

The background features a dark blue gradient with faint, light blue technical diagrams. On the left side, there is a large circular scale with numerical markings from 140 to 260 in increments of 10. Several circular diagrams with arrows and dashed lines are scattered across the background, suggesting a scientific or technical theme.

РАДИАЦИЯ.

АБДИЛБАЙТОВ НУРБОЛОТ
УЧЕНИК 11 А КЛАССА

ЧТО ТАКОЕ РАДИАЦИЯ?

Радиоактивность – отнюдь не новое явление, новизна состоит лишь в том, как люди пытались ее использовать. Радиоактивность, и сопутствующие ей ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли. Ионизирующее излучение сопровождало и Большой взрыв. С того времени радиация постоянно наполняет космическое пространство. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее рождения. Даже человек слегка радиоактивен, так как во всякой живой ткани присутствуют в следовых количествах радиоактивные вещества. Но с момента открытия этого универсального фундаментального явления не прошло еще и ста лет.

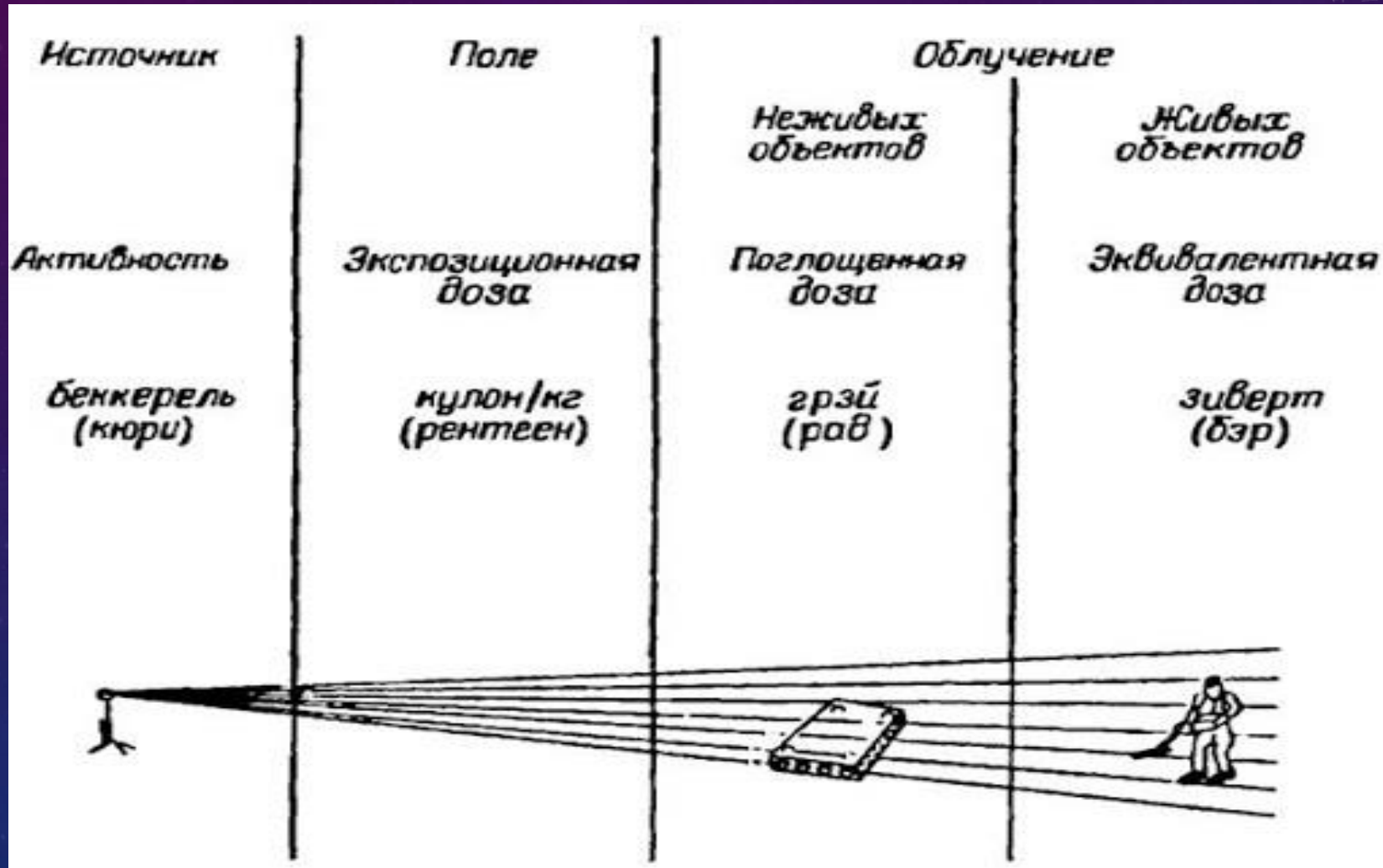


- Радиация – это один из многих естественных факторов окружающей среды. Естественный радиационный фон влияет на жизнедеятельность человека, как и другие факторы окружающей среды, с которыми организм находится в состоянии непрерывного обмена.
- Радиоактивный распад – это процесс самопроизвольного распада неустойчивых ядер атомов в другие ядра (в конечном итоге, стабильные).
- Радиация – излучение энергии в виде быстрых элементарных частиц или электромагнитных волн. При превращениях (распадах) радиоактивных ядер атомов возникают различные виды излучения: альфа-, бета-, гамма-излучение, рентгеновское излучение, нейтроны, тяжелые ионы.

