



Радиоактивность в среде обитания человека и радиоэкологические проблемы.

Рихванов Леонид Петрович

доктор геолого-минералогических наук, профессор ТПУ

03 марта 2017

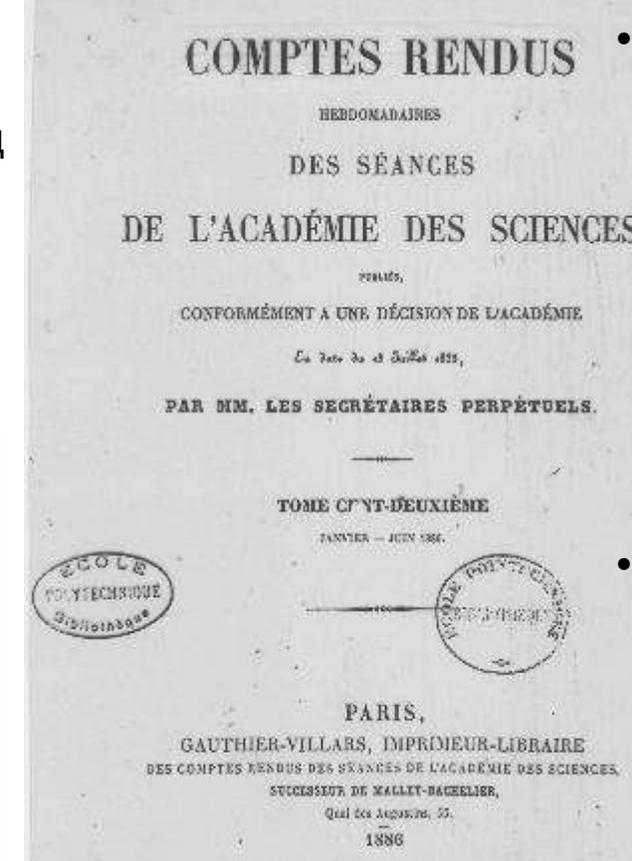
Конец XIX века охарактеризовался выдающимися фундаментальными открытиями в естественных науках:

- **1895-** открытие В.Рентгеном тормозного (рентгеновского) излучения;
- **1896-** открытие А. Беккерелем урановых лучей, позднее названных М.Кюри **радиоактивным излучением**, а химические элементы, обладающие этим свойством, были названы **радиоактивными**..

В 1896 году французский исследователь *Анри Беккерель*, изучая явление *люминесценции* под воздействием солнечного света, обнаружил засвечивание фоточувствительного материала веществом, в состав которого входили соли урана.



Первые радиографии



24 февраля 1896 г.
А.Беккерель на заседании Парижской академии наук сделал сообщение «*Об излучениях, производимых фосфоресценцией*».

2 марта 1896 г. он сделал сообщение «*О невидимой радиации, производимой фосфоресцирующими телами*».

1 марта 1897 г. А.Беккерель выступил с докладом «*Исследование урановых лучей*»



Пьер Кюри

Физики быстро оценили значение нового явления. Для них открылась новая область исследований.

Представители других направлений естественнонаучного знания никак не прореагировали на это событие.



Эрнест Резерфорд.
Отец ядерной физики



Мария Кюри

Аппаратура, применяемая на первых этапах изучения

радиоактивности *(по материалам музея Кюри в Париже. Фото С.И.Арбузова)*



Мир замер в ожидании чуда

(по материалам музея Кюри. Фото С.И.Арбузова)



Радиевый бум и его последствия



- В тот момент радию приписывали почти что чудодейственные свойства, а некоторые даже сравнивали его с философским камнем. В 1925 году Центр радиевой терапии написал следующее в брошюре «Здоровье с радием»: «Постепенно были найдены радиевые лекарственные средства против практически всех хронических заболеваний, от которых страдает человечество. (...) Это открытие позволяет радиоактивности и всем ее чудесным качествам выйти за дверь кабинета врача-специалиста и стать доступными для всех и каждого».
- Основы «микрорадиотерапии» или «микрорюритерапии» заложил фармацевт Александр Жабун в начале 1910-х годов: крошечные дозы радия должны были «стимулировать основные функции живых клеток» и «восстановить жизненную энергию».

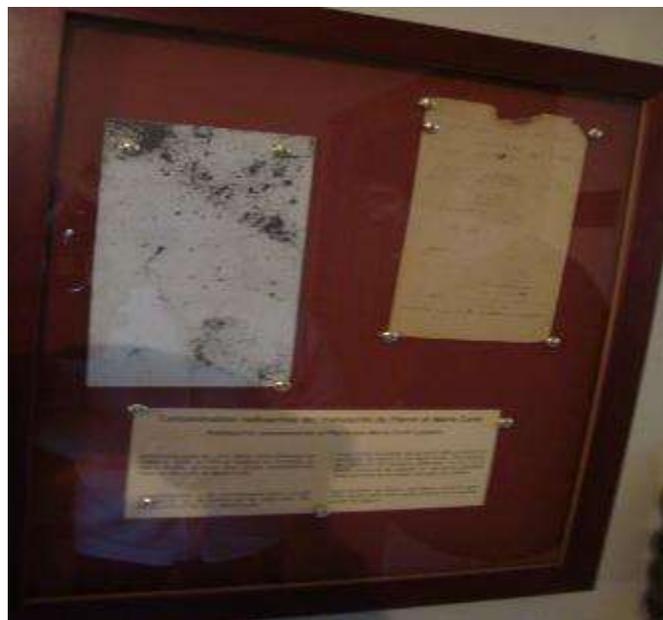
Пагубное воздействие радия, одного из самых высокоактивных природных веществ недооценивалось.

