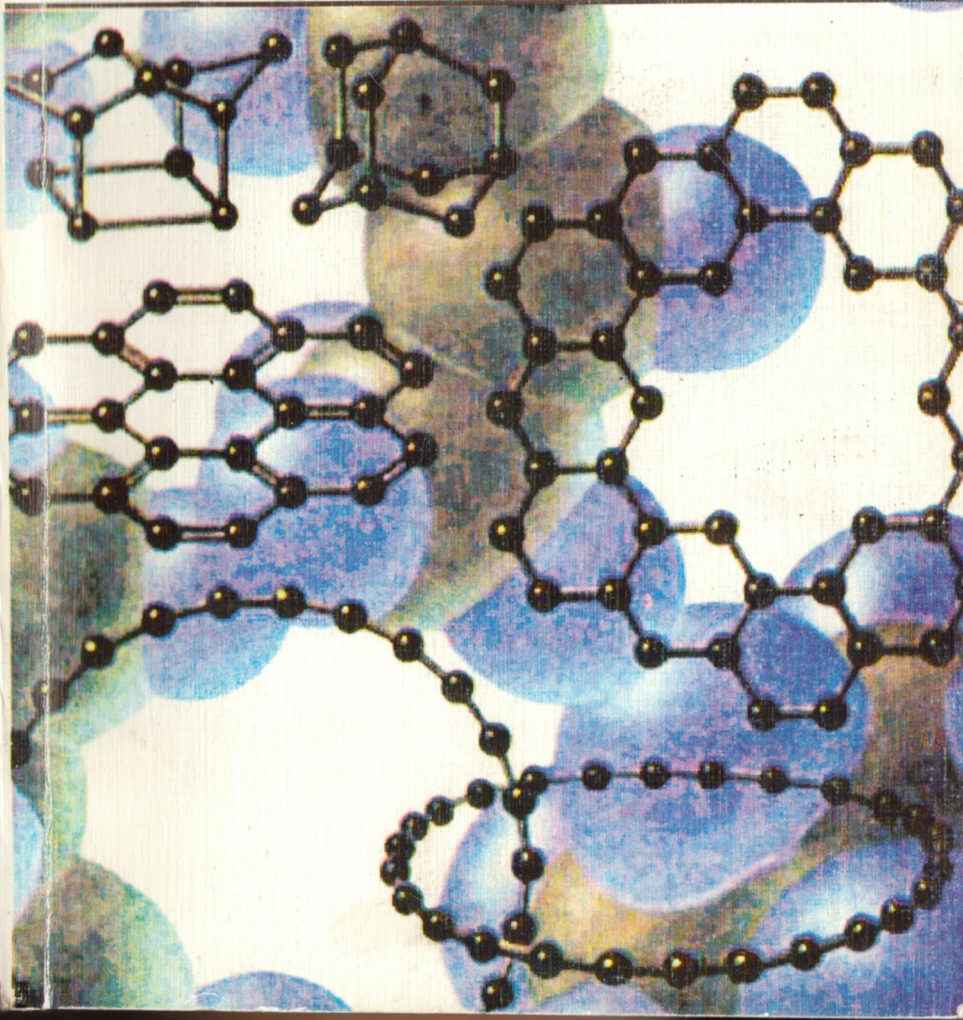


Г.Н. ДЕРЯБИНА

РАДИАЦИЯ И ЧЕЛОВЕК

Научно-популярный сборник

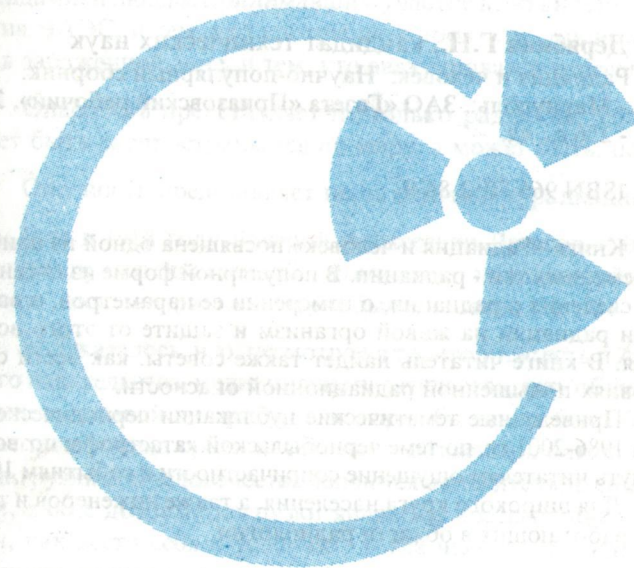


Единицы измерения параметров радиации

Основные понятия	Единицы измерения в системе СИ	Внесистемные единицы
Активность радиоактивного вещества	Беккерель (Бк) 1 Бк=0,027 нКи	Кюри (Ки) 1 Ки=3,7*10 ¹⁰ Бк
Поглощенная доза	Грэй (Гр) 1 Гр=100 рад	Рад (рад) 1 рад=0,01 Гр
Экспозиционная доза	Кулон/ кг 1 кл/кг=3,86*10 ⁹ р	Рентген (р) 1 р=2,58*10 ⁻⁴ кл/кг
Эквивалентная и эффективная доза	Зиверт (Зв) 1 зв=100 бэр 1 Зв = 1 Гр*к	Бэр (бэр) 1 бэр=0,01зв 1 бэр = 1 рад*к
Мощность поглощенной дозы	Гр/с 1 гр/с=100 рад/с	Рад/с 1 рад/с=0,01 Гр/с
Мощность экспозиционной дозы (Р)	Ампер/кг (А/кг)	Рентген в сек. Р/с 1 р/с=2,58*10 ⁻⁴ А/кг
Мощность эффективной дозы	Зиверт/с	Бэр/час
Формула связи активности с мощностью дозы (для гамма - излучения)	$P = kAR^2$, где - P-[рентген/час]-мощность дозы, A-[милли Ки] - активность, R-[см]-расстояние от радионуклида, k - γ постоянная [$k_{CS-137} = 3.16$, $k_{CO-60} = 13.2$]	

Г. Н. Дерябина

Радиация и человек



Мариуполь, 2001

Не появилась такая литература и через несколько лет после аварии. Андрей Иллеш – член исполкома «Союза Чернобыль» в 1990г. написал [2]:

«...Вообще вопросов после Чернобыля значительно больше, чем ответов. Так случилось, что пламя над атомной электростанцией высветило не только фальшь или мужество, героизм или преступную халатность, но и нечто еще весьма значительное, о чем раньше мы просто не задумывались – повода не было. Я имею в виду ту неграмотность, с которой мы сжились, которая так «естественно» вошла в наш быт, в наши взаимоотношения с опаснейшими технологиями.

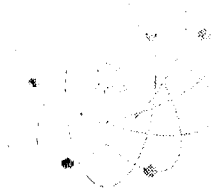
Неграмотность в простых вещах: мы не знаем, что такое радиация и откуда она берётся, мы весьма смутно представляем себе, что является начинкой бомбы, а что «закладывают» в реактор. Мы не представляем себе механизма воздействия излучения на человека, не знаем, что такое естественный радиационный фон, путаемся в рентгенах и бэрах, радах и микрокюри...»

Не появилась такая литература спустя десятилетие, пятнадцатилетие...

Первостепенной задачей автора явилось создание научно-популярного сборника, в котором на простом и доступном языке изложены понятия о радиации, о ее разрушающем и полезном действии, о том, как вести себя в зонах с повышенной радиацией, о методах измерения радиации и способах защиты от ее воздействия.

Автор выражает благодарность рецензентам Г.Ф.Бурлак, П.А.Свириду, Б.П.Земскому, художественному оформителю С.В.Черепаше, всем сотрудникам радиологического центра «Стакс», друзьям и еще многим людям просто за то, что они были рядом.

Все замечания и пожелания по улучшению содержания сборника будут приняты с благодарностью, их можно направлять по адресу: 87503, Мариуполь-3, а/я 3013.



Глава 1

... познание природы есть один из самых могучих рычагов победы человека над миром.

А. Б. Ферсман

Общие сведения о радиации

В этой главе:

- Радиация - излучение:
 - рентгеновское
 - гамма
 - бета
 - альфа
 - нейтронное
- Атом
- Химические превращения
- Ядерные превращения

Радиация - излучение

Радиация на земле присутствовала всегда.

С самого начала жизнь во всех ее проявлениях развивалась на Земле на фоне постоянно существующей радиации.

Поэтому есть все основания полагать, что живые организмы должны хорошо переносить ее воздействие в том случае, если уровень последней не слишком высок.

Вместе с тем, познав некоторые уроки прошлого, ясно, что воздействие на население (живые организмы) слишком высокого уровня радиации, несомненно, приводит к беде. Итак – радиация – где же провести ту черту, которую переступать нельзя?

Слово «радиация» имеет более конкретное название «*Ионизирующее излучение*». Иногда ионизирующее излучение называют радиоактивным излучением.

Свет, радиоволны, радиационное тепло от солнца тоже представляют собой разновидность излучений и даже можно сказать разновидность радиации. (Рис.1) Однако они не вызывают повреждений путем ионизации, хотя, конечно, могут оказывать биологические эффекты, если интенсивность их воздействия увеличить.

Ионизирующее излучение – это, прежде всего, рентгеновское, гамма-, бета-, альфа- и нейтронное излучения.

Рентгеновское и гамма-излучения представляют собой энергию, передаваемую в виде волны без какого-то ни было движения вещества, точно так, как свет и тепло от солнца проходят сквозь безбрежный космос, пока не достигнут Земли.

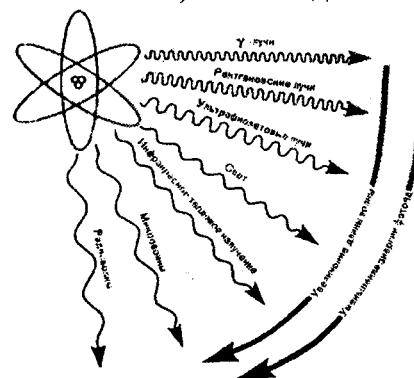


Рис.1 Спектр электромагнитных волн

Рентгеновское излучение и гамма-излучение по своей природе и свойствам не отличаются друг от друга.

Различия между ними состоит в способах их образования и длинах волн.

Если рентгеновские лучи обычно получают с помощью электронного аппарата, подобно тому, который можно увидеть в любой поликлинике, то гамма-лучи испускаются нестабильными или радиоактивными изотопами.

Остальные типы ионизирующих излучения – это быстро движущиеся частицы – поток частиц:

- *Альфа-излучение* - поток ядер атомов гелия (положительно заряженные, относительно тяжелые)
- *Бета-излучение* – поток электронов

- *Нейтронные излучения* – поток нейтронов (т.к. эти частицы электронейтральны, они глубоко проникают во всякое вещество, включая и живые ткани.)

- Могут встречаться также *потоки частиц из протонов либо тяжелых ионов.*

Атом

Понять природу возникновения радиации может атом.

Слово «атом» происходит от греческого слова «атомос», что означает неделимый.

Все на свете состоит из мельчайших частиц, называемых атомами и молекулами, их нельзя увидеть невооруженным глазом.

Атомы настолько малы, что в точке, стоящей в конце предложения, могут уместиться свыше 100 миллиардов атомов. Песчинка состоит из 50 миллионов миллиардов атомов. Каждая молекула песка состоит из трех атомов [3]

Планетарная модель строения атома (Рис. 2) была предложена в результате открытия ядра атома Резерфордом.

В центре атома находится положительно заряженное ядро, занимающее ничтожную часть пространства внутри атома.

Весь положительный заряд и почти вся масса атома сосредоточена в его ядре.

Вокруг ядра по замкнутым орбитам вращаются электроны. Их число равно заряду ядра.

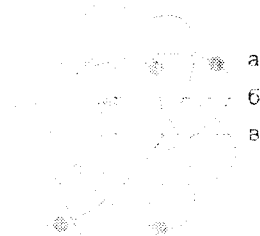


Рис.2 Атом

а - электрон.

б - протон.

в - нейтрон

Ядро атома состоит из протонов и нейтронов (общее название нуклоны). Ядро характеризуется тремя параметрами: A – массовое число, Z – заряд ядра, равный числу протонов, и N – число нейтронов в ядре. Эти параметры связаны между собой соотношением: $A=Z+N$.

Число протонов в ядре равно порядковому номеру элементов.

Заряд ядра обычно пишут внизу слева от символа элемента, а массовое число – вверху слева.

Например: ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ - ядро этого атома содержит 18 протонов и 22 нейтрона.

Атомы, ядра которых содержат одинаковое число протонов и разное число нейтронов, называются *изотопами*, например ${}^{12}_6\text{C}$ и ${}^{13}_6\text{C}$.

Атомы представляют собой весьма прочные системы. Даже сильные воздействия (нагрев, изменение давления и т.д.) приводят лишь к очень незначительным изменениям атомов: они ионизируются, т.е. теряют или, наоборот, присоединяют к себе электроны.

Химические превращения

Если атом теряет электрон, то образуется положительный ион, если приобретает лишний электрон, атом становится отрицательным ионом.

При образовании химической связи возникают пары электронов, которые принадлежат сразу двум атомам.

Химические связи в кристаллических структурах могут быть представлены на рис. 3 [7].

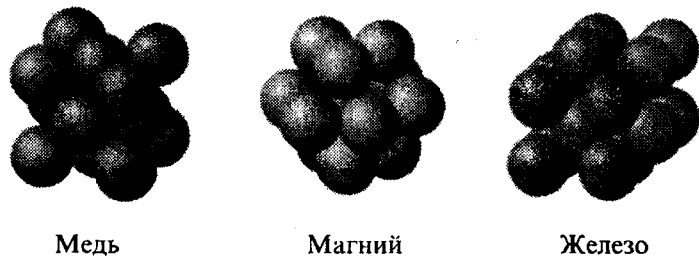
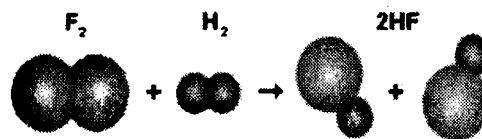


Рис. 3. Основные типы кристаллических решеток в виде шаровых упаковок

Явления, в ходе которых происходит перераспределение химических связей – разрыв старых и образование новых, называются химическими реакциями.

Химическая реакция – это взаимодействие частиц (молекул, атомов) вещества или разных веществ друг с другом, в результате которого одни вещества превращаются в другие. При этом изменяется строение молекул исходных веществ и, как правило, со-

став. Но есть и такие химические реакции, при которых состав вещества не меняется, например, превращение графита в алмаз.



В химической реакции происходит перераспределение химических связей: старые – рвутся, новые образуются

Рис. 4. Химические превращения

При химических реакциях строение атомов всегда остается неизменным.

В этом главное отличие химических процессов от ядерных, в ходе которых ядра атомов перестраиваются и один элемент может превратиться в другой, например: алюминий в натрий, хлор в серу и т.д.

Ядерные превращения

Большинство атомов стабильно, это означает, что они неизменны. Но некоторые атомы неустойчивы (ученые часто их называют радиоизотопами), они самопроизвольно разрушаются и превращаются в другие. Существует три основных вида самопроизвольных ядерных превращений.

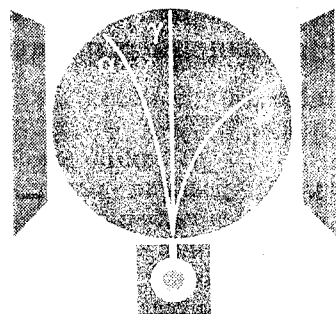
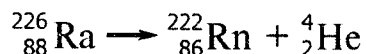


Рис. 5. Компоненты радиоактивного излучения

1. *α-распад (альфа-распад)*. Ядро испускает α-частицу, которая представляет собой ядро атома гелия (${}^4\text{He}$) и состоит из двух протонов и двух нейтронов.

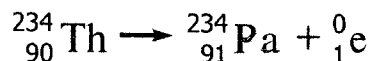
При α-распаде массовое число изотопа уменьшается на 4, а заряд ядра – на 2, например:



2. *β-распад (бета-распад)*. В неустойчивом ядре нейтрон превращается в протон, при этом ядро испускает электрон (β-частицу) и антинейтрон:



При β-распаде массовое число изотопа не изменяется, поскольку общее число протонов и нейтронов сохраняется, а заряд ядра увеличивается на 1, например:



3. *γ-распад (гамма-распад)* Возбужденное ядро испускает электромагнитное излучение с очень малой длиной волны и очень высокой частотой (γ-излучение), при этом энергия ядра уменьшается, массовое число и заряд ядра остаются неизменными.

Самопроизвольный распад ядра изображен на рис. 6.

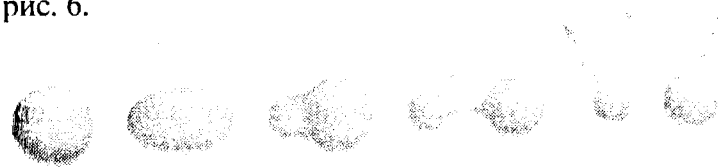


Рис. 6. Схема деления ядра

Ядро можно рассматривать как маленькую каплю, внешняя поверхность которой непрерывно изменяется. И может наступить момент, когда в капле – ядре возникает сначала как бы перегрузка, а затем ядро делится на две части. Так, например, из ядра урана–238 возникают два новых ядра элементов середины Периодической системы.

В процессе ядерных превращений происходит самопроизвольное испускание атомами излучения. Так как «Луч» по латыни radius, поэтому самопроизвольное испускание атомами излучения получило название **радиоактивности**.

Проведенные с радиоактивными веществами опыты показали, что никакие внешние условия не

вливают на характер и скорость самопроизвольного распада ядер.

С течением времени число радиоактивных ядер уменьшается по закону радиоактивного распада:

$$N = N_0 e^{-0,693 t/T}, \quad \text{где}$$

N_0 – число ядер в момент времени t ,

T – период полураспада, т.е. время, за которое число ядер уменьшается в два раза.

Зная период полураспада, можно рассчитать, сколько радионуклидов останется через определенное время.

Радиоактивное излучение свидетельствует о том, что ядра атомов претерпевают распад, в результате которого они превращаются в ядра новых элементов.

Когда ядро атома делится надвое или когда два ядра, соединяясь, образуют новое ядро, происходит выделение громадного количества энергии, называемой ядерной.

Разные виды излучений сопровождаются высвобождением разного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на ткани живого организма.

Альфа-излучение задерживается, например, листком бумаги и практически не способно проникнуть через наружный слой кожи, образованный отмершими клетками. Поэтому оно не представляет опасности до тех пор, пока радиоактивные вещества, испус-

кающие альфа-частицы, не попадут внутрь организма через открытую рану, с пищей или вдыханием воздуха, тогда они становятся чрезвычайно опасными.

Бета-излучение обладает большей проникающей способностью: оно проходит в ткани организма на глубину 1-2см.

Проникающая способность гамма-излучения, которое распространяется со скоростью света, очень велика: его может задержать лишь толстая свинцовая или бетонная плита. (Рис. 7)

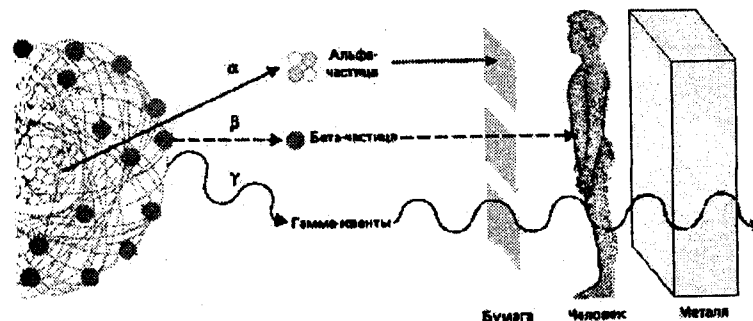
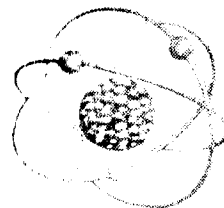


Рис. 7. Три вида излучений и их проникающая способность

Если вблизи воздействия ядерной энергии находится живой организм, то он поглощает эту энергию. Поглощенная энергия - доза – расходуется на разрыв химических связей в клетках организма с образованием высокоактивных в химическом отношении соединений, так называемых свободных радикалов. Вследствие этого в организме начинают происходить другие химические превращения (уже

не ядерные). В организме возникают повреждения. Повреждений, вызванных в организме излучением, будет тем больше, чем больше энергии оно передаёт тканям. Количество такой переданной организму энергии называется *дозой*.



Глава 2

...все в природе подлежит измерению, все может быть сосчитано.

Н. И. Лобачевский

Параметры радиации

В этой главе:

- Дозы радиационного облучения:
 - поглощенная
 - экспозиционная
 - эквивалентная
 - эффективная
- Мощность дозы.
- Активность радиоактивного вещества
- Удельная активность
 - массовая
 - объемная

Степень радиоактивного поражения определяется дозой ионизирующего излучения.

Доза ионизирующего излучения – количество энергии, поглощённой в единице массы среды.

Для количественной характеристики воздействия ионизирующего излучения введено такое понятие, как поглощённая доза, (т.е. поглощённая энергия излучения), в каждом случае отнесённая к массе облучаемого материала.

Поглощённая доза

Поглощённая доза – количество энергии ионизирующего излучения, поглощённое единицей массы облучённого тела.

Поглощённая доза = поглощённая энергия излучения / масса

Распространённой внесистемной единицей измерения поглощённой дозы является – *1 рад*.

В системе СИ поглощённая доза измеряется в грейх (Гр)

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}; \quad 1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$$

Поглощённая доза в 1 рад соответствует повышению температуры человеческого тела меньше, чем на 0,00001 °С

Если количество поглощенной энергии гамма – или рентгеновского излучений рассматривать не

для вещества, а для воздуха, то вводится понятие *ионизации воздуха*.

Причем для воздуха была введена специальная единица, которая связывала заряд ионов каждого знака в 1 см³ сухого воздуха, возникающих в процессе его ионизации гамма-излучением, с «количеством» этого гамма-излучения.

Экспозиционная доза

Для воздуха «количество» излучения, вызывающего ионизацию, было названо *экспозиционной дозой*.

Внесистемная распространённая единица измерения экспозиционной дозы - рентген (Р).

Единица измерения экспозиционной дозы в системе СИ- кулон на килограмм (Кл/кг).

$$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

1 Кл/кг – экспозиционная доза рентгеновского или гамма-излучения, при которой сопряжённая корпускулярная эмиссия создает в 1 кг сухого атмосферного воздуха ионы, несущие заряд в 1 Кл электричества каждого знака.

Особо большой интерес вызывает случай измерения поглощенной дозы применительно к биологической ткани (в том числе к материалу, из которого, в среднем, состоит и организм человека). Причем представляет интерес не только сама энергия (хотя она является физической сущностью этого

процесса), но и степень ее биологической опасности. Как оказалось, она различна для разных видов ионизирующих излучений (альфа-, бета- и т.д.).

Таких единиц, как рентген и рад, оказалось недостаточно для характеристики биологических поражений, вызванных излучением.

Для оценки степени биологической опасности на основе многочисленных исследований установлен так называемый *коэффициент качества* - *k* каждого вида излучений (фактически это коэффициент вредности). Специалисты этот коэффициент называют радиационным взвешивающим фактором. Этот оценочный коэффициент отражает способность данного вида излучения повреждать ткани организма.

Он безразмерный (относительный). Для бета- и гамма- излучений он равен единице, для альфа- излучений – в среднем 20, для нейтронных потоков – в среднем 10.

Таким образом, опасность для организма человека от поглощенной биологической тканью дозы излучения равна произведению этой дозы на оценочный коэффициент. Результат произведения называется эквивалентной дозой.

Эквивалентная доза

Эквивалентная доза – понятие, посредством которого делается попытка учесть неодинаковую биологическую активность различных видов излучений

с помощью безразмерных коэффициентов, характеризующих радиационную биологическую активность – коэффициентов качества излучения.

Несмотря на совпадение размерности эквивалентной дозы (взаимоотношения основных определяющих единиц) с размерностью поглощенной дозы (Дж/кг), для ее измерения с целью подчеркивания ее радиобиологического значения введена специальная единица – Зиверт (Зв).

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \cdot k$$

Распространенная внесистемная единица эквивалентной дозы - бэр (биологический эквивалент рентгена).

$$1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв.}$$

Полученная человеком эквивалентная доза является основным радиобиологическим критерием опасности воздействия на него любого радиационного излучения. Следует учитывать также, что одни части тела (органы, ткани) более чувствительны, чем другие: например, при одинаковой эквивалентной дозе облучения возникновение рака в легких более вероятно, чем в щитовидной железе, а облучение половых желез особенно опасно из-за риска генетических повреждений. Поэтому дозы облучения органов и тканей также следует учитывать с разными коэффициентами. Это так называемые тканевые взвешенные факторы. (Рис. 8).

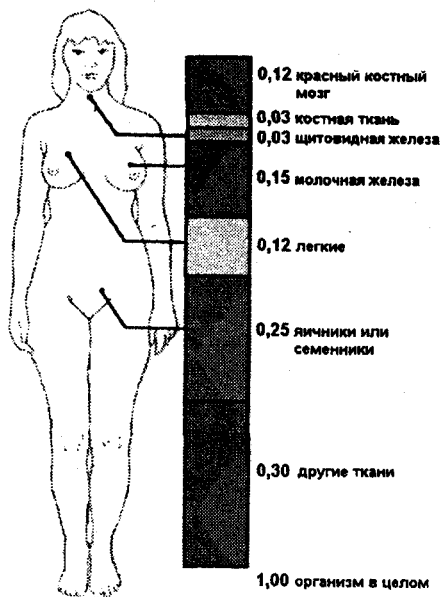


Рис. 8. Коэффициенты радиоактивного риска.

Эффективная эквивалентная доза

Умножив эквивалентные дозы на соответствующие коэффициенты и просуммировав по всем органам и тканям, получим *эффективную эквивалентную дозу*, отражающую суммарный эффект облучения для организма; она также измеряется в Зивертах. Прямые замеры эквивалентной дозы проводятся на чрезвычайно сложной и профессиональной дорогостоящей аппаратуре - так называемых счетчиках излучения человека (СИЧ). Неплохие результаты дают и измерения при помощи накопительных дозиметров, которые люди, попадающие под такой вид контро-

лю по условиям своей работы или проживающие в сильно загрязненной местности, должны постоянно иметь при себе. Преимуществом обоих этих методов является учет фактического облучения человека.

Недостатками этих методов являются получение результатов только после полученного облучения, невозможность оперативного текущего учета радиационной обстановки в месте пребывания с целью исключения необоснованного переоблучения.

Мощность дозы

Для обеспечения прогноза радиоактивных воздействий введено понятие *мощность дозы*. Это чрезвычайно важное понятие применяется и для экспозиционной, и для поглощенной, и для эквивалентной доз. В каждом случае соответствующая мощность дозы равна дозе, получаемой тем или иным веществом за единицу времени (за секунду или, в бытовых условиях чаще, за час). Мощность эквивалентной дозы принято обозначать МЭД. Зная эту величину, можно *наперед* вычислить ожидаемое значение получаемой дозы за любой, наперед заданный, период времени, умножив МЭД на это время.

Например, дозиметрический прибор показал мощность эквивалентной дозы на ступеньках из гранита - 0,8 мкЗв/час ($P=0,8$ мкЗв/час). Если человек посидит на этих ступеньках, например, 5 часов, то он получит радиационное облучение дозой 4 мкЗв.

$0,8 \text{ мкЗв/час} \cdot 5 \text{ часов} = 4 \text{ мкЗв (400 мкбэр)}$,

что в 25-50 раз выше дозы от естественной солнечной радиации.

Измерение мощности дозы

Измерители мощности дозы, к которым относятся и все без исключения бытовые «дозиметры», по установившейся традиции тоже (как и накопители дозы) принято называть дозиметрами. Это допускается действующими в настоящее время стандартами. *Дозиметр* – это прибор для измерения дозы ионизирующего излучения (это прибор, улавливающий радиацию). Дозиметр показывает дозу, полученную за определённый отрезок времени. Устроен он довольно просто; вакуумная трубка, внутри которой находится две пластины и небольшое количество газа. Радиация при попадании в трубку начинает взаимодействовать с молекулами газа, возникают положительные и отрицательные ионы, которые начинают двигаться к пластинам, т.е. через трубку проходит электрический ток. Измеряя электрический ток, можно узнать количество радиации, попавшей в трубку.

Так как во всех средствах массовой информации сложилась традиция сообщать сведения о радиационной обстановке в единицах - микрорентген в час (мкР/час), а для здоровья человека фактически имеют значения, выраженные в микрозивертах в час (мкЗв/час), дозиметрические приборы на практике

тоже проградуированы в мкЗв/час, для перевода можно пользоваться приблизительным соотношением:

$$1 \text{ мкЗв/час} \approx 100 \text{ мкР/час}$$

Вышеописанные методы измерения доз и мощностей доз относятся к группе дозиметрических замеров. На практике часто возникает необходимость измерения не результатов облучения (полученных доз) и не процесса облучения (мощностей доз), а исходных данных о количестве радиоактивных веществ, содержащихся в том или ином контролируемом объекте и вызывающих, как следствие, те ионизирующие потоки, которые фиксируются измерительными приборами. Это содержание радиоактивных элементов принято определять по параметру, именуемому активностью.

Активность радиоактивного вещества

Активность радиоактивного вещества – это количество атомных ядер, распадающихся за одну секунду, или число актов распада в секунду (скорость радиоактивного распада). Единица измерения активности - Беккерель (Бк).

Данное количество радиоактивных атомов имеет активность 1 Бк, если в секунду распадается одно ядро. Каждый акт распада связан с эмиссией ионизирующего излучения.

$$1 \text{ Бк} = 1 \text{ расп/сек.}$$

В течение многих лет применяли старую единицу активности - Кюри (Ки), названную так в честь Пьера и Марии Кюри – ученых, первыми выделивших чистый радий. Исторически сложилось так, что указанная единица была введена применительно к радию, один грамм которого и обладал активностью 1 Ки. Когда начали использовать эту единицу по отношению ко всем остальным радиоактивным элементам, 1 Ки стал выражать количество вещества, в котором за 1 секунду происходит распад 37 млрд. атомов:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ расп/сек} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$$

Все замеры, связанные с определением активности, называются радиометрическими.

Удельная активность

Еще более представительным показателем радиационной опасности контролируемого материала является *удельная активность*. Этот параметр используется в качестве основного критерия загрязненности пищевых продуктов, воды, почвы, строительных материалов, сырья и продукции промышленных предприятий.

Массовая удельная активность – это отношение числа актов распада в секунду к единице массы (1 кг) радиоактивного вещества. Единица измерения – Бк/кг (или Ки/кг).

Объемная удельная активность – это отношение числа актов распада в секунду к единице объема

радиоактивного вещества. Единица измерения – Бк/л или Бк/м³ (или Ки/л, Ки/м³)

Для различных видов излучений существующая связь между активностью радиоактивного источника и мощностью дозы выражается различными математическими выражениями. Для наиболее распространенного гамма-излучения эта связь будет иметь следующий вид:

$$P = kA / R^2,$$

где:

P [рентген/час] - мощность экспозиционной дозы;

A [миллиКи (мКи)] - активность источника ионизирующего излучения;

R [см] - расстояние от источника ионизирующего излучения до места, в котором определяется мощность дозы;

k [берётся из справочных таблиц] - гамма постоянная, например, для Цезия-137 (Cs-137):

$$k = 3,16;$$

$$\text{для Кобальта-60 (Co-60): } k = 13,2.$$

Для удобств в практической работе при оценке радиации (дозиметрия ионизирующих излучений) сведём рассмотренные выше единицы в таблицу 1.

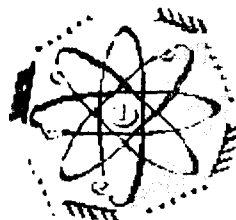
В таблице 1. **k** – оценочный коэффициент. В НРБУ-97 он называется радиационным взвешивающим фактором.

Радиационный взвешивающий фактор – коэффициент, который учитывает относительную биоло-

гическую эффективность разных видов ионизирующего излучения. Используется исключительно при расчёте эффективной и эквивалентной доз.

Таблица 1. Единицы измерения параметров радиации

Основные Понятия	Единицы измерения в системе СИ	Внесистемные единицы
Активность радиоактивного вещества	Беккерель (Бк) 1 Бк=0,027нКи	Кюри (Ки) 1 Ки=3,7·10 ¹⁰ Бк
Поглощенная доза	Грэй (Гр) 1 Гр=100рад	Рад (рад) 1 рад=0,01 Гр
Экспозиционная доза	Кулон/кг 1 кл/кг=3,86·10 ³ р	Рентген (р) 1 р=2,58·10 ⁻⁴ кл/кг
Эквивалентная и эффективная доза	Зиверт (Зв) 1 Зв=100бэр 1 Зв = 1Гр·к	Бэр (бэр) 1 бэр=0,01Зв 1 бэр = 1 рад·к
Мощность поглощенной дозы	Гр/с 1 гр/с=100 рад/с	Рад/с 1 рад/с=0,01 Гр/с
Мощность экспозиционной дозы (Р)	Ампер/кг (А/кг)	Рентген в сек. Р/с 1 р/с=2,58·10 ⁻⁴ А/кг
Мощность эффективной дозы	Зиверт/с	Бэр/час



Глава 3

*Тем, кто не умрет,
Ибо у них есть знания.*

Л. Рон Хаббард

Действие радиации на человека

В этой главе:

- Механизм воздействия радиации
- Естественное (природное) облучение
- Космическое облучение
- Облучение за счет естественных радионуклидов (ЕРН)
- Радоновое облучение
- Воздействие повышенных доз радиации
- Воздействие вредных химических элементов

Механизм воздействия радиации

Воздействие радиации на человека заключается в ионизации биологических тканей.

Какое же в точности действие оказывает радиация на человеческое тело?

Когда радиоактивное излучение проходит через тело или когда в каких-либо тканях организма присутствуют радиоактивные вещества, энергия волн и частиц передается тканям, подвергающимся облучению. А при передаче энергии от радиоактивных частиц клеткам и жидкостям тела происходит возбуждение атомов и молекул, составляющих тело. Эта передача энергии приводит к повреждению клеток, нарушению их деятельности и даже гибели, в зависимости от полученной дозы облучения и состояния здоровья человека на момент облучения.

При этом поглощенная энергия в биологических тканях распределяется не равномерно, а отдельными разрозненными «пачками». В результате громадное количество энергии излучения передается в определенные участки каких-нибудь клеток и совсем небольшое, если таковое вообще имеется, в другие.

Подобный неравномерный характер поглощения энергии объясняет особенности воздействия радиации на организм. Общее количество поглощенной тканями энергии может быть небольшим, но некоторые клетки живой материи из-за такой неравномерности распределения энергии излучения будут значительно повреждены.

Поглощенная энергия в живом организме вызывает в нем возбуждение и ионизацию атомов и молекул, их смещение, т.е. образование дефектов, расщеплением устойчивой в организме молекулы на атомы или более простые комплексы молекул, превращением одних элементов в другие.

Ничтожность поглощенного количества энергии, вызывающего тяжкие последствия, можно продемонстрировать несколькими способами.

Например, энергию (дозу) рентгеновского излучения, несомненно, смертельного для человека при общем облучении, можно сравнить с тепловой энергией. При этом смертельная энергия рентгеновского излучения будет меньше тепловой энергии, поглощенной организмом после выпитой чашки горячего кофе, или после нескольких минут принятия солнечных ванн в теплый день. В свою очередь энергию смертельной дозы поглощенного рентгеновского излучения можно сравнить и с механической энергией: она будет соответствовать работе, выполняемой одним человеком при подъеме тела другого человека на высоту 40 см над уровнем пола.

Тепловая или механическая энергия поглощается в тканях одинаково и равномерно. Поэтому, чтобы вызвать повреждение в живом организме, энергии подобного типа потребуется намного больше, чем энергии ионизирующего излучения.

Для ионизирующего излучения нет барьеров в организме. Любая молекула может быть ионизирована, и отсюда начинается путь радиоактивного

поражения в виде разнообразных радиационно-химических реакций, биохимических сдвигов, разрегуляции, структурно – функциональных нарушений.

Радиация увеличивает (неблагоприятным для тела образом) активность всех биологических систем. Основными элементами, составляющими тело, являются углерод, кислород, водород и сера. Кислород играет главную роль в расщеплении углеводов и жиров для получения энергии. Эта энергия используется клетками для построения белков, необходимых для формирования тканей тела. Кислород также играет ключевую роль в образовании ферментов, действующих в качестве катализаторов в биохимических реакциях.

Взаимодействуя с атомом или молекулой тела, радиоактивное излучение может выбить оттуда электрон. Обычно свободные электроны захватываются молекулами кислорода. Имея лишний электрон, такая молекула кислорода становится нестабильной, она приобретает большую способность реагировать с другими молекулами и будет пытаться «отобрать» электрон у другой, находящейся по соседству молекулы для восстановления своего стабильного состояния. Молекула, из которой был взят этот добавочный электрон, тоже становится нестабильной и будет «отнимать» электрон у другой молекулы. Результатом этого будет настоящая цепная реакция в теле человека. Таким образом, химически активные молекулы кислорода нарушают функции и структуру клеток.

Поскольку кислород присутствует в больших количествах внутри и вне клеток, образование большого количества химически активного кислорода при радиационном облучении приведет к разрушению других химических соединений в клетках, так как их молекулы будут стремиться к возвращению в стабильное состояние.

Пораженными веществами в теле могут быть жиры или белки, жизненно необходимые для нормальной деятельности клеток. При поражении определенных белков, находящихся в клетке, результатом могут быть мутации, которые, в свою очередь, могут сделать организм предрасположенным к раку.

Таким образом, радиация вызывает образование большого количества свободных электронов в организме человека. Это затем приводит к образованию химически активного кислорода и других измененных веществ, которые разъедают ткани, вызывая:

- нарушение структуры клетки;
- подавление активности ферментов;
- образование аномальных белков;
- образование веществ, вызывающих мутации и рак;
- гибель клеток.

В организме включаются защитные силы, начинают противостоять альтернативный путь восстановления процессов и биологических реакций, направленных на исправление, адаптацию, компенсацию. Это противоборство, начавшись на моле-

купирном, невидимом и не чувствуемом уровне, постепенно поднимается на всё более высокие этапы биологического организма: от клетки к отдельным органам, далее ко всему организму.

Исход борьбы зависит от дозы, сотни бэр – *безусловная реализация поражения*, вплоть до гибели организма.

При больших дозах радиация может разрушать клетки, повреждать ткани различных органов и явиться причиной скорой гибели организма. Повреждения, вызываемые большими дозами облучения, обыкновенно проявляются в течение нескольких часов или дней. Раковые заболевания, однако, проявляются спустя много лет после облучения – как правило, не ранее чем через одно-два десятилетия. А врождённые пороки развития и другие наследственные болезни, вызываемые повреждением генетического аппарата, появляются лишь в следующем или последующих поколениях: это дети, внуки и более отдалённые потомки индивидуума, подвергшегося облучению.

Воздействие малых доз облучения обнаружить почти всегда оказывается очень трудно. Частично это объясняется тем, что для их проявления должно пройти очень много времени. Но даже и обнаружив какие-то эффекты, требуется ещё доказать, что они объясняются действием радиации, поскольку и рак, и повреждения генетического аппарата могут быть вызваны не только радиацией, но и множеством других причин.

Чтобы вызвать острое поражение организма, дозы облучения должны превышать определённый уровень, но нет никаких оснований считать, что это правило действует в случае таких последствий, как рак или повреждение генетического аппарата. По крайней мере, теоретически для этого достаточно самой малой дозы. Однако в то же самое время никакая доза облучения не приводит к этим последствиям во всех случаях. Даже при относительно больших дозах облучения далеко не все люди обречены на эти болезни: действующие в организме человека защитные механизмы обычно ликвидируют все повреждения.

Точно так же любой человек, подвергшийся действию радиации, совсем не обязательно должен заболеть раком или стать носителем наследственных болезней; однако вероятность или риск наступления таких последствий у него больше, чем у человека, который не был облучён. И риск этот тем больше, чем больше доза облучения.

Крайне чувствительны к действию радиации дети [4]. Относительно небольшие дозы при облучении хрящевой ткани могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей, что приводит к аномалиям развития скелета. Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост костей. Суммарной дозы порядка 10 Гр, полученной в течение нескольких недель при ежедневном облучении, бывает достаточно, чтобы вызвать некоторые аномалии развития скелета. По-видимому, для такого действия радиации не существует никакого порогового эффекта.