- При взаимодействии с веществом энергия излучения передается атомам и молекулам, превращая их в заряженные частицы - ионы. В результате ионизации разрываются химические связи молекул в живых организмах, и тем самым вызываются биологически важные (соматические и генетические) изменения. Процесс радиоактивного распада происходит с постоянной скоростью, присущей данному виду радиоактивных ядер (радионуклидов). Время, за которое распадается в среднем половина всех имеющихся радионуклидов, называется **ПЕРИОДОМ ПОЛУРАСПАДА**

- Хотя все радионуклиды нестабильны, одни из них более долго живут, чем другие. Например Протактиний-234 распадается почти моментально ($T_{1/2}=1,17$ минуты), а уран-238 – очень медленно (4,47 млрд лет). Количество распадающихся радионуклидов в единицу времени в веществе определяют термином **АКТИВНОСТЬ**. Единицы измерения активности радиоактивных веществ – Кюри (Ки) и Беккерель (Бк). Численному значению активности 1 Ки соответствует активность 1 г радия в равновесии с продуктами его распада. За масштаб единицы 1 Бк принят 1 распад в секунду. Между единицами активности существует взаимосвязь: $1 \text{ Ки}=37$ млрд Бк, $1 \text{ Бк}=1$ расп./с.

ПОЛЯ, ДОЗЫ, РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЙ



- **Органы и ткани человека имеют разную чувствительность к облучению. Наиболее уязвимы красный костный мозг, гонады. Менее восприимчивы печень, щитовидная железа, мышцы и другие внутренние органы. При одинаковой дозе облучения возникновение заболевания легких более вероятно, чем щитовидной железы, а облучение гонад опасно из-за возможности генетических повреждений**