- Подтверждением тому служит такая история. Незадолго до Первой мировой войны жившие неподалеку от завода по производству солей радия в Ножан-сюр-Марн стали жаловаться на загрязнение окружающей среды. Тогда Совет по общественной гигиене Сены отправил туда с инспекцией члена Академии медицины Мориса Анрио: *«Во время поездки я прикрепил на шляпу лакмусовую бумажку [она меняет цвет в зависимости от кислотности среды], однако за час слегка потемнел лишь ее кончик. Поэтому я считаю, что жалобы серьезно преувеличены. (...) В настоящий момент нет причин для принятия каких-то мер против завода».*
- После смерти владельца завода в 1928 году он был закрыт, а в 1965 году городские власти выкупили землю под строительство школы. Тем не менее проведенный в начале 1990-х годов замер радиационного фона привел к закрытию школы в 1996 году. В 2011 году здание снесли, а на территории провели очистку.

По материалам музея Кюри



Вот он первый грамм радия, полученный руками Марии Кюри при переработке 4.5 тонн урановой смолки. Сейчас он упакован, а тогда...



Радиография отпечатков пальцев М.Кюри до сих пор дает информацию об опасности работы с этим веществом



В памяти французского народа имена Пьера и Марии Кюри свято хранятся



К истории изучения радиоактивности в Сибири

Так, первый ректор ТГУ профессор *Гезехус Н.А.* был выходцем Санкт-Петербургского технологического института и занимался изучением теплового действия лучей радия.

Его работы по этому направлению обсуждались в научных кругах уже в 1903г., т.е. непосредственно в тот год, когда это явление было обнаружено





Петр Павлович Орлов
(1859-1937).

Наиболее полно и обстоятельно в российской научной исторической литературе освещена роль профессора медицинского факультета Томского Государственного университета **Петра Павловича Орлова**. Уже в **1904 г.**, прибыв в Томск, он начал подготовку к проведению исследований по радиоактивности.

В письме от 26 декабря **1904 г.** академику В.И.Вернадскому он писал: *«Медиков интересует сейчас особенно радий. Хлопочу об отпуске денег на покупку его препаратов и кой-каких приборчиков ... Надеемся с Пилипенко П.П. отыскать здесь урановые и ториевые минералы ...»*

В 1917-1926 гг. профессор Орлов П.П. вел курс лекций на физико-математическом факультете ТГУ *«Радиоактивные элементы, их свойства и нахождение в природе».*

Это один из самых первых учебных курсов, читаемых в России

**Выпускниками европейских ВУЗов России были и другие
первые исследователи явления радиоактивности и
радиоактивных элементов в Сибири:**

Орлов П.П.,

Титов В.С.,

Алексеев Д.В.,

Пилипенко П.П.,

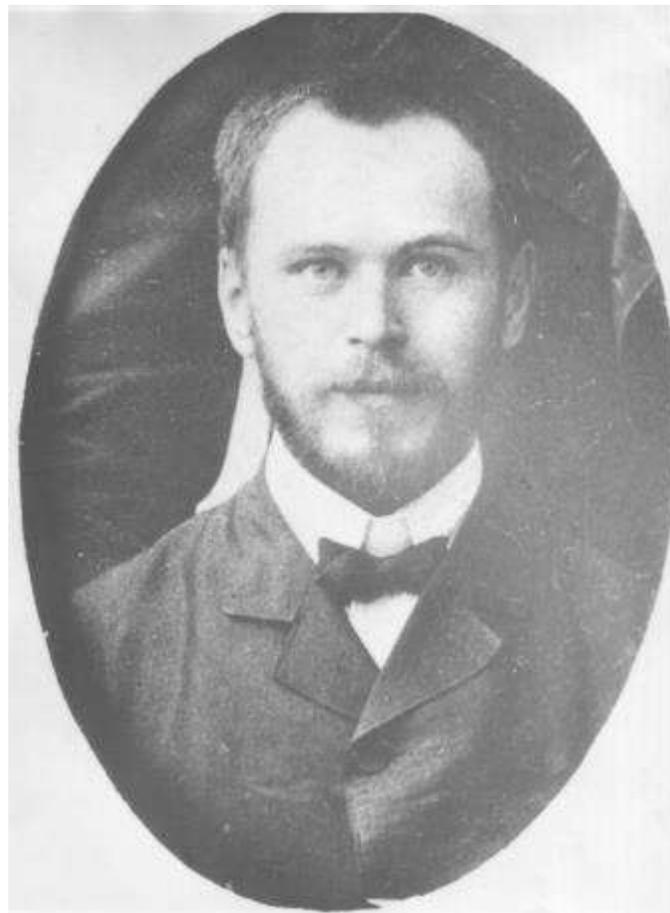
Гудков П.П.,

Соболев М.Н.,

Обручев В.А. и др.