Оказалось также, что облучение мозга ребенка при лучевой терапии может вызвать изменения в его характере, привести к потере памяти, а у очень маленьких детей даже к слабоумию и идиотии. Кости и мозг взрослого человека способны выдерживать гораздо большие дозы.

Крайне чувствителен к действию радиации и мозг плода, особенно если мать подвергается облучению между восьмой и пятнадцатой неделями беременности. В этот период у плода формируется кора головного мозга, и существует большой риск того, что в результате облучения матери (например, рентгеновскими лучами) родится умственно отсталый ребенок. Именно таким образом пострадали примерно 30 детей, облученных в период внутриутробного развития во время атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки [4]. Хотя индивидуальный риск при этом большой, а последствия доставляют особенно много страданий, число женщин, находящихся на этой стадии беременности, в любой момент времени составляет лишь небольшую часть населения. Это, однако, наиболее серьезный по своим последствиям эффект из всех известных эффектов облучения плода человека, хотя после облучения плодов и эмбрионов животных в период их внутриутробного развития было обнаружено немало других серьезных последствий, включая пороки развития, недоразвитость и летальный исход.

Большинство тканей взрослого человека относительно мало чувствительны к действию радиации.

Почки выдерживают суммарную дозу около 23 Гр., полученную в течение пяти недель, без особого для себя вреда, печень – по меньшей мере 40 Гр., за месяц, мочевой пузырь – до 70 Гр. Легкие – чрезвычайно сложный орган – гораздо более уязвимы. А в кровеносных сосудах незначительные, но, возможно, существенные изменения могут происходить уже при относительно небольших дозах.

Конечно, облучение в терапевтических целях, как и всякое другое облучение, может вызвать заболевание раком в будущем или привести к неблагоприятным генетическим последствиям. Облучение в терапевтических целях, однако, применяют обычно для лечения рака, когда человек смертельно болен, а поскольку такие пациенты в среднем довольно пожилые люди, вероятность того, что они будут иметь детей, также относительно мала. Однако далеко не так просто оценить, насколько велик этот риск при гораздо меньших дозах облучения, которые люди получают в своей повседневной жизни и на работе, и на этот счет существуют самые разные мнения среди общественности.

Естественное (природное) облучение человека

Человек, как и весь растительный и животный мир на Земле, постоянно подвергался и подвергается действию ионизирующих излучений, обусловленных естественным радиационным фоном. Организм человека подвергается как внешнему облучению за счет вторичного космического излучения, воздей-

ствия неравномерно расположенных в природе радионуклидов естественного и космогенного происхождения, так и внутреннему облучению от радионуклидов, поступивших в его организм с продуктами питания, водой и воздухом.

Радиационный фон для жителя Земли складывается из следующих составляющих:

- естественный радиационный фон (космическое излучение, космогенные радионуклиды, естественные радионуклиды (ЕРН));

- искусственный радиационный фон (радионуклиды чернобыльского происхождения и образовавшиеся при испытаниях атомного оружия, медицинское облучение человека и другие техногенные источники ионизирующих излучений);

- в последнее время выделяют так называемый технологически измененный естественный радиационный фон, который определяется излучениями от природных источников радиации, которых не было бы, если бы не техногенная деятельность человека.

Причинами такого дополнительного облучения человека могут являться выбросы тепловых электростанций, горнодобывающая и строительная индустрия, полеты на самолете и т.п. Типичным примером такого технологически измененного радиационного фона является накопление в жилых и производственных помещениях такого радионуклида, как газ радон.

Космическое облучение

Космическое облучение человек получает за счет воздействия на него космического излучения.

Различают первичное и вторичное космическое излучение. Первичное космическое излучение представляет собой поток высокоэнергетических протонов и альфа-частиц, идущих из глубин космоса, пронизывающих земную атмосферу и практически не доходящих до поверхности Земли. Вторичное космическое излучение имеет гораздо более сложный состав. Оно образуется в результате взаимодействия между частицами первичного излучения и атомами химических элементов, входящих в состав земной атмосферы. Каждая частица из первичного излучения благодаря высокой энергии вызывает целый каскад вторичных частиц, которые, в свою очередь, взаимодействуя с атомами атмосферы, вызывают ряд последующих ядерных превращений. У поверхности Земли вторичное излучение в основном состоит из высокоэнергетических фотонов электромагнитного излучения, электронов, других ядерных частиц, а также небольшой доли нейтронов. Максимальная интенсивность вторичного космического излучения наблюдается на высоте 20-25 км. На высотах свыше 40-50 км преобладает первичное излучение. На уровне моря первичное излучение составляет всего 0,05 % суммарного числа частиц, падающих на верхнюю границу

земной атмосферы. Хотя мы живем под ее защитой (если атмосферу сжать до плотности воды, ее толщина составит около 10 м), все же за счет вторичного излучения до поверхности Земли доходит вполне измеримый и достаточно интенсивный поток космического излучения. В результате средняя годовая эффективная эквивалентная доза космического, внешнего облучения населения Земли составляет около 0,3 мЗв.

Интенсивность космического излучения на уровне моря относительно стабильна, на нее оказывает небольшое влияние только магнитное поле Земли, в результате чего на полюсах она выше, чем у экватора. Гораздо более сильное влияние на уровень облучения человека по космическому фактору оказывает высота над уровнем моря. Так, доза внешнего облучения примерно удваивается с каждой тысячей метров над уровнем моря. Поэтому на высоте 1000 м (высота расположения г.Тбилиси) она составляет около 0,7 мЗв/год, а на высотах 3500-4000 м (высокогорный Тибет) достигает уровня 2,5-3,0 мЗв/год.

В результате взаимодействия первичного и вторичного излучения с ядрами атомов химических элементов атмосферы образуются космогенные радионуклиды. К ним, например, относятся: тритий, бериллий-4, углерод-14, натрий-22 и др. Доза внутреннего облучения, формируемая космогенными радионуклидами, попадающими в организм человека, невелика и оценивается в 0,015 мЗв/год. Основной вклад в нее вносят два из вышеперечисленных космогенных радионуклидов: тритий и углерод-14.

Облучение, вызванное естественными радионуклидами (ЕРН)

В земной коре и гидросфере наряду с атомами стабильных изотопов химических элементов находятся в небольших количествах природные радиоактивные изотопы химических элементов, образовавшиеся еще при возникновении Земли и имеющие периоды полураспада, сравнимые со временем ее эволюции. Эти природные радиоактивные элементы получили название естественных радионуклидов (ЕРН). К ним относятся две группы естественных радионуклидов: радионуклиды уранорадиевого и ториевого семейств Периодической системы элементов и долгоживущие радионуклиды середины таблицы Менделеева (калий-40, кальций-48, рубидий-87 и др.).

Установлено, что уровень облучения человека за счет ЕРН существенно превышает вклад космического излучения. Так, по данным НКДАР ООН и других публикаций, средневзвешенное значение годовой дозовой нагрузки жителя Земли от ЕРН оценивается в 2 мЗв/год.

Внешнее облучение человека ЕРН формируется за счет их присутствия во всех природных средах (почве, приземном воздухе, гидросфере, биосфере). Уровень годовой дозы, обусловленной внешним облучением за счет ЕРН, составляет приблизительно 0,35 мЗв/год. Однако эта величина может существенно колебаться в зависимости от регионов Земли, где различие в содержании урана и тория в по-

чве может приводить к большему значению получаемой дозы (в десятки и более раз) по сравнению со средним значением.

Таблица 2. Радионуклиды в окружающей среде

Естественные (ЕРН)		Техногенного происхождения		Космогенного происхождения	
РН	T _{1/2} (лет)	РН	T _{1/2} (лет)	РН	T _{1/2} (лет)
Rb - 87	4,9 x 10 ¹⁰	Sr - 89	51 сут.	H - 3	12,3
Th - 232	1,4 x 10 ¹⁰	Sr - 90	29	Be - 7	53,3 сут.
Nd - 144	2,0 x 10 ¹⁵	Cs - 134	2,1	Be - 10	2,5 x 10 ⁵
K - 40	1,4 x 10 ⁹	Cs - 137	30	C - 14	5730
U - 238	4,5 x 10 ⁹	Ru - 106	368 сут.	Na - 22	2,6
Nd - 150	5,0 x 10 ¹⁰	Ce - 144	284 сут.	Al - 26	7,16 x 10 ⁵
Sm - 147	1,6 x 10 ¹¹	I - 131	8 сут.	Si - 32	700
In - 115	6,9 x 10 ¹⁴	и другие		S - 35	87 сут.
Lu - 176	3,6 x 10 ¹⁰	Zn - 65	244 сут.	Cl - 36	3 x 10 ⁵
Sn - 124	1,5 x 10 ¹⁷	Co - 60	5,3	и другие	
La - 115	1,5 x 10 ¹¹	H - 3	12,3		
U - 235	0,7 x 10 ⁹	C - 14	5730		
Bi - 209	2,7 x 10 ¹²	Mn - 54	312 сут.		
W - 180	2,2 x 10 ¹²	P - 32	14 сут.		
Re - 187	4,6 x 10 ¹²	Fe - 59	44 сут.		
Te - 130	1,4 x 10 ²¹	и другие			
Te - 123	1,2 x 10 ¹³				

Доза внутреннего облучения человека за счет ЕРН, попадающих в организм с воздухом, пищей и

водой, оценивается в 1,5 мЗв/год и в основном формируется следующими радионуклидами: долгоживущим изотопом калия ⁴⁰K, долгоживущим изотопом радия ²²⁶Ra и его короткоживущим изотопом ²²⁴Ra, короткоживущими изотопами радона ²²²Rn и ²²⁰Rn и их дочерними продуктами распада (ДПР). При этом 2/3 дозы внутреннего облучения население получает от радона и дочерних продуктов его распада. Получается, что радон ответственен примерно за половину дозы от всех природных источников радиации. Этот факт установлен сравнительно недавно и сейчас во всем мире ведутся интенсивные исследования в этой области. Обнаружены большие колебания значений дозы излучения, обусловленной вдыханием радона и дочерних продуктов его распада. По оценке МКРЗ, она изменяется в пределах от значений в 2 раза меньших средней дозы до значений, превышающих среднюю в 10-100 раз, а поскольку этот источник вносит основной вклад в дозу от всех природных источников радиации, то наблюдается значительное различие суммарной индивидуальной дозы облучения для различных стран и регионов.



Радоновое облучение

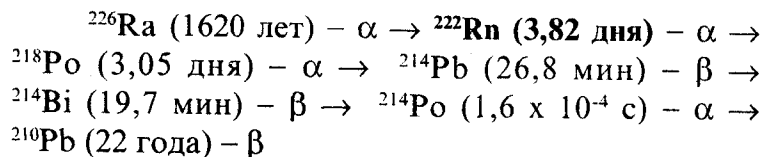
Радон находится в восьмой группе Периодической таблицы химических элементов и представляет собой инертный, благородный одноатомный

газ, не имеющий вкуса и запаха (в 7,5 раза тяжелее воздуха). Радон растворим в воде, но при кипячении полностью из нее удаляется.

В радиоактивных рядах ^{238}U , ^{232}Th образуются альфа-активные радиоизотопы инертного газа радона: ^{222}Rn (радон), ^{220}Rn (торон). Изотопы радона являются альфа-излучателями. Полагают, что радон-222 по вкладу в суммарную дозу облучения человека примерно в 20 раз важнее, чем радон-220 (торон), поэтому для удобства оба изотопа в дальнейшем часто будем рассматривать вместе и называть просто радоном.

Характерная особенность изотопов Rn - способность создавать на соприкасающихся с ними телах радиоактивный осадок, состоящий из дочерних продуктов радиоактивного распада радона - короткоживущих и долгоживущих изотопов полония, свинца, висмута.

Схема образования и распада ^{222}Rn :



Образующиеся в результате распада радона в воздухе его ДПР (дочерние продукты распада) тут же прикрепляются к микроскопическим пылинкам-аэрозолям. Поверхность легких у человека составляет несколько десятков квадратных метров. Поэто-

му легкие - хороший фильтр, осаждающий эти радиоактивные аэрозоли. ДПР радона «обстреливают» альфа- и бета- частицами поверхность легких и обуславливают свыше 97 % дозы, связанной с радоном. Таким образом, большая часть облучения исходит от дочерних продуктов распада радона. Основной медико-биологический эффект облучения от радона и его ДПР - рак легких.

Концентрацию радона в воздухе определяют по его активности в кубическом метре - Бк/м³.

Человек большую часть своей жизни (около 80 % времени) проводит в помещениях (жилье, рабочие места). Полагают, что среднегодовая концентрация радона в них в 20 Бк/м³ формирует индивидуальную дозовую нагрузку 1 мЗв/год.

- **Содержание радона в природных средах.**
Пути поступления радона в жилые и производственные помещения.

Изотопы радона и продукты их распада широко распространены в природе. Они содержатся в горных породах, воде, воздухе, природном газе, нефти и т.д., поэтому целесообразно выделить из этих объектов те источники радона, которые оказывают непосредственное или потенциальное воздействие на организм человека - это почва и горные породы, строительные материалы, воздух и вода.

Почва и горные породы являются как непосредственным источником радона, так и природными материалами, которые используются в строитель-

стве (песок, глина, гранит, ил). Радионуклиды, возглавляющие радиоактивные семейства, широко распространены в породах и минералах природного происхождения, хотя и в малых концентрациях (средние значения для ^{238}U - 33 Бк/кг, для ^{232}Th - 34 Бк/кг). Образующийся при их распаде радон через трещины и поры в породах земной поверхности и строительных изделиях непрерывно поступает в атмосферный воздух, в жилые и рабочие помещения.

Высокие концентрации радона в почвенном воздухе образуются:

- при неглубоком залегании гранитных пород и хорошо проницаемых осадочных отложений, перекрывающих их;

- в зонах тектонических нарушений, проникающих в осадочный чехол и являющихся путями миграции радона;

- в зонах палеоврезов, заполненных хорошо проницаемыми песчано-гравийными отложениями, при неглубоко залегающих гранитных породах фундамента;

- в зонах развития моренных радоногенерирующих отложений.

• **Пути формирования и величины дозовых нагрузок от радона**

Во многих странах обнаружено, что в жилых домах, построенных из материалов, которые содержат повышенные концентрации естественных радионуклидов, концентрации радона достигают значи-

тельных уровней, а среднегодовая доза облучения легких человека в результате вдыхания радона и его дочерних продуктов может составить несколько миллизивертов.

Человек повсюду контактирует с радоном, но прежде всего в жилых помещениях и зданиях. Поступая внутрь помещения тем или иным путем, радон накапливается. В результате в помещении могут возникнуть довольно высокие уровни концентрации радона, особенно если дом стоит на грунте с относительно высоким содержанием естественных радионуклидов или если при его постройке использовали материалы с повышенной естественной радиоактивностью.

Таблица 3. Сопоставление мощности различных источников радона в типичном доме

Источник радона	Мощность, кБк/сутки
Природный газ	3
Вода	4
Воздух	10
Стройматериалы и грунт под зданием	60

Используемые в ряде случаев в строительстве радиоактивные строительные материалы являются, как правило, побочной продукцией, технологическими отходами. Например, фосфогипс является отходом при производстве фосфорной кислоты из осадочной фосфатной руды, красный глиняный кирпич

- побочная продукция при получении глинозема из боксита, доменный шлак - побочный продукт процесса производства железа и т.д. В последние десятилетия повысился интерес к использованию промышленных отходов в качестве строительных материалов. Однако использование некоторых из них впоследствии было ограничено из-за относительно высокого содержания радиоактивных элементов. Например, квасцовые глинистые сланцы в течение нескольких десятилетий использовались в Швеции для изготовления газобетона и составляли до одной трети сбыта в производстве строительных материалов. В 1979 г. производство их было полностью прекращено.

Проведенное изучение объемной активности радона в домах в Финляндии и Великобритании показало, что повышенное его содержание в основном определяется истечением почвенного воздуха, обогащенного радоном, из грунта под строением. При этом радиоактивность почвенного воздуха определяется характером залегающих пород и количеством воды в них.

Концентрации радона в верхних этажах многоэтажных домов, как правило, ниже, чем на первом этаже. Исследования, проведенные в Норвегии, показали, что концентрация радона в деревянных домах даже выше, чем в кирпичных, хотя, дерево выделяет совершенно ничтожное количество радона по сравнению с другими материалами. Это объясняется тем, что деревянные дома, как правило, име-

ют меньше этажей, чем кирпичные, и, следовательно, комнаты, в которых проводились измерения, находились ближе к земле - основному источнику радона.

В воздухе помещений большинства зданий среднегодовые концентрации радона и его дочерних продуктов не превышают 40 Бк/м³ и только в 1-1,5 % домов эти концентрации могут быть более 100 Бк/м³. Встречаются, однако, случаи исключительно высокого содержания радона в жилых помещениях - до 1000 Бк/м³ и даже больше, но число таких случаев в разных странах незначительно - 0,01-0,1 % от общего количества обследованных домов.

Скорость проникновения исходящего из земли радона в помещение фактически определяется толщиной и целостностью (т.е. количеством трещин и микротрещин) межэтажных перекрытий. Этот вывод подтвердился при инспекции домов, построенных на регенерированных после добычи фосфатов землях во Флориде. А в Чикаго, например, в домах, стоящих прямо на земле, с земляными подвалами были зарегистрированы концентрации радона, в сто раз превышающие его средний уровень в наружном воздухе, хотя удельная радиоактивность грунта была самая обычная.

Еще один, как правило, менее важный источник поступления радона в жилые помещения представляют собой вода и природный газ. Концентрация радона в обычно используемой воде чрезвычайно мала, но вода из некоторых источников, особен-

но из глубоких колодцев или артезианских скважин, содержит много радона. Наибольшая зарегистрированная удельная радиоактивность воды в системах водоснабжения составляет 100 млн. Бк/м³, наименьшая равна нулю. По оценкам НКДАР ООН, среди всего населения Земли менее 1 % жителей потребляет воду с удельной радиоактивностью более 1 млн. Бк/м³ и около 10 % пьют воду с концентрацией радона, превышающей 100 000 Бк/м³.

Гораздо большую опасность представляет попадание паров воды с высоким содержанием радона в легкие вместе с вдыхаемым воздухом, что чаще всего происходит в ванной комнате. При обследовании домов, для водоснабжения которых используется вода, содержащая радон, оказалось, что в среднем концентрация радона в ванной комнате примерно в три раза выше, чем в кухне, и приблизительно в 40 раз выше, чем в жилых комнатах.

Радон проникает также в природный газ под землей. В результате предварительной переработки и в процессе хранения газа перед поступлением его к потребителю большая часть радона распадается и улетучивается, но концентрация радона в помещении может заметно возрасти, если кухонные плиты, отопительные и другие нагревательные устройства, в которых сжигается газ, не снабжены вытяжкой. При наличии вытяжки, которая сообщается с наружным воздухом, пользование газом практически не влияет на концентрацию радона в помещении.

Многие специалисты по эпидемиологии и гигиене окружающей среды считают, что концентрация радона может быть причиной рака легких у людей, проживающих в районах повышенного естественного радиационного фона, даже в том случае, если они не подвергались другим вредным воздействиям. Пребывание в домах, построенных на территориях, подстилаемых геологическими формациями, содержащими уран, приводит к дополнительному внешнему и внутреннему облучению. На открытом воздухе концентрация радона рассеивается быстро, но в домах радон может накапливаться в концентрациях в 10, 100 и даже более раз больших, чем на открытом воздухе.

- **Нормативы на содержание радона в воздухе помещений**

В 80-е годы в ряде стран были приняты нормативы, регламентирующие содержание радона в жилых помещениях. В большинстве стран установлены следующие контрольные уровни для среднегодовой эквивалентной равновесной концентрации радона в жилищах: во вновь строящихся домах - не более 50-100 Бк/м³, для существующих жилищ - не более 100-400 Бк/м³.

Если не удастся снизить концентрацию ниже, как правило, 400 Бк/м³, решается вопрос о переселении жильцов, так как есть опасность после 25-30 лет жизни в таком доме накопить дозу, при которой риск пострадать составит 2,5 %.

Вышеприведенные уровни установлены в предположении, что человек проводит в помещениях в среднем 80 % времени. Из соотношения риск-экспозиция следует, что, например, прожив в квартире с концентрацией радона 200 Бк/м³ всю жизнь, среднестатистический житель получит суммарную дозу около 80 бэр (800 мЗв).

- **Как защититься от радона**

При проведении строительства новых зданий в радоноопасных районах необходима специальная изоляция от проникновения в них почвенного воздуха, с помощью специальной пластиковой пленки, по всей площади дома.

Эффективным средством уменьшения количества радона, просачивающегося в дом через щели в полу, является его герметизация с одновременным принудительным вентилированием несколько раз в сутки подвальных помещений.

Кроме того, эмиссия радона из стен уменьшается в 10 раз при облицовке стен пластиковыми материалами типа полиамида, поливинилхлорида, полиэтилена или после покрытия стен слоем краски на эпоксидной основе или тремя слоями масляной краски. Даже при оклейке стен обоями скорость эмиссии радона из стен уменьшается примерно на 30 %. Следует постоянно иметь в виду, что концентрация радона в помещениях также возрастает при недостаточном их проветривании.

Таблица 4. Воздействие повышенных доз радиации

№	Значение поглощенной дозы, рад	Степень воздействия на человека
1	Летальные дозы: 10000 рад (100Гр.)	Смерть наступает через несколько часов или дней вследствие повреждения центральной нервной системы
	1000 – 5000 рад (10-50 Гр.)	Смерть наступает через одну - две недели вследствие внутренних кровоизлияний
	300-500 рад (3-5 Гр.)	50% облученных умирают в течение одного-двух месяцев вследствие поражения клеток костного мозга
2	150-200 рад (1,5-2 Гр.)	Возникновение первичной лучевой болезни
3	100 рад (1Гр.)	Уровень кратковременной стерилизации, потери и воспроизводства потомства
4	25 рад (0,25 Гр.)	Доза оправданного риска в чрезвычайных обстоятельствах
5	10 рад (0,1 Гр.)	Уровень удвоения генных мутаций
6	2 рад (0,02 Гр) в год	Предельно допустимая доза для персонала категории «А» (лица, которые постоянно или временно работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений)
7	0,2 рад (0,002 Гр.) (200 миллирад) в год	Допускаемая доза в год для лиц категории «Б» (лица, которые могут получать дополнительное облучение в связи с расположением рабочих мест в помещениях и на промышленных площадках объектов с радиационно-ядерными технологиями)
8	0,1 рад (0,001 Гр.) в год	Допустимая доза для лиц категории «В» (все население)
9	(0,1-0,2 рад) в год	Доза от естественного (космического и природного) фона, получаемая каждым человеком за год.
10	3 рад	Облучение при рентгенографии зубов
11	30 рад	Облучение при рентгеноскопии желудка (местное)
12	1 микрорад	Просмотр одного хоккейного матча по телевизору
13	84 микрорад/час	При полёте в самолёте на высоте 8 км

Таблица 5. Характеристика некоторых радиоактивных веществ

Элемент	Период полураспада	Вид излучения	Примечание
Калий-40	1,32 x 10 ⁹ лет	α, β	Превращается в кальций-40 и аргон-40
Калий-42	12,4 часа	β, γ	
Цинк-65	250 дней	β, γ	
Йод-131	8 дней	β, γ	
Йод-135	6,7 часа		Превращается в ксенон-135
Ксенон-135	9,2 часа		Превращается в цезий-135
Нептуний-239	2,3 дня		Превращается в плутоний
Ниобий	35 дней		
Рутений-103	39,3 дня		
Рутений-105	368,2 дня		
Стронций-90	28 лет	β	
Углерод-14	5568 лет	β	
Уран-239	23 мин		Превращается в нептуний-239
Цезий-137	33года	γ	
Цирконий-95	64 дня		
Плутоний-239	2,4 · 10 ⁴	α	
Кобальт-60	5,27 лет	β, γ	

Загрязненные радионуклидами территории Украины после чернобыльской аварии [18]

Таблица 6. Площадь загрязнения территории Украины ⁹⁰Sr (км²)

	Области	Распределение по плотности загрязнения ⁹⁰ Sr (Ки/км ²)					сумма
		0.15-0.5	0.5-1.0	1-2	2-3	> 3.0	
1	Винницкая	628	7	-	-	-	689
2	Волынская	-	-	-	-	-	-
3	Днепропетровская	28	-	-	-	-	28
4	Донецкая	69	-	-	-	-	69
5	Житомирская	3902	362	211	33	-	4508
6	Ивано-Франковская	125	-	-	-	-	125
7	Киевская	10233	3471	720	553	981	15958
8	Кировоградская	157	-	-	-	-	157
9	Николаевская	-	-	-	-	-	-
10	Одесская	-	-	-	-	-	-
11	Ровненская	20	-	-	-	-	20
12	Сумская	79	-	-	-	-	79
13	Тернопольская	27	-	-	-	-	27
14	Харьковская	-	-	-	-	-	-
15	Хмельницкая	37	-	-	-	-	37
16	Черкасская	2342	165	-	-	-	2507
17	Черновицкая	292	5	-	-	-	297
18	Черниговская	2981	157	-	-	-	3138
	ИТОГО	20974	4167	931	586	981	27639

Таблица 7. Площадь загрязнения территории Украины ^{137}Cs (км²)

№	Области	Распределение по плотности загрязнения ^{137}Cs (Ки/км ²)				
		1-5	5-15	15-40	> 40	сумма
1	Винницкая	1944	38	-	-	1982
2	Волынская	585	-	-	-	582
3	Днепропетровская	38	-	-	-	38
4	Донецкая	410	-	-	-	410
5	Житомирская	9192	1780	336	154	11462
6	Ивано-Франковская	606	-	-	-	606
7	Киевская	7695	957	546	417	9615
8	Кировоградская	219	-	-	-	219
9	Николаевская	24	-	-	-	24
10	Одесская	27	-	-	-	27
11	Ровненская	9332	181	-	-	9513
12	Сумская	491	-	-	-	491
13	Тернопольская	357	-	-	-	357
14	Харьковская	16	-	-	-	16
15	Хмельницкая	318	-	-	-	318
16	Черкасская	3233	72	-	-	3305
17	Черновицкая	500	14	-	-	514
18	Черниговская	2221	135	-	-	2356
	ИТОГО:	37205	3177	882	571	41835

Таблица 8. Площади загрязненных сельскохозяйственных угодий Украины, радиоцезием (тыс.га)

Области	Распределение по плотности загрязнения, Ки/км ²						Зона отч.
	0.1-1	1-5	1-5 (торф)	5-15	5-15 (торф)	> 15	
Винницкая	850.0	85.7	-	0.4	-	-	-
Волынская	228.4	15.4	10.2	0.2	-	-	-
Житомирская	1116.8	270.3	34.2	62.0	9.3	20.2	0.7
Ивано-Франк.	71.3	19.1	-	1.0	-	-	-
Киевская	1272.4	213.3	4.5	28.2	1.5	14.9	54.2
Ровенская	72.1	145.7	48.8	11.5	4.1	-	-
Сумская	301.3	12.2	0.6	0.3	0.1	-	-
Тернопольская	219.3	12.5	-	-	-	-	-
Черкасская	1172.8	146.6	1.2	6.5	-	0.05	-
Черновицкая	74.5	22.7	-	0.3	-	-	-
Черниговская	1759.2	69.6	-	5.4	-	0.5	-
ВСЕГО:	7238.1	1012.1	99.5	115.8	15.0	35.6	54.9

Таблица 9. Площади земель с различной плотностью загрязнения Cs-137 в Зоне отчуждения

Плотность загрязнения, Ки/км ²	Площадь, Ки ²
Более 1000	21
500 – 1000	59
250 – 500	112
100 – 200	187
50 – 100	364
20 – 50	892
10 – 20	114
5 – 10	41
2 – 5	172
1 – 2	3
0,5 – 1,0	19

Таблица 10. Количество населенных пунктов в зонах загрязнения (постановления КМУ [1] и по проекту [2])

Область	Зона 2 (б.о.**)		Зона 3 (д.о.)		Зона 4 (у.р.к.)		Выве- дены из зон
	1	2	1	2	1	2	
Винницкая	0	0	0	0	89	0	89
Волынская	2	0	146	161	0	5	0
Житомирская	63	44	301	151	363	294	238
Ивано-франк.	0	0	0	0	5	0	5
Киевская	20	20	33	10	438	94	367
Ровненская	5	2	269	164	65	123	50
Сумская	0	0	2	0	9	5	6
Тернопольская	0	0	0	0	10	0	10
Хмельницкая	0	0	0	0	9	0	9
Черкасская	0	0	4	0	99	6	97
Черниговская	2	0	61	10	190	148	95
Черновицкая	0	0	1	0	13	2	12
Всего:	92	66	835	496	1290	677	978

** Постановлениями КМУ от 23.07.91 №106, распоряжениями КМУ от 12.01.93 №17-р и от 27.01.95 №37-р к зонам радиоактивного загрязнения отнесено 2293 нас. пункта (76 нас.п. – Зона отчуждения).

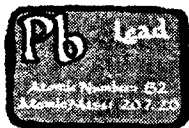
* Из 677 нас. пунктов, какие могут быть отнесены к зонам усиленного радиозэкологического контроля, 180 нас. пунктов – по социально-экономическим факторам.

Воздействие вредных химических элементов [19]

...Существуют необходимые для жизни элементы - это кальций и магний. Есть вещества, полезные в малых дозах, но вредные в больших. К ним относится медь. И, наконец, целый ряд элементов не имеет никакой ценности для организма и является ядовитым в любых количествах. К последней группе относятся свинец, кадмий, ртуть и алюминий.

Эти металлы могут серьезно нарушать состояние здоровья человека. И хотя многие медицинские исследования говорят о вреде этих элементов, **практикующие врачи редко учитывают их влияние при постановке диагноза заболевания.**

В большинстве рассуждений о здоровом образе жизни и рациональном питании редко слышна мысль о количественной оценке токсичных металлов в организме и их влиянии на нарушение функций внутренних органов. Не имеет значения, какие аминокислоты улучшают функции мозга и какие вещества способствуют росту мышечной массы или похудению. Наш организм работает на пониженных оборотах до тех пор, пока ослаблена иммунная система. Наши почки и печень должны оперативно справляться с обезвреживанием и выводом из организма ядовитых веществ. Радиоактивное воздействие окружающей среды требует постоянного очищения организма.



Свинец

Ряд экспертов считает, что свинец сыграл решающую роль в падении Римской империи. В древние времена вода стекала с покрытых свинцом крыш по свинцовым желобам в покрытые свинцом бочки. При изготовлении вина пользовались свинцовыми котлами. В большинстве мазей, косметических средств и красок присутствовал свинец.

Все это, возможно, привело к снижению рождаемости и появлению психических расстройств в среде аристократов. Сейчас некоторые ученые считают, что наша цивилизация движется по пути Древней Греции и Рима. Эпидемиологи, изучающие распределение болезней по группам населения, убеждаются, что свинец является наиболее опасным элементом. Высокие уровни производства свинца - еще не все. Помимо производственных показателей, известно, что половина используемого сегодня свинца по замкнутому циклу опять возвращается к нам. В 1978-1979 годах потребление свинца в США достигло пика - 1,4 миллиона тонн в год. В книге, подготовленной Национальной академией наук США, предсказывается, что «...в будущем каждый средний взрослый американец столкнется с множеством физиологических и психических дисфункций, вызванных длительным постоянным проникновением свинца в организм и мозг. Это результат воздействия избыточного количества промышленного свинца, которое в 500 раз

перекрывает естественные уровни. Такие дисфункции в больших масштабах могут существенно повлиять на ход истории США».

Было установлено, что около 38 миллионов американцев имеют значительные количества свинца в организме. Наиболее крупные метрополии приняли программы для защиты детей, так как последние наиболее подвержены токсичному воздействию свинца. Свинцовое отравление может повлиять на плод и нарушить психическое и физическое развитие новорожденных. Всеамериканское четырехлетнее исследование, результаты которого опубликованы в «Нью-Ингленд джорнэл оф медсэн» в 1983 году, говорит о том, что только у 4 % всех детей в возрасте от года до шести лет, у 11 % всех городских детей и у 18 % детей бедных слоев населения не обнаружено следов действия свинца.

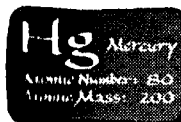
Как и радиация, свинец является кумулятивным ядом. Попадая в тело, он накапливается в костях, печени и почках. Даже умеренные уровни могут привести к поражению почек и угнетению иммунной системы. Явными симптомами свинцового отравления являются: сильная слабость, спазмы в брюшной области и параличи. Бессимптомным, но также опасным является постоянное присутствие свинца в крови. Он влияет на образование гемоглобина и вызывает анемию. Возможно появление нарушений психики.

Сейчас основными источниками свинцового отравления являются компоненты многих красок, ис-

подъёмных в быту, вода, протекающая по покрытым свинцом трубам. Желательно в первую очередь избегать этих факторов. Другие источники приведены в таблице 11.

Таблица 11.

Источники	Эффекты	Защитные средства
<ul style="list-style-type: none"> - Выбросы авиационных двигателей - масляные краски на свинцовой основе - автомобильные аккумуляторы - удобрения из костной муки - керамические покрытия на фарфоре - дым сигарет - пыль и частицы от красок на свинцовой основе - инсектициды - трубы из свинца или со свинцовым покрытием - процесс получения свинца из руды - автомобильное топливо с повышенным содержанием свинца (выхлопные газы) - припой - овощи, выращенные вблизи автомагистралей 	<ul style="list-style-type: none"> - спастические боли в области живота - анемия - артрит - нарушения мозговой деятельности - повышенная возбудимость - перенапряжение - влияние на образование гемоглобина - нарушения детородной функции у женщин - нарушения роста и развития новорожденных - влияние на синтез в организме витамина D, ведущее к дефициту кальция - поражение почек - поражение печени - психические заболевания - потеря аппетита - неврологические нарушения - параличи - ослабление иммунитета - общая слабость 	<ul style="list-style-type: none"> - витамины группы В - витамин С - витамин D - кальций - магний - цинк - пектиновые соединения - альгинат натрия - различные сорта капусты



Ртуть

Ртуть широко применялась со времен Римской империи и до наших дней. В Древнем Риме ртуть использовали при очистке серебра и золота от примесей. С древних времен и до наших дней шахтеры и рабочие очистных установок страдали от различных заболеваний. Есть и другие опасные профессии. Выражение «сумасшедший, как шляпный мастер», объясняется тем, что шляпные мастера постоянно подвергались воздействию ртутных соединений, использовавшихся при изготовлении фетровых шляп, и впоследствии часто сходили с ума.

Кроме безумия к признакам ртутного отравления относятся бледность, выпадение зубов, нарушение деятельности головного мозга и изменение двигательных рефлексов. При длительном контакте с ртутью возможны кома и смертельный исход.

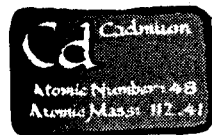
Часть ртути поступает в организм в виде «серебряных» зубных пломб. Некоторые наполнители из амальгамы содержат до 40-50 % ртути. Такие пломбы являются постоянно действующим источником яда в организме. К счастью, стоматологи сейчас уже используют другие материалы для этих целей. Под действием ртути снижается иммунитет. Ртуть снижает количество белых клеток крови, включая Т-клетки, убивающие инородные тела в организме. Доктор Давид Эглман сообщил, что после удаления у пациента шести пломб из амальгамы наблю-

дался 26%-ный рост количества Т-клеток. Чтобы удостовериться, что это не случайное совпадение, он снова установил 4 пломбы пациенту и обнаружил 18%-ное снижение числа Т-клеток.

Таблица 12.

Источники	Эффекты	Защитные средства
<ul style="list-style-type: none"> - химические удобрения - загрязненные виды крупных рыб - пломбы из амальгамы - взрывчатые вещества - мастики для пола - мази и некоторые косметические средства (особенно кремы для смягчения кожи) - пестициды - лекарства - фунгициды - промышленные отходы - водоземulsionные краски - фотопленки - пластмассы 	<ul style="list-style-type: none"> - разнообразные аллергические реакции - артрит - врожденные дефекты - нарушения мозговой деятельности - нарушение структуры соединительной ткани локтевого и коленного суставов - ухудшение зрения, катаракта, слепота - депрессивные состояния - поражение почек - потеря веса - выпадение зубов - неврологические нарушения, приводящие к эпилепсии, инсульту и обширному склерозу - ослабление иммунной системы - вредное воздействие на развитие плода - уменьшение количества белых клеток крови 	<ul style="list-style-type: none"> - пищевые волокна - различные сорта капусты - хорошее питание в целом - селен

В США с 1900 года было использовано в химии, сельском хозяйстве и промышленности свыше 160 миллионов фунтов ртути. Ртуть является кумулятивным ядом. Она поступает в окружающую среду в виде токсичных паров или ядовитых органических форм, известных под названием метилртуть. Метилртуть проникает в воду и накапливается в пищевой цепочке. В начале пищевой цепочки происходит загрязнение ртутью больших рыб, например меч-рыбы. Я считаю, что следует отказаться от употребления блюд из крупной рыбы, например тунца. Источники и последствия действия ртути приведены в таблице 12.



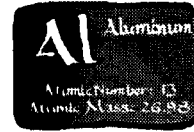
Кадмий

Кадмий, напоминающий олово, тоже угрожает нашему здоровью. Он может оказаться более опасным, чем свинец. Кадмиевая пыль и пары высокотоксичны. Воздействие кадмия может привести к серьезным заболеваниям почек и легких и способствует развитию рака. Национальный институт профессиональной безопасности и здоровья установил, что около 1,5 млн. рабочих США постоянно подвержены действию кадмия. Этот металл широко используется в никель-кадмиевых аккумуляторах, припоях и других сплавах в качестве пигмента и отвердителя, при изготовлении пластмасс. Кадмиевое гальваническое покрытие предохраняет сталь от коррозии.

В ряде последних исследований показано, что курильщики имеют значительные количества кадмия в организме. «Пассивные курильщики», то есть люди, окружающие курящих, также получают определенное количество кадмия. Кадмий - кумулятивный яд и приводит к отравлениям разной степени. Он вызывает гипертонию, накапливается в почках и снижает иммунитет. Избыток кадмия в организме уменьшает продолжительность жизни, вызывает анемию, влияет на метаболизм цинка, приводит к заболеваниям легких и уменьшает количество Т-клеток в организме. Общий иммунитет снижается из-за нарушения функций органов (печень, почки), жизненно важных для иммунной системы и уменьшения количества Т-клеток. Приведенная таблица 13 содержит список источников кадмия и потенциальных последствий его воздействия на организм.

Таблица 13.

Источники	Эффекты	Защитные средства
- дым сигар и сигарет	- подавление антител	- витамин С и другие антиоксиданты
- питьевая вода	- шелушение кожи	- кальций
- удобрения	- эмфизема	- селен
- плодородный слой почвы	- сердечные заболевания	- пищевые волокна
- промышленное загрязнение воздуха	- гипертония	- различные сорта капусты
- металлургия	- нарушение метаболизма кальция	- цинк
- дым из печных труб	- поражение почек	
- обработанные зерна злаков	- выпадение волос	
	- потеря цинка организмом	



Алюминий

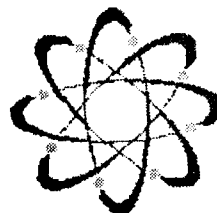
Несмотря на то, что алюминий является легким металлом, его в последнее время считают токсичным. В течение многих лет никто не подозревал, что он может поглощаться в организме, и поэтому его все еще используют при изготовлении кухонной посуды. Алюминий используют также при изготовлении множества медицинских приспособлений, а также добавляют в виде алюмосульфата натрия во многих технологических процессах при спекании порошков. Иногда его находят в питьевой воде.

Устранение источников алюминия, таких, как кухонная посуда, алюминиевая фольга, антиокислитель, чрезвычайно важно ввиду того, что в пище уже, как правило, присутствует некоторое количество алюминия из природных источников (почвы). Подобно другим примесям, концентрация алюминия возрастает при движении по пищевой цепочке. У пациентов с болезнью Альцгеймера (старческое слабоумие) количество алюминия в нервных клетках мозга в четыре раза превышало норму. Большие дозы алюминия могут способствовать появлению этого заболевания. Кроме того, алюминий может стать причиной появления повышенной возбудимости и нарушения психомоторных реакций у детей, анемии, головной боли, заболеваний почек и печени, сла-

боумия у пожилых пациентов, колитов и неврологических изменений, связанных с болезнью Паркинсона. В приводимой таблице 14 даны сведения об источниках алюминия и возможных последствиях его действия.