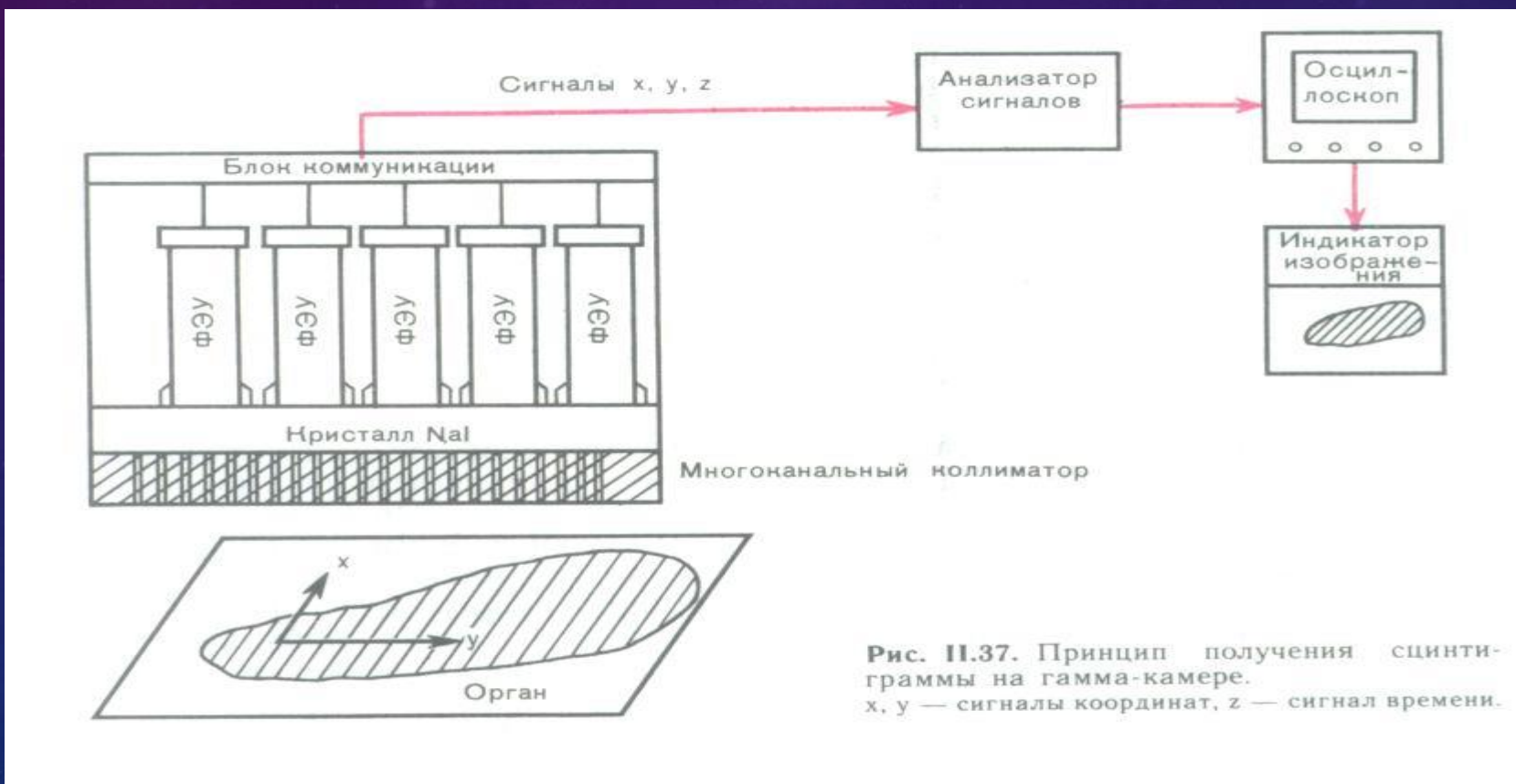


Рис. II.37. Принцип получения скинтиграммы на гамма-камере.
x, y — сигналы координат, z — сигнал времени.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

- **Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации. На протяжении всей истории существования Земли разные виды излучения падают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи; в этом случае говорят о внешнем облучении. Или же они могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма. Такой тип облучения называют внутренним.**

ЕСТЕСТВЕННОЕ ОБЛУЧЕНИЕ

14% из космоса 19% непосредственно от радиоактивности в почве 37% от радиоактивных газов в воздухе и от строительных материалов 13% от медицинских процедур 17% от наших тел и пищи



Рис.15. Радиация окружает нас всюду

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

- Радиационный фон, создаваемый космическими лучами, дает чуть меньше половины внешнего облучения, получаемого населением от естественных источников радиации. Космические лучи, в основном, приходят из глубин Вселенной, но некоторая их часть рождается на Солнце во время солнечных вспышек. Космические лучи могут достигать поверхности Земли или взаимодействовать с ее атмосферой, порождая вторичное излучение и приводя к образованию различных радионуклидов.



КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

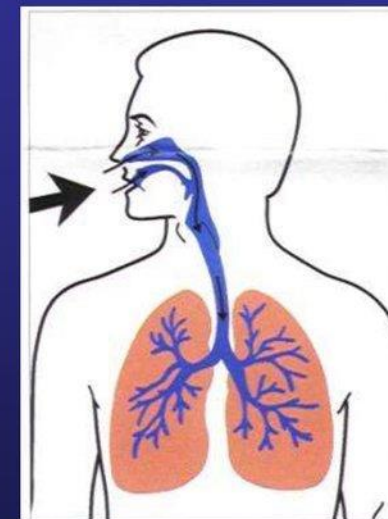
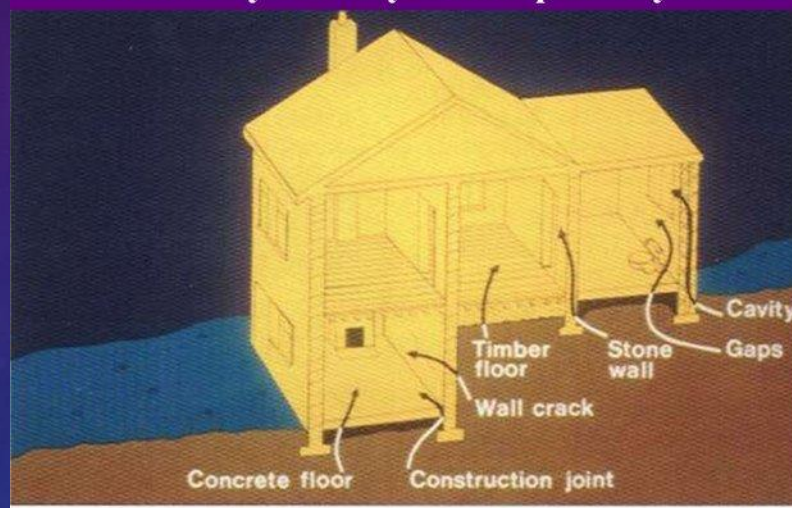
Нет такого места на Земле, куда бы ни падал этот невидимый космический душ. Но одни участки земной поверхности более подвержены его действию, чем другие. Северный и Южный полюсы получают больше радиации, чем экваториальные области, из-за наличия у Земли магнитного поля, отклоняющего заряженные частицы (из которых в основном и состоят космические лучи). Уровень облучения растет с высотой, поскольку при этом над нами остается все меньше воздуха, играющего роль защитного экрана.

ЗЕМНАЯ РАДИАЦИЯ

- Основные радиоактивные изотопы, встречающиеся в горных породах Земли, – это калий-40, рубидий-87 и члены двух радиоактивных семейств, берущих начало соответственно от урана-238 и тория-232 – долгоживущих изотопов, включившихся в состав Земли с самого ее рождения. Средняя по миру доза природного облучения составляет 2,4 мЗв в год. Основной вклад дает газ радон. Самый большой уровень излучения в горных районах, а также там, где много песков и, особенно, горной породы - гранита. Например, в метро.