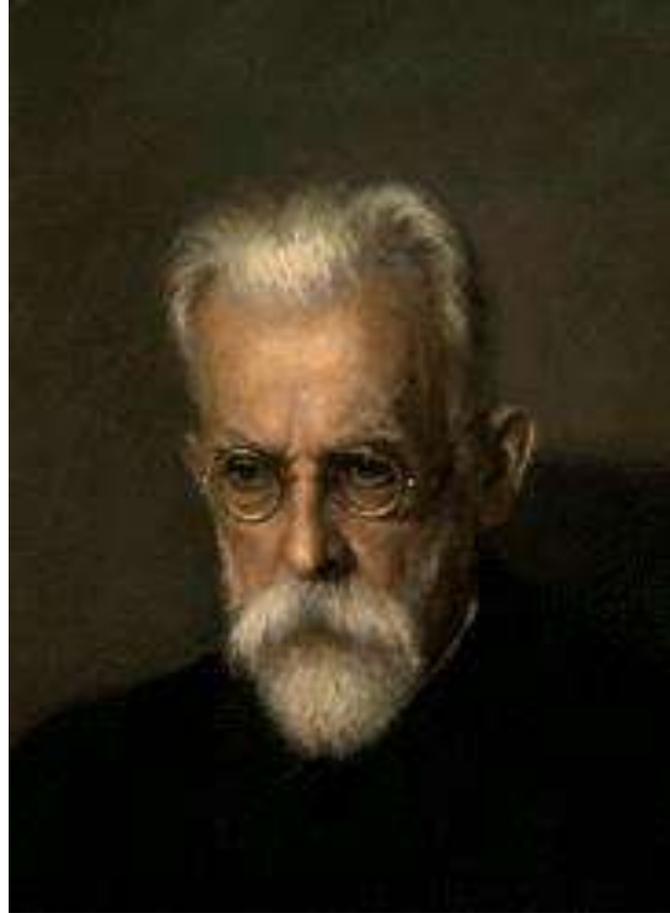
Радиоактивная Белокуриха

- В начале 1909 года с материалами по радиоактивности вод Белокурихи на XII съезде естествоиспытателей и врачей (Дневник №9, 1909-1910) были ознакомлены специалисты России.
- В 1913 году в Томске по распоряжению директора технологического института издается книга Титова В.С. «Радиоактивная эманация в водах и газах терм деревни Белокуриха на Алтае».



**«С надеждой и опасением
всматриваемся мы в
нового союзника и
защитника»**

В.И.Вернадский, 1910

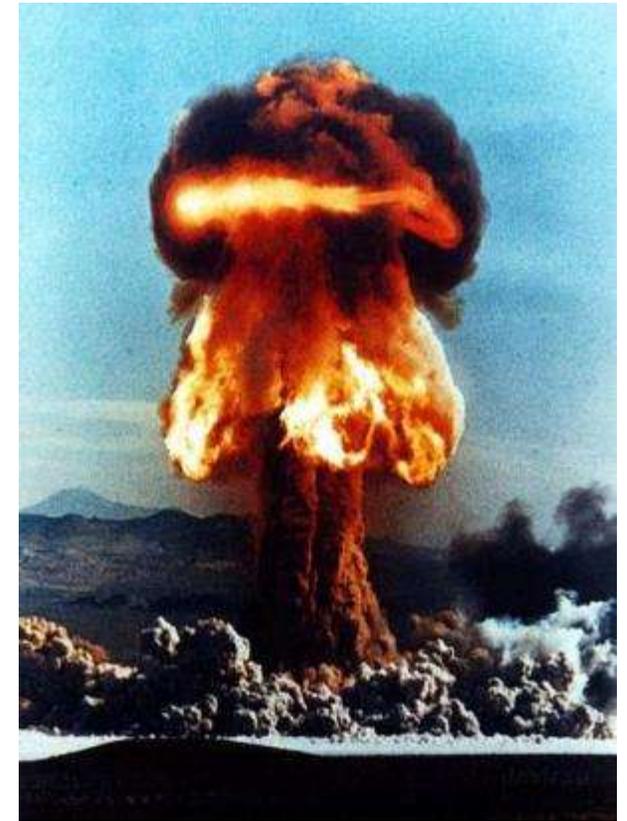


**«...научная мысль, как
планетное явление, может
оказаться самой
разрушительной
антибиосферной силой.»**

В.И.Вернадский

**«Сумеет ли человек
воспользоваться этой силой,
направить ее на добро, а не
на самоуничтожение?»**

В.И. Вернадский



Место основных радиоактивных элементов в таблице Д.И.Менделеева

1H																	2He
3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne
11Na	12Mg											13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar
19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe
55Cs	56Ba	* 57-71	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn
87Fr	88Ra	* * 89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Лантаноиды*		57La	58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu	
Актиноиды и трансурановые элементы *		89Ac	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr	

1H	Главные элементы	○	Главные структурообразующие (конституционные) химические элементы
11Na	Второстепенные элементы	///	Сопутствующие структурообразующие химические элементы
23V	Жизненно необходимые эссенциальные элементы для организма		Следовые элементы (неструктурообразующие)
82Pb	Газообразные элементы		Токсичные элементы 1-го класса опасности по ГОСТу 17.4.1.02-83
57La	Редкоземельные элементы (лантаноиды)	5B	Элементы 2-го класса опасности по ГОСТу 17.4.1.02-83
89Ac	Радиоактивные и трансурановые элементы	23V	Элементы 3-го класса опасности по ГОСТу 17.4.1.02-83