Таблица 14.

Источники	Эффекты	Защитные средства
<ul style="list-style-type: none"> - банки из алюминия - алюминиевая фольга - антиокислитель - прессовочные порошки с алюмосульфатом натрия - некоторые сорта сыра - кухонная посуда - дезодоранты - питьевая вода - солонина - противни и сковородки - постоянное употребление столовой соли - препараты для снижения кислотности желудочного сока - стабилизированный аспирин 	<ul style="list-style-type: none"> - анемия - болезнь Альцгеймера - изменения в клетках мозга и нервной системы - колит - угнетение функции параситовидной железы - нарушение функции щитовидной железы - диализное слабоумие - головные боли - агрессивность подростков - болезни почек и печени - повышенная возбудимость у детей - низкий уровень кальция - неврологические изменения 	<ul style="list-style-type: none"> - витамин С - кальций - цинк - пищевые волокна



Глава 4

*Поистине человеческий ум -
большой мастер творить чудеса...*

Монтень

Нормы радиационного воздействия

В этой главе:

- Динамика изменения норм радиации
- Нормы по радиационному фактору:
 - при облучении населения
 - в продуктах питания
 - в промышленной продукции
 - на территории и в воздухе

Динамика изменения норм радиации

Радиация – явление потенциально опасное, поэтому облучение человека подлежит контролю и нормированию.

Естественный радиационный фон представляет собой воздействие, которому человек подвергался веками. Радиоактивность существовала на Земле задолго до рождения на ней жизни и была в космосе до возникновения нашей планеты. По мнению учёных, наша Вселенная образовалась около 20 миллиардов лет назад. С этого времени радиация постоянно наполняет космическое пространство. Живые организмы эволюционировали из наиболее простейших своих форм при непрерывном влиянии окружающей радиации. Величина естественного радиационного фона неодинакова для разных мест нашей планеты и зависит от космического излучения, достигающего земной поверхности, а также от концентрации радиоактивных элементов в том или ином участке земной коры.

Там, где залегают горные породы с большим содержанием радиоактивных элементов, уровень радиации оказывается значительно выше среднего, а в других местах – ниже. В многочисленных областях Франции радиационный фон в среднем приблизительно в 2 раза выше, чем в США. А в некоторых районах Индии очень большие группы людей подвергаются уровню естественной радиации, превышающему в 10 раз радиационный фон в США, и при этом у них отсутствуют заметные нарушения здоровья [8].

Поэтому комитеты, ответственные за разра-

ботку и выдачу норм радиационной безопасности, чувствуют себя уверенно, когда допустимые уровни радиации сходны с радиационным фоном, и сразу же проявляют неуверенность, когда эти уровни превышают указанный фон.

Например, в США [8] комитет по изучению биологических последствий атомной радиации (BEAR), установивший норму $1,7\text{мЗв}$ (170 миллибэр) в год в качестве верхнего предела радиационной дозы для обычного населения, дал пояснение, что при использовании этого норматива нет гарантии исключения вредного эффекта излучения или, другими словами, нет уверенности, что эти дозы являются «безопасными». Однако комитет выразил убеждение в том, что уровни излучения, близкие к естественному радиационному фону, если даже и вызовут влияние на население, то оно будет довольно слабым, а сами дозы, полученные при облучении, не создадут угрозы для существования и развития человечества.

Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) была создана в 1928г. на Втором Международном конгрессе по радиологии.

В 1934г. МКРЗ опубликовала официальные рекомендации для национальных комитетов, в которых в качестве толерантной (переносимой) была указана доза внешнего облучения 200 мр/сутки. В дальнейшем это значение было уменьшено в 2 раза, а термин «толерантная доза» заменён термином «предельно допустимая доза» (ПДД) [11].

По мере накопления научных данных и расширения масштабов использования ионизирующих излучений ПДД была снижена до 50 мр/сутки.

В 1958г. была рекомендована ПДД облучения за год, равная 5 бэр (0,05 зв.).

В 1966г. опубликованы рекомендации МКРЗ, в которых определены требования к ограничению доз и приведены обоснования нормативов.

В СССР в законодательном порядке введены в действие «Нормы радиационной безопасности НРБ 76/87», подготовленные Национальной комиссией по радиационной защите при Министерстве здравоохранения СССР (НКРЗ). В этом документе с учетом отечественного опыта использованы основные рекомендации МКРЗ в области нормирования.

В последних рекомендациях МКРЗ по регламентации дозовых нагрузок основные принципы изложены следующим образом [11]:

- никакой вид использования ионизирующих излучений не должен вводиться в практику, если они не приносят реальной «чистой» пользы;
- все дозы облучения должны поддерживаться на таких низких уровнях, какие только можно разумно достичь с учетом экономических и социальных факторов;
- эквивалентная доза облучения отдельных лиц не должна превышать предела, рекомендуемого комиссией для соответствующих условий.

В действующих Нормах радиационной безопас-

ности Украины (НРБУ-97) [10], радиационная безопасность и противорадиационная защита по отношению к практической деятельности строятся с использованием следующих основных принципов:

- **Принцип оправданности** – любая практическая деятельность, сопровождаемая облучением людей, не должна осуществляться, если она не приносит большей пользы облучаемым лицам или обществу в целом по сравнению с вредом, который она причиняет.
- **Принцип непревышения** – уровни облучения от всех, попадающих под регулирование видов практической деятельности не должны превышать установленные пределы доз.
- **Принцип оптимизации** – уровни индивидуальных доз и/или количество облучаемых лиц по отношению к каждому источнику излучения должны быть настолько низкими, насколько это может быть достигнуто с учетом экономических и социальных факторов.

Основные нормативные данные по радиационному фактору в Украине

В Украине по рекомендациям МКРЗ установлены нормативные дозы облучения, которому могут облучаться люди.

• **При облучении населения**

Для профессиональных работников в области радиации (Категория А – лица, которые постоянно или

временно работают непосредственно с источниками ионизирующих излучений) Предельно Допустимая Доза (ПДД) облучения составляет 2 бэра в год (20 миллиЗв).

Для лиц, которые не работают непосредственно с источниками ионизирующего излучения, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться воздействию радиоактивных веществ и других источников излучения, применяемых в учреждении или удаляемых во внешнюю среду объектами с радиационно-ядерными технологиями (Категория Б), Предельно Допустимая Доза облучения составляет 0,2 бэра в год (2 миллиЗв).

Для всего населения (Категория В) установленный норматив получаемой дозы составляет 0,1 бэр (100 миллибэр или 1 миллиЗв).

100 – 200 миллибэр – доза от естественного космического ионизирующего излучения.

До 1997 года в Украине согласно действующим в СССР Нормам радиационной безопасности (НРБ – 76/87) Предельно Допустимые Дозы составляли:

- 5 бэр в год (за 50 лет работы – 250 бэр) – для специалистов Категории А;
- 0,5 бэр в год (за 70 лет жизни – 35 бэр) – для лиц Категории Б;
- 0,05 бэр в год – для остального населения (Категория В).

• В пищевых продуктах

Для защиты населения от внутреннего облучения радиоактивными веществами, проникающими в

организм с продуктами питания, в Украине нормируется удельная активность радионуклидов Цезия – 137 и Стронция – 90 [12].

Согласно нормам государственного гигиенического норматива Украины (ДР – 97), значение допустимых уровней содержания радионуклидов Cs-137 и Sr-90 в продуктах питания и питьевой воды приведены в таблице 15.

Таблица 15. Значение допустимых уровней содержания радионуклидов Cs-137, Sr-90 в продуктах питания и питьевой воде (Бк/кг, Бк/л)

№	Название продукта	Cs-137, Бк/кг	Sr-90, Бк/кг
1	Хлеб, хлебобродуки	20	5
2	Картофель	60	20
3	Овощи (лиственные, корнеплоды)	40	20
4	Фрукты	70	10
5	Мясо и мясные продукты	200	20
6	Рыба и рыбные продукты	150	35
7	Молоко и молочные продукты	100	20
8	Яйца (шт.)	6	2
9	Вода	2	2
10	Молоко сгущенное и концентрированное	300	60
11	Молоко сухое	500	100
12	Свежие дикие ягоды и грибы	500	50
13	Сушеные дикие ягоды и грибы	2500	250
14	Лекарственные растения	600	200
15	Другие продукты	600	200
16	Специальные продукты детского питания	40	5

• **В промышленной продукции, на территории и в воздухе**

В Украине введены регламенты, которые направлены на уменьшение доз облучения человека от источников природного происхождения (см. таблицу 16).

Таблица 16. Основные регламентированные величины

№	Измеряемые радиационные показатели	Единицы измерения	Нормы
1	Эффективная удельная активность природных радионуклидов (радий – 226, торий – 232, калий – 40) в: - строительных материалах и минеральном строительном сырье; - минеральных удобрениях; - изделиях из фарфора, фаянса, стекла и глины; - минеральных красителей и глазури.	Бк/кг Бк/кг Бк/кг	<370 – использование для всех видов строительства без ограничений; >370 но <740 – для промышленного и дорожного строительства; >740 но <1350 – для строительства вне населенных пунктов. <1850 <370 <1400
2	Мощность поглощенной в воздухе дозы гамма-излучения в помещениях за счет природных радионуклидов, включая компоненту от природного радиационного фона.	мкР/час (мкГр/час)	<30 (<0,26)
3	Среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА) изотопов радона в воздухе помещений: - для радона – 222; - для радона – 220.	Бк/м ³ Бк/м ³	<50 <3
4	Средний естественный радиационный фон на территории Украины	мкР/час	25



Глава 5

Физики оказали человечеству огромную услугу: они изобрели оружие столь страшное, что война стала невозможной: от победителей тоже мокрое место останется.

Л. Д. Ландау

Регулирование потоков радиации

В этой главе:

- Атомные электростанции
- Атомная бомба
- Водородная бомба

Зная теперь единицы измерения радиации и чем отличается *бэр* от *рентгена*, *кюри* от *грэя*, рассмотрим процессы регулирования потоков радиации.

Когда ядро атома делится надвое или когда два ядра, соединяясь, образуют новое ядро, происходит выделение громадного количества энергии, называемой ядерной энергией.

Распад ядра называется делением, соединение двух ядер – слиянием.

Атомные электростанции

Когда процесс выделения ядерной энергии протекает медленно, она может использоваться для

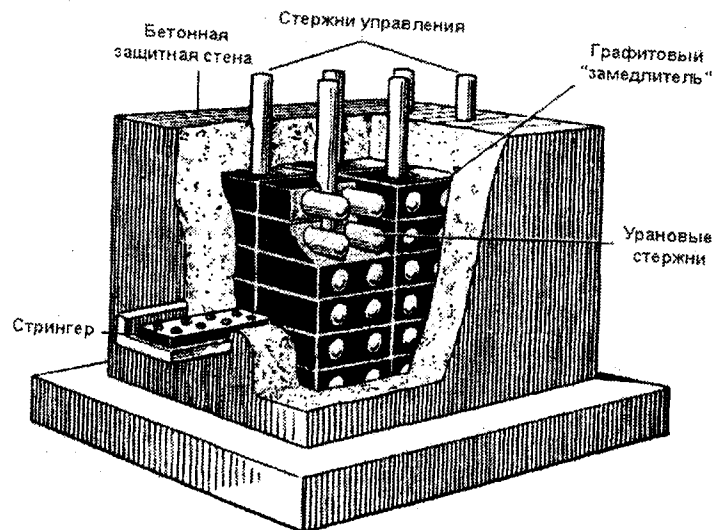


Рис. 9. Ядерный реактор

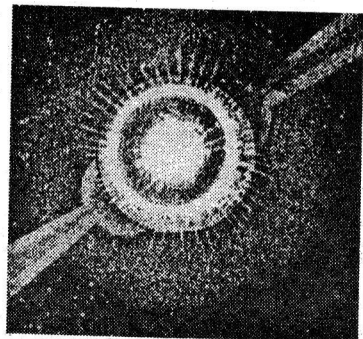
производства электроэнергии на атомных электростанциях. На принципе регулирования ядерной энергии построены атомные электростанции.

Уран загружают в ядерный реактор, показанный на Рис. 9. Выделение энергии происходит в таком режиме, когда можно в любой момент «заглушить» ядерную реакцию. Для этого в котёл с топливом быстро погружают стержни из специального материала, способные поглотить частицы, вызывающие реакцию. Выделяемое при распаде ядер тепло нагревает пар, вращающий турбину, соединённую с генератором.

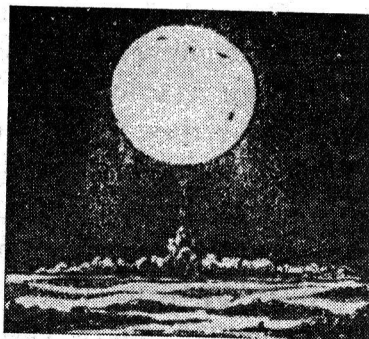
Если одновременно происходит выброс сразу всей энергии ядер атомов, то это влечет за собой страшной силы взрыв. По этому принципу устроена атомная бомба.

Атомная бомба

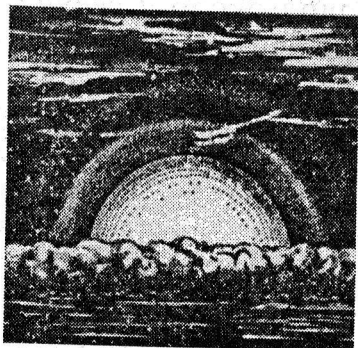
Очищенное и сконцентрированное ядерное горючее, например, уран, размещают «дольками» в снаряде. Сам по себе этот уран распадается очень долго. Но когда при попадании бомбы в цель срабатывает детонатор «обычного» взрыва, его мощное давление сдвигает «дольки» вместе. Образуется так называемая критическая масса урана, в которой реакция деления ядер невероятно убыстряется. Ее еще называют цепной реакцией (смотри рис. 10). Внутриядерная энергия выделяется вся одновременно, ее так много, что она и создает взрыв чудовищной силы.



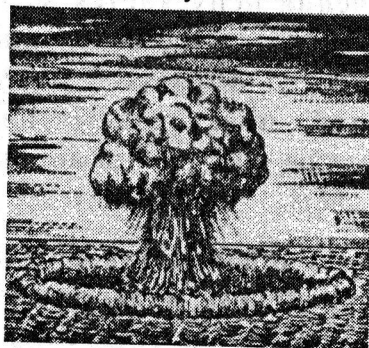
Высотный



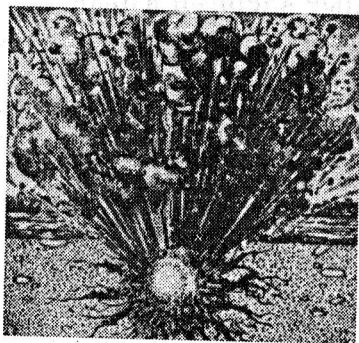
Воздушный



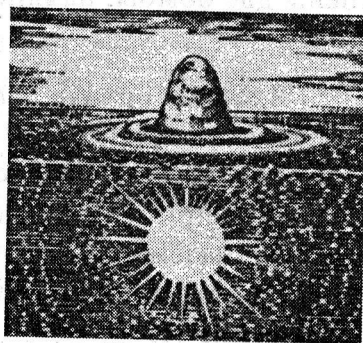
Наземный



Надводный



Подземный



Подводный

Рис. 11. Виды ядерных взрывов

Ядерный взрыв способен мгновенно уничтожить или вывести из строя незащищенных людей, открыто стоящую технику, сооружения и различные материальные средства.

Основными поражающими факторами ядерного взрыва являются: ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение и электромагнитный импульс.

При взрыве атомной бомбы за счёт расщепления атомов урана образуется значительное количество продуктов распада, называемых также продуктами деления. Все они изначально радиоактивны и загрязняют атмосферу, постепенно в течение многих лет оседая на землю в виде пыли. Некоторые из них сохраняют свою радиоактивность на протяжении 20 лет и более, а значит, неминуемо будет происходить накопление радиоактивного заражения. Ядерные взрывы, выполняемые с любой целью – военной или какой-либо ещё, даже с довольно большими интервалами, только лишь увеличивают радиоактивный фон земной поверхности и атмосферы и приближают его к опасному уровню.

Ударная волна – наиболее сильный поражающий фактор ядерного взрыва, распространяется с большой скоростью во все стороны от места ядерного взрыва, вызывает уничтожение людей и животных, разрушения зданий и сооружений, по-

вреждение техники. Поражения людей и животных вызываются как прямым ее воздействием, так и косвенным: обломками разрушенных зданий и сооружений, падающими деревьями, осколками стекла, комьями земли, последствиями аварий линий энерго- и газоснабжения, а также пожарами. Спустя 1-2 мин. после взрыва поражающее действие ее совершенно прекращается. От воздействия ударной волны надежно защищают убежища, а укрытия значительно ослабляют ее разрушительную силу. Складки местности также могут служить защитой от нее на достаточном удалении от эпицентра ядерного взрыва. Пример разрушающего действия ударной волны и светового излучения можно увидеть на рисунке 12, а на рисунке 13 показано действие ударной волны в динамике.



Рис. 12. Действие ударной волны (а) и светового излучения (б)

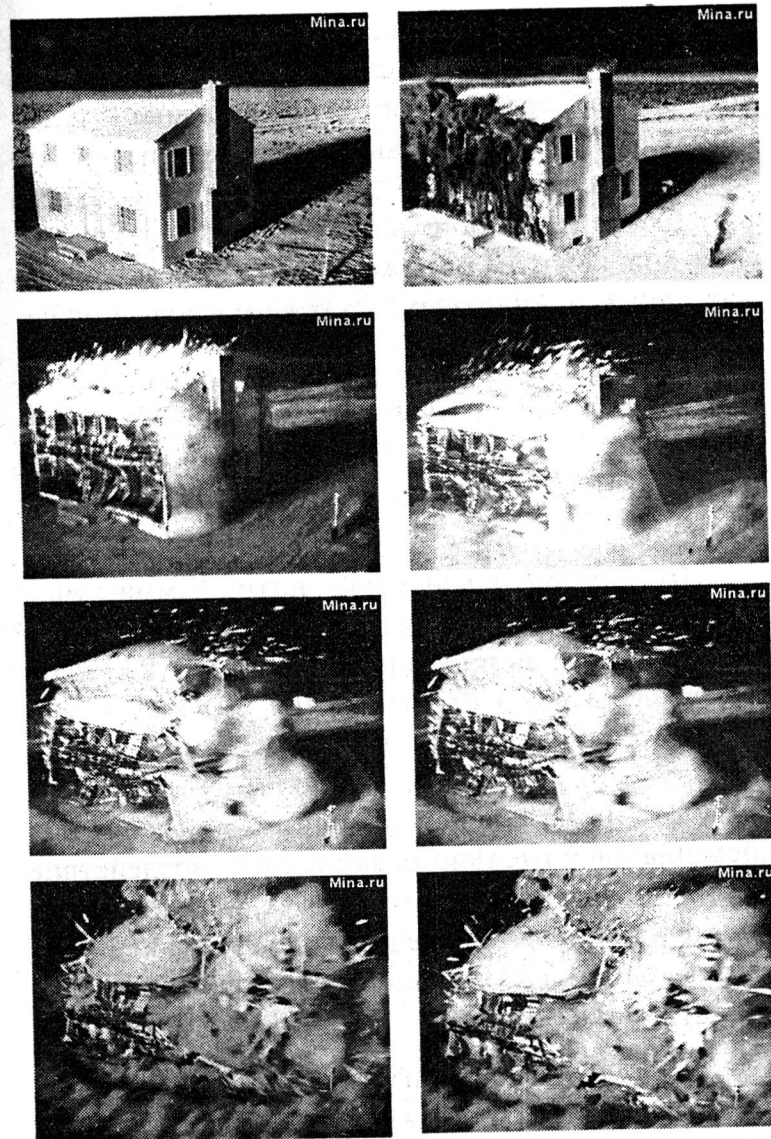


Рис. 13. Действие ударной волны в динамике

Световое излучение – это поток лучистой энергии, исходящей из светящейся области ядерного взрыва, которая состоит из видимых и невидимых, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Оно действует 8-15 с (время свечения огненного шара) и способно вызывать ожоги открытых участков кожи и поражение глаз у незащищенных людей и животных, а также массовые пожары.

От воздействия светового излучения защищают все виды защитных сооружений и предметы из негорючих материалов и складки местности.

Проникающая радиация – поток гамма-лучей и нейтронов, исходящих в течение 10-12 с в окружающую среду из зоны ядерного взрыва. В результате воздействия этого излучения у людей и животных может возникнуть заболевание, называемое лучевой болезнью. Наиболее надежную защиту от проникающей радиации обеспечивают убежища; значительно ослабляют ее воздействие на живой организм различные укрытия, складки местности и местные предметы. На рисунке 14 показана толщина материалов, ослабляющих проникающую радиацию.

Радиоактивное заражение является результатом выпадения радиоактивных веществ как из облака ядерного взрыва, так и далеко за его

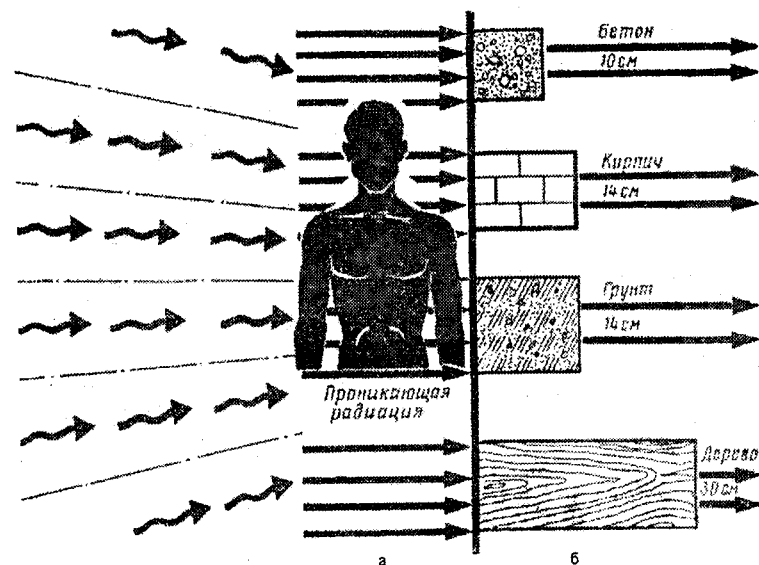


Рис. 14. Проникающая радиация

а – воздействие проникающей радиации на человека;
б – слои материалов, обеспечивающие половинное ослабление проникающей радиации.

пределами, на расстоянии нескольких сот и даже тысяч километров («след» радиоактивного облака). Они являются источником вредных для живого организма излучений. На «следе» радиоактивного облака могут образоваться обширные зоны заражения: чрезвычайно опасного (от 4000 до 10000 Р), опасного (1200-4000 Р), сильного (от 400 до 1200 Р) и умеренного (от 40 до 400 Р) [5].



Рис. 15. Радиоактивное заражение местности

Радиоактивное заражение вызывает радиационные поражения как путем внешнего облучения, так и в результате попадания радиоактивных веществ внутрь организма или на открытые участки тела. Поражение, возникшее от внешнего облучения и от попадания радиоактивных веществ внутрь организма, вызывает лучевую болезнь, а при попадании этих веществ на открытые участки тела появляются местные поражения участков кожи. Надежную защиту от радиоактивного заражения обеспечивают убежища и противорадиационные укрытия; от попадания радиоактивных веществ

на поверхность тела и внутрь организма предохраняют также и средства индивидуальной защиты.

Электромагнитный импульс возникает в результате взаимодействия излучения, исходящего из зоны ядерного взрыва (гамма-квантов и нейтронов), с атомами окружающей среды. Вследствие этого в воздухе возникают кратковременные электромагнитные и магнитные поля, которые и представляют собой электромагнитный импульс (ЭМИ). В результате воздействия ЭМИ повреждаются проводные и кабельные линии, различная аппаратура. Особенно вредно ЭМИ влияет на работу систем связи, сигнализации и управления.

Водородная бомба

Гораздо мощнее по поражающему действию является водородная бомба. Её взрыв происходит в три стадии:

- производится взрыв обычной атомной бомбы, служащей «запалом»;
- развивающаяся при этом высокая температура делает возможным слияние двух атомов, которые представляют собой две редкие формы химического элемента водорода. Эта реакция отличается большим выделением энергии и в особенности обра-

зованием большого количества нейтронов, имеющих гораздо более высокие скорости, чем нейтроны, образующиеся на первой стадии;

- ▶ последнее вызывает расщепление обычных и стабильных в нормальных условиях атомов урана. Можно использовать большое количество этого вещества, например, в качестве оболочки бомбы, и мощность бомбы увеличивается просто за счёт добавления урана.

При взрыве на поверхности земли водородной бомбы в 10 мегатонн возникает огненный шар диаметром около 5 км, а воронка после взрыва – приблизительно полтора километра. Можно ожидать, что будут разрушены все строения на расстоянии до 5-6 км от эпицентра; на расстоянии до 25 км здания получают серьёзные повреждения от ударной волны и более лёгкие повреждения – на расстоянии более 30 км. Согласно расчётам, воздействие ударной волны на расстоянии 25 км эквивалентно воздействию ветра, имеющего скорость 1600 км/час. Любой из крупнейших городов мира будет практически уничтожен одной такой бомбой.

Водородная бомба может давать до 2 и более тонн продуктов деления по сравнению с 2,5 кг от обычной атомной бомбы. Поэтому при применении

этого вида оружия остаточная радиация играет очень большую роль.

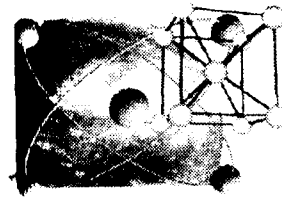
Для защиты от нейтронного оружия возникает необходимость значительного усиления защитных свойств убежищ и укрытий против проникающей радиации примерно на 25-35% по сравнению с защитными сооружениями, надёжно защищающими от проникающей радиации при взрыве обычного ядерного боеприпаса, а своевременное применение радиозащитных медицинских средств приобретает ещё большее значение.

Очагом ядерного поражения называется территория, в пределах которой в результате воздействия ядерного оружия произошли массовые поражения людей, сельскохозяйственных растений и животных, разрушения и повреждения зданий и сооружений, пожары и радиоактивное заражение. Его размеры зависят от мощности и вида ядерного взрыва, от характера застройки, местности, погодных условий и ряда других факторов.

Пыль, поднимающаяся в воздух в результате ядерного взрыва, а затем оседающая на землю, называется радиоактивными осадками.

Эта пыль заражает всё вокруг именно потому, что она является радиоактивной.

Это означает, что она содержит в себе определённые виды атомов, подвергающихся самопроизвольному распаду. При распаде каждого из этих атомов выделяется энергия, воздействующая и разрушающая живые организмы.



Глава 6

*Недостаточно овладеть премудростью,
нужно также уметь пользоваться ею.*

Цицерон

Защита от радиации

В этой главе:

- Защита от внешнего облучения
 - время
 - расстояние
 - экран
- Защита от внутреннего облучения

Излучение достигает тканей организма и воздействует на них двумя различными путями.

Первый путь – внешнее облучение от источника, расположенного вне организма. В этом случае рентгеновское излучение и гамма - лучи должны иметь относительно большую энергию, чтобы пройти сквозь тело человека, а некоторые высокоэнергичные бета – лучи должны быть в состоянии проникнуть в поверхностные слои кожи.

Второй путь – внутреннее облучение, обусловленное радиоактивным веществом, поступившим внутрь организма. В этой ситуации альфа-, бета- и гамма-излучения могут создавать серьезную опасность. Самая грозная проблема возникает в случае отложения в организме изотопов, излучающих альфа - частицы с коротким пробегом и высокой плотностью ионизации.

Из всего сказанного выше следует, что меры предосторожности, которые должны быть направлены против опасного воздействия внешнего облучения, полностью отличаются от мер, направленных против внутреннего облучения. Рассмотрим эти меры.

Защита от внешнего облучения

Существует три способа защиты от внешнего облучения:



• *Время*

Если человек находится в зоне облучения, где уровень внешней проникающей радиации равен 100 мбэр/час, то через 1 час он получит дозу 100 мбэр, через 2 часа – 200 мбэр, через 5 часов – 500 мбэр и так далее, т.е. если предстоит выполнить какую-то работу в зоне с высокой радиацией, необходимо так спланировать выполнение этой работы, чтобы время пребывания в опасной зоне было как можно меньше.

• *Расстояние*

Влияние расстояния на результат радиационного воздействия до некоторой степени является поразительным, поскольку уровень дозы снижается согласно обратной квадратичной зависимости – интенсивность радиации снижается пропорционально квадрату расстояния от источника излучения, т. е. при увеличении расстояния в два раза интенсивность уменьшается в 4 раза. Например, если имеется точечный источник, создающий на расстоянии 1 м от этого источника уровень внешней проникающей радиации 100 бэр/час, то при удвоении рас-

стояния от источника (2 м) интенсивность облучения уменьшится в 4 раза и составит от источника всего 25 бэр/час. При увеличении расстояния в 3 раза (3 м) интенсивность облучения уменьшится до 1/9 от первоначальной величины и т.д.

Существующее ярко выраженное уменьшение уровня радиации по мере увеличения расстояния от источника излучения дает очень эффективный способ защиты от проникновения в ткани организма излучения.

• Экран

Использование экранов для защиты от излучений несколько сложнее, чем защита временем и расстоянием. Эффективность применения материала в качестве заслонки (экрана) для защиты от проникающего излучения зависит от плотности используемого для этих целей вещества, а также от концентрации содержащихся в нем электронов.

В этом случае для защиты от рентгеновского и гамма-излучения для создания защитного экрана больше всего подходит свинец, чем, скажем, алюминий, вода или бумага. Наиболее же эффективной защиты от проникновения нейтронов можно достичь за счет применения веществ, содержащих в большем количестве нейтроны, это, например, вода или парафин. Толщина слоя защитного экрана, уменьшающего излучение в 2 раза, определяется по справочным таблицам в зависимости от вещества (бетон, стекло, сталь, свинец и т.д.), из которого изготавливается экран.

Добавление к экрану 2 слоев, каждый из которых уменьшает излучение наполовину, снизит радиацию за экраном в 4 раза; добавление 3 указанных слоев снизит радиацию в 8 раз, 4 слоев - в 16 раз и т.д.

Ниже приведена приблизительная толщина различных материалов, дающая двукратное снижение интенсивности гамма-излучения:

Свинец	2.5 см
Сталь	3.8 см
Бетон	10 см
Почва	14 см
Вода	25 см

Эти величины могут помочь при оценке эффективности различных защитных конструкций. Отсюда также следует, что можно избежать воздействия от радиации или от ударной волны атомной бомбы, если, увидев вспышку света от взрыва, сразу же укрыться.

Защита от внутреннего облучения

Трудности, обусловленные внутренним радиационным воздействием, гораздо более сложны, чем те, что сопряжены с внешним облучением. По существу имеется четыре возможных пути, по которым радиоактивные вещества способны поступить в организм: 1) через легкие при дыхании; 2) вместе с пищей; 3) через повреждения и разрезы на коже; 4) путем абсорбции через здоровую кожу.

В случае поступления радиоактивных веществ в легкие при дыхании только очень маленькие час-

стицы этих веществ могут выйти обратно наружу с выдохом. Более крупные частицы задерживаются ворсинками и слизью в дыхательных путях и выталкиваются наружу по истечении некоторого времени. Частицы вещества определенного размера будут оседать в дыхательных путях, и если эти частицы неразстворимые, они сохраняются в легких и легочная ткань получит дозу радиации. В частности, если изотоп излучает α – частицы с коротким пробегом, то определенные ткани легких подвергнутся чрезвычайно высокой местной дозе радиации. С другой стороны, если частица вещества растворима, то само вещество, составляющее эту частицу, поступит в кровоток и разнесется к различным тканям и органам тела.

Радиоактивные вещества, поступившие через кожу, направляются непосредственно в кровяное русло, и далее судьба радиоизотопа зависит от его химических свойств. Некоторые вещества поглощаются и накапливаются в конкретных органах, что приводит к высоким локальным дозам радиации. В том случае, если радиоактивные изотопы не внедрились в ткани и органы тела, они со временем проходят через почки и удаляются с мочой. Например, кости хорошо усваивают кальций. Поскольку радий находится в той же группе периодической таблицы химических элементов, что и кальций, он накапливается преимущественно в растущих концах костей, и это может привести к очень высоким дозам в результате испускания α -, β - и γ -лучей.

Основные радионуклиды, выпавшие в результате аварии на Чернобыльской АЭС: йод-131, цезий-137, стронций-90. При выпадении на земную поверхность радионуклиды включаются в происходящие на ней биохимические процессы.

Установлено, что 80% стронция-90 остается в поверхностном слое земли толщиной 5 см, а при вспашке распределяется по всей глубине. В этом случае стронций усваивается корнями растений и откладывается в листьях и плодах.

В загрязненных радиацией после чернобыльской аварии районах продолжают проживать люди, выращивать с/х продукцию, убирать урожай, употреблять свою продукцию и реализовывать ее, отгружая в отдаленные районы страны. Лишь в единичных случаях она блокируется на пути к прилавку.

Радиоактивный йод-131 выпадал в течение первых дней аварии, его период полураспада – 8 дней. В организме радиоактивный йод заменяет нормальный йод, накапливающийся в щитовидной железе, необходимый для его функционирования. Результат воздействия радиоактивного йода – повреждение щитовидной железы – в настоящее время наблюдается у большинства населения Украины.

Радиоактивный цезий-137 замещает в организме нормальный элемент калий и вызывает различные биохимические и физиологические нарушения. Больше всего калия находится в мышечной ткани. Цезий-137 поступает в организм с продук-

тами питания, а в основном с мясом. Период полураспада этого радионуклида – 30 лет.

Стронций-90 накапливается в костях, замещая нормальный элемент кальций. Период полураспада стронция-90 – 29 лет, он поступает в организм с молоком и молочными продуктами.

Накапливаясь в костях, стронций-90 облучает костный мозг, поражает кроветворную систему. Вследствие этого развиваются анемии, в народе называется малокровием. Не исключена возможность в последующем развития лейкоза или поражения жизненно важных органов человека: печени, почек и др.

Накопление радионуклидов после чернобыльской аварии [18]

Таблица 17. Группы овощных культур по накоплению ^{137}Cs из дерново-подзолистой супесчаной почвы

1 группа КП* 0,01 - 0,05	Перец, томаты, морковь, лук, тыква, кабачки, огурцы, чеснок, физалис, мелисса. ($< 30 \text{ Бк/кг}$ при 15 Ки/км^2)
2 группа КП 0,05 - 0,1	Капуста (краснокочанная, лика, лангедейкер), патиссоны, редис, картофель, укроп, пастернак, ревень, фенхель, фасоль, топинамбур. ($30 - 60 \text{ Бк/кг}$ при 15 Ки/км^2)
3 группа КП 0,1 - 0,15	Капуста (белокочанная), петрушка, горчица, кресс-салат, лук-чернушка, редька белая. ($60 - 90 \text{ Бк/кг}$ при 15 Ки/км^2)
4 группа КП 0,15 - 0,25	Капуста (цветная), редька зимняя, свекла столовая (красный шар), редька черная. ($90 - 150 \text{ Бк/кг}$ при 15 Ки/км^2)
5 группа КП 0,25 - 0,3	Свекла столовая (Носовский плоский, Раннее чудо, Рось). ($150 - 180 \text{ Бк/кг}$ при 15 Ки/км^2)

* КП – коэффициент поступления радионуклидов

Таблица 18. Накопление Cs-137 древесными растениями
(полесская агролесомелиоративная НИС)

Древесина	Вид	
	КП	Листья
Сосна	24-63	2-3
Береза	6-25	1-3
Осина	2-6	0,5-1
Дуб	1-4	0,1-0,6
Акация	-	0,7
Липа	-	0,2

Таблица 19. Поступление Cs-137 в различные виды грибов

Вид грибов	КП	
	Ровенская обл.	Рекомендации
Опенок	-	7
Лисичка	-	9
Подосиновик	-	11-17
Белый гриб	100-160	15-40
Зеленушка	360-450	50-80
Польский	830-940	75-116
Сыроежка	890-1100	52-82
Масленок	600-2200	114-181
Поддубовик	2200-3100	40-108

Таблица 20. Поступление Cs-137 в лесное сырье

Вид сырья	КП
Брусника, ягоды	13
Черника, ягоды	11
Голубика, ягоды	10
Малина, ягоды	7
Рябина, ягоды	1
Калина, ягоды	0,3
Багульник болотный, побеги	120
Брусника, лист	98
Черника, лист	97
Зверобой, трава	33
Ландыш: трава	8
соцветия	11
Пустырник, трава	4
Горец (спорыш), трава	4
Валериана, корневища	0,4

Таблица 21. Содержание радионуклидов в продуктах переработки молока (% от содержания в молоке)

Продукция	Стронций-90	Цезий-137
Молоко обезжиренное	92	85
Сливки	8	15
Масло	1,5	2
Пахта	6,5	13
Масло топленое	<0,1	<0,1
Творог нежирный	12	10
Белок (казеин)	6	1,6

Таблица 22. ДК* Cs-137 в продукции лесного хозяйства

Продукция	ДК в продукции	
	Ки/кг	Бк/кг
Промышленного назначения		
Лесоматериал круглый в коре (строительный, столбы, для распиловки)	$5 \cdot 10^{-7}$	18500
Лесоматериал круглый без коры (столбы, лаги, кряж для промышленной тары и лыж, для распиловки и судостроения)	$1 \cdot 10^{-7}$	3700
Пиломатериал обрезной (доски, паркет, фанера, ДСП, столярные наборы, щепа)	$5 \cdot 10^{-8}$	1850
Лес круглый строительный, брус строительный	$2 \cdot 10^{-8}$	740
Культурно-бытового назначения		
Дрова	$2 \cdot 10^{-8}$	740
Штакет, прищепки, дранка, штукатурка, черенки, резонансный кряж	$1 \cdot 10^{-7}$	3700
Тара для пищевых продуктов, подельчатая древесина	$5 \cdot 10^{-8}$	1850
Для получения живицы, смолы, дегтя, скипидара, хвойной муки	$1 \cdot 10^{-7}$	3700
Семена	$2 \cdot 10^{-7}$	7400

* ДК - допустимая концентрация

Поскольку радионуклиды – это в основном тяжелые металлы, то, исходя из опыта народной медицины, полезно применение тех трав, которые используются при отравлении металлами (выводят металлы из организма).

Применение трав должно производиться под наблюдением врача, да и нет гарантий о 100% выводе из организма радионуклидов. Оставшиеся радио-

нуклиды в организме будут продолжать свое разрушающее действие.

Безусловно, целесообразно не употреблять продукты питания, содержащие вредные добавки. Считается, что даже самая малая доза радиационного поражения может стать канцерогенной, т.е. вызвать рак или другие заболевания.

У человеческого тела есть защита от того воздействия, которое на него оказывает радиация. Такой защитой являются антиоксиданты. Антиоксиданты – это ингибиторы, то есть вещества, которые, действуя в теле, замедляют или сдерживают протекание определенной химической реакции [16].

Как было описано выше, химически активный кислород нарушает деятельность клеток, вызывая цепную реакцию определенного типа. В процессе нормальной повседневной жизнедеятельности тело вырабатывает небольшое количество химически активного кислорода, однако это количество обычно удаляется из тканей и переводится в менее токсичную форму собственной системой управления организма, предназначенной для удаления подобных веществ, - системой антиоксидантов. Без такой системы управления тело не смогло бы существовать.

Антиоксиданты, используемые организмом, включают витамины С, Е, А и разнообразные ферменты. Обычно источником этих веществ является здоровое, сбалансированное питание. Они также мо-

гут быть получены при приеме обычных витаминных препаратов.

Из всего этого можно сделать вывод о том, что нормально питающийся человек, чьи ткани насыщены этими веществами, будет в меньшей степени страдать от воздействия на ткани и клетки его организма со стороны химически активных веществ, образовавшихся в результате облучения.

На протяжении последнего столетия человек сам подвергал себя воздействию все возрастающего количества химических веществ, чужеродных для живых систем. Эти вещества могут вызывать химический распад веществ организма, продукты которого могут нарушать жизнедеятельность клеток и даже приводить их к гибели. Ниже приведено несколько примеров таких веществ.

Токсичные газы, образующиеся при реакциях между воздухом и отходами производства (двуокись азота, озон, сернистый газ и другие).

Токсичные металлы (ртуть, никель, мышьяк и кадмий).

Токсичные химикаты, содержащиеся в растворителях и пестицидах (количество этих химикатов очень велико, некоторые из них: ацетальдегид, формальдегид, четыреххлористый углерод, бензол, хлордан, гептахлор и толуол).