Земная радиация: внешнее и внутреннее облучение

Возможные пути поступления радионуклидов



Калий-40

Уран-238 → Радон-222

Рубидий-87

Торий-232 → Радон-220

ЗЕМНАЯ РАДИАЦИЯ

- **Доза естественного облучения во Франции – 5 мЗв в год, в Финляндии – 7,6 мЗв, в Швеции – 6,3 мЗв, в Красноярске – 2,3 мЗв. Самый большой на Кавказских Минеральных Водах. Но именно радоновые ванны – парадокс! – считаются целебными и помогают от множества хворей. Такая же картина в Карловых Варах, в Баден-Бадене, где природный радиационный фон также значительно выше среднего. Доза естественного облучения во Франции – 5 мЗв в год, в Финляндии – 7,6 мЗв, в Швеции – 6,3 мЗв, в Красноярске – 2,3 мЗв. Самый большой природный фон в России на Кавказских Минеральных Водах. Но именно радоновые ванны – парадокс! – считаются целебными и помогают от множества хворей. Такая же картина в Карловых Варах, в Баден-Бадене, где природный радиационный фон также значительно выше среднего. Рекордным местом на планете по природному фону являются пляжи Копакабаны в Бразилии, где накоплены, так называемые, монацитовые пески, способные поднять годовую дозу до 100 мЗв.**