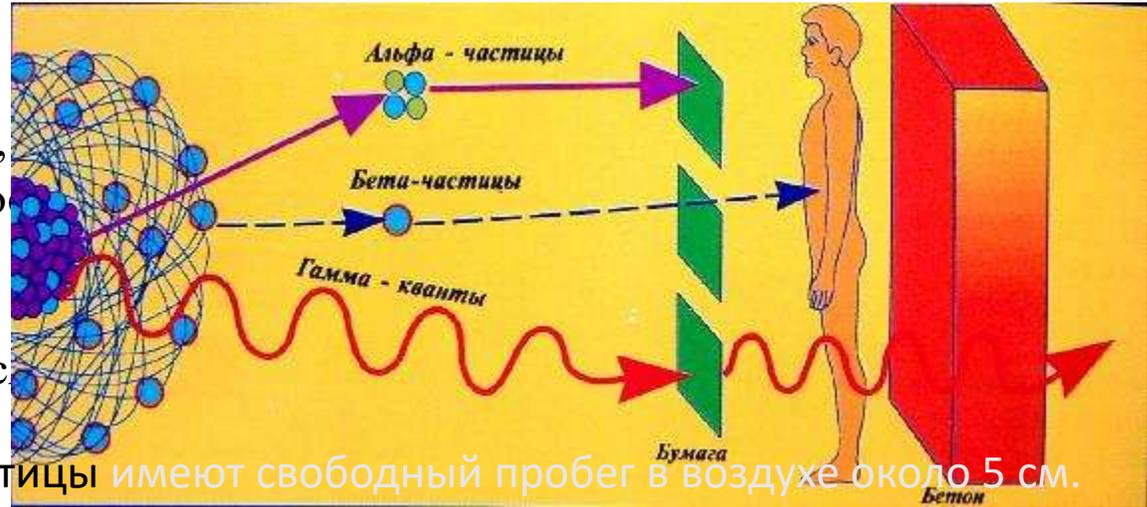
Классификация радиоактивных элементов

Естественные		Искусственные	
Долгоживущие	$^{235,238,234}\text{U}$, ^{232}Th , ^{40}K , ^{87}Rb , ^{152}Sm , ^{187}Re , ^{138}La , ^{176}Lu и др.	Осколочные элементы	$^{134,137}\text{Cs}$, ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{141}Ce , ^{140}La , ^{147}Nd , ^{99}Tc , ^{147}Pm и др.
Короткоживущие и среднеживущие	ряд урана: радон и т.д. ряд тория: торон и т.д. ряд актиноурана: актинон и т.д.	Продукты активации	^{54}Fe , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{22}Na , ^{32}P и т.д.
Постоянно образующиеся в природе в результате ядерных реакций с протонами, нейтронами и другими частицами космического и земного происхождения	$^{14}\text{N} (n,p) \text{ — } ^{14}\text{C}$ ($5,8 \cdot 10^3$ лет) $^6\text{Li} (n) \text{ — } ^3\text{H}$ (12,3 года) $^2\text{H} (n,y) \text{ — } ^3\text{H}$ $^2\text{H} (n,p) \text{ — } ^3\text{H}$ $^{238}\text{U} (n,y) \text{ — } \beta \text{ — } ^{237}\text{Np}$ $\text{— } \beta \text{ — } ^{239}\text{Pu}$ (ничтожно малые количества). Спонтанное деление ^{238}U приводит к образованию ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{147}Pm и т.д.	Элементы ядерных реакций присоединен ия	Нептуний (Np) Плутоний (Pu) Америций (Am) Кюрий (Cm) Берклий (Bk) Калифорний (Cf) --- Менделевий (Md) и т.д.

Проникающая способность разных видов излучения

Разные виды излучений обладают разной проникающей способностью, поэтому они оказывают неодинаковое воздействие на ткани живого организма. В частности, альфа-излучение (ядра гелия) задерживается листком бумаги.

