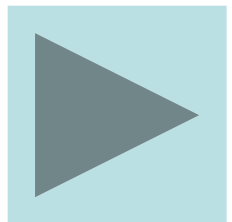
## 07.2003 Французская медицинская академия высказалась за сохранение ядерной энергетики как наименее вредного источника для человека



Французская медицинская академия (ФМА) высказалась за сохранение ядерной энергетики как источника энергии, в наименьшей степени воздействующего на здоровье человека из расчета на 1 киловатт-час. Как передало агентство «МакГроу-Хилл», в опубликованном в начале июля заключении ФМА утверждается, что необходимы дальнейшие исследования влияния на здоровье низких доз облучения химическими и радиоактивными токсинами. При этом французские медики повторили ранее высказанное мнение о том, что оценка воздействия радиации на основании линейной безпороговой концепции «не является научно обоснованной».

По мнению французских врачей, наибольшую опасность для здоровья представляют перебои в электроснабжении. При этом они отмечают отрицательное воздействие таких перебоев в периоды повышений температуры воздуха. Цены на электроэнергию следует поддерживать на достаточно низком уровне с тем, чтобы «избежать распределения в зависимости от затрат», говорится в отчете. К тому же, по мнению ФМА, следует уделять внимание угрозе здоровью в связи с изменениями климата, вызванными «парниковыми газами». Академия сообщила также, что планирует выпустить заключение в отношении вариантов обращения с высокоактивными и долгоживущими радиоактивными отходами во Франции.

Источник информации: <http://www.nuclear.ru>



# Легкие.



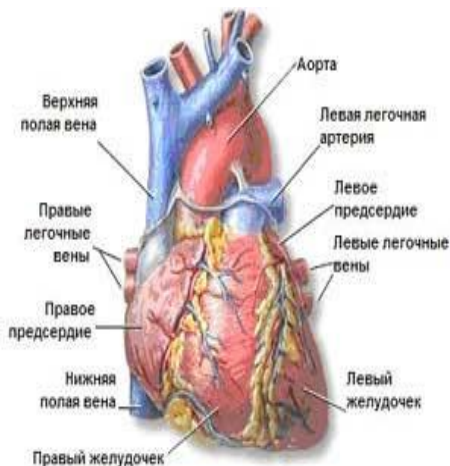
- Современные радионуклидные технологии позволяют получать информацию о состоянии вентиляции и перфузии легких как на уровне всего легкого, так и специально выбранных зон интереса. Радионуклидная техника визуализации на основе перфузии дает возможность оценить с большой точностью нарушения кровотока в участках легкого. Как показал клинический анализ, при тяжелых формах легочной эмболии только в 20% случаев можно получить положительный ответ с помощью методов рентгеновского обследования. Региональная вентиляция не может быть измерена неизотопными методами точнее и надежнее, чем это выполняется с помощью радиоактивных аэрозолей и радиоактивного ксенона-133. Особый интерес представляет техника комплексного исследования региональной вентиляции и перфузии с использованием радионуклидных методов в рутинной практике, в том числе при профилактических осмотрах; при диагностике легочной эмболии и поиске причин обструкции бронхиального дерева; при оценке альвеолярно-капиллярной проницаемости при аллергических реакциях и воспалении. Цитрат галлия-67 успешно применяется при визуализации очаговых образований легкого, в частности для поиска опухолей и метастазов в легких.



# Сердце.

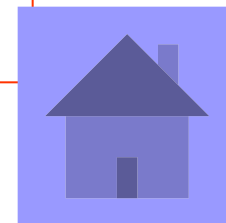
Исторически ядерная кардиология получила свое начало от простейшей технологии радиокардиографии - техники записи радио-индикатора в области сердца с помощью измерителя скорости счета. Эти простейшие однодетекторные системы позволили получить информацию для дальнейших расчетов времени прохождения индикатора через камеры сердца, величину сердечного выброса, объемные характеристики легочного кровотока, величину фракции выброса крови левым желудочком. Однако измерения строились на «слепой» ориентации детектора, что служило причиной ошибок в расчете измеряемых параметров системы. В дальнейшем была использована сцинтилляционная гамма-камера с вычислительными комплексами как в планарном, так и в томографических режимах. Новая технология позволила с высокой точностью выбирать интересующие зоны и совместить статические изображения с фазами сердечного цикла и далее получить динамические характеристики. Равновесная вентрикулография дает возможность измерения динамики стенки левого желудочка, определения величины наполнения и выброса крови. В целом эти данные характеризуют работу сердца как центрального насоса, его надежность, что особенно важно при исследовании острых сердечных состояний и прежде всего приступов ишемии и инфаркта миокарда.