Наркотики, такие, как транквилизаторы, кокаин, марихуана, препараты, используемые в психиатрии и т.п.

Воздействие этих веществ приводит к дополнительному расходу антиоксидантов и может привести к истощению их запасов.

Таким образом, существуют два главных фактора риска, которые делают более вероятным нанесение ущерба телу человека при воздействии радиации: воздействие наркотиков и загрязнение окружающей среды.

Малый запас антиоксидантов как следствие плохого питания и (или) повышенных индивидуальных потребностей.

Таким образом, наибольшее действие радиация будет оказывать на тех людей, чьи тела получают плохое питание или подвергаются воздействию токсичных химических веществ или наркотиков.

До сих пор, по всей видимости, не существовало решения проблемы радиации. Однако складывается впечатление, что можно «укрепить» тело так, чтобы радиация не оказывала на него такого разрушительного воздействия. Исследования показали, что этого можно достичь, употребляя в пищу не содержащие посторонних химических веществ полноценные продукты, а также антиоксидантные добавки. Выполняя эти простые действия, человек может создать в своем организме достаточный антиоксидантный «арсенал» для того, чтобы справиться с любыми возможными дополнительными нагрузками на организм.

Очевидным и очень эффективным способом защитить тело от воздействия стресса в будущем является уменьшение количества чужеродных химиче-

ских веществ, уже накопленных в организме. Л. Рон Хаббард открыл, что многие токсичные вещества могут накапливаться в жировых тканях организма, которые затем служат хранилищем этих ядовитых веществ. Однако при хранении этих веществ в жировой ткани возможны «утечки», что приводит к повреждениям других тканей и истощению запасов антиоксидантов. Вполне возможно, что когда тело человека будет освобождено от отложений токсичных химических веществ, оно станет более способным переносить неблагоприятное воздействие радиации или токсичных химических веществ в будущем.

Как человек может удалить из тела накопившиеся там токсичные химические вещества? Для этого существует способ, который был подвергнут очень тщательной проверке и оказался эффективным, - программа «Очищение», разработанная Л. Ронном Хаббардом [16]. Это очень точная последовательность действий, предусматривающая выполнение физических упражнений, прием различных пищевых добавок, включая ниацин (который является мощным средством для высвобождения отложений химических веществ из тканей организма), пребывание в сауне в течение установленного времени, сбалансированное питание, установление режима дня, обеспечивающего достаточный отдых.

В действительности имеется документальное подтверждение того, что надлежащее выполнение этой программы приводило к выведению пестицидов и других стойких химических ядов из жировых и прочих тканей тела.

Кроме того, ниацин, очевидно, сам по себе является эффективным средством для устранения последствий прошлого облучения. Обширные исследования были проведены в этой области Л. Роном Хаббардом [16].

Как же различить молоко, овощи, фрукты и элементы-канцерогены? Все они такие одинаковые. В которых из них содержатся цезий, стронций, калий, а какие - чистые?

Содержание радионуклидов в продуктах питания можно определить в специализированных лабораториях на бета-, гамма- спектрометрах. Такими лабораториями располагают все санэпидстанции в любом городе Украины.

В Украине также действует независимый центр по контролю содержания радионуклидов как в продуктах питания, так и в продукции бытового, промышленного назначения, строениях, воздухе, воде и др. – это радиологический центр «Стакс».

Головной офис радиологического центра «Стакс» расположен в г. Мариуполе Донецкой области. Филиалы радиологического центра находятся в различных регионах Украины: гг. Киев, Харьков, Донецк, Бердянск, Феодосия, Новоазовск, Торез, Володарск, Мариуполь – порт.

Радиационный фон от строений, почвы, в воздухе может быть измерен более простыми дозиметрическими приборами.

В приложении А помещены наиболее распространенные приборы, которыми можно измерить радиацию.



Приложения

Приложение А
Характеристики
дозиметрических
средств измерительной
техники

Приложение Б
Динамика последствий
чернобыльской аварии
(печатается по материалам
периодических изданий)

Приложение В
Радиационная
обстановка в Украине [27]



Приложение А

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Для контроля дозы ионизирующих излучений применяются радиометрические и дозиметрические приборы. Дозиметрические приборы используются для оценки производственной обстановки и для индивидуального контроля.

ДКР-4

Дозиметр персональный рентгеновского излучения
Малогабаритный дозиметр пейджерного типа

Назначение

- Измерение и индикация мощности дозы, текущей дозы и аккумулярованной дозы
- Широкий диапазон измерения: от уровня естественного фона до 0.1 Sv/h
- Сохранение в памяти информации о накопленной дозе и установленных порогах в течение 10 лет, в том числе при отсутствии элементов питания
- Возможность развертки процесса набора текущей дозы во времени (600 значений)
- Кремниевый детектор со сглаживающим фильтром
- Устанавливаемые пользователем пороги звуковой тревоги



Применение

- Медицинские учреждения
- Исследовательские лаборатории
- Пункты таможенного и специального контроля
- Промышленность: установки рентгеновской дефектоскопии и ионного легирования

Технические характеристики

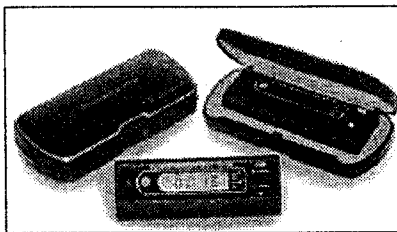
Характеристика	Значение
Энергетический диапазон измерения	Рентгеновское излучение с энергией фотонов 15 - 150 кэВ
Динамический диапазон	Доза: 0,1 мкЗв - 13в Мощность дозы: 0,1 мкЗв/ч - 0,1 Зв/ч
Калибровка	5% (60 кэВ)
Линейность	10%
Энергетическая чувствительность	25% относительно 60 кэВ
Сигналы звуковой и световой тревоги	5 отдельных звуковых и световых сигналов: <ul style="list-style-type: none"> • доза • мощность дозы • превышение предела измерения дозы - 1 Зв • превышение предела измерения мощности дозы 0.1 Sv/h • разряд элемента питания
Дискрет установки порогов по дозе и мощности дозы	Установка вручную нажатием на кнопки управления: <ul style="list-style-type: none"> • доза - 0.01 мЗв, • мощность дозы - 1 мкЗв/ч
Таймер набора дозы	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - 6000 сек, шаг 1 сек • 10 мин - 24 ч, шаг 1 мин • 24 - 99999 ч, шаг 1 час
Время измерения	По мере снижения измеряемой мощности дозы время измерения автоматически увеличивается в соответствии со следующим рядом: 4 сек, 8 сек, 16 сек, 32 сек, 64 сек, 128 сек, 256 сек.
Источник питания	1 элемент питания AAA
Время непрерывной работы	500 часов при максимальной мощности дозы
Размер, мм	74x48x16
Вес, г	50

Дозиметры серии РМ

Семейство малогабаритных персональных дозиметров
РМ-1102 (РДМ-2), РМ-1103, РМ-1203, РМ-1204

Назначение

- Измерение мощности эквивалентной дозы и эффективной дозы гамма-излучения
- Сигнализация о превышении установленного порога мощности эквивалентной дозы и эквивалентной дозы
- Индикация времени (только модели РМ-1203, РМ-1204).



Применение

- Дозиметрический контроль излучения ядерных установок
- Определение безопасных условий работы и оценка риска для человека повышенного ионизирующего излучения по мощности эквивалентной дозы гамма-излучения.

Технические характеристики

Характеристика	Значение
Вид контролируемого излучения	гамма
Тип детектора	газоразрядные счетчики
Тревожная сигнализация	звуковой сигнал
Тип индикатора	ЖКИ
Энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, кэВ	60 - 1500
Диапазон измеряемой мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	
- РМ-1102 (РДМ-2)	0.1- 10.0
- РМ-1103	0.1- 400
- РМ-1203	0.1- 4000
- РМ-1204	

Диапазон измеряемой эквивалентной дозы гамма-излучения, мЗв	
- РМ-1102 (РДМ-2)	0.1- 3.0
- РМ-1103	0.001
- РМ-1203	
- РМ-1204	
Питание	элементы типа СЦ32, SR43, MR44
Время непрерывной работы, лет	0.5 - 1
Вес, кг	0.1

Дополнительная информация

Рекомендуется приобретение дозиметров серии РМ в качестве индивидуальных дозиметров при работе с источниками ионизирующих излучений.

РКС-01

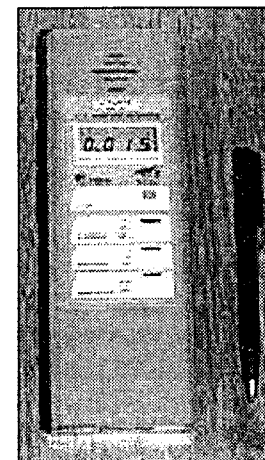
Радиометр-дозиметр гамма-бета-излучения «СТОРА»

Назначение

- Для индивидуального и коллективного применения при измерении мощности экспозиционной дозы гамма-излучения и плотности потока бета-частиц.

Применение

- Измерение радиационного фона в местах проживания и работы населения
- Контроль радиационной чистоты жилых помещений, зданий и сооружений, прилегающей территории, предметов быта, одежды, почвы на приусадебных участках, транспортных средств.



Технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон измерения мощности экспозиционной дозы гамма- и рентгеновского излучения	(0,01-100,0) мР/ч
Диапазон измерения плотности потока бета-частиц	(10-40 000) 1/(мин * см ²)
Энергетический диапазон измерения	(0,05-3,0) МэВ
Энергетическая зависимость измерения в диапазонах	(0,05-0,66) МэВ (0,66-3,0) МэВ
Временной интервал измерения	(1, 10, 100) с
Время непрерывной работы при питании от аккумуляторной батареи типа «7Д-0,125»	40 час
Масса и габариты	0,35 кг (215 x 75 x 30) мм

Дополнительная информация

Обеспечение высокой точности обработки информации, оперативность измерений без потери точности при разных уровнях излучения. Схема обработки информации избавлена от температурной нестабильности. Низковольтное питание от никель-кадмиевого аккумулятора типа «7Д-0,125».

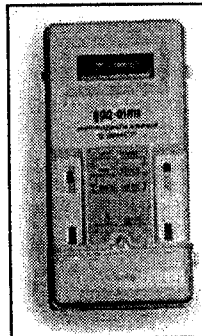
Дозиметры гамма- излучения ДРГ-01Т и ДБГ-06Т
Простые, надежные и компактные профессиональные дозиметры гамма-излучения

Назначение

- Измерение мощности экспозиционной дозы гамма- излучения

Применение

- Проведение первичного дозиметрического контроля различной продукции
- Дозиметрический контроль строительных площадок, зданий, сооружений
- Оценка опасности для человека источников ионизирующего излучения и радиоактивных веществ.

**Технические характеристики**

Характеристика	Значение
Вид контролируемого излучения	гамма
Вид блока детектирования	газоразрядные счетчики
Диапазон энергий гамма-излучения, МэВ	0,05 - 3,0
Режимы работы	«Поиск», «Измерение»
Диапазон мощности экспозиционной дозы, мР/ч и время измерения, (с)	ДРГ-01Т1 [ДБГ-06Т]
в режиме «Поиск»	0,1 - 100 000 (2,5) [0,1 - 100]
в режиме «Измерение»	0,01 - 10 000 (25) [0,01 - 10]
Тип индикатора	ЖКИ
Питание	батарея типа «Крона» или «Корунд»
Габаритные размеры, мм	175x90x55
Масса дозиметра, кг	0,6

Дополнительная информация

ДРГ-01Т1 и ДБГ-06Т - широко известные профессиональные дозиметры, обладающие высокой чувствительностью и стабильностью показаний. Дозиметр ДРГ-01Т1 благодаря высокому верхнему порогу измеряемой мощности дозы широко использовался при аварийных ситуациях на радиационно опасных объектах.

АТ-2503*Индивидуальные цифровые дозиметры ДКГ АТ2503***Назначение**

- Индивидуальный дозиметрический контроль.

Применение

- Обеспечение радиационной безопасности персонала, работающего источниками ионизирующих излучений.



Технические характеристики

Характеристика	Значение
Вид контролируемого излучения	гамма
Тип блока детектирования	счетчик Гейгера-Мюллера
Тревожная сигнализация	звуковая и светодиодная
Энергетический диапазон регистрируемого гамма-излучения, кэВ	50 - 1500
Диапазон измеряемой мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв/ч	0,5 - 5 · 10 ⁵
Диапазон измеряемой эквивалентной дозы гамма-излучения, мкЗв	0,1 - 9,99 · 10 ⁶
Интерфейс	инфракрасный канал обмена по стандарту RS-232C
Память	запись до 768 значений накопленной дозы (в интервале от 1 до 255 мин.)
Питание	элементы типа V357
Время непрерывной работы с одним комплектом батарей (3 элемента СЦ33), ч	1500
Вес, кг	0,07

Дополнительная информация

Накопленные значения эквивалентной дозы могут храниться в памяти при отсутствии питания.

Дозиметры могут использоваться как автономно, так и в системе СДК АТ21. В системе СДК АТ21 дозиметры обеспечивают:

- считывание заводского и индивидуального номеров;
- обнуление накопленной дозы;
- автоматическое занесение индивидуальной дозы в базу данных;
- установку индивидуального номера;
- установку интервала накопления и порогов сигнализации.

Дозиметр РМ1603

Наручный гамма дозиметр для жестких условий эксплуатации.

Назначение

- Радиационная безопасность и дозиметрический контроль. Индивидуальная дозиметрия.

Применение

- Спецслужбы, ядерно-физические лаборатории, отраслевые и производственные лаборатории радиационного контроля.

**Технические характеристики**

Характеристика	Значение
Детектор	счетчик Гейгера— Мюллера
Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы, мЗв/ч	0,001 - 5000
Диапазон измерения эквивалентной дозы, мЗв	0,001 - 9999
Диапазон установки порогов по мощности эквивалентной дозы, мЗв/ч	0,001 -4999
Диапазон установки порогов по эквивалентной дозе, мЗв	0,001 - 9999
Диапазон регистрируемых энергий, мэВ	0,06 -1,5
Точность хода часов, сек/сутки	±0,5
Питание	1 элемент типа CR 2032 Lithium
Время непрерывной работы от одного элемента питания, лет	1-2
Контроль разряда элементов питания (частичный и критический)	пиктограмма на ЖКИ
Масса и габариты	70(г); 51x50x18 (мм)

ПО ЗАКАЗУ: программное обеспечение для учета индивидуальной дозы под операционной системой Windows 95/98.

Дополнительные возможности

ИК-интерфейс для связи с ПК, совместимость с Windows 95/98
Электролюминесцентная подсветка для использования в ночных условиях.

Ударопрочный герметичный корпус.

Дозиметр ДКС-01М

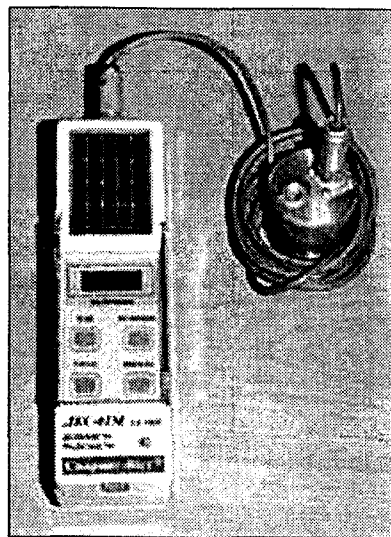
Дозиметр – радиометр гамма-бета-излучений «Селвис»

Назначение

- Измерение мощности эквивалентной дозы гамма - и рентгеновского излучения, эквивалентной дозы гамма – и рентгеновского излучения, времени экспозиции эквивалентной дозы, плотности потока бета – частиц.

Применение

- Дозиметрический и радиометрический контроль на промышленных предприятиях, атомных электростанциях, в научно-исследовательских организациях
- Контроль радиационной чистоты жилых помещений, зданий и сооружений, прилегающей территории, предметов быта, одежды, почвы на приусадебных участках, транспортных средств.



Технические характеристики

Характеристика	Значение
Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы гамма – и рентгеновского излучений	0,1 мкЗв/ч- 10 мЗв/ч
Диапазон измерения эквивалентной дозы гамма- и рентгеновского излучений	1 мкЗв – 10 мЗв
Диапазон измерения плотности потока бета-частиц	(10 - 100 000) 1/(мин·см ²)
Энергетический диапазон измерения гамма- и рентгеновского излучения и энергетическая зависимость, Мэв	- (0,05 - 3,0)
Энергетический диапазон измерения бета-излучения и энергетическая зависимость, Мэв	(0,2 - 2,5)
Диапазон измерения времени накопления эквивалентной дозы	1 мин - 24 час
Время непрерывной работы от одной аккумуляторной батареи	48 час
Масса и габариты:	
пульт	0,35 кг, (165x47x35)мм
блок детектирования бета-частиц (без кабеля)	0,07кг, (?45 x 36)мм

Дополнительная информация

Вмонтированный полупроводниковый детектор гамма-излучения на основе CdTe и выносной блок детектирования бета- частиц на основе кремниевого детектора. Наличие трех независимых измерительных каналов. Возможность оценки фоновых уровней радиации за 5 с (поисковый режим). Возможность селективного измерения гамма- и бета-излучений в мощных смешанных полях. Солнечная батарея.

Дозиметр ДКС-02К

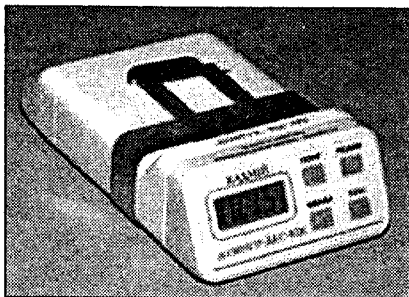
Индивидуальный дозиметр гамма-излучения «Кадмий»

Назначение

- Измерение эквивалентной дозы и мощности эквивалентной дозы гамма- и рентгеновского излучения, а также времени накопления эквивалентной дозы.

Применение

- Для индивидуального дозиметрического контроля на промышленных предприятиях, атомных электростанциях, в научно-исследовательских организациях, радиологических отделах



- Дозиметрический контроль радиационной чистоты зоны отчуждения.

Технические характеристики

Характеристика	Значения
Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы гамма- и рентгеновского излучения	0,1 мкЗв/ч - 10,0 мЗв/ч
Диапазон измерения эквивалентной дозы гамма- и рентгеновского излучения	1,0 мкЗв/ч - 10,0 мЗв/ч, или 10мкЗв-100мЗв
Энергетический диапазон измерения гамма- и рентгеновского излучения и энергетическая зависимость	(0,05 - 3,0) МэВ, ±15%
Программирование пороговых уровней по дозе и мощности дозы с дискретностью	до единицы разряда
Диапазон измерения времени накопления эквивалентной дозы	1мин- 24ч
Время непрерывной работы от одной аккумуляторной батареи	48 час
Масса и габариты	0,3 кг, (70 x 34 x 127)мм

Дополнительная информация

Наличие трех независимых измерительных каналов с возможностью поочередного вывода результатов на жидкокристаллический дисплей.

Наличие звуковой и световой сигнализации превышения пороговых уровней. Возможность программирования уровней по дозе и продолжительности дозы. Источник питания состоит из двух никель-кадмиевых аккумуляторов типоразмера АА (элемент «А-316»).

Сцинтилляционный радиометр СРП-88

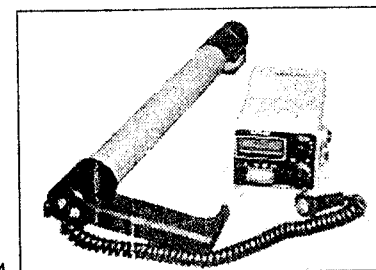
Высокочувствительный радиометр гамма-излучения

Назначение

- Измерение плотности потока гамма-излучения.

Применение

- Поиск источников гамма-излучения при оперативном контроле
- Первичный радиационный контроль различной продукции.



Технические характеристики

Характеристика	Значение
Вид контролируемого излучения	гамма
Тип детектора	сцинтиллятор NaI(Tl) 25x10
Энергетический диапазон, МэВ	0,06 - 10 000
Диапазон плотности потока гамма-излучения, с ⁻¹	10 - 30 000
Тип индикатора	ЖКИ
Питание	4 батареи типа А343
Масса радиометра, кг	3

Дополнительная информация

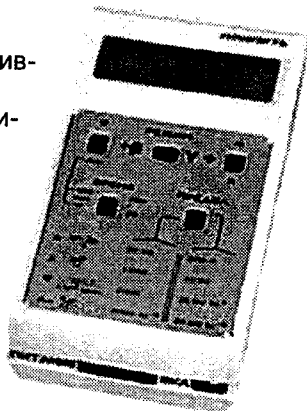
Рекомендуется использовать радиометр СРП-88Н в качестве прибора, предназначенного для поиска и обнаружения источников гамма-излучения.

РКС-20.03*Радиометр гамма-бета-излучений «ПРИПЯТЬ»***Назначение**

• Для индивидуального и коллективного пользования при измерениях мощностей эквивалентной (экспозиционной) дозы гамма-излучения, плотности потока бета-излучения.

Применение

• Для измерения радиационного фона и загрязненности в местах проживания и работы населения
 • Контроль радиационной чистоты жилых и производственных помещений, зданий и сооружений, металлолома, строительных материалов, предметов быта, одежды, прилегающей территории, поверхностей грунта на приусадебных участках, транспортных средств, контроль содержания радионуклидов в жидких и сыпучих веществах.

**Технические характеристики**

Характеристика	Значение
Мощности эквивалентной дозы, мкЗв/ч	0,1 - 199,9
Экспозиционной дозы по ^{137}Cs , мР/ч	0,01 - 19,99
Плотности потока бета-излучения по $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$	0 - 19,99*10 ³
Диапазон энергий регистрируемого излучения, МэВ	0,05 - 3
Основная погрешность измерений, %, не более	25
Время установления рабочего режима, с, не более	60
Время непрерывной работы, ч, не менее:	
при питании от сети	24
при питании от автономного источника	6
Питание, В:	
элементы типа «Крона» («Корунд») внешний источник	9 4 - 12
Габаритные размеры, мм	140X70X35
Масса прибора, г	250

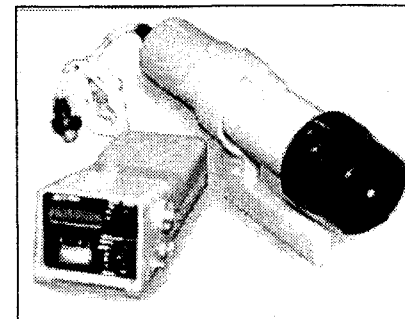
Дозиметр ДКС-90*Широкодиапазонный сцинтилляционный дозиметр рентгеновского и гамма-излучения***Назначение**

• Измерение мощности эквивалентной дозы и эквивалентной дозы рентгеновского и гамма-излучения.

Применение

• Дозиметрический контроль излучения ядерных и рентгеновских установок

• Определение безопасных условий работы и оценка риска персонала, обслуживающего ядерные и рентгеновские установки, по мощности эквивалентной дозы и дозы рентгеновского и гамма-излучения.

**Технические характеристики**

Характеристика	Значение
Вид регистрируемого излучения	рентгеновское и гамма
Тип блока детектирования	сцинтилляционная пластмасса
Энергетический диапазон, МэВ	0,015 - 10 000
Диапазон мощности эквивалентной дозы, мкЗв/ч	0,1 - 10 ⁶
Диапазон эквивалентной дозы, мкЗв	1 - 10 ⁶
Тип индикатора	ЖКИ
Питание	4 батареи типа А343
Масса дозиметра, кг	2,6

Дополнительная информация

Рекомендуется использование дозиметра ДКС-90 в качестве широкодиапазонного высокоточного дозиметра рентгеновского и гамма-излучения. Для задач, в которых основной целью является поиск и обнаружение скрытых источников, лучше использовать сцинтилляционные приборы с блоками детектирования на основе неорганических сцинтилляторов NaI(Tl) и CsI, так как их чувствительность значительно превосходит чувствительность блока детектирования ДКС-90.

Дозиметр-радиометр ДРГ01М (МКС-14ЭЦ)

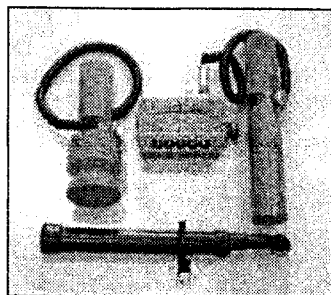
*Интеллектуальный дозиметр-радиометр
с функцией памяти на 2300 измерений*

Назначение

- Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения
- Измерение плотности потока бета-частиц с поверхности
- Сохранение в памяти результатов с их последующей обработкой.

Применение

- Дозиметрический контроль при санитарно-гигиенических обследованиях с одновременным документированием полученных результатов
- Автоматизированный мониторинг радиационного фона
- Ведение базы данных с результатами измерений.



ДРГ-01М с датчиками бета- и гамма-излучения

Технические характеристики

Характеристика	Значение
Вид контролируемого излучения	гамма, бета
Диапазон энергий гамма-излучения, мэВ	0,05 - 3,0
Режимы работы	измерение МЭД, измерение плотности потока бета-частиц, запоминание результатов, передача на компьютер, обработка (выборка, усреднение)
Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы, мкЗв/ч	0,1 – 1000
Диапазон измерения плотности потока бета-излучения, см ⁻² с ⁻¹	0,10 – 1000
Объем памяти	2300 результатов измерений
Тип индикатора	ЖКИ
Тип интерфейса	RS-232
Питание	4 батареи типа АА
Масса дозиметра с раздвижной штангой до 1 м, кг	0,8

Дополнительные возможности

Присвоение идентификационного номера для каждого измерения, заносимого в память; передача содержимого памяти на компьютер; обработка данных на компьютере: запись в базу данных, редактирование, составление отчетов об измерениях с возможностью задания критериев отбора, вывод на печать.

Дополнительная информация

Дозиметр ДРГ-01М позволяет автоматизировать рутинную работу при проведении дозиметрического контроля в жилых и рабочих помещениях, участках, отведенных под застройку, и других задачах, связанных с измерением мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. В комплект поставки прибора включено программное обеспечение, дающее возможность ведения баз данных об измерениях. Высокие потребительские качества прибора удачно сочетаются с невысокой ценой.

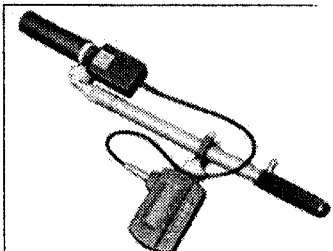
Дозиметр гамма-излучения ДРГ-01М
*Интеллектуальный портативный дозиметр
 с функцией памяти на 1000 измерений*

Назначение

- Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения
- Сохранение в памяти результатов измерений с их последующей обработкой.

Применение

- Дозиметрический контроль при санитарно-гигиенических обследованиях с одновременным документированием полученных результатов
- Автоматизированный мониторинг радиационного фона
- Ведение базы данных с результатами измерений.



Дополнительные возможности

- Присвоение идентификационного номера для каждого измерения, заносимого в память
- Передача содержимого памяти на компьютер
- Обработка данных на компьютере: запись в базу данных, редактирование, составление отчетов об измерениях с возможностью задания критериев отбора, вывод на печать.

Технические характеристики

Характеристика	Значение
Вид контролируемого излучения	гамма
Вид блока детектирования	газоразрядные счетчики
Диапазон энергий гамма-излучения, МэВ	0,05 - 3,0
Режимы работы	измерение МЭД запоминание результатов передача на компьютер обработка
Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы, мкЗв/ч	0.1 - 1000
Тип индикатора	ЖКИ
Тип интерфейса	RS-232
Питание	четыре батарейки размера АА
Масса дозиметра, кг	0,3

Дополнительная информация

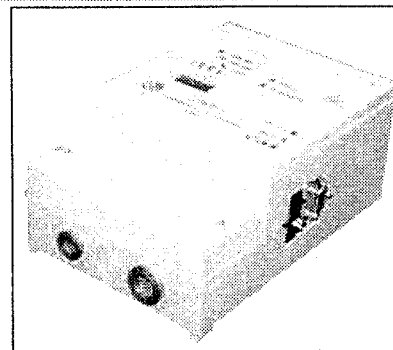
Дозиметр ДРГ-01М позволяет автоматизировать рутинную работу при проведении дозиметрического контроля в жилых и рабочих помещениях, участках, отведенных под застройку, и других задачах, связанных с измерением мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. В комплект поставки прибора включено программное обеспечение, дающее возможность ведения баз данных об измерениях. Высокие потребительские качества прибора удачно сочетаются с невысокой ценой.

Сигнализатор-экспозиметр радона СЭР-01

Определение объемной равновесной эквивалентной активности радона (ОАР) интегральным методом и сигнализация об опасных уровнях концентраций радона

Применение

- Оценка эффективных годовых доз облучения от радона и его дочерних продуктов распада
- Автоматический учет суточных и сезонных колебаний ОАР в течение длительного времени
- Оценка эффективности противорадоновых мер
- Предупреждение о повышенных концентрациях радона в помещении
- Обработка сохраненных результатов измерений и представление их в графическом виде.



Назначение

- Определение интегральной среднегодовой ОАР в воздухе жилых и рабочих помещений
- Сигнализация о повышенных концентрациях радона
- Сохранение в памяти результатов измерений.

Технические характеристики

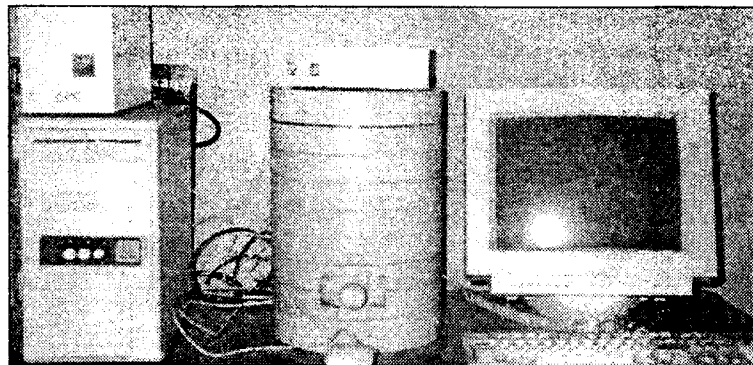
Характеристика	Значение
Тип детектора	полупроводниковый Si
Диапазон измерения ОАР, Бк/м ³	2 - 65 000
Погрешность измерений, %	<12
Количество сохраняемых результатов измерений	8000
Время непрерывной работы, сут.	не менее 30
Тип сигнализации	световая трехуровневая
Диапазон рабочих температур, °С	0 ... +40
Питание	220В/50Гц; собственный аккумулятор
Интерфейс	RS-232
Масса прибора, кг	1,5

Дополнительная информация

Рекомендуется для измерений интегральных значений ОАР (среднегодовых), так как именно эта величина определяет уровень годовой дозовой нагрузки от продуктов распада радона.

Бета - спектрометр СЕБ-01**Назначение**

• Измерение активности Sr⁹⁰ в объектах окружающей среды, в том числе при наличии в них других бета-излучающих радионуклидов (Cs¹³⁷, Cs¹³⁴, K⁴⁰). При этом допускается значительное превышение активности мешающих радионуклидов над активностью Sr⁹⁰.

**Состав**

- Сцинтилляционный блок детектирования.
- Пассивная низкофоновая комбинированная защита детектора (сталь+свинец).
- Спектрометрический процессор в конструктиве IBM.
- Аппаратура питания и регистрации сигналов детектора.
- Персональный IBM-совместимый компьютер.
- Программное обеспечение «АК2» (управление спектрометром, регистрация, запись и автоматическая обработка бета-спектров, передача результатов в базы данных).

Технические характеристики

Характеристика	Значения
Диапазон регистрируемых энергий бета-излучений, МэВ	0,1-3,5
Энергетическое разрешение по линии Cs ¹³⁷ (622 КэВ), %	<13
Интегральная нелинейность, %	<1,5
МИА по Sr ⁹⁰ при экспозиции 2 часа для пробы V=30 мл ρ=1г/см ³ для доверительной вероятности 0.95, Бк/пробу	0,54
МИК для ρ=1г/см ³ , V=30 см ³ , экспозиции 2 ч и доверительной вероятности 0.95, Бк/пробу	18
Интенсивность фона в диапазоне энергий 200 КэВ - 1200 КэВ, имп/сек	<0,4
Время установления рабочего режима, ч	0,5
Время непрерывной работы, ч	24
Питание	220В, 50 Гц
Средняя наработка на отказ, ч	не менее 7000
Средний срок службы спектрометра, лет	5
Потребляемая мощность, Вт	250

Програмное обеспечение

Пакет программ «АК-2» с обширным набором различных режимов обеспечивает:

управление спектрометром, автоматическую и ручную обработку спектров, расчет активности радионуклидов в исследуемых пробах, хранение полученной информации и ее передачу в базы данных, графическую визуализацию полученной информации и результатов анализа, контроль стабильности аппаратуры.

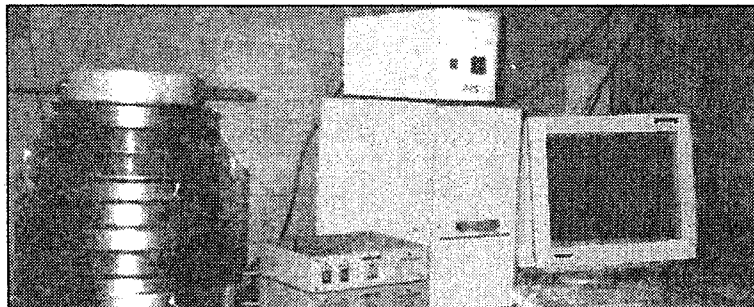
Дополнительная информация

- Энергетическая калибровка по плоским источникам.
- Программная стабилизация коэффициента усиления позволяет проводить длительные измерения, обеспечивая их высокое качество и достоверность результатов анализа.
- Возможность измерять пробы различной толщины: от «тонких» после радиохимии до «толстых» 3.5 см.
- Возможность использовать СЕБ-01 как радиометр.
- Бета-спектрометры могут быть исполнены как для стационарных, так и для передвижных лабораторий.
- В установке может быть использован любой IBM-совместимый компьютер, в том числе типа NOTEBOOK.
- Возможность использования ПЭВМ для решения других задач одновременно с измерением активности проб.

Бета - спектрометр СЕБ-02

Назначение

- Измерение активности Sr^{90} в объектах окружающей среды, в том числе при наличии в них других бета-излучающих радионуклидов (Cs^{137} , Cs^{134} , K^{40}). При этом допускается значительное превышение активности мешающих радионуклидов.



Состав

- Сцинтилляционный блок детектирования.
- Пассивная низкофоновая комбинированная защита детектора (сталь+свинец).
- Спектрометрический процессор в конструктиве IBM.
- Аппаратура питания и регистрации сигналов детектора.
- Персональный IBM-совместимый компьютер.
- Программное обеспечение «АК2» (управление спектрометром, регистрация, запись и автоматическая обработка бета-спектров, передача результатов в базы данных).

Технические характеристики

Характеристика	Значения
Диапазон регистрируемых энергий бета-излучений, Мэв	0.1-3.5
Энергетическое разрешение по линии Cs^{137} (622 КэВ), %	<16
Интегральная нелинейность, %	<1.5
МИА для ($Sr^{90}+Y^{90}$) при экспозиции 2 часа для пробы $V=160$ мл и доверительной вероятности 0.95, Бк/пробу	1.3
МИК для $\rho=1$ г/см ³ , $V=160$ см ³ , экспозиции 2 ч и доверительной вероятности 0.95, Бк/пробу	8
Интенсивность фона в диапазоне энергий 200 КэВ - 1200 КэВ, имп/сек	1.37
Время установления рабочего режима, ч	0.5
Время непрерывной работы, ч	24
Питание	220В, 50 Гц
Средняя наработка на отказ, ч	не менее 7000
Средний срок службы спектрометра, лет	5
Потребляемая мощность, Вт	250

Программное обеспечение

Пакет программ «АК-2» с обширным набором различных режимов обеспечивает:

управление спектрометром, автоматическую и ручную обработку спектров, расчет активности радионуклидов в исследуемых пробах.

дуремых пробах, хранение полученной информации и ее передачу в базы данных, графическую визуализацию полученной информации и результатов анализа, контроль стабильности аппаратуры.

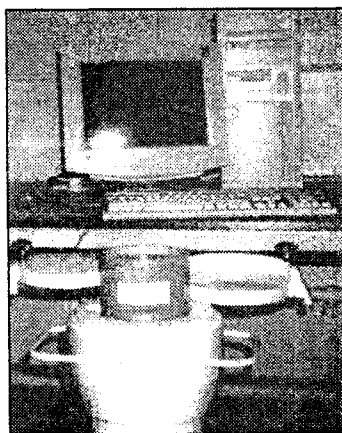
Дополнительная информация

- Энергетическая калибровка по плоским источникам.
- Программная стабилизация коэффициента усиления позволяет проводить длительные измерения, обеспечивая их высокое качество и достоверность результатов анализа.
- Возможность измерять пробы различной толщины: от «тонких» после радиохимии до «толстых» 3.5 см.
- Возможность использовать СЕБ-02 как радиометр.
- Бета-спектрометры могут быть исполнены как для стационарных, так и для передвижных лабораторий.
- В установке может быть использован любой IBM-совместимый компьютер, в том числе типа NOTEBOOK.
- Возможность использования ПЭВМ для решения других задач одновременно с измерением активности проб.

Спектрометр энергий гамма-излучения сцинтилляционный СЕГ-001 «АКП-С»

Назначение

- Определение качественного и количественного состава гамма-излучающих радионуклидов в объектах окружающей среды, сельскохозяйственной продукции, продуктах питания, строительных материалах, радиоактивных отходах и т.д.



Состав

- Сцинтилляционный блок детектирования БДЕГ-63.
- Пассивная низкофоновая защита детектора (свинец+чугун).
- Спектрометрический процессор или АЦП в конструктиве IBM.
- Аппаратура питания и регистрации сигналов детектора.
- Персональный IBM-совместимый компьютер.
- Программное обеспечение для управления спектрометром, автоматической обработки спектров, записи полученной информации и передачи ее в базы данных.

Технические характеристики

Характеристика	Значения
Детектор	БДЕГ-63
Диапазон регистрируемых энергий, МэВ	0.2-3
Энергетическое разрешение по линии 0.661 МэВ (Cs137), %	<9
Интегральная нелинейность, %	<1
Долговременная нестабильность градуировочной характеристики, %	<2
Долговременная нестабильность счетной характеристики, %	<5
Макс. входная стат. нагрузка	<10 ⁴
Минимально измеряемая активность при внешнем гамма-фоне 15 мкР/ч при экспозиции 1 час в сосуде «Маринелли», 1 л, Бк:	
по Cs ¹³⁷	<1.5
по Ra ²²⁶ и Th ²³²	<1.5
по K ⁴⁰	<40
Предел допускаемой основной погрешности измерения активности для геометрии «Маринелли» 1л и доверительной вероятности 0.95, %	<22
Число каналов анализатора	1024
Диапазон экспозиции по «живому» и реальному времени	от 1с до 18ч
Время установления рабочего режима, ч	0,5
Время непрерывной работы, ч	8
Питание	220В, 50 Гц
Средняя наработка на отказ, ч	не менее 5000
Средний срок службы спектрометра, лет	6
Потребляемая мощность, Вт	250

Программное обеспечение

Для управления спектрометром, обработки спектров, сохранения полученной информации и передачи ее в базы данных используется программное обеспечение «АК1»

Дополнительная информация

- Калибровки по энергии и по чувствительности в энергетических окнах.
- Гамма-спектрометры могут быть исполнены как для стационарных, так и для передвижных лабораторий.
- В установке может быть использован любой IBM-совместимый компьютер, в том числе типа NOTEBOOK или промышленный компьютер серии «Micro PC».
- Возможность использования ПЭВМ для решения других задач одновременно с измерением активности проб.