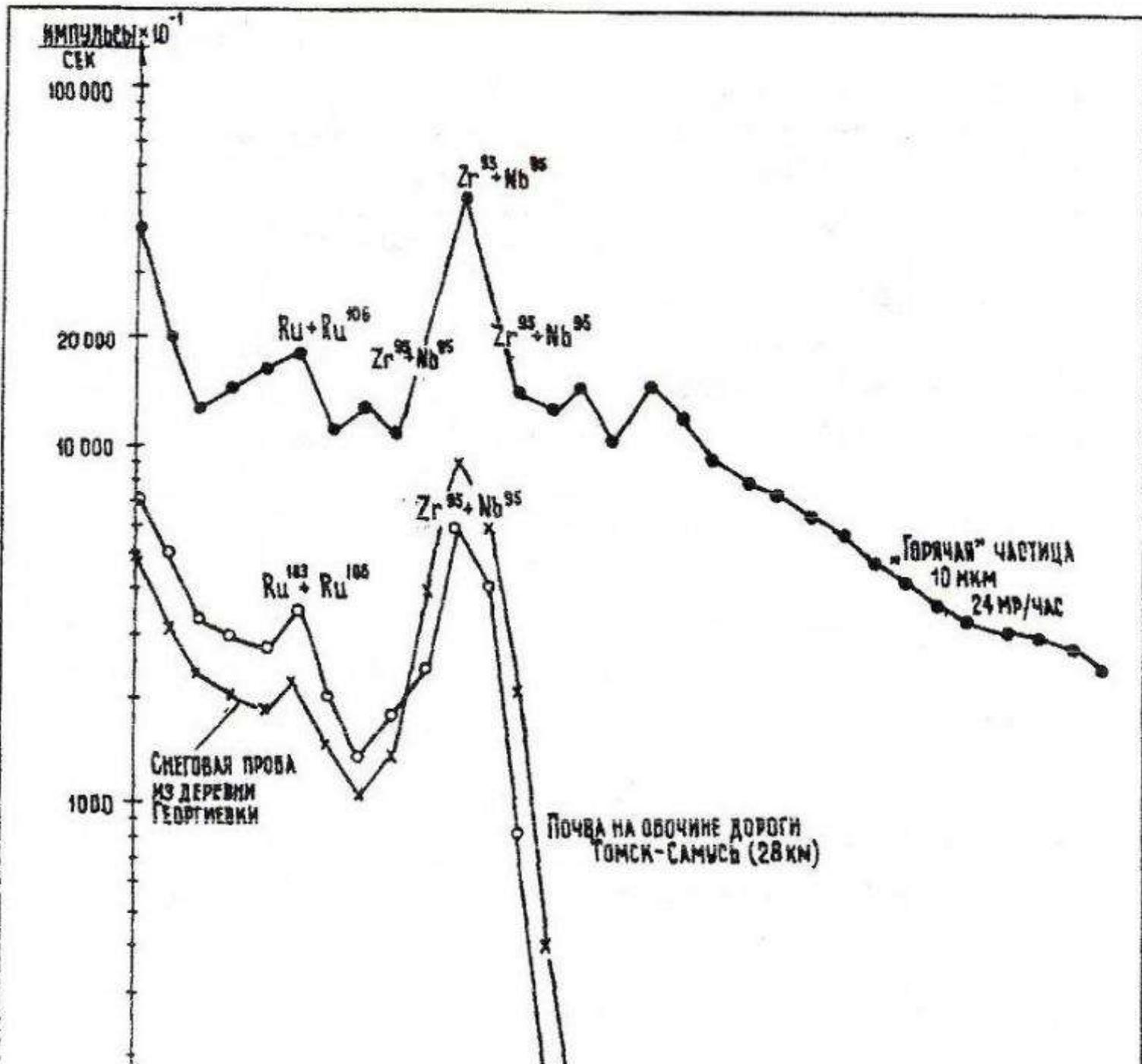
Испускаемые радием-226 альфа-частицы имеют свободный пробег в воздухе около 5 см.



Альфа-излучение не может проникнуть внутрь организма через кожный покров, поэтому практически не представляет опасности для человека до тех пор, пока сам изотоп, испускающий альфа-лучи, не попадет внутрь организма с пищей или вдыхаемым воздухом; тогда это излучение становится чрезвычайно опасным. Альфа-частицы, ввиду своей большой массы, наносят весьма сильное поверхностное поражение биологическим объектам.

Бета-излучение, представляющее собой поток электронов, обладает значительно большей проникающей способностью, чем альфа-излучение. Электроны, испускаемые радионуклидами, могут проходить в воздухе расстояние до 10 метров и проникать в ткани организма на глубину один-два сантиметра. Однако они легко задерживаются тонким слоем металла. Наибольшее поражение бета излучение наносит при попадании радионуклида внутрь организма.

Проникающая способность **гамма-квантов**, которые представляют собой жесткое электромагнитное излучение, существенно больше. Полностью остановить гамма-излучение может лишь толстая бетонная или свинцовая плита.



Период полураспада

Время, за которое распадается примерно половина от общего количества радионуклида, называется периодом полураспада. Таким образом, в течение одного периода полураспада из 100 атомов радионуклида остаются только 50. Скорость радиоактивного распада у разных радионуклидов различна - одни распадаются быстрее, другие медленнее [1].

Элемент	Период полураспада	Элемент	Период полураспада
Тритий	12,3 года	Йод-131	8,04 суток
Углерод-14	5370 лет	Йод-129	17 млн.лет
Криптон-85	10,72 года	Стронций-90	28,5 лет
Цезий-137	30 лет		

Все радиоактивные элементы распадаются по закону радиоактивного распада

$N = N_0 * e^{-\lambda t}$, где N_0 - число радиоактивных атомов в начальный момент времени появления нуклида (t_0);

e - основание натурального логарифма (2,718);

λ - постоянная радиоактивного распада, характеризующая вероятность распада ядра атома какого-либо нуклида в единицу времени; она различна для разных радионуклидов;

t - время, прошедшее от t_0 .

Постоянная радиоактивного распада определяет так называемый период полураспада (T), промежуток времени, требующийся для уменьшения первоначального числа радиоактивных ядер в 2 раза:

$$T = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda.$$

Период полураспада $T_{1/2}$ является одной из основных характеристик радиоактивного вещества.