- » Сцинтиграфия миокарда - получение изображений на основе перфузии  $^{201}\text{Tl}$  - по сути дела отражает состояние коронарного кровообращения и, следовательно, жизнеспособность сердечной мышцы. На серийных статических изображениях достаточно легко определяются экскурсии стенок и изменения коронарного кровотока. В свою очередь эта информация может быть использована для оценки степени охвата повреждением сердечной мышцы, для прогнозирования обратимости ишемических изменений и развития кровообращения в пораженных районах миокарда.



# РИСК ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ОПАСНОСТИ

- Жизнь — очень рискованное дело. Рано или поздно мы все закончим эту счастливую игру и присоединимся к нашим собратьям, «по ком звонит колокол». Единственный вопрос состоит в том, уйдем ли мы из жизни по естественной причине, прожив отпущенный нам период, или же умрем преждевременно, став жертвой современной технологии.
- Человек рискует погибнуть и от искусственной среды обитания, т. е. транспортных происшествий, загрязнения окружающей среды и т. д. Так, риск от курения (более 20 сигарет в день) составляет  $5 \cdot 10^{-3}$  в год. По оценке американских экспертов, риск от 100 угольных и нефтяных электростанций (мощностью по 1000 МВт) в условиях США составляет  $3 \cdot 10^{-5}$  в год. Это в 50 раз больше, чем для АЭС ( $6 \cdot 10^{-7}$  в год). Из этих данных видно, что население добровольно подвергается достаточно высокому риску (в результате курения, вождения автомобиля и т. п.), имеющему общее значение примерно  $1 \cdot 10^{-3}$  в год. Риск же  $1 \cdot 10^{-6}$  уже не вызывает тревоги и квалифицируется как «воля Божья».
- При кратковременных дозах, превышающих 100 бэр, возникает лучевая болезнь с поражением отдельных органов или всего организма. При дозах менее 100 бэр лучевая болезнь не возникает, но возможно перерождение поврежденных клеток в злокачественные с последующим развитием рака. Перерождение носит статистический характер, и сказать заранее, произойдет перерождение или нет, нельзя. Но чем больше доза, тем больше и вероятность перерождения.



# Список литературы

- Гуськова А.К., Надежина Н.М., Барабанова А.В. и др. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Материалы научной конференции. Киев 11-13 мая, 1988 г. – Киев: Здоровье, 1988, С. 143-153.
- Гуськова А.К., Баранов А.Е., Барабанова А.В. и др. Острые эффекты облучения у пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС. // Медицинская радиология. 1987, № 2, С. 3-18.
- Хрущ В.Т., Гаврилин Ю.И., Константинов Ю.А. и др. Медицинские аспекты аварии на Чернобыльской АЭС // Медицинская радиология. 1987, № 2, С. 77-87.
- Керим-Маркус И.Б. Особенности лучевого канцерогенеза у человека при малых дозах и малой мощности дозы. // Радиационная биология. Радиозэкология. 1998, Т. 38, в. 5, С. 673-683.
- Василенко И.Я., Василенко О.И. [Радиационный риск при облучении в малых дозах ничтожно мал.](#) // Бюллетень по атомной энергии. 2001, декабрь, С. 34-37.
- Булдаков Л.А. Радиоактивные вещества и человек. М.: Энергоатомиздат. 1990, 160 с.
- Медицинская газета. 1999, 2 апреля, № 25.
- Резолюция третьей Международной конференции “Медицинские последствия Чернобыльской катастрофы: Итоги 15-летних исследований” РЧ 31 (482) 23-29 августа 2001 г.
- Василенко И.Я. Изолированные и сочетанные поражения продуктами деления урана и плутония. // Медицина экстремальных ситуаций. 2000, 4 (7), С 5-10.