Приложение Б

ДИНАМИКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

Печатается по тексту периодических изданий:

1986



Газета «Комсомольская правда» 17 июля 1986 г.
Я. Голованов. «Радиация: мифы и реальность»

<...> Один из распространенных вопросов: может ли какое-либо живое облученное существо – кошка, корова или человек сами стать источниками радиоактивного облучения? Теоретически могут, конечно. Если, скажем, кошка проглотит ампулу с радиоактивным изотопом, которые применяют в лабораторных экспериментах, то она превратится в мощный источник излучения, поскольку ее тело не сможет его экранировать. Но эта ситуация чисто умозрительная. На самом деле все выглядит иначе. Скажем, корова попала в аварийную зону. Радиоактивная пыль может сесть на ее шкуру, но достаточно смыть эту пыль просто водой, и корова перестанет быть «радиоактивной». Хуже, если эта корова съела траву, на которой была эта пыль, или напилась из радиоактивно загрязненного водоема. В этом

случае удалить внутренний источник излучения, как уже отмечалось, сложнее. Однако количество радиоактивных веществ, усвоенных организмом, как правило, столь мало, что превратить этот организм в источник облучения оно не может. Например, мясо коров, которые питаются травой в зоне радиоактивных осадков, значительно менее радиоактивно, чем выделяемый ими навоз. Сами же эти животные не представляют опасности для окружающих.

В полной мере все вышесказанное относится и к человеку. Обратимся опять-таки к примеру Чернобыля. Когда было решено стационарно обследовать детей, прибывших из района АЭС на наличие йода-131 в щитовидной железе, местные педиатры, естественно, малознакомые с радиобиологическими проблемами, спросили специалистов, можно ли допустить контакт этих ребятшек с другими детьми, находящимися в больнице, и получили на это разрешение, поскольку никакой опасности дети Чернобыля сами по себе ни для других детей, ни для взрослых представлять не могли.

Последний круг вопросов касается того ущерба, который приносит радиационное заражение почвы, животных и растений для хозяйственной деятельности человека.

Ущерб этот очевиден и велик. В районе Чернобыльской АЭС радиоактивные осадки распределены на почве неравномерно, поскольку распределение это зависело от воли ветра. Там, где эти осадки

есть, они углубились в почву неглубоко – всего на несколько миллиметров. Снятие этого слоя и его последующее захоронение могут вернуть эти земли народному хозяйству. Такая работа ведется, и, как вы знаете, в середине июня на некоторых полях Чернобыльского района начались сельскохозяйственные работы. <...>

<...> При сильном радиоактивном загрязнении животные могут подлежать уничтожению. В Японии в 1954 году было уничтожено свыше 400 тонн рыбы, зараженной радиоактивными веществами. В Чернобыле скот не забивался, если не считать животных, раненных при срочной эвакуации. В случае незначительного облучения, не превышающего установленных норм, мясо после надлежащей проверки может быть использовано. То же и с другими продуктами. Молоко, например, имеющее допустимые следы радиоактивности, может использоваться непосредственно или перерабатываться в совершенно доброкачественное нерадиоактивное масло.

Что касается растений, то, как и в организме животных, в них тоже могут аккумулироваться разные радиоактивные элементы. Наиболее интенсивно растения усваивают из почвы радиоактивные изотопы циркония, меньше – цезия, совсем мало – иттрия и других элементов. Бобовые, например, способны поглотить больше радиоактивных веществ, чем злаковые. Как правило, радиоактивность семян в 10-20 раз меньше, чем стеблей. У картофеля ботва

аккумулирует радиоактивные вещества лучше, чем клубни, но после отмирания ботвы эти вещества начинают перемещаться в клубни и корни. Растения могут играть для почвы и очистительную роль, поскольку способны накапливать в себе, скажем, в 10 раз больше циркония-90, чем его содержится в земле. От самой земли также многое зависит. Опыты, проведенные еще много лет назад, показали, что растения, растущие на глинистом песке, содержат в 70 раз больше стронция-90, чем сам песок, а на суглинках – только в 40 и даже в 15 раз.

Хочется заметить, что именно в вопросах использования сельскохозяйственных продуктов существует, пожалуй, наибольшее количество различных кривотолков и слухов. Это объяснимо чисто психологически. Так уж устроен человек, что любая опасность для его здоровья, сопряженная с продуктами питания, ассоциируется для него с ядом – этому людей учила история многие века. Да, и яды, и радиоактивность вредны для животного, но нельзя ставить знаки равенства между ними, поскольку механизмы их воздействия на организм совершенно разные. Капля яда в ягоде клубники может убить, но радиоактивное вещество, которое способно накопить в себе ягода клубники, убить не может, и даже сколько-нибудь заметным она для человеческого организма не станет. Если снаружи на клубнике есть радиоактивная грязь, ее надо просто вымыть. Впрочем, вымыть ее надо, если грязь и не радиоактивная...

В этом году исполнилось 90 лет с того дня, когда французский физик Антуан Анри Беккерель открыл явление радиоактивности. В юбилейной статье, посвященной этому событию, один академический журнал пишет: «За девять десятилетий многие из этих тайн были раскрыты, объяснены и даже поставлены на службу практике, само понятие радиоактивность ныне широко известно, но загадочного здесь осталось едва ли меньше». Да, загадочного едва ли меньше... <...>

1987



Газета «Правда» 1 августа 1987 г.

Суровые уроки Чернобыля.


Завершился судебный процесс над виновниками аварии на АЭС

Одним из основных виновников аварии признан бывший директор станции В. Брюханов. Являясь руководителем сложного в технологическом отношении предприятия, он не обеспечил его надежной, безопасной эксплуатации, неукоснительного выполнения персоналом установленных правил. Бесконтрольность, низкая производственная и трудовая дисциплина на станции имели место и ранее. Случаи нарушения технологических инструкций с его ведома нередко скрывались, порождающие их причины не устранялись. Отсутствие взаимной требовательности, беспринципность привели к тому,

что среди руководства АЭС и части специалистов сложилась атмосфера вседозволенности, благодушия и беспечности. Все это способствовало возникновению и развитию аварийной ситуации, обусловило неумелые, нерешительные действия персонала в экстремальных условиях.

Проявив растерянность и трусость, Брюханов не принял мер к ограничению масштабов аварии, не ввел в действие план защиты персонала и населения от радиоактивного излучения, в представленной информации умышленно занижил данные об уровнях радиации, что помешало своевременной эвакуации людей из опасной зоны.

1988

 Газета «Правда» 20 мая 1988 г.
Из записок академика В. Лёгасова

«Мой долг рассказать об этом...»

26 апреля 1986 года. Была суббота, прекрасный день. Я раздумывал, не поехать ли мне в университет на свою кафедру (суббота-обычный мой день для кафедры) или на партийно-хозяйственный актив, намеченный на 10 утра, а может быть, на все наплевать и отправиться с Маргаритой Михайловной, моей женой и другом, отдохнуть куда-нибудь? Естественно, по складу своего характера, по многолетней воспитанной привычке я поехал на партийно-хозяйственный актив.

Перед его началом я услышал, что на Чернобыльской атомной электростанции произошла авария. Сообщил мне об этом начальник главка ведомства, в подчинении которого находится наш институт. Сообщил достаточно спокойно, хотя и с досадой.

Начался доклад. Доклад был, честно говоря, надоевшим, стандартным. Мы уже привыкли к тому, что у нас в ведомстве все замечательно и прекрасно, все показатели хороши, все плановые задания мы выполняем. Доклад носил характер победных реляций.

Воспевая гимн атомной энергетике, большим успехам, которые достигнуты, докладчик скороговоркой сказал, что сейчас, правда, в Чернобыле произошла какая-то авария (Чернобыльская станция принадлежала Министерству энергетики и электрификации), «они там что-то натворили, какая-то есть авария, но она не остановит путь развития атомной энергетики...»

Около 12 часов был объявлен перерыв. Я поднялся на второй этаж в комнату ученого секретаря. Там и узнал, что создана правительственная комиссия и я включен в ее состав. Комиссия должна собраться в аэропорту Внуково к 4 часам дня.

Немедленно я поехал к себе в институт. Пытался найти там кого-нибудь из реакторщиков. С большим трудом удалось разыскать начальника отдела, который разрабатывал и вел станции с реактором РБМК – именно такой был установлен на Чернобыль-

ской атомной станции, – Александра Константиновича Калугина. Он уже знал об аварии, ибо со станции ночью пришел сигнал – «один, два, три, четыре». Это означало: на станции возникла ситуация с ядерной, радиационной, пожарной и взрывной опасностью, т. е. присутствовали все виды опасности.

После института – сразу домой. Жена срочно вернулась с работы, я сказал, что уезжаю в командировку, ситуация мне непонятна, на сколько еду и что там – не знаю.

В Киеве, когда мы вышли из самолета, первое, что бросилось в глаза, – большая кавалькада черных правительственных автомобилей и тревожная толпа руководителей Украины. Точной информацией они не располагали, но говорили, что дела плохие. Мы быстро погрузились в автомобили и поехали на атомную станцию. Я должен сказать, что мне тогда и в голову не приходило, что мы двигаемся навстречу событию планетарного масштаба, событию, которое, видимо, войдет навечно в историю человечества, как извержение знаменитых вулканов, гибель Помпеи или что-нибудь близкое к этому.

Когда мы подъезжали к станции, поразило небо. Уже километров за 8-10 до неё было видно малиновое зарево. Известно, что атомная станция с ее сооружениями, трубами, из которых видимым образом ничего не вытекает, представляет собой сооружение очень чистое, аккуратное. А тут вдруг – как металлургический завод или крупное химиче-

ское предприятие, над которым огромное, в полнеба малиновое зарево.

Сразу было видно, что руководство самой станции и руководство Минэнерго, которое там присутствовало, в общем, вело себя противоречиво. С одной стороны, большая часть персонала, руководители станции, руководство Минэнерго действовали смело. Операторы 1-го и 2-го блоков не покидали свои посты, не покидали свои посты работавшие на 3-м блоке, а он был в том же здании, что и 4-й, в готовности были различные службы, была возможность найти любого человека, дать любое поручение (и они выполнялись), но какие давать команды, какие поручения, как точно определить ситуацию, до приезда правительственной комиссии – а она прибыла 26 апреля в 8 часов вечера, – осознанного плана не было. Все это пришлось делать комиссии.

Первый вопрос, который нас всех волновал, был вопрос о том, работает или не работает реактор или часть его, т. е. продолжается ли процесс наработки короткоживущих изотопов. Первые же измерения показали, что якобы существуют мощные нейтронные излучения. Это могло означать, что реактор работает. Мне пришлось на бронетранспортере подойти к нему и убедиться в том, что их нет.

Следующий вопрос возник, когда стало ясно, что из кратера 4-го разрушенного блока выносятся довольно мощный поток аэрозольной газовой радиоактивности. Горел графит, и каждая частица его несла на себе достаточно большое количество ра-

диоактивных источников. Встала сложная задача. Обычная скорость горения графита составляет где-то тонну в час. В 4-м блоке его было заложено около 2,5 тыс. тонн. Следовательно, за 240 часов при нормальном горении радиоактивность могла распространиться на большие территории, которые оказались бы интенсивно зараженными различными радионуклидами.

Поскольку радиационная обстановка позволяла вести эффективные действия только с воздуха и с высоты не менее 200 метров над реактором, а соответствующей техники, которая могла бы традиционно, с помощью воды, пены и других средств завершить горение графита, не было, надо было искать нетрадиционные решения. Мы начали об этом думать. Наши размышления сопровождались постоянными консультациями с Москвой, где у аппаратов находились А. П. Александров, сотрудники Института атомной энергии, а также специалисты Министерства энергетики. Уже на следующий день пошли различные телеграммы, предложения из-за рубежа с разными вариантами воздействия на горящий графит с помощью различных смесей.

После обсуждений и многочисленных консультаций в качестве стабилизаторов температуры были выбраны два компонента – свинец и доломит...

Еще более важным вопросом, решаемым правительственной комиссией, был вопрос о судьбе города Припяти. 26 апреля вечером радиационная обстановка в нем была более или менее благополуч-

ной, измеряемая от миллирентген в час до десятков миллирентген в час. Конечно, это нездоровая обстановка, но она еще позволяла какие-то размышления. Медицина была ограничена в действиях инструкциями, в соответствии с которыми эвакуация могла быть начата в том случае, если бы для гражданского населения существовала опасность получить 25 биологических рентген на человека. Обязательной становилась эвакуация, если бы была угроза получения 75 биологических рентген за время пребывания в пораженной зоне. А в интервале от 25 до 75 рентген право принять решение об эвакуации принадлежало местным органам. В этих условиях шли дискуссии.

Физики, предчувствуя, что динамика будет меняться не в лучшую сторону, настаивали на обязательной эвакуации. Медики здесь как бы уступили физикам, и где-то в 10 или 11 часов вечера 26 апреля Борис Евдокимович, прослушав наши дискуссии и поверив нашим прогнозам, принял решение об обязательной эвакуации.

Она предстояла на следующий день. К сожалению, эта информация шла устным путем, через заходы в подъезды, вывешивание объявлений и, видимо, не до всех дошла, потому что утром 27 апреля на улицах города можно было видеть и матерей, везущих в колясках детей, и детей, играющих на улицах, и вообще признаки обычной воскресной жизни.

Несколько личных впечатлений от этого периода времени.

О персонале станции. Мы застали людей, готовых к любым действиям в любых условиях. Но к каким именно действиям, что нужно было делать в этой ситуации, как спланировать и организовать работу, - здесь никакого понимания необходимой последовательности действий у хозяев станции, у руководства Минэнерго не было. Ни в заранее изложенном и изученном виде, ни в вариантах, которые рождались бы тут же. Функцию определения обстановки и ведения необходимых действий приходилось брать на себя правительственной комиссии.

Обращала на себя внимание растерянность даже в пустяках. Я вспоминаю, что в первые дни, когда комиссия находилась в Припяти, не было необходимого количества защитных респираторов, индивидуальных дозиметров – ТЛД, даже не очень надежных так называемых карандашей не хватало для всех. На станции отсутствовали автоматы внешней дозиметрии, которые выдавали бы автоматически телеметрические данные по радиационной обстановке в радиусе нескольких километров, поэтому приходилось организовывать большое количество людей для проведения разведывательных операций. Не было радиоуправляемых самолетов, снабженных дозиметрическими приборами, и поэтому потребовалось изрядное количество пилотов, вертолётчиков для измерительных и разведывательных целей. Не оказалось и элементарной гигиенической культуры, в первые дни, по крайней мере. В городе Припяти уже 27, 28, 29 апреля помеще-

ния были достаточно грязными, но когда привезли продукты – колбасу, огурцы, бутылки с пепси-колой, фруктовой водой, - все это выставлялось просто в комнатах, и тут же голыми руками люди брали их, резали. Это уже потом, спустя несколько дней, когда более или менее все нормализовалось, появились столовые, палатки, соответствующие санитарно – гигиенические условия, правда, довольно примитивные, но в которых можно было контролировать и руки, и качество пищи с точки зрения загрязненности...

Несколько слов об армии. Круг работ военных был очень велик. Химические войска прежде всего должны были заниматься работой по разведке и определению территорий загрязнений. На плечи армии были возложены работы и на самой станции, и в 30-километровой зоне по дезактивации деревень, поселков, дорог. Огромную работу провела армия по дезактивации города Припяти.

Мне ни разу не удавалось быть свидетелем какого-то случая, когда призванный в Советскую Армию специалист или люди невоенные как-то пытались манкировать своей работой или чувствовали себя насильственно привлеченными, в общем, к трудным и опасным работам. Может быть, такие случаи где-то и были, но мне их ни разу наблюдать не приходилось. Я сам несколько раз выходил на довольно опасные участки 4-го блока.

Я объяснял людям условия, в которых они будут работать, говорил, что хотел бы работать с теми,

кто добровольно может помогать мне. И ни разу не было случая, чтобы кто-то, как это говорится, не остался в строю, не сделал шаг в перед.

Об информационной службе.

Оказалось, что, несмотря на то, что у нас есть и Атомэнергоиздат, медицинские издательства, есть общество «Знание», готовой литературы, которая бы могла быть быстро распространена среди населения и объяснить, какие дозовые нагрузки для человека являются относительно спокойными, какие дозовые нагрузки являются чрезвычайно опасными, как вести себя в условиях, когда человек находится в зоне повышенной радиационной опасности, которая бы могла давать грамотные советы, что мерить, как мерить, как вести себя с овощами, фруктами и т.д., вообще не оказалось. Было много книг для специалистов, книг толстых, грамотных, правильных, но именно таких брошюр, листовок в стране практически не оказалось.

После того, как побывал на Чернобыльской станции, я сделал однозначный вывод, что чернобыльская авария – это апофеоз, вершина всего того неправильного ведения хозяйства, которое осуществлялось в нашей стране в течение многих десятков лет. Конечно, то, что произошло в Чернобыле, имеет не абстрактных, а конкретных виновников. Мы сегодня уже знаем, что система управления защиты этого реактора была дефектна, и ряду научных работников это было известно, и они вносили предложения, как этот дефект убрать. Конструктор, не желая быст-

рой дополнительной работы, не спешил с изменением системы управления защиты. То, что происходило на самой Чернобыльской станции в течение ряда лет: проведение экспериментов, программа которых составлялась чрезвычайно небрежно и неаккуратно, перед проведением экспериментов не было никаких розыгрышей возможных ситуаций...

Когда помотришь цепочку событий, почему один поступил так, а другой так-то и т.д., то назвать единственного виновника, инициатора событий, которые привели к преступлению, нельзя, потому что это именно замыкающаяся цепь: операторы делали ошибки, потому что хотели обязательно завершить эксперимент – это они считали «делом чести»; план проведения эксперимента был составлен очень некачественно, недетально и не санкционирован теми специалистами, которыми он должен быть санкционирован. У меня в сейфе хранится запись телефонных разговоров операторов накануне происшедшей аварии. Мороз по коже дерет, когда читаешь такие записи. Один оператор звонит другому и спрашивает: «Тут в программе написано, что нужно делать, а потом зачеркнуто многое, как же мне быть?» Его собеседник немножко подумал и говорит: «А ты действуй по зачеркнутому». Уровень подготовки серьезных документов на таком объекте, как атомная станция: кто-то что-то зачеркивал, оператор мог толковать правильно или неправильно зачеркнуто, мог совершать произвольные действия. Всю тяжесть вины сложить

на оператора нельзя, потому что кто-то и план составлял и что-то чиркал в нем, кто-то подписывал, а кто-то его не согласовывал. Сам факт, что персонал станции мог производить самостоятельно какие-то действия, не санкционированные профессионалами, это уже дефект отношений профессионалов с этой станцией. Тот факт, что на станции присутствовали представители Госатомэнергонадзора, но были не в курсе проводимого эксперимента, не в курсе программы, - это не только факт биографии станции...

1989



Газета «Комсомольская правда» 26 марта 1989 г.,
П. Положевец. Припять – Чернобыль – Славутич – Киев.

Чернобыль. Три года спустя. Мы птицы одного гнезда

<...> ПОЛУГЛАСНОСТЬ рождает слухи и сплетни. Боль рождает понимание. Знание дает спокойствие. Простой и обычный ряд нормальных человеческих истин, законов жизни. В чернобыльской зоне пытались выжечь этот ряд с корнями, закрывая информацию об аварии. Засекречивались уровни радиационного загрязнения по отдельно населенным пунктам, если они превышали предельно допустимые. А ведомственная медицинская служба еще в восьмидесят шестом году «закрыла» результаты лечения чернобыльцев, как и данные о степени радиоактивного поражения всех, кто участвовал в ликвидации последствий аварии...<...>



Газета «Советская культура» 20 мая 1989 г.
А. Романов, доцент Обнинского Института атомной энергетики.

А если без иносказаний

Но как бы то ни было – беда грянула. «Абсолютно невероятная» авария разразилась. Страшная своими масштабами, неизбежными жертвами, тяжестью неотвратимых последствий. Но в тысячу раз еще более страшная тем, чего не должно было быть в ней в любом случае и что многократно увеличило ее и без того непомерную тяжесть, - мистификацией, умолчаниями, полуправдой, а в целом ряде случаев – прямой преступной ложью. Прежде всего ложью о главном и самом грозном факторе атомной аварии – радиации. Здесь уже говорилось об отношении к ней рабочих ЧАЭС в «зоне». А что они и все мы, вместе взятые, могли узнать о ней из официальных сообщений?

А вот, например, что: «По словам председателя Госкомгидромета Ю. Израэля ...уровни радиации возле АЭС составляли сотни миллирентген в час». «Милли», как хорошо известно читателю, - тысячная часть целого. Стало быть, миллирентген в час – это тысячная доля рентгена в час (и, кстати, это уже опасно: 1 – 2 миллирентгена в час). На самом деле максимальная радиация достигла не тысячных долей рентгена, а десятков и сотен «полных» рентген в час. Не в два, не в десять, а в сотни и даже в тысячу (!) раз искажалась истина! Даже через год – я тому свидетель – с кровли аварийного здания продолжали сбивать более чем тысячерентгенную радиа-

цию. Ставший «рыжим лесом» хвойный бор между станцией и Припятью задохнулся радиоактивной отравой в многие десятки рентген в час. С такой же радиацией боролись специалисты производственного объединения, дезактивируя третий энергоцех.

А как представляли мы положение не вблизи, а вдали от станции? Помните? Сначала нас проинформировали о пятнистом характере заражения в 30-километровой зоне и намечающейся эвакуации населения в «чистые» села. (В порядке отступления поделюсь воспоминаниями о полете над зоной, в том числе и над лесными деревушками, в которых уже были убаюканные радужными прогнозами люди. Мало того, что это зрелище изолированного жилья тягостно само по себе, еще более тягостными были мысли. Что значит «чистое» пятно в лесу? Пыль, споры, сережки берез и орешника. Все это и многое другое гуляет свободно по лесам и полянам, где час назад было «чисто», становится «грязно»).

...После признались в том, что заражение простирается далеко за пределы зоны. Но там оно, конечно же, «настолько мизерно», что его и «в расчет принимать не стоит».

«Вреда меньше, чем от курения».

Но шила в мешке не утаишь: «До сегодняшнего дня, к сожалению, радиоактивного джина мы не смогли загнать в бутылку. Перепахиваем глубоко землю, а рядом пылят грунтовые дороги, разнося радионуклиды. Топим печи и котельные грязным торфом и

дровами и с дымом разбрасываем радиацию на очищенные территории... Сдаем тонны «грязного» зерна, а потом не знаем, куда его девать». Это в местности, отстоящей от Чернобыля на сотни километров.

А ведь все это только часть истины. У нас еще есть районы, население которых не подозревает, что оно подвергалось или подвергается донныне радиоактивному облучению. Большой победой здравого смысла считаю я публикацию Ю. Израэля в «Правде» с картами радиоактивного поражения. Но в них, прямо скажем, не так уж просто разобраться. Я например, так и не уразумел, поймут ли, догадаются ли, скажем, дети из юго-западных районов Калужской области, что им вовсе не обязательно было в мае – июне 86-го чебурахаться в дождевых лужах, лопать полевую и огородную зелень и пить парное молоко от своих любимых буреночек.

Таковы мнения, оценки сомнения вокруг того, что сложилось в ходе беспрецедентной борьбы с последствиями беспрецедентной аварии.

Так что же такое ЧЕРНОБЫЛЬ?

В основной своей массе и в жизненно необходимой нам степени мы еще не знаем этого. ПРАВДА О ЧЕРНОБЫЛЕ только начинает пробиваться первыми своими, еще очень неуверенными ростками. Но начинает, начала, и хочется верить, что это необратимо.



Газета «Поиск», №26 26 октября - 1 ноября 1989 г.
А. Мухина. Новозыбков - Святск, Брянская обл.

«На полпути к Чернобылю».

<...> ... Самый тревожный симптом – ухудшение состояния здоровья новозыбковцев, жителей «загрязненных» сел.

Люди гораздо чаще, чем прежде, жалуются на быструю утомляемость, слабость. Обследования показали – у детей снижен иммунитет, заболевания протекают вяло, долго... Послеоперационные раны тоже заживают дольше, участились кровотечения, - рассказывает заместитель главного врача новозыбковской районной больницы Н. Стародубцев.

Ученые полагают, что самый сильный удар пришелся в 1986 году по маленьким детям. В новозыбковской ЦРБ периодически работают московские медицинские десанты. Я побывала на приеме у П. Лисицына, эндокринолога. Его пациенты – совсем малыши, им от трех до шести лет.

- Постоянно жалуется на головную боль, плохо спит, - рассказывает мама шестилетнего Гены М.

Татьяна Григорьевна, мама шестилетней Марины З., чуть не потеряла дочь:

- Почти сутки девочка была без сознания. У Марины увеличение щитовидки третьей степени...

В выбросе содержалось большое количество «радиоактивного» йода, а щитовидка активно поглощает любой йод. Дети пили «радиоактивное»

молоко. Мы полагаем, что это вызовет скачок заболеваемости, который станет заметен лет через пять, - рассказывает Ольга Тарарухина, научный сотрудник Московского рентгено-радиологического института. В Москве сотрудники института посмотрели контрольную группу детей, ранее не обследованных эндокринологами. Патология щитовидной железы – примерно у 3 – 4 процентов детей. В Новозыбкове «узлов» в щитовидках оказалось раз в 20 больше.

Кроме того, специалисты заметили и странные, не встречавшиеся в мировой практике образования диаметром 3 – 4 миллиметра.

Ученые пока не могут точно установить, были ли непосредственной причиной образования этих «зернышек» «радиоактивный» йод или дело в эндемичности района? Но гипотезу о радиоактивной причине появления «зернышек» нельзя сбрасывать со счетов, ведь сегодня практически не изучено влияние «малых доз», полученных одномоментно, на организм тысяч людей.

Несмотря на все страхи опасения, большинство жителей города и пострадавших сел не хотят отсюда уезжать. Ведь для них это не «контрольная территория», не «зона», а родина. Старики быстро умирают на чужбине. Они понимают это и поэтому говорят: будем жить здесь. Молодые, беспокоясь за здоровье детей, за их будущее, хотят точно знать, чем они рискуют, оставаясь на Брянщине. Комплексная экспертиза должна дать ответ на все накопившиеся вопросы. И главное, люди должны получить право сво-

бодного выбора – уезжать им или оставаться. Принудительного отселения, горького опыта «новой коллективизации» больше быть не может.



Газета «Советская культура» 18 ноября 1989 г.
Запредел. Джемма Фирсова.

<...>Что такое радиобобия? Реальна ли она? Да, реальна, как любой массовый психоз, возникающий в ситуациях экстремальной опасности и минимальной информации. Но сегодня, замалчивая истинное положение вещей, списывая на радиобобию и то, что таковым не является, - боясь ли паники, не желая ли платить действительно заболевшим людям, боясь личной ответственности, ведомства посеяли на территориях Украины и Белоруссии поистине взрывоопасную ситуацию, усилили и увеличили количество заболеваемости населения – уже за счет стресса от неведения и депрессии. Инфаркты, язвы, нервные срывы – реальность там, где люди могли быть спокойны и здоровы. Ведь если сегодня из ста человек действительно облучены, скажем, десять (на «подозреваемых» территориях), то больны все сто, и все сто приходится лечить – то есть практически мы получаем большое общество. И если у 90 процентов нет прямого воздействия радиации и не она явилась причиной, то есть прямое воздействие ситуации, нагнетаемой неведением, и заболевания, ею спровоцированные. Нельзя сбрасывать со счетов и так называемые «сочетанные факторы». И в какую же копеечку обходится сегодня государству

ведомственное умолчание – «ложь во спасение»!<...>

<...>Часовой фильм «Запредел», снятый киевскими режиссерами А. Владимировым и С. Случевским всего за один день на одном локальном участке Народического района. Фильм прост и безыскусен и не претендует ни на что, кроме того, чтобы быть кинодокументом, свидетельством. И свидетельство это потрясает.<...>

«...В первые дни, когда было обследование детей, я сидела на аппарате, который называется ГВМ, и видела все дозы. Это был кошмар!.. И нам тогда сказали: все эти копии, которые вы пишете, уничтожьте, чтобы ни одна копия не вышла за пределы этой комнаты...» - свидетельство медсестры Народической больницы.

«Из обследованных пяти тысяч детей по йоду: от 0 до 30рад – 1.438 детей, от 30 до 75 рад – 1.177, от 75 до 200 рад – 862, от 200 до 500 – 574, от 500 и выше – 467 детей. Это только на щитовидку... Эти цифры мы получили спустя два года» – свидетельство заведующего хирургическим отделением А. Б. Коржановского.

«Надо же такому случиться, что мы не защитили йодом детей из-за отсутствия информации в первые дни... Йод так и не дали. Мы закрываем всю информацию – опять будут неверные данные...» – свидетельство инфекциониста больницы.

Кто ответит за здоровье, за жизни детей, кто ответит за самое страшное преступление против

человечества – умалчивание истинного положения вещей, когда правда и только правда может спасти, свести к минимуму бессмысленные, ничем не оправданные жертвы? Кто ответит за три с половиной года проживания людей (и детей!) в «грязных» селах?

Да, мы пережили уже одну «атомную войну», и должны ответить за это не только истинные (а не подставные) виновники случившегося, но и те, кто сделал все, чтобы мы забыли, что это произошло, те, из-за кого болеют дети, умирают люди, умалчиваются истинные масштабы бедствия. Ибо только точное знание ситуации может спасти здоровье людей, уберечь от нелепых, бессмысленных жертв, исключить всякую возможность повторения.

Комиссия Верховного Совета СССР всерьез взялась за то, что тщательно оберегалось от внимания общественности в течение более трех лет. Уже проведены два открытых слушания – одно из них было посвящено катастрофе на Южном Урале 29 сентября 1957 года, второе – последствиям аварии на ЧАЭС. Много горького услышали депутаты.

Первый секретарь Полесского райкома партии:

«У 40 процентов детей района наблюдается увеличение щитовидки... По двенадцати населенным пунктам Полесья молоко можно приравнять к жидким радиоактивным отходам... В Полесском получается минимум 43 бэра за жизнь... В поселке Полесское – цезия¹³⁷- 40 кюри на квадратный километр (15 Ки/км² – это «граница» тридцатикилометровой

зоны. На следующий день – 20 октября мне позвонили друзья из Чернобыля, сказали, что по требованию правительственной комиссии Догожиева дозиметристы «Комбината» «просчитали» Полесское – замеры дали местами от 140 Ки/км² до 170 Ки/км². - Д.Ф.)»

А. Потапов, министр здравоохранения РСФСР:

«На Брянщине наблюдается увеличение заболеваемости щитовидки на 10 – 20 процентов... Приходится констатировать, что на «грязных» территориях РСФСР наблюдается изменение иммунного статуса»

В. Улащик, министр здравоохранения Белорусской ССР:

«У нас наблюдается утяжеление некоторых показателей по щитовидке... В нескольких районах отмечается тенденция увеличения детской смертности, например, в Краснопольском...»

А. Романенко, министр здравоохранения УССР:

«Радиационная обстановка в республике остается напряженной... После профилактики здоровыми признаны 50 процентов взрослых и детей... За последние пять лет прослеживается существенный рост преждевременных родов и анемия беременных... Население не получает помощи в питании».

А. Кондрусев, главный санитарный врач Минздрава СССР:

«Наблюдается снижение рождаемости в двадцати районах от 3 процентов до 40 процентов...»



Литературная газета, №30 (5252), 26 июля 1989 г.
Игорь Шкляревский.

Факты

<...> Облако из Чернобыля опустилось на Белоруссию.

Радиоактивная пыль легла на сенокосные луга, на дубравы, на крыши домов, на плесы Припяти и Сожа, на сады и полевые дороги, озера и болота...

Двенадцать районов – более 500 деревень Гомельской области и Могилевской – засыпало цезием - 137, стронцием и плутонием.

Через три года появилась карта запыленных районов: **зоны отселения, зоны отчуждения, зоны жестокого контроля.**

Черные точки и полосы покрывают Славгородский, Чериковский, Краснопольский, Костюковичский, Климовичский районы Могилевщины (250 деревень).

В гомельскую и могилевскую землю углом вдается не заштрихованная на карте брянская земля, но не Бог заслонила ее ладонью: зараженные места обозначены только в пределах Белоруссии.

Первая комиссия людей появилась на Могилевщине через несколько месяцев после взрыва на Чернобыльской АЭС, и члены комиссии удивились, что в этих местах еще остаются дети...

Потом приезжала комиссия за комиссией.

Одни говорили: «Жить нельзя, надо переселять людей».

Другие говорили: «Жить можно, только не надо пользоваться дарами леса и огородами» (это в селах и райцентрах, при нашем снабжении!) – и запретили пить молоко.

Замечу, что в белорусских селах редко пьют чай.

Уж так повелось исстари – пьют кисели, березовый сок, но основной напиток – домашнее парное молоко.

К зарплате жителей запыленных районов добавили 30 «гробовых» рублей. И тут прихоть ветра... По одну сторону улицы – получали, по другую – нет. А коровы пасутся на одном лугу, и дети бегают через улицу, и тот же ветер приносит пыль. Потом цезий и стронций проникли в почву. Теперь, как говорит заведующий отделом радиационной гигиены Могилевской областной санэпидемстанции Александр Петрович Мельников, – корневое загрязнение...

И здесь, и дальше – только факты.

За 70 лет жизни человек, чтобы остаться здоровым, может набрать не более 35 бэр (биологический эквивалент рентгена).

За 3 года жители нескольких деревень Могилевщины уже получили более чем 20 бэр.

Дети «набирают» больше взрослых: из-за малого роста и естественного фона – чем ближе к земле, тем радиация сильнее, плюс чернобыльский фон.

Чернобыльская или белорусская норма – 15 кюри. Выше – зона жесткого контроля.

Деревня Чудяны (Чериковский район, совхоз «Знамя») – 147 кюри...

Деревня Новоелья (Краснопольский район) – 92 кюри...

Деревня Репище (Краснопольский район) – 127 кюри...

Дрогомилово, Готовец, Заполянье, Самотевичи, Высокий Борок – 38 деревень с радиационным фоном от 40 кюри и более.

184 деревни – в зоне жесткого контроля.

В 530 населенных пунктах «грязное молоко». В 72 населенных пунктах молоко заражено в 10 раз больше нормы. В частных хозяйствах были случаи, когда заражение было выше нормы в 100 (сто!) раз.

Вице-президент АН БССР Александр Васильевич Степаненко считает, что в этих селах жить нельзя. Рост заболеваний и непредсказуемые последствия в будущем. Низкие дозы радиации в течение длительного времени опаснее более высоких – недолгих.

Школа

До первой комиссии, то есть первые полгода, дети запыленных районов пили радиоактивное молоко.

Да, предупреждения были, но может ли хозяйка, подоив корову, вылить молоко на землю? Может ли она каждый день доить корову и выливать молоко?

И где тот Чернобыль? За триста верст... И никто ничего толком не знает. И раньше никогда такого не было. И каждому хочется верить, что засыпало не его деревню. В первый чернобыльский год мой могилевский друг сказал: «Живут, как жили...»

Когда наконец признали всю трагичность положения, детей ограничили стенами школы. Лишили их возможности передвижения, отняли реки, овраги, леса, дворы, футбольные поля, теплые луговые канавы. Школа стала казармой с привозным питанием. Учителей не хватает, врачей не хватает, продавцов не хватает. В запыленных районах они работают вахтовым методом.

В одной школе учитель физкультуры (не называю его фамилию) преподает математику... Самозабвенный учитель, он отверг вахтовый метод, а в Могилеве его отвергла невеста. Вопрос стоял так: или я, или радиация...

У многих детей обнаружена анемия. Уверения врачей, что она вызвана не радиацией, а малоподвижностью и плохой едой, не утешают. Родители уже боятся давать детям фрукты из своего сада. Особенно часты случаи анемии в Краснопольском районе. Загнанные на асфальт и в стены школы, юные узники радиации ведут образ жизни стариков, у них слабеет зрение и страдает психика.

Надо срочно переселять детей вместе с родителями или повесить на школах плакат:

«НАУКА ТРЕБУЕТ ЖЕРТВ»

Родители уже сказали свое слово:

Зачем мне такая земля? Без огорода, без коровы...

Дайте мне право выбора...

Заплатите мне за дом, я сам уеду...

Разве мы подопытные мыши?

Их уже пригласили в другие, чистые районы, они выбрали место жительства, согласились переехать, а денег нет. Чтобы каждой семье заплатить за дом, нужны миллионы.

Однажды на севере буря загнала меня к незнакомым людям. Я попросился ночевать. Хозяин сказал: «Чего уж тут извиняться, дом с собой не носят».

Гонимые радиацией, люди не могут унести с собой дома. Надо, чтобы люди переехали не как бедные родственники, без унижений. И так ведь не просто покинуть навсегда родные места.

Тайная тайных

Клеверные луга, белые обрывы Сожа, тихая речка Проня. Сколько моих костров горело на этих обрывах, сколько ночей провел я в стогах, вдыхая запахи клевера. Вставало солнце, и я вылезал из теплой норы с сухими цветами в волосах, отряхивая цветочную пыльцу до чернобыльской эры.

Теперь на этих лугах затаился цезий.

Помню, шел от реки до шоссейной дороги – собрал клевер, набивал рот земляникой и черникой, соби-

рал грибы. Увидишь белый чистый корень боровика – и ликует душа. Так было тысячи лет до Чернобыля...

А теперь человек отчужденно проходит мимо спелой земляники, отчужденно проходит мимо белых грибов. Отчужденно смотрит, как по воде расходятся круги от рыбьего всплеска.

Нельзя, нельзя, нельзя... Впервые в истории человечества – крах генетической памяти. Асфальтовый тупик детства и тайная гибель чувствительности. Ведь в сознании угасают источники радости, счастья, поиска и благодарности жизни.

А какие остаются? Лени, страха, равнодушия, бесчувствия. Их становится больше, равновесие в сознании нарушилось. Невидимая глазу трагедия Чернобыля еще не осознана психологами и философами.

Вот некий отрок в баркалабовском лесу или где-нибудь под Славгородом смотрит на темно-красную спелую земляничину. Непрокуренное детское небо и нежная слизистая оболочка в тысячу раз острее, чем у взрослых, предощущают наслаждение. Сблудн сорвать и съесть сильнее предупреждения районной газеты. Все клетки юного вещества хотят жить, тысячелетний опыт выживания не признает инструкцию, не согласен с тем, что в этой слепой ягоде затаилась страшная сила цезия или плутония, убивающая красные кровяные тельца.

Но если даже этот мальчик окажется на редкость разумным и послушным... Кто скажет, что

опаснее: «грязная» земляничина или омертвление радости, анемия души?

Не надо бояться потерять эту землю, кстати, не лучшую и не самую плодородную. Пусть она обрастет лесами и травами, отдохнет и очистится, и наши праправнуки вернутся на неё. Раз уж так случилось, не надо бояться недовыполнить план по картошке и хлебу. Земли у нас хватает, были бы руки и хозяйская голова.

...Моё детство прошло на развалинах с куском хлеба в кармане, но, полуголодные и озябшие, мы все равно были счастливее узников радиации.

У нас не было анемии, потому что в бидоне вмещается 14 тысяч черничек. Подсчитано на дороге Гомель – Могилев в ожидании попутной машины (тогда они редко ходили). 14 тысяч не механических, как лечебная физкультура, - азартных, счастливых движений! На яблоках под ладонью скрипела чистая роса, мы могли развести костер и не бояться вдохнуть с дымом цезий.

Еще факты

Люди забросили огороды, перестали держать коров, свиней, овец.

В совхозе «Дубравка» (Костюковический район) подрядчики из Минска начали строить ферму, срезали грунт, узнали, что излучение – 8 кюри, бросили работать и уехали.

На Могилевский ремонтный завод прислали

воздушные фильтры тракторов и автомобилей. Их проверили на радиацию и отказались ремонтировать...

Полеводы, животноводы, трактористы, лесники, их дети (10 процентов обследованного населения так называемой критической группы) живут с превышенной дозой внешнего облучения.

В запыленные деревни первое время привозили сено и корма, а молоко все равно «грязное».

Члены комиссий обещали: *Через год у вас будет чистое молоко.*

Прошел год. Люди говорят: *Приезжай, ответь!*

Уже потратили 100 миллионов на асфальтирование дорог и строительство детских садов, и оказалось, что отсюда все равно надо уходить.

Особенно «стараются» набрать радиацию клевер и гречиха. Грибы – сплошь «грязные». Больше других – маслята, грузди рыжики, волнушки. Все грибы стали поганками.

Хищная рыба «светит». Оказалось, рыба способна «накапливать» радиацию в сто и в тысячу раз больше, чем имеется в воде.

Рыбаки и рыболовы приносили на санэпидемстанцию рыбу из разных водоемов. Улов – то «грязный», то чистый. Перестали рыбачить, лишились одной из многих радостей.

Студенты из БГУ приехали на уборку картошки в деревню Куликовка (Славгородского района).

Родители потребовали вернуть детей. Пришел автобус. Студентов увезли обратно в Минск (правда, половина отказалась уезжать). Об этом случае узнали жители всего района. И тогда люди спросили: «Почему студентам всего один месяц пожить у нас нельзя, а нам и нашим детям жить можно?»