Упрощённая схема рядов распада некоторых естественных радионуклидов

^{238}U	99,27% от всего урана планеты	\downarrow	U^{235}	0,7024% от всего урана планеты	\downarrow	Th^{232}	100% всего элемента планеты
	$T^{1/2} = 4,5 \cdot 10^9$ лет			$T^{1/2} = 7,04 \cdot 10^8$ лет			$T^{1/2} = 1,4 \cdot 10^{10}$ лет
^{226}Ra	$T^{1/2} = 1622$ лет		^{223}Ra	$T^{1/2} = 11,44$ дня		^{224}Ra	$T^{1/2} = 3,64$ дня
^{222}Rn	газ без цвета и запаха		^{223}Rn	Газ		^{220}Rn	Газ
	$T^{1/2} = 3,82$ дня		(An)	$T^{1/2} = 3,96$ сек		(Tn)	$T^{1/2} = 54,5$ сек
	$T^{1/2} = 138,4$ сут.		^{211}Bi	$T^{1/2} = 2,15$ мин		^{212}Bi	$T^{1/2} = 60,6$ мин
^{210}Po	нерадиоактивен		^{207}Pb	нерадиоактивен		^{208}Pb	нерадиоактивен

Основные альфа - излучатели в рядах:

^{238}U	^{235}U	^{232}Th
^{234}U	^{231}Pa	^{228}Th (Ra, Th)
^{230}Th	^{227}Th	^{224}Ra (ThX)
^{226}Ra	^{223}Ra	^{220}Rn (Tn)
^{222}Rn	^{215}Po	^{216}Po (ThA)
^{210}Po	^{211}Po	^{212}Bi (ThC)
	^{211}Bi	^{212}Po (ThC')

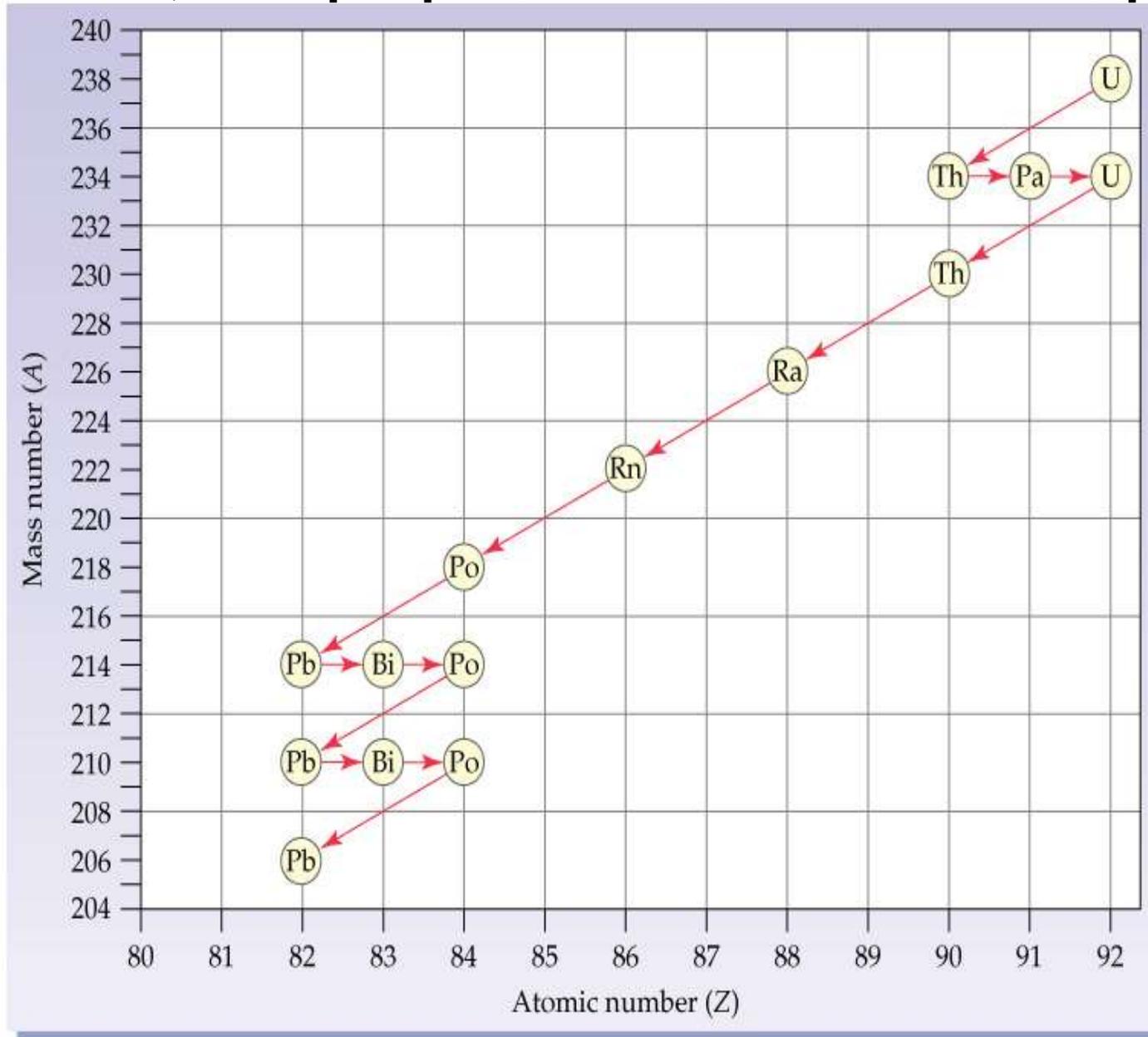
Основные бета - излучатели в рядах:

^{234}Th (UX ₁)	^{231}Th	^{228}Ra (MsThI)
^{234}Pa (UX ₂)	^{227}Ac	^{228}Ac (MsThII)
^{214}Pb (RaB)	^{211}Pb	^{212}Pb (ThB)
^{214}Bi (RaC)	^{207}Tl	^{212}Bi (ThC)
^{210}Bi (RaE)		^{208}Tl (ThC'')

Основные гамма - излучатели в рядах:

^{214}Pb (RaB)	^{228}Ac
^{214}Bi (RaC)	^{228}Th (RaTh)
	^{212}Pb
	^{212}Bi
	^{208}Tl

Доказать бренность существования химических элементов, т.е. превращение одних атомов в другие



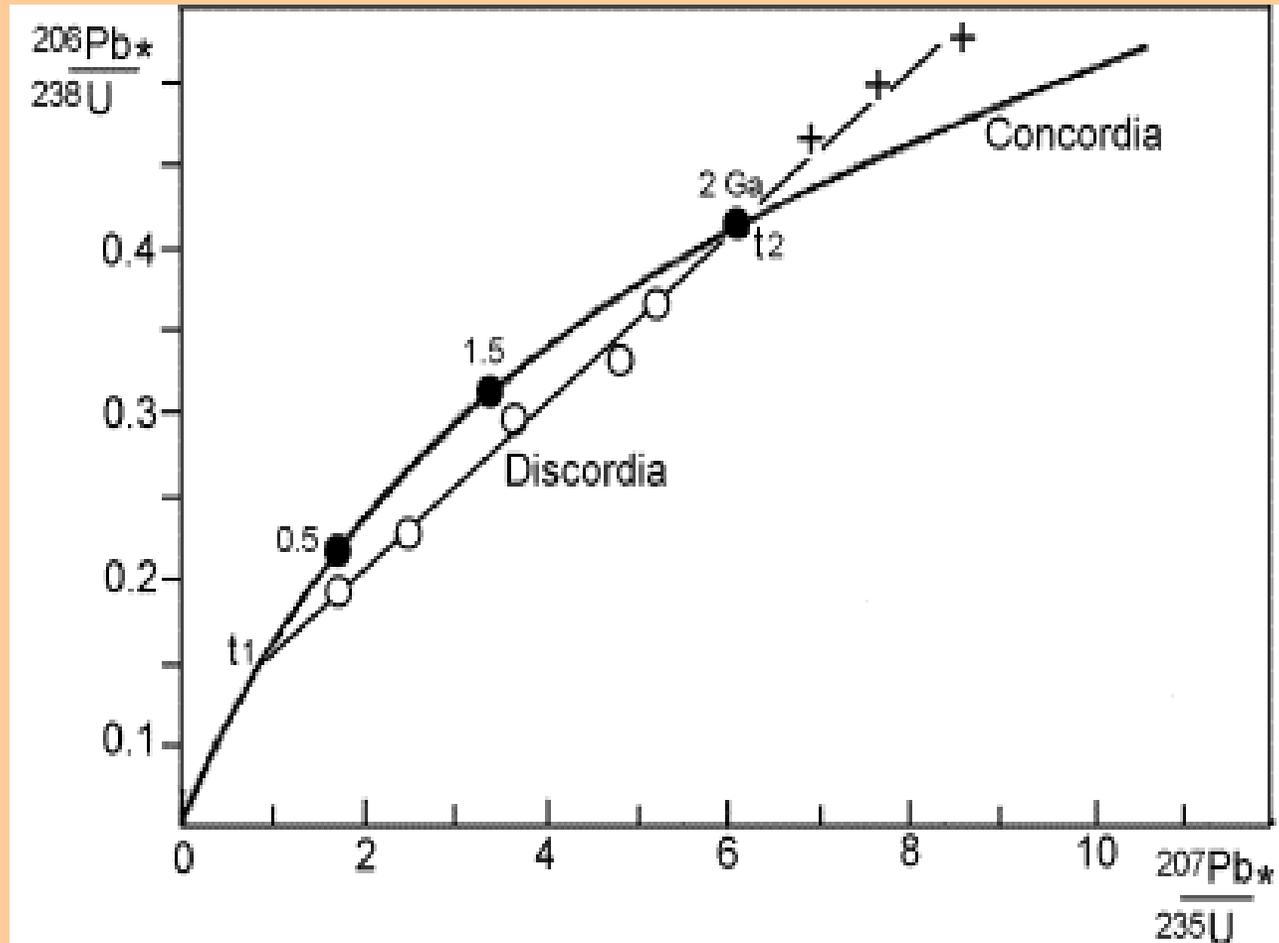
Цепочка
радиоактивного
распада урана-238