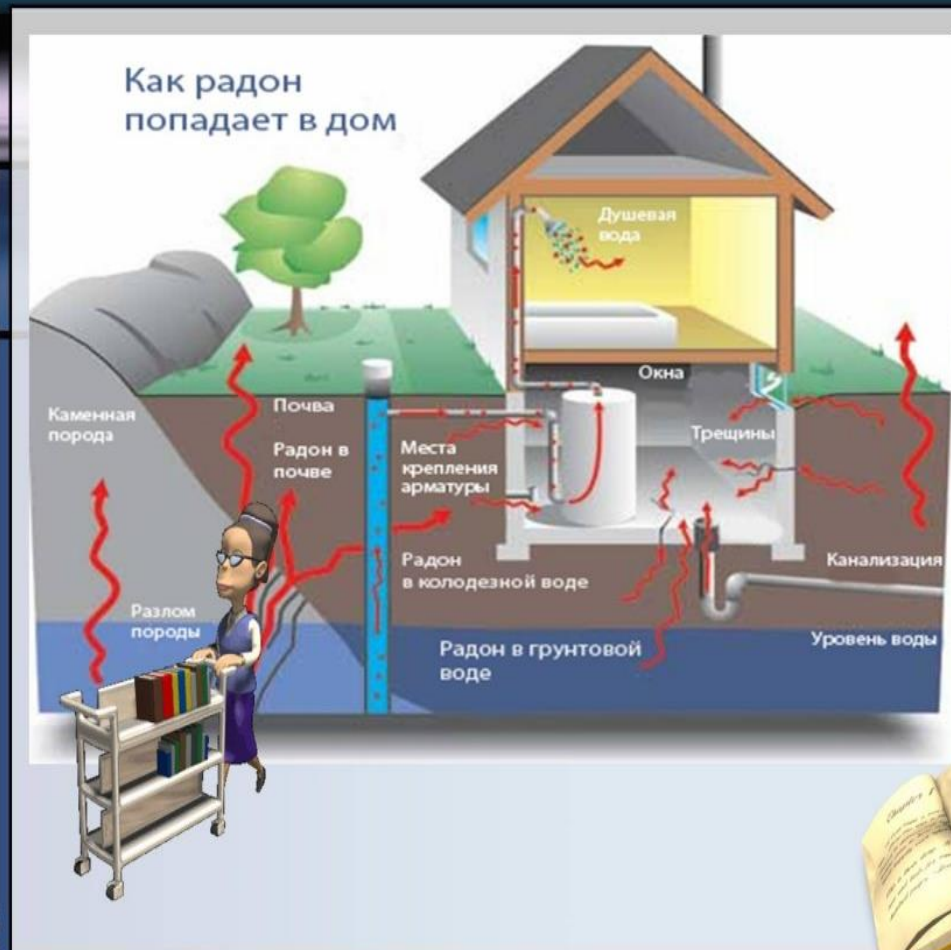
ВНУТРЕННЕ ОБЛУЧЕНИЕ

- В среднем примерно $2/3$ эффективной эквивалентной дозы облучения, которую человек получает от естественных источников радиации, поступает от радиоактивных веществ, попавших в организм с пищей, водой и воздухом. Совсем небольшая часть этой дозы приходится на радиоактивные изотопы типа углерода-14 и трития, которые образуются под воздействием космической радиации. Все остальное поступает от источников земного происхождения. В среднем человек получает около 180 микроЗивертов в год за счет калия-40, который усваивается организмом вместе с нерадиоактивными изотопами калия, необходимыми для жизнедеятельности организма. Значительно большую дозу внутреннего облучения человек получает от нуклидов радиоактивного ряда урана-238 и в меньшей степени от радионуклидов ряда тория-232.

РАДОН.

- Наиболее весомым из всех естественных источников радиации является невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый газ (в 7,5 раза тяжелее воздуха) радон. Согласно текущей оценке НКДАР ООН, радон вместе со своими дочерними продуктами радиоактивного распада ответствен примерно за 3/4 годовой индивидуальной эффективной эквивалентной дозы облучения, получаемой населением от земных источников радиации, и примерно за половину этой дозы от всех естественных источников радиации. Большую часть этой дозы человек получает от радионуклидов, попадающих в его организм вместе с вдыхаемым воздухом, особенно в непроветриваемых помещениях.

Радон



РАДОН

- **В природе радон встречается в двух основных формах: в виде радона - 222, члена радиоактивного ряда, образуемого продуктами распада урана-238, и в виде радона-220, члена радиоактивного ряда тория-232. По-видимому, радон-222 примерно в 20 раз важнее, чем радон-220 (имеется в виду вклад в суммарную дозу облучения). При равновесной объёмной активности в воздухе свыше 100 Бк/м³ радон, согласно НРБ-99, уже представляет значимую радиационную опасность. Для старых построек допустима объёмная активность до 200 Бк/м³. При превышении этой величины обязательны защитно-профилактические мероприятия.**

ПОЧЕМУ РАДОН ТАК ОПАСЕН?

- **Почему радон так опасен? Радон инертный газ, и, естественно, ни в каких биохимических процессах участвовать не может. Вдохнул – выдохнул... Некоторая часть радона растворяется в крови легочной ткани и разносится по всему организму. Кроме того, он сорбируется на любых пылевых, аэрозольных и смолистых отложениях в дыхательных путях; именно поэтому радоновая опасность резко повышается для шахтеров, у которых запыленность легких, увы, нередкое явление, и для курящих – из-за смолистых и аэрозольных отложений, обусловленных табачным дымом.**

РАДОН

- У радона сравнительно малый период полураспада, и его собственное излучение не создало бы и десятой доли возникающих проблем, даже с учетом того, что он, как и любой α -излучатель, достаточно опасен при внутреннем облучении. Однако, по-настоящему страшны радиоактивные продукты его распада, в особенности α -активные полоний-218 и полоний-214. Они химически активны, достаточно прочно удерживаются организмом и эффективно воздействуют на живые ткани опаснейшим α -излучением. Радон играет скромную, но зловредную роль «переносчика», как грызун при распространении чумы.

РАДОН

Типичные пути поступления радона в дом 1 – грунт под зданием и вокруг; 2 – насыпной грунт; 3 – горные породы; 4 – вода из водопровода; 5 – строительные материалы; 6 – выход радона



ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИИ

- **Уголь, подобно большинству других природных материалов, содержит ничтожные количества первичных радионуклидов. Последние, извлеченные вместе с углем из недр земли, после сжигания угля попадают в окружающую среду, где могут служить источником облучения людей. Концентрация радионуклидов в разных угольных пластах различается в сотни раз, в основном уголь содержит меньше радионуклидов, чем земная кора в среднем. Другие источники радиации Концентрация радионуклидов в разных угольных пластах различается в сотни раз, в основном уголь содержит меньше радионуклидов, чем земная кора в среднем.**