Скорбный вопрос повис в воздухе.

Через десять лет появятся более совершенные приборы, и тогда может оказаться, что «норма» определялась слишком грубо, что не учтены все последствия «на данном этапе науки». Так уже бывало в истории.

Если бы мы научились убирать и сохранять все, что дает нам земля, чистая земля, мы с лихвой восполнили бы потери.

«Здравствуй, Игорь!

Привезли из Александровки кусок лосиного мяса.

Я его проверил в санэпидстанции и закопал.

Проверял плотву – светит.

Проверял грибы – светят, аж сияют. Я продал дом...»

Письмо из Могилева.

Чернобыль – это всегда сегодня

Наступили летние каникулы. Походы, рыбалки, ночевки у костра. Почему бы тем, кто считает, что жить в запыленных районах можно, не послать своих внуков в одну из тихих деревень Могилевской области или Гомельской? Там такие нарядные

луга, грибные и ягодные леса, на Соже хорошо ловится рыба, а в старицах Припяти – раки, их можно ловить руками. И как сладко спится на скошенном клевере, в прохладе сеновала. Внизу мычит корова...

Эксперты – оптимисты, присылайте своих внуков и развейте все страхи, все слухи темных людей!

Я обращаюсь к гражданам страны. Да, счетов много, и мы уже не так отзывчивы. Но даже самый расчетливый, самый равнодушный человек, заглянув в недалекое будущее, поймет, что, перечисляя деньги переселенцам радиоактивных районов, он сберегает здоровье и своих внуков...

Ведь очень скоро ваши дети вырастут, поступят в институты и встретятся с детьми запыленных районов, которые тоже поступят в эти институты, техникумы. Они полюбят друг друга, и ваши дети станут их женами и мужьями. И у вас появятся внуки с последствиями радиации... Если не дети, то внуки и правнуки обязательно поженятся, и в родовое древо проникнет цезий.

Белорусы - люди тихие и гордые. Они без истерики несут свой чернобыльский крест, как несли свой крест во время войны и разрухи.

Три года несут они этот страшный невидимый крест. Время лечит земные раны, зарастают несмелой травой пепелища от обыкновенных пожаров, забываются наводнения, но Чернобыль и через 3 года, и через 30 – это всегда сегодня... И чем даль-

ше во времени от Чернобыля, тем опаснее он, потому что с каждым днем люди, живущие в зонах, набирают все больше радиации.

У радиации нет прошлого. У нее есть только сегодня, завтра, послезавтра... Она не брезгует молодыми и пожилыми, но особенно любит детей с податливыми позвоночниками, с мягкими светлыми затылками.

Я рассказал о белорусском горе, о земле моего детства. Не в моей власти законсервировать очередную гигантскую стройку или АЭС, но я надеюсь на сострадание всего человечества и называю счет, открытый по инициативе писателей распоряжением Совмина Белоруссии, - в помощь переселенцам Могилевщины и Гомельщины...



Журнал «Наука и жизнь» № 12, 1989 г.

Львов. Г. Чернобыль: анатомия взрыва

<...>...После аварии на ЧАЭС концентрация радиоактивных веществ в лесах была в 7–10 раз выше, чем в лугах, болотах. Хвойные леса задерживают радионуклидов в 2–3 раза больше, чем лиственные... <...>

<...> Пожары лесных массивов в Чернобыльской 30-километровой зоне или на других, сравнимых с ней по плотности загрязнения радионуклидами территориях Белоруссии, Украины, западных областей России несут еще и другие, гораздо

большие опасности. Пожар в таких зонах становится причиной миграции радионуклидов. В результате чего не только население данного района, но и других, более отдаленных территорий подвергается дополнительному радиоактивному облучению. <...>

<...> Во время лесного пожара радиоактивные частицы переходят в газообразное или аэрозольное состояние и поднимаются вместе с нагретыми массами воздуха, дымовыми газами и другими продуктами сгорания в верхние слои атмосферы. Время жизни радиационного дымаэрозольного облака в нижних слоях тропосферы (до 1,5 километра) – меньше недели, в верхней тропосфере – около месяца, в стратосфере - от 1 до 5 лет. При этом будет постоянно происходить вымывание и осаждение радионуклидов на новых территориях. <...>

<...> ...В России (на март 1992 г.) насчитывается 15 областей, где средняя плотность загрязнения почвы цезием-137 превышает 1 кюри на квадратный километр. <...>

1990



Газета «Аргументы и факты» №42 октябрь 1990 г.

Подготовил В. Романенко

В ликвидации последствий чернобыльской аварии участвовали 600 тыс. человек. Четыре года лжи?

Более четырех лет прошло после чернобыльской аварии, круто изменившей судьбы сотен тысяч

людей. Более четырех лет Минздрав бывшего СССР убеждал население, что им сделано все возможное для смягчения последствий катастрофы. Материалы, представленные в редакцию официальными экспертами Комитета Верховного Совета бывшего СССР по вопросам экологии и рационального использования природных ресурсов Э. Борецким и Н. Дыровым, свидетельствуют – это далеко не так.



В результате чернобыльской катастрофы радиоактивному заражению подверглись территории постсоветских республик – Украины, Белоруссии, РСФСР, где проживает сейчас более 5 млн. человек. (Украина – 1 млн. 800 тыс., Белоруссия – 2 млн. 400 тыс., РСФСР – около 1 млн.).

Радиоактивному загрязнению подверглись в РСФСР Брянская, Калужская, Тульская, Орловская, а также в меньших масштабах Курская, Смоленская, Липецкая и Тамбовская области, в Украинской ССР – Житомирская, Киевская, Ровенская, Черниговская, Черкасская и Винницкая области, в Белорусской ССР – Гомельская, Могилевская, Брестская, Минская, Гродненская области. Имеются пятна в Краснодарском крае, в районе Сухуми, Прибалтике.

Только 25 апреля 1990г. Верховный Совет СССР заявил, что сложившееся положение – результат неправильной оценки масштабов аварии, слабой координации действий, отсутствия информации о радиоактивном заражении (особенно в 1986г.).



Газета «Известия» 27 марта 1990 г.,
Н. Натуковский, собкор «Известий»

Катастрофа: чему учат уроки Чернобыля

<...>...В пострадавших районах за последние годы наблюдаются более высокие уровни болезней верхних дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, нарушение иммунитета, психических расстройств, а также болезней системы кровообращения, различные нарушения беременности, зарегистрированы случаи врожденных тяжелых уродств. Особое беспокойство вызывает состояние щитовидной железы у детей, повсеместно распространена ее гиперплазия. Одной из причин наблюдаемых отклонений «являются генетические изменения, вклад которых в эти заболевания может достигнуть 50-100 процентов». Налицо факт реального увеличения общей заболеваемости населения, проживающих на загрязненных в результате аварии территориях. Полученные сведения указывают также на возрастание в этих районах генетической патологии. В последующие десятилетия вряд ли удастся полностью избежать развития онкологических и генетических отклонений у определенной части населения.<...>...

<...>...В отдельных районах Могилевской и Гомельской областей «грязное» молоко составляет 40-60 процентов. В лучшем случае его перерабатывают, а обрат выпаивают телятам. Загрязненное выше всех допустимых уровней мясо частично перерабатывают в мясокостную муку, которую скарм-

ливают порослям практически во всех хозяйствах республики. Проследить же миграцию радионуклидов с продуктами, идущими из частного сектора, вообще невозможно.

<...>... Припять практически загублена, а вместе с ней и весь Припятский бассейн в 122 тысячи квадратных километров – его можно использовать лишь как экологический заповедник. Сегодня воды Припяти и Сожа, притоков Несвич, Ипуть, Бесядь, Брагинка, Колпита, Покоть несут в Днепр радиоактивный ил. Киевское водохранилище постепенно превращается в «бомбу замедленного действия». Вода чиста, а весь ил «светится», и его уже 60 миллионов тонн. Под большой угрозой оказался весь каскад электростанций на Днепре, до самого Черного моря. А в этом регионе живут сорок миллионов человек!..<...>

<...>... Не дают мне покоя еще две проблемы. Однажды меня позвала в свою хату пожилая женщина, которая жаловалась на ежедневные головные боли. В печке, которую она топила дровами из ближайшего леса, оказалось 300 миллирентген в час. Причина – дрова. Весь лес в пораженных районах радиоактивен. Его нельзя употреблять ни на мебель, ни на строительство, ни даже на дрова. И торф тоже «светится». Откуда же брать людям топливо?..<...>

<...>... А так называемые «могильники» меня просто приводят в ужас. Я не видел ни одного, построенного по всем правилам – с бетонными стенами, с бетонным покрытием. Как правило, это большие ямы, стены и низ которых покрыт полиэтиленовы-

ми пленками. Через два-три года почвенные воды будут беспрепятственно омыwać радиоактивный мусор и стекать в реки и озера.

Несколько раз был я и в «мертвой зоне», которая превращена в свалку, где все в куче – техника, одежда, мебель. А брошенные там без присмотра дома «светятся», как свечи. Пожары, которые возникают там, на пересушенных торфяниках, усугубляют трагедию. Дым уносит радиацию на большие расстояния. Как бороться с этим бедствием? <...>



Газета «Комсомолец Донбасса» 21 января 1990 г.
О. Шепитько. «Были и боли Чернобыля»

<...> «Я участвовал в ликвидации аварии на ЧАЭС с 8 августа по 25 сентября 1986 года, набрал 25 рентген, 4 раза был на очистке крыши 3-го блока, 1 раз – на дезактивации здания хранилища отходов отработанных ядерных веществ, 14 раз – на очистке территории АЭС. До 25 мая 1989 года был горнорабочим очистного забоя на участке №3 шахтоуправления «Кураховское», а в настоящее время – слесарь-инструментальщик на той же шахте, т.к. являюсь инвалидом 3 группы по самозаболеванию. До Чернобыля болел только ОРЗ, а сейчас – постоянные головные боли, головокружение, перенес инфаркт. Два раза лечился в Киеве, 5 раз – в Донецке, за 1988 год у меня 200 дней – больничный лист, продолжаю болеть и сейчас...» М.Л. Васильев. 1946 года рождения, г. Горняк. <...>

<...> «Мой чернобыльский стаж – с 28 октября по 23 ноября 1986 года, работал шофером. Через

15 дней почувствовал себя плохо – головные боли, искры в глазах, грудь сильно болела. Когда проверили машину, на которой я работал по 10-12 часов, то дозиметристы сказали, что у них приборы «зашкаливают». Отправили меня в госпиталь, примерно подсчитали, сколько «радииков» я получил, написали – 19,43, больше нельзя было, «потолок» был – 20 рентген. До Чернобыля энергии и силы было хоть отбавляй, свободно крутил «солнышко» на турнике, с сыновьями (у меня их трое) часами играли в футбол, не уставал и ничего не болело. Вернулся, как в воду опущенный, часто болело горло, а приду в больницу – пишут «ангина» или «ОРЗ». В сентябре меня положили в больницу, оказалось – рак горла. Месяц проходил радиооблучение, на месте взятия анализа образовалась огромная язва (дыра). Лечение сейчас никакого не получаю, только обезболивание. Не могу есть, пить, с трудом, если заморожу горло, то съем что-нибудь. За 1989 год у меня 6 месяцев больничного...». Андриенко Виктор, г. Донецк <...>

<...> «Мне сорок лет, после Чернобыля систематически болею, нахожусь на больничном уже больше двух месяцев, очень болят ноги, хожу, опираясь на палочку, больше года у меня держится повышенная температура, анализ крови постоянно плохой. Сейчас лечусь в областном онкологическом диспансере, диагноз никак не установят, но и связь с работой в Чернобыле не устанавливают тоже...». В. Ткаченко, г. Макеевка. <...>

<...> «После Чернобыля – 5 месяцев на боль-

ничном, 2 группа инвалидности по общему заболеванию, т.к. связь с работой в зоне не установлена. И вот уже 2 года – инвалид с пенсией 36 руб. в месяц...» Ю. Хорунжий, 1951 года рождения, г. Славянск. <...>

<...> «В военном билете указана доза облучения – 22,40 бэр. До работы в зоне чувствовал себя совершенно здоровым человеком, по прибытии из Чернобыля здоровье резко ухудшилось: неоднократные потери сознания, вывозы из шахты, госпитализация. Частые головные боли, резкие болевые ощущения в области сердца, частые перепады давления. Был неоднократно госпитализирован в областную клинику профзаболеваний, дважды – в Институт радиационной медицины, г. Киев – ставят диагноз НЦД по смешанному типу и предлагают инвалидность по общему заболеванию. За все это время я очень часто сталкивался с черствостью и бездушием людей, а медиков – в особенности. Во многих кабинетах в сотый раз приходится доказывать, что не притворство это, а боль, иногда невыносимая. В ответ можно даже услышать совет обратиться в психиатрическую больницу. Врачи говорят, что мне нужна работа неутомительная, нешумная, не в жаре и не в холоде, подальше от солнечного света. Одним словом – гардеробщиком или что-то в этом роде. Пенсия по общему заболеванию – 40 руб. А мне 30 лет, и заработок мой до Чернобыля был 550 рублей... Хочется верить, что настанет когда-нибудь время, когда не придется на коленях вымаливать хотя бы тот же больничный только потому, что у меня нет температуры...» В. Дельдекин, г. Шахтерск. <...>

<...> «Принимал участие в работах по ликвидации последствий аварии с 15 декабря 1986г. по 12 февраля 1987 года. Получил дозу 20,38 рентген. Во время работы в Чернобыле заболел, в госпитале поставили диагноз – тонзиллит. Воспалился подчелюстной лимфоузел, образовался гнойник. Когда вернулся домой, продолжали мучить ужасные боли в горле, обратился в макеевскую горбольницу №2. Там хотели делать операцию, но т.к. у меня периодически открывалось кровотечение из горла и носа, то отправили на консультацию в областную больницу имени Калинина. Там доктор (к сожалению, не помню сейчас ее фамилию) сделала заключение: лучевые ожоги гортани». И. Кожухов, 1951 года рождения г. Макеевка. <...>

<...> «О здоровье скажу так: спортсмен-разрядник (за 2 дня до отбытия в зону выполнил норматив кандидата в мастера спорта), теперь с трудом поднимаюсь на 5-й этаж. Специализированному медобследованию не подвергался. А на все мои жалобы участковый терапевт отвечает: «Это все с возрастом». А мне – 31 год.» В. Кононов, г. Красный Лиман. <...>



Газета «Правда» 9 октября 1990г.

И. Войтко. 6:8 против детей

Из письма в «Правду» (Т. Щербачевич, г. Минск). «Гибнет на глазах моя шестилетняя дочь. Чернобыльское облако подарило ей букет чудовищных болезней – железодефицитная анемия, кардиопатия, пиелонефрит, увеличение лимфоузлов...

Танечка начала чахнуть с сентября 1986 года. Все

болезни протекают в тяжелой форме. Она лежала в клиниках Союза, а здоровье все хуже. Я не могу больше видеть, как умирает мой ребенок. Страна получает валюту для помощи детям, пострадавшим от радиации. Требую: направьте нас на лечение в США».

НЕМНОГО СТАТИСТИКИ

Эти и подобные многочисленные письма матерей, бессильных помочь своему ребенку, читать спокойно невозможно. Хочется стучать во все двери, просить, умолять – может, кто-нибудь откликнется? Может, произойдет чудо? Да, иногда чудо происходит – тяжелобольного ребенка спасают в столичной клинике. Бывает, малыша отправляют к зарубежным врачам за счет сострадательных чужих дядей или за счет богатых наших предприятий. Но будем честны: что стоит чаще всего за таким письмом, написанным в минуту отчаяния в редакцию? На этот вопрос может ответить статистика:

более 200 тысяч детей гибнет у нас ежегодно из-за невозможности оказания своевременной и квалифицированной медицинской помощи;

каждый год в стране появляется до 11 тысяч больных лейкемией и другими раковыми заболеваниями и до 6 тысяч детей от них умирает;

только в пересадке костного мозга ежегодно нуждается 5 тысяч детей.

Такие операции у нас детям не делают, но их делают за рубежом...

Все ли помнят: Чернобыль и Черновцы, Семипалатинск и Элиста, Ангарск, Кириши, Волгоград...

Перечень трагедий, большее всего ударивших по детям. Но хватит перечислений, они бесконечны. Педиатры предсказывают: будущее детских болезней вообще не поддается контролю. Состояние природы таково, что превышает адаптивные возможности ребенка.

Беда настигнет каждого, если мы от эмоций не перейдем к конкретным действиям. Однако ясно: сколько бы средств сегодня мы ни вложили в детскую медицину, ситуация изменится к лучшему не скоро. Вкладывать же, увы, не начинали.

Болезни века – лейкоз, ожоги и даже СПИД – сегодня атакуют и хрупкий организм ребенка. Эти диагнозы звучат, как приговор. Ждать может страна, но не каждая конкретная мама конкретного больного ребенка. Потому естественно, что тысячи родителей умоляют: отправьте ребенка на лечение в зарубежные клиники.

Средняя стоимость лечения за рубежом составляет 50 тыс. инвалютных рублей. Где набрать столько валюты? Есть ли выход?

Газета: «Аргументы и факты» №12, 1990 г.

Мясо под контролем.

<...> ...НА ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ предприятия мясной и молочной промышленности загрязненное мясо поступает только в том случае, если уровень его загрязненности не превышает нормативов, утвержденных Минздравом бывшего СССР.

Я имею в виду так называемые ВДУ-88 -

«Временные допустимые уровни суммарного содержания радионуклидов в продуктах питания», в том числе в мясе и колбасе. Нормы были разработаны Национальной комиссией по радиационной защите при Минздраве бывшего СССР для оценки качества продуктов питания сразу после аварии на ЧАЭС. Нормативы на содержание радиоактивных веществ первых дней аварии устанавливались со значительным запасом от минимально действующей дозы облучения.

Когда говорят «радиоактивные вещества» или «радиоактивные элементы», пропускают одно очень важное слово – «минеральные». Иначе говоря, все радиоактивные элементы – это минеральные вещества, из которых построена вся живая и неживая природа, только находящиеся в неустойчивом состоянии и постепенно распадающиеся с выделением энергии.

Специалисты разработали систему откорма мясного скота, при которой девять десятых своей жизни животные получают корма, содержащие радиоактивный цезий, а 2–3 последних месяца содержатся на «чистых» кормах. За это время мышцы и органы животных очищаются от него в 10 и более раз, и мясо полностью соответствует самым жестким радиационным нормам. Безусловно, весь процесс производства мяса строго контролируется. Радиоактивность измеряют перед убоем, и если она повышена, животное отправляют на дооткорм. Затем проверяют мясо в цехах мясокомбината. Последняя проверка – при выпуске готовой продукции. Так что доброкачественность мяса с «полей и лугов Чернобыля» гарантирована.

В 1989 г. в затронутых аварией областях получено более 100 тыс. тонн совсем не лишнего для страны нерадиоактивного мяса. Система получения «чистого» мяса начала практически работать со второй половины 1987г. До этого в зоне чернобыльской аварии было получено около 40 тыс. тонн мяса с содержанием радиоактивных веществ выше допустимых для потребления норм. Большая часть этого мяса получена от скота, эвакуированного из 30-километровой зоны. Кормить этот скот было нечем, разместить негде. В основном пошел на убой.

Радиоактивное загрязнение мяса самое разнообразное. Было и в два, а было и в двадцать раз выше нормы.

Кроме того, и радиоактивные вещества в этом мясе разные: и так называемые «короткоживущие» (например, йода – 131 через 80 дней и следов не отыщешь), и «долгоживущие» (в основном цезий – 137). Поэтому мясо было заложено на хранение с тем, чтобы реализовать его по мере уменьшения радиоактивности до нормы, установленной Минздравом бывшего СССР.

Рекомендовалось также частично использовать говяжье мясо, не намного превышающее установленные нормы, для выработки колбасных изделий, которые, как известно, вырабатываются с добавлением свиного мяса и различных наполнителей. Хранение и переработка такого мяса никакой радиационной опасности не представляют, а готовый продукт полностью соответствует самым жестким нормативам, требованиям.

Часть хранящегося мяса переработали на корма для животных.

Сейчас из всего заложенного в 1986г. на хранение мяса осталось около 3 тыс. тонн, и в связи с тем, что ожидать дальнейшего снижения его радиоактивности бессмысленно, принимаются меры к его сохранению. <...>



Газета «Литературная газета» 5 декабря 1990г., Нью-Йорк. Николай Огнев, соб. Корр. «ЛГ»
Обман на почве секретности или секретность на почве обмана?

МРАЧНАЯ СТАТИСТИКА ЧЕРНОБЫЛЯ

<...> Международным днем предотвращения ядерных и других промышленных катастроф предложил объявить день 26 апреля министр иностранных дел Белорусской ССР П.К. Кравченко на 45-й сессии Генеральной Ассамблеи ООН в Нью-Йорке. «С предельной откровенностью и горечью, - сказал он, - надо констатировать, что только сейчас, спустя четыре с половиной года после чернобыльской беды, мы с огромными трудностями пробиваемся сквозь стену равнодушия, молчания, недопонимания. История еще вынесет свой нравственный приговор тем, кто более трех лет в республике скрывал от народа подлинную правду о последствиях Чернобыля. Трудно сказать, что было первичным в этой ситуации: обман, базирующийся на секретности, или секретность, основой которой был обман. Бесчеловечно и то, и другое».

В зоне радиоактивного загрязнения оказалось свыше 2,2 миллиона человек, или каждый пятый житель республики. В числе пострадавших почти 800 тысяч детей, ставших «заложниками» отсроченных вредных эффектов радиации. Хроническое действие радиации через ряд поколений может привести к многократному увеличению уровня мутаций. Существует реальная угроза генофонду нации.

«Спасите белорусскую нацию, - обратился с трибуны ООН министр иностранных дел БССР, - не допустите непоправимой трагедии белорусского народа! Люди мира, придите на помощь пострадавшим от «мирного атома»!»

Почему вдруг это воззвание к миру? Что же наши-то, где мы сами? Где наш хваленый интернационализм единой братской семьи? Или в своих межнациональных спорах мы уже так запутались и очерствели, что в собственном доме для нас беда стала чужой?

- Было бы несправедливо с нашей стороны заявить, что Белоруссии не оказывается помощь, - пояснил в беседе со мной Пётр Кузьмич. – Верховный Совет СССР выделил на ближайшие полтора-два года 2,2 млрд. рублей. Много это или мало, судите сами: программа белорусского парламента по смягчению последствий Чернобыля требует более 18 млрд. рублей. Дело, однако, не в суммах. Чего стоят средства, выделенные Верховным Советом, если они не обеспечены товарами и материалами? Белорусы нуждаются в лекарствах для поражённых радиацией сотен тысяч людей. Республике срочно необходи-

мы 10-12 миллионов долларов на оснащение 3-4 госпиталей для детей – жертв Чернобыля, несколько десятков миллионов долларов на приобретение индивидуальных дозиметров, 3 миллиона – на создание строительного комбината, 25-30 тысяч домов для расселения 150 тысяч согнанных с родных мест жителей республики. Все эти потребности, кстати, очень и очень скромные, наша страна не в состоянии удовлетворить. Поэтому мы и уповаем на помощь из-за рубежа.

Конечно, белорусам пришли на помощь и советские люди: в фонд жертв Чернобыля добровольно собрано 50 миллионов рублей. Но разве не дикость, что эта сумма оказалась в руках того самого ведомства, которое и повинно в катастрофе века, - Министерства атомной энергетики и промышленности?

Известный в США священник Мор собрал более полумиллиона долларов пожертвований, закупив на всю сумму самое необходимое для белорусов: медикаменты, предметы обихода для больных детей. При этом он лично, за собственные деньги пожелал сопроводить этот груз на место, чтобы засвидетельствовать, что американцы как личную боль восприняли трагедию белорусов. И что вы думали? Наши чиновники потребовали от него и двух его спутников 750 долларов за въездные визы в СССР! Чиновная наша братия не только дома, но и за рубежом плюет на милосердие, которое миллионы людей хотели бы оказать пострадавшим от катастрофы.

«Литературная газета» обращается к руководству Аэрофлота с просьбой помочь белорусам до-

ставить на место грузы, собранные американцами для жертв Чернобыля. Жизненно необходим «воздушный мост» Нью-Йорк – Минск. Уверены, что, став достоянием широкой гласности, акт милосердия принесет большую прибыль, нежели доллары, полученные за «коммерческие перевозки». <...>



Газета: «Советская молодежь» 23 марта 1990 г.
Игорь Герменчук. Чернобыль:
истинные последствия скрывались.

<...> ...Преступлением против собственного народа назвал засекречивание масштабов и последствий чернобыльской катастрофы народный депутат СССР, вице-президент Академии наук Белорусской ССР Александр Степаненко.

Специалисты Института радиобиологии Академии наук Белоруссии с 1986 года наблюдают за подопытными животными, которые содержатся в специальных пунктах в 30-километровой чернобыльской зоне и в других местах. Исследования подтверждают: радиоактивное воздействие вызывает изменения в крови, иммунной, сердечно-сосудистой и других системах. Причем не только у животных, находящихся в зоне Чернобыля, но и за сотни километров от нее.

Проводились, разумеется, и многочисленные обследования людей, изучались также ткани умерших. Результаты неутешительные. Даже малые дозы радиации оказывают пагубное воздействие на человека, ослабевают его иммунные силы. Организму трудно защитить себя от самого банального гриппа,

не говоря уже о более серьезных заболеваниях. Особенно чувствительны к воздействию радиации дети.

Профессор М. Павлова, которая руководит Республиканским гематологическим центром в Минске, где лечат детей, больных лейкемией, заявила недавно в местной прессе, что «до аварии в Чернобыле к нам поступали один-два ребенка за полгода. Теперь – каждую неделю по несколько человек. Возросла смертность. Мы с вами доживаем свой век, дети наши частью тоже, а вот многим внукам уже не придется». На такую информацию до последнего времени в местных газетах существовало табу.

До 1989 года конференции по радиобиологическим проблемам Чернобыля мы проводили в нашей академии при отключенных в зале микрофонах: а вдруг кто-нибудь подслушает?

Три года после аварии население не имело представления о ее последствиях. Люди не знали, каков уровень радиации в их деревне, городе, районе, чем это грозит.



Газета: «Эхо Литвы» 15 декабря 1990г.
Проблемы экологии.

МАГАТЭ РЕКОМЕНДУЕТ

<...> ...Научно-практический семинар, посвященный производству очищенных сельхозпродуктов в зонах радиоактивного загрязнения, провели недавно в Новозыбковском районе Брянской области эксперты международной организации МАГАТЭ.

Новозыбковский район наиболее пострадал от аварии на Чернобыльской АЭС. Земледельцам рекомендовали провести специальную обработку почвы на глубине до 1 метра. Это значительно снизит мощность излучения цезия – 137. Кроме того, для уменьшения количества радионуклидов в растениях было предложено обработать почву калийными удобрениями в строго нормированных дозах. Большой интерес вызвало сообщение профессора Норвежского университета Кнута Хове, разработавшего способ выведения цезия из организма животных. Уже через две недели после того, как крупному рогатому скоту начали давать гранулы препарата берлинская глазурь, содержание цезия в организме животных уменьшилось наполовину. Двухсотграммовая гранула препарата способна эффективно действовать в организме животного до трех месяцев. В результате можно получать довольно чистое мясо и молоко. <...>

1991



Газета «Правда» 25 апреля 1991г.
Об этом собственный корреспондент «Труда» по УССР С. Прокопчук беседует с министром здравоохранения республики Ю. П. Спиженко.

- Можно ли сегодня четко выделить основные заболевания, которые или усугубились, или стали активнее проявляться после чернобыльской трагедии?

- Нынче мы можем однозначно говорить о це-

лом ряде заболеваний, напрямую связанных с радиоактивным облучением. Прежде всего «ликвидаторов» и населения, проживающего в зонах жесткого контроля. Если говорить о жителях, то это в первую очередь дети. Они больше всех пострадали. Во-первых, резко увеличилось число заболеваний раком щитовидной железы, принявшей мощный йодный удар. В прошлом году на Украине у детей зарегистрировано 22 случая рака. До 1986 года такие факты были единичны.

Значительно прогрессирует патология беременности у женщин. Поздние токсикозы, преждевременные роды, участвовавшие выкидыши... Наконец, заболевания крови.

Если же говорить о «ликвидаторах» – о тех, кто продолжительное время работал непосредственно на ликвидации последствий взрывов реактора – на промплощадке АЭС, в пределах 30-километровой зоны и «взял» свыше 25 рентген, то у них участились и сердечные болезни.

- На таких последствиях, наверное, не могло сказаться занижение нормативов дозовых границ облучения и критерии проживания на загрязненных территориях, которые были установлены сразу после аварии Минздравом СССР?

Это действительно так. Сейчас Международной комиссией по радиационной защите пересмотрены нормативы. Раньше критерием для эвакуации населения были 30, а сейчас 5 бэр. Если бы в 1986-1987 годах мы руководствовались именно такими пределами, то, конечно же, избежали бы многих бед.

Мы бы тогда отселили не 92 тысячи человек, а 250-300 тысяч. И не через пять лет, как это приходится делать сейчас, после того, когда люди уже приняли на себя значительный дозовый удар и йода, и цезия, и стронция, и плутония...

- Хотелось бы возвратиться к истории. 7 мая 1986 года вице-президент АМН СССР Л. Ильин писал в докладной записке в адрес руководства Украины: «Анализ радиационной обстановки в городе Киеве свидетельствует об отсутствии в настоящее время показаний для эвакуации населения, и в частности детей, в другие районы...». И это говорил ведущий ученый в области радиационной защиты, причем в те дни, когда дозовые нагрузки на щитовидные железы детей, бегавших по весенним улицам и скверам города, превышали границы допустимых уровней в сотни раз!

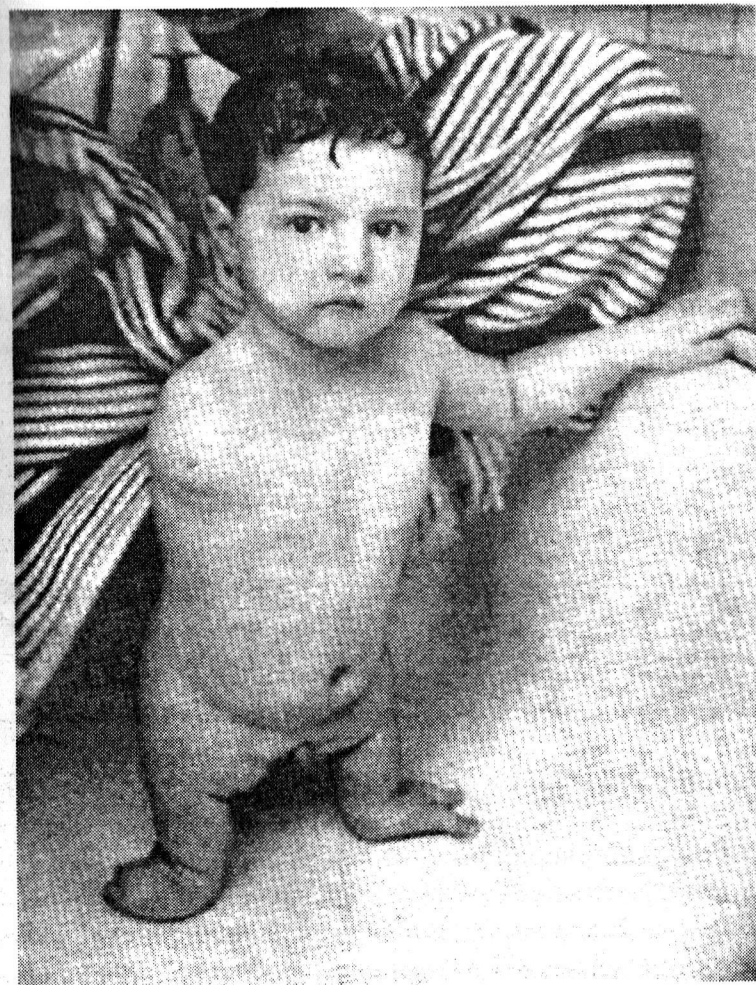
- Да, ложь и полуправда, информационный диктат Центра и сверхсекретность об истинной радиационной обстановке за пределами 30-километровой зоны сделали свое дело – около 150 тысяч жителей Украины получили дозовые облучения щитовидной железы, превышающие допустимые. А пять тысяч детей и семь тысяч взрослых приняли на щитовидку свыше двух сот рад, что по нынешним нормам превышает допустимые пределы в 30-40 раз!

Сегодня столичный Институт биофизики АМН СССР вынужден признать взаимосвязь аварии с распространением заболеваниями рака щитовидной железы, но пока «не видит» связи с радиацией той массовой патологии крови, которая наблюдается сегодня.



Газета «Московские новости» 28 апреля 1991г.
ЧЕРНОБЫЛЬ: ДЕТИ НАШЕГО БУДУЩЕГО ?

Этот мальчик из минского Дома ребенка №1 на год младше чернобыльской трагедии.



1993



Наука и жизнь. №2, 1993, с. 42–45. Абдурагимов И., Однолько А. Опасности лесных пожаров.

<...> ...После аварии на ЧАЭС концентрация радиоактивных веществ в лесах была в 7–10 раз выше, чем в лугах, болотах. Хвойные леса задерживают радионуклидов в 2–3 раза больше, чем лиственные... <...>

<...> Пожары лесных массивов в Чернобыльской 30-километровой зоне или на других, сравнимых с ней по плотности загрязнения радионуклидами территориях Белоруссии, Украины, западных областей России несут еще и другие, гораздо большие опасности. Пожар в таких зонах становится причиной миграции радионуклидов. В результате чего не только население данного района, но и других, более отдаленных территорий подвергается дополнительному радиоактивному облучению.<...>

<...> Во время лесного пожара радиоактивные частицы переходят в газообразное или аэрозольное состояние и поднимаются вместе с нагретыми массами воздуха, дымовыми газами и другими продуктами сгорания в верхние слои атмосферы. Время жизни радиационного дымоаэрозольного облака в нижних слоях тропосферы (до 1,5 километра) – меньше недели, в верхней тропосфере – около месяца, в стратосфере - от 1 до 5 лет. При этом будет постоянно происходить вымывание и осаждение радионуклидов на новых территориях. <...>

<...> ...В России (на март 1992 г.) насчитывается 15 областей, где средняя плотность загрязнения почвы цезием-137 превышает 1 кюри на квадратный километр. <...>

1996

Из материалов государственного доклада Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1995 году».

М.: Центр международных проектов 1996. с. 73.

<...> Контроль за радиоактивным загрязнением приземной атмосферы проводится подразделениями Росгидромета путем анализа проб аэрозолей, отобранных воздухофильтрующими установками в 53 пунктах наблюдения на территории России, вертикальными экранами – в 13 пунктах наблюдения и горизонтальными планшетами – в 445 пунктах, в том числе расположенных в зонах наблюдения радиационно опасных объектов.

В среднем по территории России концентрация суммарной бета-активности в приземном слое атмосферы в 1995 г. составила примерно $0,000216 \text{ Бк/м}^3$ ($5,8 \cdot 10^{-15} \text{ Ки/м}^3$), что на 10% выше среднего значения 1994 г.

Наибольшее число случаев кратковременного повышения концентраций радионуклидов в воздухе (84 раза в течение последних двух лет) наблюдалось

на территории Нижегородской области. В пробах определялись дочерние продукты распада естественных радионуклидов (радия и тория).

За пределами загрязненных в результате чернобыльской аварии территорий средневзвешенные концентрации в воздухе таких радионуклидов, как цезий-137 и стронций-90, составляли соответственно $5,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ ($1,4 \cdot 10^{-17}$ Ки/м³) и $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ ($4,3 \cdot 10^{-18}$ Ки/м³), что несколько ниже уровней 1994 г. и соответствует данным значениям, наблюдаемым до аварии на Чернобыльской АЭС.

Наиболее высокие среднемесячные концентрации цезия-137 в воздухе наблюдались в августе-октябре 1995 г. в Рязани и Обнинске (Калужская область) – около $4 \cdot 10^{-6}$ Бк/м³, что на порядок выше средней концентрации по стране.

Выпадения из атмосферы цезия-137 в 1995 г. составили в среднем 1,0 Бк/м² в год (27 мкКи/км² в год), что также меньше, чем в 1994 г. (38 мкКи/км² в год).

Содержание стронция-90 в атмосферных выпадениях было ниже предела чувствительности методов анализа этого изотопа. <...>

Содержание радионуклидов в атмосферных выпадениях на загрязненных территориях европейской части России в 1995 г. по сравнению с 1994 г. снизилось в 1,2 раза, однако при этом существенно превышало среднее по стране. Выпадение цезия-137 составляло в среднем 8,6 Бк/м² в год, что примерно в 8 раз выше фоновых значений. <...>

1997



Газета «Зеркало недели» 15 марта 1997 г.

Ядерная отрасль в законопослушном обществе.

<...> Основатель и первый президент Римского клуба, философ и гуманист XX века и в то же время руководитель крупных промышленных проектов Аурилио Печчен об этом написал следующие строки:

«В чем я лично действительно не уверен, это в возможности сделать чистым, надежным и безопасным само современное человеческое общество. Я уже посвятил много страниц описанию того состояния хаоса и беспорядка, в котором оно пребывает, его неуправляемости и неспособности к рациональным и гуманным поступкам, царящих в нем непреодолимых противоречий, с которыми оно не в состоянии справиться. Можно ли позволить такому обществу стать ядерным?»

... Человечество поступило бы в высшей степени опрометчиво и безрассудно, если бы стало ядерным, предварительно не подготовив для этого всю человеческую систему. И проблемы здесь встают отнюдь не технического или экономического, а политического, социального и культурного характера».

Книга А. Печчен вышла в свет в 1977 году, через девять лет действительность подтвердила его слова. Когда случилась чернобыльская катастрофа, было все – устойчивая политическая система, стабильная экономика, централизованные жестко контролируемые поставки оборудования и запчастей, социально защищенный персонал. Не было един-

ственного – соответствующей культуры людей, причастных к аварии, культуры выполнения установленных правил.<...>



Газета «Киевский вестник 95» № 47-48
26 апреля 1997г. Зинаида Старовойтова

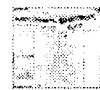
<...> Смертоносный ветер, как позже выяснилось, оставил следы радиации на значительной территории Беларуси, в России, Литве, Латвии, Польше, Швеции, Норвегии, небезопасные облака посетили Германию, Нидерланды, Бельгию, долетели до США и Японии. Страшно предположить, что могло бы быть, если бы пожар на четвёртом реакторе, который стоит рядом с третьим, при такой его сложности не удалось погасить за столь короткий срок. Около пяти утра (первый дежурный караул под руководством лейтенанта В. Правика прибыл в половине второго) пожар был локализован, а в половине седьмого утра огонь, наконец, сдался.

69 человек принимали участие в ликвидации пожара, 54 из них подверглись серьёзному облучению и в тяжёлом состоянии были отправлены в больницы, в том числе в знаменитые московские клиники. Но усилия и самых опытных медиков оказались бесполезными. Там, где не выдерживала техника, выстояли люди. Спасать других сил хватало, за себя постоять они уже не смогли...

«Пламенем вброд, смерти назло - приняли бой честно. Час или два? Сколько прошло? Сколько рентген? Счесть бы...» Это после подсчитывали уже

другие, сколько они «схватили». Выходило, за тысячу. Женщина, на глазах которой умирал в Москве супруг, вспоминает этот ужас: «Он уже не мог говорить, только глаза кричали - больно! Я знала, что он обречён, такого радиационного удара, который они приняли в первые минуты и часы, вынести живое существо не могло. Я, как могла, держалась и успокаивала его. А он чернел и в день смерти был черным, как негр. Как бы на глазах обугливался...»

В акте о смерти 62 сотрудников милиции записана причина: результат работы в зоне ЧАЭС. У 29 сотрудников милиции диагноз – острая лучевая болезнь, а всего 267 человек стали инвалидами. Недавно ушёл из жизни, если так можно сказать о человеке, который потерял способность двигаться, бывший участковый из Полесья, ликвидатор последствий на той самой территории «рыжего леса» Владимир Иваненко. В Управлении внутренних дел в Киевской области сейчас работает около 2,5 тысячи сотрудников, которые тогда гасили пожары, дежурили, стояли на постах, помогали переселяться из зоны бедствия населению, защищали брошенное людьми жильё и имущество от мародёров, следили за движением на дорогах...<...>



«Зеркало недели». № 17 25 апреля – 7 мая 1997г.
Лидия Подолян. Температура черновыльської проблеми різко упала.