ДРУГИЕ ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИИ

- **Мировой выброс урана и тория от сгорания угля составляет около т ежегодно. В процессе сжигания угля теряется больше потенциальной энергии, чем выбрасывается. ТЭЦ на угле России выбрасывают радионуклиды, превышающие 1000 т. в год по урану. Для сравнения предприятиями Росатома России в 2004 г. в водные объекты сброшено около 7 т урана, выбросу в атмосферу – 2,9 т. ТЭЦ на угле (Nэл=1000 МВт) в течении года выделяется больше радиоактивности, чем АЭС, а в золе содержится столько урана-235, что достаточно для изготовления двух атомных бомб. Экспериментально установлено, что индивидуальные дозы облучения в районе расположения ТЭЦ мощностью 1000 МВт превышают аналогичную дозу вблизи АЭС в 5-10 раз.**

- **Термальные водоемы** Некоторые страны эксплуатируют подземные резервуары пара и горячей воды для производства электроэнергии и отопления домов; один такой источник вращает турбины электростанции в Лардерелло в Италии с начала нашего века. Измерения эмиссии радона на этой и еще на двух, значительно более мелких, электростанциях в Италии показали, что на каждый гигаВатт-год вырабатываемой ими электроэнергии приходится ожидаемая коллективная эффективная эквивалентная доза 6 чел·Зв, т. е. в три раза больше аналогичной дозы облучения от электростанций, работающих на угле.



ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ НА ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ

Ионизирующее излучение, действуя на живой организм, вызывает в нем цепочку обратимых и необратимых изменений, которые приводят к тем или иным биологическим последствиям. Специфика действия ионизирующего излучения на биологические объекты заключается в том, что производимый им эффект обусловлен не столько количеством поглощенной энергии в облучаемом объекте, сколько той формой, в которой эта энергия передается. Никакой другой вид энергии (тепловой, электрической и др.), поглощенной биологическим объектом в том же количестве, не приводит к таким изменениям, какие вызывает ионизирующее излучение.

- **Смертельная доза ионизирующего излучения для человека, равная 600 рад (600 бэр), соответствует поглощенной энергии излучения эрг/г. Если эту энергию подвести в виде тепла, то она нагрела бы тело едва ли на $0,001^{\circ}\text{C}$. Это тепловая энергия, заключенная в стакане горячего чая. Именно ионизация и возбуждение атомов и молекул обуславливают специфику действия ионизирующего излучения. Явной ложью является бытующее сейчас только у нас мнение «о непредсказуемости последствий радиационного воздействия на людей». На деле они известны лучше, чем каждодневное действие всех других вредных факторов.**

Риск, выраженный в сокращении средней продолжительности жизни

Деятельность, события	Сокращение средней продолж. жизни в днях	Индивидуальный риск, 1/чел:год
Курение	1630	-
Работа в угольной шахте	1100	$1,2 \cdot 10^{-4}$ (США)
Излишний вес, 30 фунтов	920	-
Все несчастные случаи	450	$5,8 \cdot 10^{-4}$
Несчастные случаи на автотранспорте	200	$2,8 \cdot 10^{-4}$
Алкоголь	130	-
Самоубийство	85	$2,2 \cdot 10^{-4}$
Убийство	85	10^{-4}
Профессиональные несчастные случаи	655	-

Деятельность, события	Сокращение средней продол. жизни в днях	Индивидуальный риск, 1/чел:год
Несчастные случаи на воде	42	$4 \cdot 10^{-5}$
Подъем ограничения скорости с 55 до 65 миль/час	40	-
Падения	40	$4 \cdot 10^{-5}$
Яды, удушья	38	-
Ожоги, пожар	28	$4 \cdot 10^{-5}$
Ядерная энергетика, вся энергетика США	2	-
Вся жизнь рядом с АЭС	0,05	$5 \cdot 10^{-8} \div 3 \cdot 10^{-7}$ (при дозе 1 мбэр на границе санитарной зоны)

- **Спасибо за внимание!**