Медики и учёные обеспокоены ухудшением здоровья пострадавших вследствие черновыльської беды. Считается, что в Украине пострадало около

восьми процентов населения: 3,2 млн. человек проживают на загрязнённой территории, 350 тыс. человек принимали участие в ликвидации последствий катастрофы, 130 тыс. человек эвакуировано и отселено с загрязнённой территории. Наблюдается резкий рост смертности среди «ликвидаторов». К этому приводит ухудшение медицинского обслуживания, недоступность необходимой медицинской помощи. Платить за дорогое лечение и медикаменты инвалиды-чернобыльцы зачастую не в состоянии.

Оценивая последствия чернобыльской катастрофы для здоровья людей, медики выделяют две категории, требующие первоочередного внимания. Это, во-первых, дети из Киевской, Житомирской, Черниговской, Волынской, Ровенской, Винницкой, Черкасской, Ивано-Франковской, Черновицкой, Тернопольской областей и группа из эвакуированных и отселенных, получивших облучение щитовидной железы. Среди этой группы зафиксировано 772 случая заболеваемости раком щитовидки (в том числе 40 в 1996 г.), 782 ребенка признаны инвалидами вследствие заболеваний, связанных с чернобыльской катастрофой. Печальное первое место по количеству больных раком щитовидной железы занимает Черниговская область. Фантастически высокие темпы роста наблюдаются среди детского и подросткового контингента, эвакуированного из Припяти и Чернобыля, - 28,6 на 100 тыс. населения (для сравнения: спонтанный рост этого заболевания, например, в США, составляет 1 на 1 000 000).

1998



Газета «Киевские ведомости» 22 апреля 1998 г. Подборку подготовил Сергей Киселев. Итоги чернобыльской трагедии. С каждым годом ее последствия становятся все страшнее.

<...> ... Более 300 тысяч граждан Украины нуждаются в отселении из районов, затетых чернобыльской катастрофой.

* * *

150 тысяч человек, в том числе 60 тысяч детей, получили дозы облучения щитовидной железы выше допустимых. 13 тысяч детей получили дозы более чем в 200 рентген, 700 детей – более 1 500 рентген, несколько десятков малышей – более 500 рентген. 90 процентов детей из районов, которые пострадали в результате аварии на Чернобыльской АЭС, согласно опросам украинских социологов, считают, что они обречены и что у них нет будущего.

* * *

Если до чернобыльской катастрофы на Украину ежегодно приходилось по одному случаю рака щитовидной железы у малышей, то теперь количество таких заболеваний возросло в 50 раз.

* * *

Изменилась патология беременности женщин. В два раза участились случаи тяжелых токсикозов и анемии. Вдвое выросло количество измененных форм хромосомных образований (синдрома Дауна, к примеру) у новорожденных. В Житомирской области в два раза чаще стали рождаться дети с пороками развития.

* * *

Как полагают специалисты, чернобыльская авария так или иначе задела или заденет в ближайшее время около 35 миллионов граждан Украины, из которых более двух миллионов проживают сегодня на территориях радиоактивного загрязнения. Среди них - и 150 тысяч участников ликвидации последствий чернобыльской аварии, которые получили дозы облучения в 20 и более рентген. Всего же под воздействием повышенной радиации в настоящее время в Украине проживают более пяти миллионов человек, из которых один миллион - дети.

* * *

46 процентов территории Украины загрязнены более чем в один кюри на квадратный километр. В целом же в Украине радионуклидами загрязнено 50,5 тысячи квадратных километров территории, на которой проживает более трех миллионов человек.

* * *

Из сельскохозяйственного оборота Украины изъяты или признаны практически не пригодными для сельскохозяйственного производства пять миллионов гектаров угодий, из них два миллиона гектаров пахотного поля. Тем временем на площади более чем 45 тысяч квадратных километров в Киевской, Житомирской, Ровенской и других областях Украины необходимо комплексное проведение эколого-защитных работ для уменьшения перехода радионуклидов в сельскохозяйственные продукты и защиты подземного водоносного слоя.

* * *

В Киевском водохранилище после чернобыльской аварии общие запасы цезия-137 составляют около 7200 кюри, в Каневском водохранилище - 2200 кюри, в Кременчугском водохранилище - 300 кюри. Днепр является главным источником водопользования для более чем 35 миллионов граждан Украины. <...>



Газета «Мариупольская жизнь» №31, 24 апреля 1998 г. Светлана Кузминская.

<...> ...На 1 апреля 1998 года в Мариуполе насчитывалось 2873 чернобыльца, из них 1756 ликвидаторов, 383 инвалида, 695 детей, подвергшихся воздействию радиоактивного излучения. <...>

Газета «Голос Украины» 22 апреля 1998 г.
Юрий Большак (кандидат химических наук)
Вода: до и после Чернобыля

<...> Весной 86-го в природный кругооборот попала непостижимая по своему разнообразию и пагубности гамма радионуклидов, значительно шире той, которая осталась бы после молниеносной ядерной войны. Ведь после ядерного взрыва получаем преимущественно конечные продукты цепных реакций, тогда как Чернобыль «подарил» миру и все промежуточные. Радионуклиды везде вокруг себя возбуждают среду и влияют на жизнь в любой ее форме. Что касается человека, то наряду с внешним облучением, загрязненным воздухом и продуктами вода является едва ли не самым главным постоян-

ным фактором радиационного действия на человеческий организм.<...>

<...> Последствия Чернобыльской катастрофы в равной мере пагубны не только для тех, кто был свидетелем и участником ее ликвидации, а также и для будущих поколений. И пагубность эта зависела и будет зависеть от уровней наших знаний о закономерностях радиационного влияния на окружающую среду, кругооборота радионуклидов, радиационной гигиены, от нашего осознания происходящего. Лукавое незнание власти с самого начала сделало людей беззащитными перед опасностью от всепроникающей радиоактивной пыли, хотя даже самодельные ватно-марлевые «намордники», не говоря уж о специальных респираторах, сохранили бы здоровье и жизнь миллионам людей. Да и сегодня, спустя двенадцать лет после катастрофы, жизнь младенцев, рожденных на загрязненных территориях, в значительной мере будет зависеть от знаний и старательности их взрослых опекунов.<...>

Н₂О

<...> Вода – основа всего живого. Формула Н₂О довольно проста, но самые современные методы исследований помогли больше разобраться в структуре чрезвычайно сложных биомолекул ДНК, чем в окончательной структуре воды. Трудности познания воды связаны с многократными проявлениями ее свойств в разных физико-химических условиях, при взаимодействии воды с примесями разной природы, без которых воды практически не существует.<...>

<...>В результате взаимодействия ионизирующей радиации с водой молекула Н₂О разрушается с появлением ряда радикалов, активно вступающих в химические реакции между собой и растворенными в воде веществами. Вода играет исключительную роль в усвоении и превращении радиационной энергии, потому что именно этот вид энергии обеспечивает высвобождение в воде электронов атомарного водорода и кислорода, а также гидроксильных радикалов, то есть наиболее реакционно-способных частичек, известных в природе. Чрезмерная активация воды, входящей в состав живых организмов, вызывает в биохимической «кухне» последних настоящий пожар, последствия которого могут быть трагичны. Следует помнить и о коварном свойстве активированной воды многократно усиливать токсичность существующих в воде химических веществ (эффект синергизма), что в условиях техногенного загрязнения окружающей среды особенно опасно для человечества.<...>

Чернобыль

<...>26 апреля 1986 года произошло совершенно невероятное для технически образованных людей событие: паровой взрыв в реакторной зоне 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС. Это событие, реальность которого была абсолютно недопустима по законам здравого смысла, привело к эмиссии в окружающую среду (по расчетам специалистов) 3500 кг активных компонентов ядерного топлива.

Много это или мало для населения Украины, 70% которого пьет воду из Днепра, иллюстрируют такие

данные. В середине мая 1986 года радиоактивное загрязнение воды Киевского водохранилища превзошло доаварийное в 2000 раз, донных отложений – в 500 тысяч, высших водных растений – в 13 тысяч, моллюсков – в 35 тысяч и рыб – в тысячу раз. Значительная часть этого «букета» в процессе природного кругооборота попала с водой и пищей в человеческие организмы. Попытаемся спрогнозировать снижение активности искусственных радионуклидов чернобыльского происхождения. Если за год после аварии распалось до 20% исходных радионуклидов, то спустя 300 лет распадется всего 67% изотопов от их первичного состава. После этого радиационную обстановку будут определять только долгоживущие (около 10 тысяч лет) радионуклиды. <...>

<...>Итак, перспектива однозначна: на десятилетия и столетия пагубные последствия стабилизируются до определенного повышения уровня поступления радионуклидов через питьевую воду и продукты. И если вспомнить исключительную роль воды для жизни и ее свойства радиационной активации, возникает логичная мысль: надо что-то делать! <...>

... и после

<...>Радиационная медицина, санитария и гигиена были прекрасно информированы о том, что делать людям после Чернобыля, задолго до роковой даты. Об этом можно прочесть в учебниках, статьях и монографиях, изданных до 1986 года. Почти ничего из этого не сделано до сих пор. Вот хроника осознанного безумства. <...>

<...>В первые часы и дни после аварии существовала насущная потребность приема населением, особенно детьми, стабильного йода. Мероприятие было либо же провалено, либо же осуществлено слишком поздно. <...>

<...>Реальное спасение от аэрозольного поступления через легкие в организм радиоактивной пыли (включая горячие частички) в значительной мере гарантировалось массовым использованием хотя бы самодельных ватно-марлевых повязок и респираторов типа «лепесток». Зато политики от медицины убеждали людей в безопасности последствий катастрофы. <...>

<...>Первомайские манифестации и массовые гуляния были по преступному нелепыми и опасными. На свою гибель, идеологически-бюрократическая система не удосужилась подняться до уровня осознания величайшей ценности человеческой жизни. <...>

<...>Потребление молока в первые недели и месяцы после катастрофы должны были запретить или же ограничить под строжайшим контролем. Для населения загрязненных регионов должны были создать чрезвычайную систему обеспечения чистой питьевой водой и продуктами. Вместо этого была введена «либеральная» система контроля продуктов питания, оснащенная скорее индикаторными, нежели аналитическими приборами массового контроля. Обеспечение чистой водой и продуктами было официально признано экономически и практически нереальным. <...>

<...> Но самым выдающимся «уроком» чернобыльской катастрофы как времен перестройки, так и независимости является полное игнорирование уроков истории. И двенадцать лет назад, и ныне Украина имеет резервы чистого артезианского питьевого водоснабжения, если использовать чистую воду исключительно для питья. Никакими экономическими и финансовыми причинами нельзя оправдать подобную бездеятельность. Ведь за это время, словно на дрожжах, выросла новая инфраструктура торговли, сервиса, предпринимательства, банковского дела и т.п., масштабы оборота средств в которой несравнимо превышают потребности в средствах для решения судьбоносной чистой питьевой воды.<...>

<...> В конце концов, в Украине по божьей милости остались не задетыми чернобыльской чумой огромные сельскохозяйственные черноземные регионы, способные прокормить экологически чистыми продуктами всю Украину. О концепции постчернобыльской аграрной стратегии, направленной на создание зон устойчивого экологически чистого земледелия, до сих пор говорят. Несмотря на то, что научные основы кардинальной постчернобыльской перестройки народного хозяйства Украины весьма подробно проработаны специалистами многих отраслей.<...>

<...> Но имеем то, что имеем, а именно – воду, землю, воздух, которые уже никогда не будут такими чистыми, как до Чернобыля. Изменился мир вокруг нас. И без соответствующего изменения сознания, без выхода из летаргического сна, без воли и

стремления к новой здоровой жизни, жить после Чернобыля мы не сможем. Да и не имеем права! Хотя бы во имя тех, кто вынужден был положить свою единственную и бесценную жизнь на алтарь обновленной Родины.<...>



ЖУРНАЛ «Наука и религия»

№ 10, 1988 г.

Загадочный синдром, или Чего боятся чернобыльцы? Из беседы в филиале ДК «Энергетик»:

<...> - Был субботний день. Люди гуляли. Женщины пошли на пляж. Никто ничего не знал.

- Одно из самых страшных воспоминаний - как дети играли, по локоть опустив руки в потоки пенной жидкости ...

М. Б., бывшая работница станции:

- В субботу, 26-го, муж сел на велосипед и отвёз сына в музыкальную школу, чего я себе никак простить не могу. Первый урок у них был, а второй он прогулял на улице, возле школы. Больше не выходил. Ничего не объявляли. Вечером пришёл сосед, принёс порошок, йодистый кальций. Не у всех он был, спасибо соседу - снабдил. Об окнах не предупредили. Как назло жара, окна настежь были раскрыты...

В субботу зашла к подруге, она как раз окна мыла. Сидели, смотрели. Люди гуляют, дети бегают. Едет поливальная машина. Женщина со шлангом поливает всё жидкостью. И тут же детки бе-

гают в этой пене, женщины с колясочками гуляют...

И. Г., торговый работник:

- Когда прошёл слух про аварию, никто не придал этому значения- были выбросы и раньше. Никто даже не испугался. Какая там авария! Отмоют улицы – и все дела. Хлеб несли открытый, и колбасу... Правда, вечером медсестра принесла порошки от радиации. Выпили. Потом стала нарастать тревога- муж ночью не вернулся. Утром, в воскресенье, муж прибегает, сразу в ванную: «Не подходи!»

...Хоть бы кто сказал, что авария! Возле станции Янов, на железнодорожной ветке, всё теперь с землёй сравняли, и землю (верхний слой) машинами увезли. А мы ведь через неё ходили! У нас целый день балкон был открыт – полностью весь реактор был виден. Такие люди, как мы, вообще ничего не знали – информация нулевая! Знало всего несколько человек – те, что на станции были...

В. Т., бывшая работница станции, специалист по оборудованию:

- Нам повезло. Позвонили 26-го где-то в 4 утра, сообщили об аварии. Мы закрыли форточки, окна ещё были заклеены. Утром, в семь, приятельница-врач сделала йодную профилактику. Мужу уже не хватило. Школу не отменили. Должна была быть спортивная эстафета - отменили с большой неохотой. Солнышко светило, все высыпали на улицу, пошли на ярмарку - суббота. И никаких официальных предупреждений...

Л., работница ЧАЭС:

- Самое страшное - полное отсутствие информации. Даже примерно не знаю, сколько я за это время получила...

Дочь проходила медицинскую практику в больнице. Прибегает, говорит: «Мама, закрывай форточки, двери». Ждём, когда что-нибудь объявят. Объявлений никаких, дети в колясках - раздетые, все гуляют, улицы полны народа. Дочь вечером в кино пошла.

Д. В., работник ЧАЭС:

- Сын у нас только что из... Я не хочу мать расстраивать, но она сама знает. Получил... Ну, неизвестно, кто там сколько получил. Но сын получил много, потому что он был в это время в больнице с плевритом. А именно туда пошли «грязь и «прострел»- на больничный городок, кладбище и профилакторий... В городе столько детей было, малыши тут копались, прыгали в пыли...

И. Р., врач медсанчасти:

- Из медсанчасти позвонили, сказали- много больных. Включили радио. Надеялись, объявят, если что не так. Верили: всё-таки 50 тысяч народу... Так друг друга и успокаивали: нас слишком много, с нами ничего не будет, нас не оставят. Мы жили в первом микрорайоне, самом близком к аварии. Кто-то сказал: надо делать влажную уборку. А я даже не могла- не было холодной воды, одна горячая, и топили. Сначала я закрыла балкон, как сказали, а потом духоты не выдержала и снова открыла...

...Информацию об аварии получали не из газет - кто позвонит, кто что скажет. Думали, что пожар...

В. Д., работник учебно-тренировочного пункта:

- 26-го я возвращался домой из санчасти. На улицах полно народа. Всюду продаётся мороженое. Я сам купил и съел два брикета...

Т., припятчанка:

- Знаете, что возмущает меня больше всего? Что тогда по радио ничего не объявили. Накануне холодно было, а тут - наоборот, тепло, солнечно. Ну все и вышли гулять на улицу. Весь город отдыхал, по дачам разъехались...

Е. Ю.: - 27-го пошёл в гараж, а там дети в песке копошатся. ...Власти виноваты были, партийные органы, была команда: «Никакой паники!» На станции дозобстановка на пределе, люди стоят насмерть, а в Припяти - три свадьбы, на природе шашлыки жарят. Никаких действий со стороны гражданской обороны. Предупредили бы - больных было бы гораздо меньше.

На дачных участках целые куски графита лежали - их на большую высоту выбросило...

А. Н.: - Паники не было. Всё прошло спокойно. Но об опасности никто не знал...

Е. Ю.: - Эвакуацию провели хорошо, но поздно.

А. Н.: - Родители никогда не простят...

... Не аварии на четвёртом энергоблоке, а именно катастрофы, сокрушительной взрывной вол-

ной прокатившиеся по людским жизням и судьбам.

Аварии происходят с машинами, механизмами, техникой; катастрофы же, напротив, угрожают самой жизни, живым организмам и их естественному продолжению – среде обитания. Последствия катастрофы подчас не устранимы, не компенсируемы, необратимы. Катастрофу невозможно «ликвидировать» – ее можно только предотвратить.<...>

1999



Газета «Частная собственность»

№15 (261) 22 апреля 1999г. А. Градюшко

Радиация: подождем триста лет?

После аварии на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года прошло немало времени. Постепенно люди отвыкли бояться радиации и уже почти не думают о ней, находясь даже в сильно загрязненных районах. Однако этот невидимый враг постоянно преследует нас, о его существовании придется помнить еще долго. Какова же сегодня радиационная обстановка в разных регионах страны, можем ли мы надеяться на ее улучшение?

По словам начальника отдела республиканского центра радиационного контроля и мониторинга природной среды Марии Герменчук, наибольшее беспокойство специалистов вызывают долгоживущие радионуклиды цезий-137 и стронций-90. Пе-

риод их полураспада составляет 30 и 29 лет соответственно, поэтому жителям многих районов Гомельской, Могилевской и Брестской областей придется еще долго мириться с опасным излучением.

Однако радиационная обстановка на территории республики хотя и медленно, но улучшается. Подобное положение можно объяснить не только постепенным распадом радионуклидов, но и заглублением их в почву. По всей территории страны равномерно расположено 57 станций: они каждые сутки измеряют мощность гамма-излучения, которая в норме составляет от 0,010 до 0,020 мр/час. Повышенные уровни радиации постоянно фиксируют в Брагине, Наровле, Славгороде, Хойниках и Чечерске, но по сравнению с предыдущими годами ситуация постепенно стабилизируется.

Если пару лет назад приборы фиксировали в Брагине около 0,090 мр/час, то сегодня средний уровень радиации в этом городе составляет 0,068 мр/час. Похожую ситуацию можно наблюдать и в Наровле: мощность дозы гамма-излучения снизилась с 0,080 до 0,067 мр/час. И все же необходимо помнить, что летом уровень радиации несколько повышается: погожим майским днем прошлого года гамма-фон в Брагине вдруг подскочил до 0,091 мр/час. Подобное явление специалисты объясняют просто: ветер поднимает с земли радиоактивную пыль.

Прогноз развития радиационной обстановки дать сложно, но ясно одно: первоначальный доаварийный уровень радиации установится на неблаго-

получных территориях еще не скоро. Примерно через 30 лет окончится период полураспада радионуклидов, но даже в 2016 году загрязненными останутся около 15% территории страны. Полностью же радиационная обстановка в зараженных районах Гомельской и Могилевской областях вернется к норме не ранее 2286 года - то есть через 300 лет после катастрофы.

2000



Газета «Вечерние Вести»
№073 (358) 28 апреля 2000г.

...Сегодня в зоне радиоактивного загрязнения проживают около 2,7 млн. человек, а в 4-й зоне – около 1,5 млн.



Газета «Вечерние Вести» №071 (356)
26 апреля 2000г. Эхо Чернобыля

За минувший год смертность ликвидаторов аварии на ЧАЭС возросла с 10,05% до 11,06%. А за три последних года число ликвидаторов, признанных здоровыми, уменьшилось с 13,13% до 9,63%, в Киеве – до 1,17%, сообщила первый замминистра здравоохранения Украины Ольга Бобылева.

В числе основных причин смертности среди взрослого населения за послеаварийный период О. Бобылева назвала болезни системы кровообращения, злокачественные новообразования, травмы, отравления и болезни органов дыхания. На сегодняш-

ний день последствия аварии в Украине ощущают более 3,4 млн. человек, в том числе 1,26 детей. В 1999 г. специализированные медико-социальные экспертные комиссии установили инвалидность 70 тыс. человек.

Вследствие чернобыльской катастрофы в Украине радиоактивному загрязнению подверглись более 54,6 тыс. кв. км земель, в зоне радиоактивного отчуждения оказались 2293 населенных пункта. Сегодня площадь территории зоны отчуждения и зоны обязательного отселения составляет около 260 тыс. кв. км. За прошедшие годы в нашей стране в 10 раз увеличилась заболеваемость раком щитовидной железы: если в 1981 – 1985 гг. не было зарегистрировано ни одного случая этого заболевания, то в 1986 – 2000 гг. прооперированы 1400 человек.

Единственное позитивное изменение за последние три года – снижение смертности пострадавших от аварии детей.



Газета «Донбасс» 13 мая 2000г.
Эхо Чернобыля.

Что общего у британских овец и украинских грибов

«Таймс» сообщает о последствиях Чернобыля: британские фермеры еще лет 10 – 15 не смогут ни продать, ни вывести куда-нибудь овец с пастбищ, подвергшихся поражению цезием в 1986 году. Таких ферм в Британии около четырехсот.

Первоначально ученые заверяли, что придется

потерпеть лишь несколько месяцев, теперь же действие ограничений решено продлить. Идея о том, что повышенная доза радиации уйдет с травяного слоя в почву, оказалась ошибочной. Уровень цезия в траве все еще достаточно высок и снижается гораздо медленнее, чем полагали.

Впрочем, у британцев не все так плохо, продолжает «Таймс». В некоторых пострадавших в результате аварии районах Украины и Белоруссии собирать грибы и ягоды, а также ловить рыбу будет опасно еще как минимум 50 лет.

2001



Газета «Факты» 3 марта 2001г.
Игорь Осипчук

«После вылазки в чернобыльскую зону за алюминием крестьянин рисковал облучить своего годовалого ребенка».

<...> ...Среди сельчан Полесья добыча фонащего металла стала популярным промыслом.

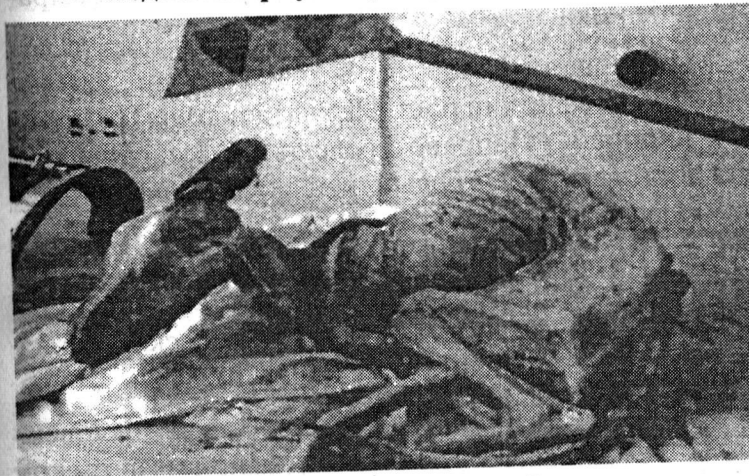
В Чернобыльской зоне отчуждения воруют в основном металл и лес. Как правило, эти материалы сильно загрязнены радиацией, но «сталкеров», основная часть которых – жители полесских сел и райцентров, это не останавливает. Последний подобный случай произошел на этой неделе: жители Иванковского района пытались вывезти из зоны отчуждения 400 килограммов фонащего лома цветных металлов.

В минувший вторник в Иванковском районном суде завершилось рассмотрение дела о попытке вывезти из зоны отчуждения 10 тонн радиоактивной нержавеющей стали. Злоумышленниками оказались семь «гастролеров» из Белоруссии, а металл они взяли на недостроенных блоках Чернобыльской АЭС.

- Двое членов группы приговорены к полугоду лишения свободы, остальные получили условные сроки. Им также предстоит заплатить штраф – по 1000 гривен каждый, - говорит припятский спецпрокурор Сергей Дубчик. – Недостроенных блоков на ЧАЭС два, они находятся рядом с работавшими прежде, но охраняются не так тщательно. Это и позволило совершить преступление. Граждане Белоруссии не раз пытались вывезти зараженные радиацией материалы – зона отчуждения с белорусской стороны не ограждена.

Впрочем, и колючая проволока становится преградой далеко не для всех. Среди жителей соседних сел добыча фляжущего металлолома – весьма популярный промысел. Кто-то полагает, что от кратковременного контакта с ним значительной дозы не получишь, а что будет с ломом после продажи, наплевать. Однако опасна не только «ввевшаяся» в металл радиация, но и радиоактивная пыль. Она попадает на руки, одежду, может быть принесена в дом, оказаться в пище... А ведь внутреннее облучение особенно опасно, и пострадать могут не только «сталкеры»... <...>

Газета «Факты» 27 апреля 2001 г. И. Костин
«Я до сих пор чувствую привкус свинца на зубах»



В Припяти на четвертом этаже больницы в двухместной палате на кровати лежала совершенно высохшая собака. Вокруг валялись пузырьки с лекарствами, операционные столы перевернуты, лампы разбиты. Хаос – как в войну, после вражеского налета. Как здесь очутилась собака? Скорее всего, она искала спасения в больнице. Ей надо было чем-то питаться, где-то спать. Но от сильного ионизирующего излучения животное обессилело (в 86-м Припять была очень «грязной»). Обычно собаки перед смертью вытягиваются. А тут – только голову подняла и застыла.

Газета «Киевские ведомости» 27 апреля 2001 г.
Георгий Бурсов «Гробки в зоне»

<...> В зоне отчуждения нас окружала девственная природа, безлюдные леса, словно декора-

ции, своей красотой подчеркивающие ужас царящего безмолвия. Где только можно бурьянами повыврастали березки.

Миновали Иванков. В траве лежит куриное яйцо в человеческий рост. Не хватает только былинной надписи: «Направо поедешь...» Выкрашенная для достоверности в белый цвет скульптура по идейному замыслу символизировала социалистический оптимизм. Если внутри гигантского яйца бьется зародыш – конечно, это символ жизни. «Протухшее» за пятнадцать лет яйцо после чернобыльской катастрофы уже символизирует не жизнь, а смерть... <...>

<...> Всего из зоны отселили 98 тысяч человек. Ежегодно сюда на поминальные дни приезжают около десяти тысяч. Автомобили, прибывающие на контрольно-пропускной пункт, ожидают своей очереди. Дежурные на КПП «Дитинка» неспешно проверяют багажники. На кителе усатого капитана индивидуальный накопитель радиации. Служба у милиционеров опасна и трудна: накапливающие у КПП радиацию стражи Чернобыльской зоны получают всего-то по полтора. <...>

<...> Слева от дороги обгоревшие строения лесничества. «Вогонь – найзапекліший ворог лісу» – надписи такого содержания тиражируются повсюду. Хотя после аварии в 86-м на реакторе, детище «самых передовых советских физиков», можно было бы добавить: «Наша людина – найзапекліший ворог усього живого». <...>

<...> Свеженакатанная дорога соединяет села

Чернобыльской зоны. По ней ездят мало, поэтому асфальт в хорошем состоянии.

Село Лубянка. Мертвые дома или то, что от них осталось, сразу не поражают воображение: мало ли развалюх можно встретить даже в Киеве? Но поворот за поворотом – все то же пустынное безмолвие. Хоть бы собака гавкнула. Березками заросли дворы. Там, где хозяйка ежедневно подметала: у крыльца, в комнатах дома, – как на болоте, повыврастали травяные кочки, пружинящие под ногами. Выше стен стоящих без крыш строений тянутся пятнадцатилетние заросли. Для предотвращения распыления радионуклидов выгоревшие леса в зоне засаживают хвойными породами. В неудобьях сажают березы. Этим занимается специальное лесохозяйство. Со временем эта часть Полесья превратится в джунгли, где, как когда-то в Индокитае, люди будут наткаться на остатки тысячелетней давности.

Одна пустынная улица, другая рождает тревогу: неужто заживо спустился в мифическое царство вечного ада? Наконец повстречалась первая живая душа. На улице Новой возле почерневших стен дома №6 на черном столбе мокнет под дождем гнездо. В тишине, не шелхнувшись, замерла на яйцах аистиха. <...>

<...> ...Никогда не приходилось мне видеть плачущих мужчин, которые не стесняются своих слез. Лежащие в послевоенных руинах села Украины нельзя сравнивать с селами Чернобыльской зоны. К тем руинам возвращались и заново отстраивали свои очаги. Сюда, к огромной могиле Чернобыльской

зоны, можно приехать на один день, раз в год. Период полураспада насаемых вокруг элементов ядерного реактора вдвое превышает срок, в течение которого произошла эволюция homo sapiens. От привязанного к палке камня в руках первобытного человека – до ядерного синхрофазотрона в руках человека разумного.<...>



Газета «Факты» 27 апреля 2001 г.

Воспоминаниями о первых часах и днях чернобыльской аварии с читателями «Фактов» делится председатель Совета Министров СССР в 1972-1987 годах.

<...>Чернобыльские события постепенно отходят в историю. Дети, рожденные в год Чернобыля, стали старшеклассниками и через пару лет беззаботно закружатся в выпускном вальсе. А взрослые хорошо помнят, как в конце апреля 86-го в Украине сначала передавалась из уст в уста последняя новость: «Слышали? На ЧАЭС какая-то авария». А после майских праздников поползли слухи: детей работников партноменклатуры вывозят из Киева подальше от неведомой опасности. Беда пришла в Украину неожиданно. Не миновала она и семью главы правительства республики Александра Ляшко: через пять лет после катастрофы ушла из жизни его дочь Нина.<...>

<...> - Александр Павлович, вы хорошо помните последние дни апреля 86-го?..

- Память до сих пор цепко хранит подробности тех ужасных дней. Сохранился и мой рабочий

дневник за 1986 год – последние 20 лет я делал краткие записи. Так вот, 24-25 апреля я был в командировке в Донецкой области – на металлургическом заводе им. Ленина вводили в действие первую очередь электросталеплавильного цеха.<...>

<...> - И вот вы узнали о случившемся, начался субботний день 26 апреля. Какое решение правительства было самым важным в той тревожной ситуации?

- Одно и, как оказалось, главное решение пришло ко мне после нескольких минут раздумий: подготовить эвакуацию населения из предлагаемой опасной зоны. В автохозяйствах Киева и области была объявлена мобилизация 1200 автобусов и 200-300 грузовых машин на учения по гражданской обороне. На розыск отдыхающих водителей подняли всю милицию. Около 9 часов утра вновь позвонил Рыжков с сообщением о создании правительственной комиссии во главе с зампредом Совмина СССР Щербиной, созвал Политбюро. Я доложил о случившемся и принимаемых мерах. Секретари ЦК Крючков и Качура добавили: пожар погашен, авария развития не получит, а уровень радиации не вызывает опасений. Эту информацию им сообщил второй секретарь Киевского обкома Маломуж со слов директора ЧАЭС Брюханова. По решению Политбюро была создана оперативная группа, возглавить которую поручили мне.

Щербицкий спросил: «А не спешите ли вы с эвакуацией? Во что обойдется мероприятие, если она не потребуется?» «Ничего, спишем на учения по гражданской обороне, - ответил я. - Главное – обе-

зопасить людей от возможных последствий аварии...»

Как подтвердилось потом, моя настойчивость в деле мобилизации транспорта сыграла определяющую роль в эвакуации населения Припяти: за три часа 27 апреля из опасной зоны вывезли более 50 тысяч человек. Естественно, эвакуацию можно было начать как минимум на 12 часов раньше, но авария произошла на секретном объекте союзного подчинения, и действия союзной комиссии были обязательны для всех. А она медлила, так как сама не разобралась в масштабах аварии. Члены комиссии, в том числе председатель Киевского облисполкома Плющ, министр энергетики УССР Скляр, ночевали в припятской гостинице при открытых окнах. Позже в числе руководителей республики я был обвинен в организации первомайской демонстрации в Киеве. Решение о ее проведении принималось, как всегда, Киевским горкомом партии и утверждалось ЦК КПУ. 1 Мая у центральной трибуны на Крещатике собрались члены ЦК и правительства – все стояли с непокрытыми головами. В колонне демонстрантов шли мои внуки, супруга с другими женами руководства находилась на гостевой трибуне. На тот момент ведь никто из нас не обладал всей информацией. Наоборот, старались смягчить. Мне позвонил министр среднего машиностроения СССР Славский, ведомство которого занималось атомной энергетикой: «Что вы там такой шум подняли? Вот я приеду и одной лишь своей задницей закрою ваш реактор...»<...>

<...> - Как решался вопрос об эвакуации людей из опасной зоны?

- По инициативе руководства республики было сделано много. За две недели вывезли полмиллиона женщин и детей. В Киеве подтянули 30 пассажирских поездов, ввели дополнительные рейсы самолетов. Все руководители союзных республик, к которым обращались ЦК и правительство Украины, создали специальные комиссии по освобождению своих санаториев и домов отдыха для размещения украинских матерей с детьми на все лето.

Я считал, что выпускные классы должны были нормально завершить учебный год. Ведь завтрашние студенты или призывники – уже не дети. Мой внук как раз заканчивал школу и готовился к поступлению в университет. Сохранить нормальный учебный процесс в вузах Киева было особенно важно потому, что большинство зарубежных студентов без разрешения ректоров прекратили учебу и уехали из Украины. И сегодня, 15 лет спустя, считаю, что в условиях техногенной аварии на секретном объекте союзного подчинения руководство Украины сделало максимум возможного. За полгода переселенцы получили восемь тысяч квартир в Киеве и Чернигове, 11 тысяч частных домов. Со временем был построен город Славутич. Пострадавшие обеспечивались бесплатными медикаментами и лечением, им выплатили компенсации за утраченное имущество. Инвалиды получали пенсии. Приходится сожалеть, что сегодня многие льготы чернобыльцев сокращаются и сокращаются...<...>

Приложение В

Радиационная обстановка в Украине [27].

1. Средняя суммарная индивидуальная эффективная доза облучения населения Украины от источников радиоактивности естественного происхождения составляет 4,86 мЗв/год.

Средняя годовая индивидуальная эффективная доза облучения населения Украины от космического излучения составляет около 280 мкЗв/год. Отличие от среднего мирового значения (380 мкЗв/год)-28%.

Средняя годовая индивидуальная эффективная доза облучения снаружи зданий составляет 0,15 мЗв/год, а доза внешнего гамма-облучения в помещении – 0,26 мЗв/год. Средняя индивидуальная эффективная доза внутреннего облучения от теригенных радионуклидов (^{40}K и радионуклидов ториевого и уранового рядов) равняется 0,2 мЗв/год. Отличие от среднего мирового значения (0,23 мЗв/год) составляет около 15%. Средняя индивидуальная эффективная доза облучения от естественных радионуклидов в воде составляет 0,17 мЗв/год.

2. Украина относится к странам с высоким уровнем облучения радоном. Начиная с 1992 года проводится контроль жилого фонда, который вводится в эксплуатацию, согласно республиканским строительным нормам (РСН 356-91), а с начала 1998 года – и НРБУ-97, в которых указано, что эквивалентная равновесная объемная активность (ЭРОА)

радона-222 в помещениях построенных сооружений не должна превышать 50 Бк/м³, а в уже существующих домах – 100 Бк/м³. За это время сделано более 14 тыс. измерений активности радона-222 в разнообразных зданиях в 18 из 25 областей Украины. Выявлены наиболее радоноопасные территории. Установлены средневзвешенные по типу зданий ЭРОА: для одноэтажных зданий сельского типа – 92 Бк/м³, для первого этажа многоэтажных зданий – 48 Бк/м³, для этажей выше первого – 22 Бк/м³. Исследования продемонстрировали, что средние значения ЭРОА радона-222 в одном и том же населенном пункте могут отличаться более чем в 100 раз, что определяется архитектурно-планировочными особенностями здания.

Кроме этого, выполняется программа обследования дошкольных детских учреждений и школ на выявленных радоноопасных территориях (Кировоградская область, юг Киевской области). На основании результатов исследований были внесены изменения в СНиП, которые обязывают строительные организации закладывать в проекты детских дошкольных учреждений и школ комплексы противо-радоновых мероприятий.

Общие пилотные исследования сотрудников НЦРМ АМН Украины и ученых Японии показали, что дозы от радиоактивного газа радона-220 могут достигать 50% и больше от дозы облучения радоном-222.

Средневзвешенная индивидуальная эффективная доза облучения населения Украины от радона-222 равняется 3,8 мЗв/год. Это значение хорошо

согласовывается со средними дозами облучения радоном в странах Западной Европы.

3. Следует отметить, что общая площадь территории Украины составляет 603700 км². Вследствие аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 году часть территории страны была загрязнена широким спектром коротко- и долгоживущих радионуклидов, среди которых наибольшую роль на современном этапе аварии сыграли радионуклиды ¹³⁷Cs (свыше 95% суммарной годовой аварийной дозы) и ⁹⁰Sr.

Площадь загрязнений территорий Украины

Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs		Площадь км ²	Плотность загрязнения ⁹⁰ Sr		Площадь км ²
кБк/м ²	Ки/км ²		кБк/м ²	Ки/км ²	
37 - 184,99	1-14,99	37205	5,55-18,49	0,15-0,49	20974
185 - 554,99	5-14,99	3 177	18,5-36,99	0,5-0,99	4160
555 - 1480	15-39,99	882	37-73,99	1-1,99	911
> 1480	> 40	571	74-110,99	2-2,99	586
			>111	>3	981

4. Суммарная коллективная доза аварийного облучения населения Украины за 10 лет после аварии на ЧАЭС (без учета доз облучения щитовидной железы) оценивается приблизительно в 50 тыс.чел. – Зв.

Коллективная доза внешнего облучения за этот период составила около 16.5 тыс.чел.-Зв. 69% этой дозы было получено сельским населением. Жители 5 (из 25) областей Украины – Киевской, Житомирской, Ровенской, Волынской и Черниговской – получили 60% всей 10-годовой коллективной дозы. Жители территорий с низкой плотностью загрязнения ¹³⁷Cs (меньше 370 кБк/м²) получили больше половины этой дозы

(52,7%), а жители территорий с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs (больше 185 кБк/м²) - 18%. В структуре доз внутреннего облучения сельское население трех областей – Житомирской, Ровенской и Киевской – получило около 19,7 тыс.чел. – Зв, что составляет около 80% всей коллективной дозы внутреннего облучения населения Украины. Критической группой населения, которая получает максимум аварийной дозы за жизнь, являются дети от рождения до годового возраста на 1986 год.

5. В ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС приняли участие около 300 тыс. мужчин. На данный момент в Национальном Реестре Украины, созданном после аварии, насчитывается около 175 тыс. ликвидаторов, из которых 126 тыс. – ликвидаторы 1986-начала 1987 года, которые получили наибольшие дозы облучения.

Среди ликвидаторов указанной группы можно ожидать от 6 до 15% лиц, дозы облучения которых превышают 250 мГр, а у половины из них дозы могут быть выше 500 мГр.

Средние дозы облучения ликвидаторов 1986-87 годов оцениваются на уровне 120-180 мГр. Коллективная доза по этим данным оценивается в 16 тыс. чел.-Гр. Следует подчеркнуть, что обеспеченность дозовыми оценками Национального Реестра Украины для ликвидаторов 1986 – начала 1987 года, составляет 52%, а качество этих доз требует постоянной и тщательной ревизии.

6. Одно из самых серьезных последствий аварии на Чернобыльской АЭС – это облучение щитовид-

ной железы детей радиоактивным йодом. Коллективная доза на щитовидную железу всего детского (меньше 18 лет на момент аварии) населения Украины составляет 400 тыс. чел. – Гр. Согласно наиболее реалистической ретроспективной модели с учетом индивидуальной продолжительности йодного поступления показано, что в диапазоне доз до 2 Гр на щитовидную железу (порог детерминистических эффектов в щитовидной железе) находятся 79500 (около 90%) из 89000 всех детей восьми наиболее загрязненных районов вследствие аварии на ЧАЭС, из них в диапазоне низких доз (до 0.3 Гр) – 56200 детей (около 63%) и 328000 из 408000 взрослых (около 80%). При этом коллективная доза на щитовидную железу детей указанного контингента составляет 64000 чел. – Гр, а для взрослых - 127 тыс. чел. – Гр, соответственно.

7. В Украине постоянно проводится паспортизация населенных пунктов, расположенных на загрязненных территориях. В результате этой работы ежегодно с 1992 года выпускается сборник, в котором помещается информация о плотности загрязнения населенных пунктов на контролируемых территориях, средние индивидуальные аварийные дозы внутреннего и внешнего облучения жителей, средние суммарные индивидуальные дозы, дозы облучения на щитовидную железу, уровни загрязнения основных продуктов питания. В последний сборник 1996 года включены данные для 2161 населенного пункта, которые отнесены к зонам радиоактивного загрязнения постановлениями и распоряжениями Кабинета Министров Украины. В сборнике 1996

года в дозы внешнего и внутреннего облучения включены также дозы, которые получает население от техногенных источников излучения (например, от размещенных рядом АЭС).

Также в программе «Комплексный радиоэкологический мониторинг на загрязненных территориях в разных ландшафтно-геохимических зонах» проводится общая оценка радиоэкологического состояния территорий, которые были загрязнены в результате аварии на Чернобыльской АЭС, с точки зрения охраны здоровья людей, которые на них проживают и ведут хозяйственную деятельность.

8. Украина принадлежит к странам с сильно развитым использованием источников ионизирующего излучения: существует около 8 тыс. предприятий и организаций, которые используют более 100 тыс. источников.

9. В Украине действуют пять атомных электростанций: Хмельницкая, Запорожская, Ровенская, Южно-Украинская и Чернобыльская. Индивидуальные дозы облучения большинства персонала (90-97%) АЭС страны находятся в диапазоне 1-5 мЗв/год. Такое дозовое распределение соответствует распределению годовых доз облучения персонала АЭС Европы. При этом средние годовые индивидуальные эффективные дозы облучения персонала на вышеуказанных АЭС равняются (по состоянию на 1996 год) 2.21, 1.3, 2.0, 4.46 и 5.2 мЗв/год, соответственно. Это составляет от 6,5% до 26% лимита дозы для профессионального облучения, который с 1 января 1998

года равняется 20 мЗв/год согласно НРБУ – 97 в соответствии с рекомендациями международных организаций в области радиологической защиты.

10. На сегодняшний день в Украине накоплено до 70 тыс.м³ радиоактивных отходов (РАО) на АЭС, 65,5 млн. т РАО в уранодобывающей и перерабатывающей промышленности, 5 тыс.м³ РАО в украинском государственном объединении «Радон» и 1,1 млрд.м³ РАО в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС. 85-90% РАО являются низко- и среднеактивными. При таком общем количестве РАО, что уже существует и постоянно образуется, их транспорту, безопасной переработке, захоронению и сбережению должно уделяться пристальное внимание как с точки зрения профессионального облучения работающих, так и населения, учитывая возможность возникновения утечки радиоактивных веществ из хранилищ и их распространения в окружающей среде.

11. Важны также контроль и ограничение облучения работников уранодобывающих (Желтоводский, Кировоградский и Смолинский рудники, Новоконстантиновское месторождение) и перерабатывающих предприятий (гидрометаллургический завод производственного объединения Восточного горнообогатительного комбината из промышленной зоны г. Желтые Воды Днепропетровской области). На рабочих влияют внешнее гамма-облучение и вдыхание очень высоких объемных концентраций ²²²Ra, который выделяется на рабочих местах из урановых руд и продуктов их переработки.

12. Частота диагностических и профилактических рентгенологических исследований в Украине – 560 на 1000 жителей, частота радионуклидных – 5 на 1000 жителей, компьютерной томографии – 2.8 на 1000 жителей. Соответствующие коллективные дозы пациентов составляют 26247 чел.-Зв/год и 790 чел.-Зв/год. Средняя индивидуальная популяционная доза населения от рентгено- и радионуклидной диагностики – около 0.5 мЗв/год. Уровни облучения населения Украины в результате рентгенологических исследований за последние 10 лет снизились почти в 2 раза. Причиной этого являются уменьшение числа исследований (особенно в загрязнённых «чернобыльскими» радионуклидами регионах) и изменения их структуры (снижение удельного веса наиболее дозообразующих рентгеноскопических методов). Уменьшение дозовых нагрузок от медицинского диагностического облучения является положительным явлением. Тем не менее необходимо установить, не ухудшили ли эти изменения качества медицинской помощи населению.

13. Бесспорно, Чернобыльская катастрофа как прямо, так и опосредствованно давала и продолжает давать существенный отрицательный вклад в формирование здоровья населения за счет:

- экономического влияния - отвлечение бюджетных средств на устранение последствий аварии;
- психологического напряжения, которое вызывает у населения стресс со всеми отрицательными последствиями для здоровья;

- действия радиационного фактора.

14. Под диспансерным надзором лечебно-профилактических учреждений Министерства здравоохранения Украины находятся около 2 млн. 730 тыс. потерпевших, среди них 21,9% детей. Потерпевшие вследствие Чернобыльской катастрофы живут по всей Украине.

Все пострадавшие вследствие аварии распределены на четыре группы учета. Большую часть составляют лица, которые проживают на территориях усиленного радиологического контроля, - третья группа учета.

15. Есть ли в Украине свидетельства повышения частоты опухолевых заболеваний вследствие аварии? Как и можно было ожидать, количество случаев рака щитовидной железы у детей, на которых повлиял радиоактивный йод, значительно выросло. Большая часть случаев приходится на области, где проживает большинство лиц, которые потерпели от аварии.

Тяжело интерпретировать частоту случаев рака щитовидной железы, поскольку официальная отчетность по нему была введена только с 1989 г. Частично повышение могло быть вызвано и более точной диагностикой, но возрастание количества случаев рака несомненное. Возрастание количества случаев опухолей железы наступило несколько раньше, чем можно было предусматривать. Возможно, это связано с тем, что области, загрязненные радиоактивными изотопами, где проживают пострадавшие, яв-

ляются еще и эндемическими относительно йода.

И хотя удельный вес этой болезни в общем количестве случаев рака и смертей от всех разновидностей опухолей не такой большой, нельзя забывать об ответственности государства, которое подвергло людей вынужденному риску заболевания.

16. Изучение частоты появления солидных опухолей другой локализации свидетельствует об отсутствии с течением времени разности в коэффициенте регрессии как у мужчин, так и у женщин в четырех наиболее загрязненных радиоизотопами районах. При этом отмечены увеличения частоты возникновения опухолей в сравнении с периодом до Чернобыльской аварии в группе лиц, старших 65 лет. Но, учитывая, что для большинства злокачественных опухолей латентный период значительно длиннее, чем 10 лет, заключительные выводы относительно частоты опухолей делать преждевременно.

Необходимо также отметить, что согласно существующим в настоящее время представлениям значительный взнос в индуцированный соматический мутагенез, а потому и в возрастание частоты опухолей, может дать хронический гормональный дисбаланс вследствие стресса разной этиологии на протяжении длительного времени, а именно под влияние хронического стресса подпадают потерпевшие контингенты населения.

На сегодня в Украине требуются средства на деятельность онкологического реестра. Только на основе его функционирования можно иметь верные данные о частотах опухолей, анализ которых разрешит

выделить вероятное повышение вследствие аварии.

17. Следствием влияния радиационного фактора является повышение в крови людей частоты лимфоцитов с абберациями хромосом, которые индуцированы облучением. При этом следует отметить, что за последние 30 лет вследствие нагрузки окружающей среды мутагенными факторами разного происхождения спонтанный уровень клеток с абберациями хромосом возрос почти втрое. Известно, что соматические мутации как генные, так и хромосомные не передаются потомкам, но на сегодня считают, что число соматических мутаций ведет к повышению риска появления других заболеваний, в первую очередь опухолей. Поэтому группы лиц с повышенным уровнем лимфоцитов с абберациями хромосом должны быть на учете и получать специальное лечение. Но финансы на ведение реестров для лиц с цитогенетическими повреждениями и их лечение отсутствуют.

18. Что касается эффектов ионизирующей радиации в половых клетках, то считают, что облучение может привести к увеличению частоты случаев смерти плодов мужского пола и преобладанию девичьего потомства у облученных. Известно, что у родителей, потерпевших от аварии, во всех группах учета родилось около 317 тыс. детей. Соотношение полов при этом не изменилось и составило 102,3 мальчика на 100 девочек при 102-106 на 100 девочек у популяций без мутагенной нагрузки.

19. В Украине отсутствует специальная программа наблюдения за индикаторными фенотипами,

которые могут возникнуть вследствие действия ионизирующего облучения. Данные, которые существуют, не дают возможности отделить эффекты именно радиационного фактора от следствий деструкции общества. Кроме того, следует отметить, что расчет генетического риска предусматривает знание базовых частот генетической патологии. Недостатки в диагностике и регистрации врожденных аномалий и самовольных выкидышей, недостаточный учет неплотворных браков снижают возможность получения реальной картины генетических эффектов в облученных популяциях. Если же принимать к вниманию разработки Научного комитета по действию атомной радиации, то можно считать, что возрастание частоты генетической патологии у потомков лиц, которые проживают на загрязненных территориях, не превышает 0,01-0,05 выше спонтанного уровня.

На сегодня статистические данные Министерства здравоохранения, наоборот, свидетельствуют что вероятность возникновения репродуктивных потерь у населения, которое проживает на загрязненных территориях, меньше сравнительно с популяциями, которые живут на чистых территориях.

Полученные данные можно объяснить более качественной медицинской помощью.

20. Вероятно, что генетические эффекты вследствие аварии могут быть не выявлены при эпидемиологическом наблюдении. Но необходимо помнить, что системы эпидемиологического надзора создаются также и в случае повышенного внимания населе-

ния к возможности появления болезни. Поэтому Украине нужны реестры индикаторных фенотипов.

На исполнение Приказа Министерства здравоохранения №375 от 6.12.96 г. «О мероприятиях по реализации основных положений Программы Кабинета Министров» составлена Государственная программа генетического мониторинга. Ее реализация позволит в т.ч. получить верные сведения о размерах генетической опасности мутагенеза, индуцированного как ионизирующей радиацией, так и другими мутагенными факторами, которые насыщают окружающую среду Украины. К таким факторам кроме химических могут принадлежать также неионизирующая радиация и шум (генетический риск может возникать за счет гормонального дисбаланса, который сопровождает их хроническое влияние).

Статистические данные, которые существуют на сегодня, не могут ни подтвердить, ни опровергнуть возможность влияния радиационного фактора на вероятность возникновения генетических и тератогенных эффектов. Вследствие отсутствия возможной информации возникает много спекуляций на эту тему, которые повышают психологическое напряжение у населения, которое, в свою очередь, нарушает его здоровье.

21. Оценка размеров соматической патологии, вызванной психоэмоциональным стрессом, в т.ч. и вследствие аварии на ЧАЭС, на сегодня, учитывая недостаток средств на качественные эпидемиологические исследования, чрезвычайно усложнена.



Словарь терминов

Активная часть источника:

Часть радионуклидного источника ионизирующего излучения, в которой распределен радиоактивный материал.

Альфа-излучение:

Поток ядер атомов гелия (положительно заряженные, относительно тяжелые).

Активность радиоактивного вещества:

Это количество атомных ядер, распадающихся за одну секунду, или число актов распада в секунду (скорость радиоактивного распада).

Альфа-распад (α - распад):

Самопроизвольный распад атомных ядер некоторых элементов, сопровождающийся испусканием альфа – частиц. (См. радиоактивность).

Альфа-частицы (α - частицы):

Ядра атомов гелия, испускаемые при альфа-распаде некоторыми радиоактивными атомами.

α - частица состоит из двух протонов и двух нейтронов.

Атом:

Наименьшая частица химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Атом состоит из атомного ядра и электронной оболочки, в которой на определенных энергетических уровнях располагаются электроны. Общее число электронов равно порядковому номеру в периодической системе Д.И. Менделеева, а их движение в атоме описывается квантовой механикой.

Атомная электрическая станция (АЭС):

Электрическая станция, преобразующая энергию деления ядер атомов в электрическую энергию. На АЭС внутренняя энергия, выделяющаяся при делении ядер некоторых тяжелых элементов (в основном урана – 235 или плутония - 239), используется для получения водяного пара. Последний, как и в обычных тепловых электростанциях, приводит во вращение вал паровой турбины, который вращает вал турбогенератора.

Биохимический:

Имеющий отношение к химическим веществам, входящим в состав живых организмов.

Беккерель:

Единица СИ радиоактивности источника. Равен активности радиоактивного источника, в котором за время 1 с происходит один акт распа-

да. Обозначение Bк (русское), Bq (международное). Названа в честь французского физика А.Беккереля.

Бета – распад (β - распад):

Самопроизвольные превращения атомных ядер некоторых элементов, сопровождающиеся испусканием электрона и антинейтрона (или позитрона и нейтрона).

Бета-частицы (β - частицы):

Электроны и позитроны, испускаемые ядрами атомов при бета – распаде.

Бэр:

Распространенная внесистемная единица измерения эквивалентной дозы излучения (биологический эквивалент рентгена).

Витамин А:

Витамин, имеющий большое значение для роста костей, здоровья кожи, сексуальной деятельности и размножения.

Витамин С:

(другое название – аскорбиновая кислота):

Витамин, бесцветное кристаллическое вещество; содержится во многих продуктах питания, особенно в citrusовых, овощах и в ягодах шиповника, и, кроме того, изготавливается синтетически; необходим для правильного питания и метаболизма.

Витамин D:

Витамин, необходимый для здоровья и роста костей, метаболизма кальция, здоровья нервов и управления частотой сердцебиения.

Витамин E:

Витамин, который в организме предотвращает образование токсичных соединений, предупреждая окисление продуктов жизнедеятельности клеток. Необходим для поддержания жизнедеятельности красных кровяных клеток.

Витамины группы B:

Важная группа водорастворимых витаминов, содержащихся в печени, дрожжах и других продуктах. Включает витамин B₁, витамин B₂, ниацин и другие витамины.

Витамин B₁:

Витамин, также называемый тиамин, имеющий большое значение для окисления в клетках (клеточного дыхания), роста, метаболизма углеводов, возбуждения и передачи нервных импульсов и т.д.

Витамин B₂:

Также называется рибофлавин, витамин, имеющий большое значение для метаболизма белков, а также для здоровья кожи, печени и глаз.

Водородная бомба:

Бомба, энергия взрыва которой получается за счет реакции термоядер-

ного синтеза определенных форм водорода. Мощность водородной бомбы выше, чем мощность атомной бомбы (см. термоядерный).

Врожденный:

Обозначает состояние, существовавшее при рождении, как в случае, когда причиной этого была наследственность, так и в случае, когда причиной было воздействие внутриутробного окружения.

Вторичное ионизирующее излучение:

Ионизирующее излучение, возникающее в результате взаимодействия первичного ионизирующего излучения с рассматриваемой средой.

Выпадение радиоактивных осадков:

Оседание на землю радиоактивных частиц, образовавшихся после ядерного взрыва или аварии на атомном реакторе, а также сами такие частицы.

Гамма-излучение:

Электромагнитное излучение, возникающее при воздействии быстрых заряженных частиц с веществом.

Гамма - лучи:

Излучение, подобное рентгеновскому, но имеющее более короткую длину волны. Благодаря малой длине волны гамма - лучи обладают очень высокой проникающей способностью. Они распространяются в воздухе приблизительно на 2,5 км и являются основной причиной лучевой болезни при использовании атомного оружия.

Гамма-распад:

Возбужденное ядро испускает электромагнитное излучение с очень малой длиной волны и очень высокой частотой (γ - излучение), при этом энергия ядра уменьшается, массовое число и заряд ядра остаются неизменными.

Генетика:

Наука о наследственности, изучающая сходства и различия между родственными организмами, возникающие в результате взаимодействия между генами и окружающей средой (см. гены).

Генетическая линия:

Линия протоплазмы (протоплазма – основное содержимое клетки, необходимое для жизни). Генетическая линия состоит из совокупности всех инцидентов, которые имели место в ходе эволюции самого тела.

Гены:

Единицы наследственной информации, находящейся в определенных местах хромосом. Гены содержат конкретные наследственные признаки, передающиеся следующему поколению.

Грей:

Единица СИ поглощенной дозы ионизирующего излучения. (См. доза излучения). Равен поглощенной дозе ионизирующего излучения, при которой

веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж
Обозначение – Гр.

Доза облучения в 1 – 2 Гр ведет к возникновению лучевой болезни, а доза в 7 – 10 Гр может вызвать смертельный исход.

Джоуль:

Единица СИ работы, энергии количества теплоты. Равен работе силы 1Н, перемещающей тело на расстоянии 1м в направлении действия силы. Обозначение - Дж.

Двуокись азота:

Высокотоксичный коричневатый газ, используемый в химической промышленности. Кроме того, двуокись азота – одно из атмосферных загрязнений, образующихся при сгорании ископаемых видов топлива, таких, как уголь, нефть и природный газ.

Дезактивация:

Действия по удалению радиоактивных материалов, выполняемые для того, чтобы сделать какой-либо объект или территорию безопасными для пребывания там не защищенных от воздействия радиации людей.

Деление атомных ядер:

Расщепление атомных ядер на ядра легких атомов, сопровождающееся высвобождением энергии. На этом явлении основано действие атомной бомбы.

Делящийся:

Способный к делению или содержащий ядро или ядра, способные к делению (см. деление атомных ядер).

Дианезин:

Комплекс витаминов, включающий сочетание никотиновой кислоты с другими витаминами и минеральными веществами, который был разработан для того, чтобы сделать более эффективным использование никотиновой кислоты для устранения последствий воздействия радиации.

Дикальция фосфат:

Вещество, содержащее кальций и фосфор; используется как минеральная добавка в составе дианезина (см. дианезин).

Доза излучения (поглощенная доза ионизирующего излучения):

Отношение энергии, переданной ионизирующим излучением веществу, к массе вещества. Обозначается буквой Д и является мерой воздействия излучения на вещество; характеризует радиационную опасность. Единица СИ – Грей.

Дозиметр:

Прибор для измерения и регистрации дозы ионизирующего излучения (экспозиционной, поглощенной, эквивалентной) и мощности дозы.

Дозиметрия:

Область прикладной ядерной физики, в которой изучают физические величины, характеризующие действие ионизирующих излучений на различные объекты.

ДПР:

Дочерние продукты распада.

ЕРН:

Естественные радионуклиды.

Естественный отбор:

Процесс, имеющий место в природе и приводящий к выживанию и сохранению только тех форм животных и растений, которые обладают определенными благоприятными характеристиками, обеспечивающими наилучшее приспособление этих животных и растений к определенным условиям окружающей среды.

Естественный фон ионизирующего излучения:

Ионизирующее излучение, состоящее из космического излучения и ионизирующего излучения естественно распределенных природных радиоактивных веществ.

Железа глюконат:

Железосодержащее соединение, в котором железо находится в значительно более усвояемой форме, чем в других соединениях.

Закон обратных квадратов (физика):

Название зависимости одной величины от другой, когда одна из них изменяется обратно пропорционально квадрату другой. Многие естественные законы в области магнетизма, звука и света основаны на этой зависимости. Примером такой зависимости является освещенность экрана точечным источником света: если расстояние до экрана увеличивается в два раза, то освещенность экрана уменьшается в четыре раза, если расстояние увеличивается в три раза, то освещенность уменьшается в девять раз и т.д. Подобным же образом уменьшается интенсивность звука при увеличении расстояния до источника: звонок на расстоянии 10 метров звучит в четыре раза слабее, чем тот же звонок на расстоянии 5 метров, а на расстоянии 15 метров он звучит в девять раз слабее, чем на расстоянии 5 метров. Закон обратных квадратов в применении к радиации означает, что интенсивность излучения изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от источника.

Закрытый источник:

Радионуклидный источник ионизирующего излучения, конструкция которого препятствует взаимным контактам радиоактивного материала и окружающей среды и исключает её загрязнение радиоактив-

ным веществом выше допустимого действующими нормами уровня в условиях, предусмотренных для использования источника.

Замедлитель нейтронов:

В ядерном реакторе составная часть активной зоны ядерного реактора, работающего на тепловых нейтронах, в которых происходит замедление нейтронов. В качестве З.Н. могут применяться вещества, обладающие малым массовым числом: водород, углерод, бериллий.

Запаздывающее излучение:

Частицы, излучаемые продуктами распада, в отличие от частиц (нейтронов и гамма – лучей), возникающих непосредственно в момент деления.

Излучение ионизирующее:

Поток заряженных частиц (альфа-частицы, электроны, позитроны, протоны и т.п.) и нейтронов, а также фотонов высокой энергии (рентгеновское и гамма - излучение), которые при взаимодействии с веществом вызывают его ионизацию.

Изотопы:

Разновидности одного химического элемента, различающиеся по массе ядер. Обладая одинаковыми зарядами ядер (атомным номером), но различаясь числом нейтронов. И имеют одинаковое строение электронных оболочек, т.е. имеют одинаковые химические свойства, и занимают одно и то же место в Периодической системе химических элементов.

Ионизация в газах:

Отрыв от атома или молекулы газа одного или нескольких электронов. В результате ионизации в газе возникают свободные носители заряда (электроны и ионы) и он приобретает способность проводить электрический ток.

Ионы:

Электрически заряженные частицы, образующиеся в результате потери присоединения одного или нескольких электронов к атомам или химически связанных атомным группам.

Источник ионизирующего излучения:

Объект, содержащий радиоактивный материал или техническое устройство, испускающее или способное в определенных условиях испускать ионизирующее излучение.

Иод-131:

Радиоактивная форма йода, используемая в диагностике и лечении щитовидной железы, в лучевой терапии (лечение при помощи радиоактивного излучения) и в качестве «меченого атома» (см. лучевая терапия и меченые атомы).

Кадмий:

Химический элемент, серебристо-белый металл, содержащийся в цинковых рудах. Используется в некоторых легкоплавких сплавах, гальва-

нических покрытиях, аккумуляторах и т.д. Пары и пыль кадмия высоко токсичны.

Катализатор:

1. Вещество, обладающее свойством вызывать или ускорять химический процесс, при этом не изменяясь. 2. В переносном смысле означает то, что способствует ускорению, развитию чего-либо.

Килотонна:

Единица измерения энергии взрыва, равная энергии, выделяющейся при взрыве 1000 тонн тротила (см. тротил).

Космические лучи:

Потоки частиц высокой энергии, приходящих на Землю из мирового пространства (первичные К.Л.). Первичные К.Л. состоят главным образом из протонов (90%), альфа-частиц, других атомных ядер и небольшого количества электронов, позитронов и фотонов большой энергии. Проходя через атмосферу, все эти частицы взаимодействуют с атомными ядрами воздуха, образуя вторичные К.Л. В состав последних входят все известные элементарные частицы. Поток К.Л. у поверхности Земли равен примерно 1 частица/см² в одну секунду.

Кобальт-60:

Радиоактивная форма кобальта (кобальт – химический элемент, твердый блестящий металл серовато-стального цвета).

Контрольный источник:

Радионуклидный источник ионизирующего излучения, предназначенный для проверки средств измерений ионизирующих излучений.

Косвенно ионизирующее излучение:

Ионизирующее излучение, состоящее из заряженных частиц, имеющих кинетическую энергию, достаточную для ионизации при столкновении. (Косвенно ионизирующее излучение может состоять из нейтронов, фотонов и др.)

Коэффициент качества:

Оценки степени биологической опасности каждого вида излучений (фактически – это коэффициент вредности).

Кюри:

Единица измерения радиоактивности, которая используется для описания того, как быстро распадается какое-либо количество радиоактивного материала. Причиной радиоактивности является распад атомов нестабильных элементов. По определению, один кюри соответствует распаду 37 миллиардов атомов за одну секунду. Кюри служит для определения количества радиоактивного материала по тому, насколько активно протекают процессы деления в данном объеме вещества. Существуют также другие способы измерения радиоактивности и численности.

ния и того воздействия, которое это излучение оказывает на данное вещество.

ЛД:

Сокращенное наименование летальной (то есть смертельной) дозы.

Лейкемия:

Общее название нескольких видов рака костного мозга, при которых прекращается нормальное образование красных и белых кровяных телец и тромбоцитов (мельчайших телец крови, способствующих её свёртыванию), что приводит к анемии, повышенной восприимчивости к инфекционным заболеваниям и ухудшению свёртываемости крови.

Лучевая болезнь:

Заболевание, вызываемое воздействием рентгеновских лучей или других видов радиации при лечении, в результате ядерного взрыва или при случайном облучении. Характеризуется тошнотой, рвотой, головной болью, судорогами, поносом, выпадением зубов, разрушением белых кровяных телец и длительными кровотечениями.

Лучевая терапия:

Лечение болезней при помощи рентгеновских лучей или радиоактивных веществ (см. терапия).

Мегатонна:

Единица измерения энергии взрыва, равная энергии, выделяющейся при взрыве 1000000 тонн тротила. При взрыве 15-мегатонной бомбы выделяется такая же энергия, как при взрыве 15 миллионов тонн тротила (см. тротил).

Меченые атомы:

Атомы вещества, в особенности радиоактивного, используемые для слежения за протеканием химического процесса или сложной последовательности биохимических реакций (например, в организме животного), для обнаружения больных клеток и тканей, определения физических свойств и т.д.

Молекула:

Наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами и состоящая из одинаковых (в простом веществе) или разных (в химическом соединении) атомов, объединенных в одно целое химическими связями.

МКРЗ:

Международная комиссия по радиационной защите.

Нейтрон:

Элементарная частица, одна из двух частиц, из которых построено атомное ядро. Не обладает электрическим зарядом.

Нерасщепленный плутоний:

Частицы плутония, не подвергшиеся делению в ядерном реакторе (см. плутоний и деление атомных ядер).

Ниацин:

Один из витаминов группы В, белое, не имеющее запаха кристаллическое вещество, содержащееся в белковых продуктах либо изготовляемое синтетически (см. витамин В).

Никель:

Химический элемент, твердый серебристо-белый металл, часто используется в сплавах и гальванических покрытиях. Некоторые формы никеля токсичны при вдыхании в виде пыли.

НКРЗ:

Национальная комиссия по радиационной защите при Министерстве здравоохранения СССР.

Нуклид:

Общее название атомных ядер, отличающихся числом нейтронов и протонов (нуклонов). Нуклиды с одинаковыми атомами, номерами и разными массовыми числами называются изотопами.

Облучение:

Воздействие радиоактивного излучения или процесс, в котором что-либо подвергается такому воздействию.

Открытый источник:

Радионуклидный источник ионизирующего излучения, конструкция которого допускает контакт радиоактивного материала с окружающей средой и не исключает возможности её загрязнения веществом выше допустимого уровня, установленного для закрытого радионуклидного источника в условиях, предусмотренных для его использования.

ПДД:

Предельно допустимая доза.

Первичное ионизирующее излучение:

Ионизирующее излучение, состоящее из заряженных частиц, имеющих кинетическую энергию, достаточную для ионизации при столкновении. (Непосредственно ионизирующее излучение может состоять из электронов, протонов, альфа-частиц и др.)

Период полураспада:

Промежуток времени, в течение которого распадается половина всех атомов данного радиоактивного вещества. Для различных радиоактивных веществ имеет различное значение. Обозначение — Т.

Плутоний:

Радиоактивный химический элемент, используемый в ядерном оружии и ядерных реакторах.

Позитрон:

Элементарная частица, несущая положительный элементарный заряд, античастица электрона.

Поле ионизирующего излучения:

Пространственно-временное распределение ионизирующего излучения в рассматриваемой среде.

Проникающая радиация:

Поток гамма – лучей и нейтронов, исходящих в течение 10-20 сек. в окружающую среду из зоны ядерного взрыва.

Протон:

Одна из частиц, составляющих ядро атома. Протон несет единичный положительный электрический заряд (см. ядро).

Радиоактивность:

Способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра с испусканием частиц. К радиоактивным процессам относятся: альфа – распад, бета – распад, испускание нейтронов, деление тяжелых ядер и т.п. В 1986 году французским физиком А. Беккерелем была обнаружена естественная радиация – испускание ураном неизвестного проникающего излучения, названного им радиоактивным. В настоящее время известно около 300 нуклидов, обладающих естественной радиацией. В 1934 году открыли радиоактивность ядер – продуктов ядерных реакций.

Радиоактивный:

Излучающий энергию или способный к излучению энергии в виде частиц или лучей за счет самопроизвольного распада атомных ядер. Это слово используется для обозначения некоторых химических элементов, таких, как плутоний, уран и т.д., а также продуктов их распада и других веществ.

Радиоактивный материал:

Материал (вещество), в состав которого входит радионуклид или радионуклиды.

Радиационный взвешивающий фактор:

Коэффициент, который учитывает относительную биологическую эффективность разных видов ионизирующего излучения. Используется исключительно при расчете эффективной и эквивалентной доз

Радиационный фон:

Радиоактивное излучение низкого уровня, источником которого являются космические лучи и радиоактивные вещества, которые в естественных условиях содержатся в атмосфере в незначительных количествах.

Радиолог:

Специалист по рентгеновским лучам или радиоактивному излучению,

в особенности по применению этих видов излучения в медицине (см. рентгеновские лучи и радиоактивный в этом словаре).

Расплавление:

Ситуация, при которой быстрое повышение количества энергии, выделяющейся в ядерном реакторе, например, из-за неисправности в системе охлаждения, приводит к расплавлению тепловыделяющих элементов и выбросу радиации и может быть причиной того, что активная зона опустится в землю (см. тепловыделяющий элемент).

Реактор – размножитель:

Ядерный реактор, вырабатывающий атомную энергию и дополнительное топливо благодаря тому, что при его работе образуется больше делящегося материала, чем потребляется (см. делящийся).

Регулирующий стержень:

Стержень или элемент другой формы, который изготавливается из материала, поглощающего нейтроны, и который можно вдвигать в активную зону ядерного реактора и выдвигать из неё для управления скоростью реакции (см. активная зона, нейтрон и ядерный реактор).

Рентген (физика):

Единица измерения поглощенной дозы радиоактивного излучения. Тогда как кюри используется для измерения степени активности радиоактивного материала, рентген используется для измерения энергии радиоактивного излучения, поглощенной материалом, подвергающимся облучению. Назван в честь немецкого физика Вильгельма Конрада Рентгена (1845-1923), открывшего в 1895 году рентгеновские лучи. Сокращенное наименование – Р.

Рентгеновское излучение (рентгеновские лучи):

Коротковолновое электромагнитное излучение. Образуется при торможении в веществе быстрых электронов (например, при бомбардировке металлического электрода в рентгеновской трубке пучком ускоренных электронов). Обладает большой проникающей способностью, действует на фотографическую эмульсию.

Рентгенологи:

Специалисты по применению рентгеновских лучей и других видов радиоактивного излучения, особенно в медицине.

РН:

Радионуклид.

Ртуть:

Химический элемент, тяжелый серебристо-белый металл, жидкий при обычной температуре. Попадание ртути в организм (например, при употреблении в пищу рыбы, пойманной в загрязненной воде) может привести к поражениям в центральной нервной системе, возникновению дрожи

и плохой координации, а в тяжелых случаях — к поражениям головного мозга.

Сернистый газ:

Бесцветный негорючий удушливый газ, образующийся при горении серы. Используется главным образом в химическом производстве, например в производстве серной кислоты, а также при консервации фруктов и овощей, для уничтожения насекомых, отбеливания и дезинфекции.

Синтез:

Слияние атомных ядер, имеющих малую массу, в ядро большей массы с высвобождением огромного количества энергии, как, например, при взрыве водородной бомбы (см. термоядерный).

Стронций-90:

Радиоактивная форма (химический элемент, бледно-желтый металл), содержится в радиоактивных осадках, выпадающих после ядерного взрыва. Стронций-90 может попадать в кости и замещать кальций, препятствуя дальнейшему усвоению кальция костной тканью, что приводит к снижению прочности костей.

Субатомный:

Обозначает что-либо, существующее или происходящее внутри атома, или частицы, меньшие, чем атом.

Счётчик Гейгера:

Прибор, используемый для обнаружения и измерения радиоактивности; назван в честь немецкого физика Г. Гейгера (1882-1945).

Тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ):

Ядерное топливо, содержащееся в длинной тонкостенной трубке. Такие трубки, расположенные в правильном порядке, образуют активную зону реактора (см. активная зона и реактор).

Теплоноситель:

Вещество, используемое в ядерном реакторе для отвода тепла, выделяющегося в активной зоне (см. активная зона и ядерный реактор).

Термоядерный:

Слово, используемое для обозначения реакции ядерного синтеза или чего-либо, связанного с этой реакцией или участвующего в ней.

Реакция ядерного синтеза — реакция, которая происходит между ядрами газа, особенно водорода, нагретого до нескольких миллионов градусов (см. синтез).

Толерантная доза:

Заменен термином «предельно допустимая доза».

Токсичный:

Действующий как яд; ядовитый.

Тормозное излучение:

Фотонное излучение с непрерывным энергетическим спектром, возник-

кающее при уменьшении кинетической энергии заряженных частиц.

Тротил:

Бризантное взрывчатое вещество, нечувствительное к сотрясениям и трению. Используется главным образом в боеприпасах и других взрывных устройствах. «Тротил» — это сокращение от полного названия этого вещества — тринитротолуол.

Углеводы:

Органические соединения, такие, как сахара или крахмалы, которые состоят из углерода, кислорода и водорода. Углеводы — важный класс питательных веществ, входящих в рацион животных и человека и снабжающих тело энергией.

Углерод-14:

Радиоактивная форма углерода, используемая при проведении химических и биохимических исследований по методу «меченых атомов». Кроме того, эта форма углерода присутствует во всех веществах, содержащих углерод, благодаря чему углерод-14 используется для определения возраста археологических находок, ископаемых останков и т.д. путём измерения количества углерода-14, оставшегося в них (см. меченые атомы).

Уран:

Химический элемент, очень твердый тяжелый серебристый радиоактивный металл. В природе обнаруживается только в соединениях, главным образом в смоляной обманке (блестящий минерал, цвет которого меняется от коричневого до чёрного). Играет большую роль в атомной энергетике.

Фотон:

Элементарная частица энергии, обладающая как свойствами частицы, так и волны: фотон не имеет заряда и массы, но обладает импульсом. Энергия света, рентгеновских лучей, гамма-лучей и т.д. переносится фотонами.

Фотонное излучение:

Излучение, возникающее при изменении энергетического состояния атомных ядер или при аннигиляции частиц.

Электрон:

Частица, несущая отрицательный заряд. Электроны входят в состав всех атомов и могут также существовать в свободном состоянии (свободный электрон и молекула).

Эпицентр:

Точка на поверхности земли или воды, в которой произошёл подземный взрыв или которая находится непосредственно под или над эпицентром ядерного взрыва.

Ядерная цепная реакция:

Реакция деления атомных ядер тяжелых элементов (урана, плутония и

др.) под действием нейтронов, при которой в каждом новом акте деления число испускаемых нейтронов возрастает, благодаря чему возникает самоподдерживающийся процесс деления.

Ядерный реактор:

Установка, в которой реализуется управляемая реакция деления тяжелых ядер (урана, плутония и т.п.). В реакторе на медленных нейтронах используется обогащенный, запрессованный в стальные цилиндры уран. Тепловыделяющие элементы омываются теплоносителем – жидким металлом (например, натрием) или водой. Разогретый теплоноситель перекачивают насосами в теплообменник, где вырабатывается пар, приводящий в действие паровую турбину и турбогенератор. Замедлителем нейтронов служит графит или тяжелая вода. Для управления работой Я.Р. используются управляющие стержни из бора или кадмия, сильно поглощающие нейтроны. Система автоматически поддерживает реакцию на заданном уровне.

Ядерная энергия:

Внутренняя энергия атомных ядер, выделяющаяся при некоторых ядерных реакциях. Возможно два способа получения Я.Э.: в результате ядерной цепной реакции деления тяжелых ядер или при термоядерной реакции синтеза легких ядер. В ядерной энергетике в настоящее время используется только первый способ получения Я.Э.

Ядро:

Центральная положительно заряженная часть атома, состоящая из протонов и нейтронов. В ядре сосредоточена почти вся масса атома (см. протон и нейтрон).



Литература

1. Легасов В. А. Мой долг рассказать об этом: газета «Правда» 20 мая 1988. №141 (25493).
2. Маршал Уолтер «Мой радиоактивный сад»: Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 32л.
3. Наука. Энциклопедия: Пер. с англ. Анна Бел Крейг, Клифф Роснг, Москва «Рос Мэн», 1996.
4. Радиация. Дозы. Эффекты. Риск: Пер с англ. – М.: Мир. 79с.
5. Это должен знать и уметь каждый: Памятка для населения. – М.; Воениздат. 1985. – 96с.
6. Энциклопедия. Все обо всем. – М.: Слово, 1996.
7. Энциклопедия. Том 17. Химия. – М.: Аванта +, 2000. – 640 с.: ил.
8. Холлд. Дж. Радиация и жизнь: Пер. с англ.- М.: Медицина, 1989. – 256с.
9. Государственно-строительные нормы Украины. Система норм и правил снижения уровня ионизирующих излучений естественных радионуклидов в строительстве. ДБНВ.1.4 – 0.01.97.
10. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ – 97). – Киев. 1998.
11. Пристер Б. С., Лошаков Н. А., Немец О. Ф., Поярков В. А. Основы сельскохозяйственной радиологии. – К.: Урожай, 1991. – 472 с.
12. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів Cs-137 і Sr-90 у продуктах харчування та питній воді (ДР - 97), - Київ, 1997.
13. Физика: Большой справочник для школьников и поступающих в ВУЗы. – М.: Дрофа, 1999.- 688с.
14. Окружающая среда: Энциклопедический словарь – справочник. - М.: Прогресс, 1993.
15. Реймерс Н.Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. М.: Просвещение, 1992.

16. Л. Рон Хаббард. Всё о радиации. – М.: Красный пролетарий, 1999. – 308с.
17. Эхо Чернобыля. Противорадиационная фитотерапия. Под ред. Н.Н.Дьякова. Житомир, 1991. - 38с.
18. Основы радиозкологии: Тематическое пособие. Под ред. Г.П.Перепелятнкова – К. : УРУЦ, 1999.- 56с.
19. Шенон С. Питание в атомном веке, или Как уберечь себя от малых доз радиации, 1991г.
20. ГОСТ 15484-81. Излучения ионизирующие и их измерения. Термины и определения. -М.: Издательство стандартов, 1981. - 48с.
21. Моисеев А. А., Иванов В. И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – 4 изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 252с.
22. Баженов В. А., Булдаков Л. А. И др. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. – Л.: Химия, 1990. – 464с.
23. Портной В. А. Основы применения ионизирующих излучений в автоматике. – М.: Атомиздат, 1969. – 168с.
24. Маргулис У. Я. Радиация и защита. – М.: Атомиздат, 1974. – 160с.
25. Несмеянов А. Н. Прошлое и настоящее радиохимии. – Л.: Химия, 1985. – 168с.
26. Белоусов А. С. Счетчики элементарных частиц. – М.: Наука, 1972. – 159с.
27. Материалы проекта национального плана действий по гигиене окружающей среды Украины на 2000-2005 гг.

Содержание

Предисловие	3
Глава 1. Общие сведения о радиации	5
Радиация – излучение	6
Атом	8
Химические превращения	10
Ядерные превращения	11
Глава 2. Параметры радиации	17
Поглощенная доза	18
Экспозиционная доза	19
Эквивалентная доза	20
Эффективная эквивалентная доза	22
Мощность дозы	23
Измерение мощности дозы	24
Активность радиоактивного вещества	25
Удельная активность	26
Глава 3. Действие радиации на человека	29
Механизм воздействия радиации	30
Естественное (природное) облучение человека ..	37
Космическое облучение	39
Облучение, вызванное естественными радионуклидами (ЕРН)	41
Радоновое облучение	43
Загрязненные радионуклидами территории Украины после черепобильской аварии	55
Воздействие вредных химических элементов	59
Глава 4. Нормы радиационного воздействия	69
Динамика изменения норм радиации	70
Основные нормативные данные по радиационному фактору в Украине:	
-при облучении населения	73
-в пищевых продуктах	74

-в промышленной продукции, на территории и в воздухе	76
Глава 5. Регулирование потоков радиации	77
Атомные электростанции	78
Атомная бомба	79
Водородная бомба	89
Глава 6. Защита от радиации	93
Защита от внешнего облучения	94
Защита от внутреннего облучения	97
Накопление радионуклидов после чернобыльской аварии	109
Приложения	109
Приложение А: Характеристики дозиметрических средств измерительной техники	111
Приложение Б: Динамика последствий чернобыльской аварии	135
Приложение В: Радиационная обстановка в Украине	224
Словарь терминов	237
Литература	251

Для заметок