Определить время образования природных систем

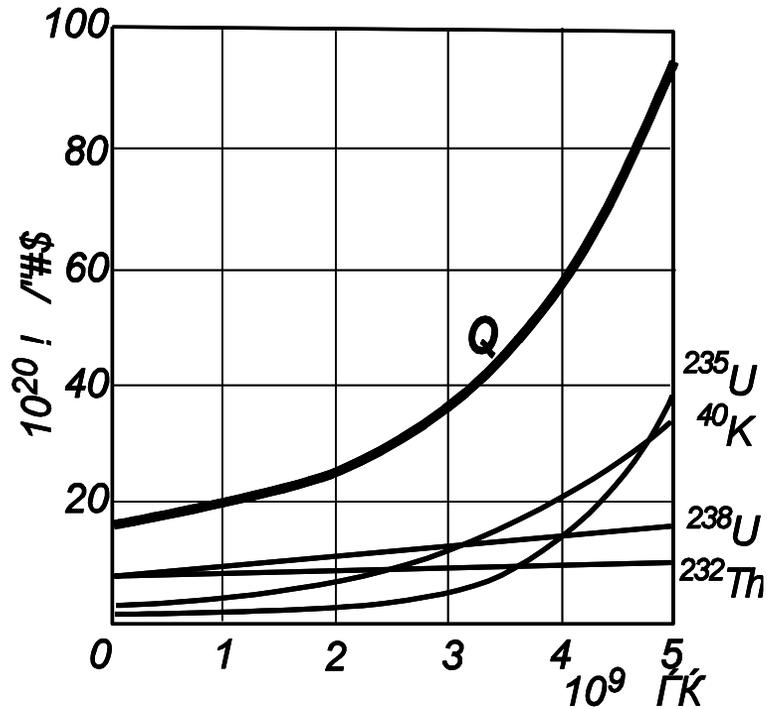
Время нуклеосинтеза (по модели внезапного нуклеосинтеза) – $6,4 \cdot 10^9$ лет; Солнечной системы – $4,55 \cdot 10^9$ лет .

Методы:

U-Pb,
Th-Pb,
Pb-Pb,
Rb-Sr,
Sm-Nd,
и др.



Выявить один из главных источников тепла планеты (радиоогенное тепло)



Гипотеза о раннем этапе расплавленного состояния планеты долгое время трактовала термическую историю Земли как процесс постепенного остывания ее вещества.

Профессор минералогии и геологии в Дублине Джон Джоли вывел руководящую идею радиогеологии – новый источник внутреннего тепла Земли.

Появилась основа для гипотезы холодной агломерации планеты.

Энергия, выделяющаяся при радиоактивном распаде (U^{238} – 0,94 Вт/г; Th^{232} – 0,26 Вт/г; K^{40} – 0,29 Вт/г и т.д.) играет важную роль в тепловом балансе планеты («радиоогенное тепло»)

The Department has organized and hold four International conferences “Radioactivity and radioactive elements in environment” with the proceedings publishing

I-1996



РАДИОАКТИВНОСТЬ И РАДИОАКТИВНЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

RADIOACTIVITY AND RADIOACTIVE ELEMENTS IN
HUMAN ENVIRONMENT

ТОМСК 1996

II-2004

Министерство образования и науки РФ
Федеральное агентство по образованию
Томский политехнический университет
Академия наук РФ
Общественный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН
Институт геологии СО РАН
Министерство природных ресурсов РФ
ФГУП «Удольская радиация»
Федеральное агентство по атомной энергии РФ
ФГУП «Сибирский завод ядерных элементов»
Администрация Томской области
Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды
Национальная ключевая компания Казахстана «Базальтонурс»



ТОМСК 18 - 22 октября 2004

РАДИОАКТИВНОСТЬ И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

RADIOACTIVITY AND RADIOACTIVE ELEMENTS
IN ENVIRONMENT

МАТЕРИАЛЫ
II Международной конференции

г. Томск
18 - 22 октября 2004 г.

Издательство «Тандем-Арт»
Томск 2004

III-2009

РАДИОАКТИВНОСТЬ
И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
В СРЕДЕ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА



МАТЕРИАЛЫ
III Международной конференции

IV- 2013

Federal State Scientific Center of Higher Professional Education
National Research Tomsk Polytechnic University
Siberian Academy of Sciences
Siberian Institute of Geology and Mineralogy, SB RAS
Tomsk Oblast Administration
Department of Natural Resources and Environmental Protection
JSC "Department of
Tomsk Federal Polytechnic University "Tomsk"
JSC "Nobelspektrol" LLC "Nobelspektrol"

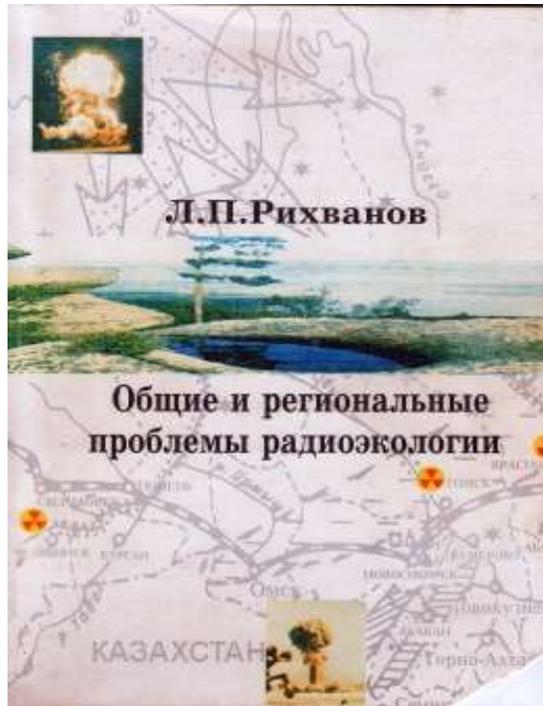


RADIOACTIVITY
AND RADIOACTIVE
ELEMENTS IN
ENVIRONMENT

PROCEEDINGS OF
IV INTERNATIONAL CONFERENCE

Tomsk, June 4-6, 2013

Books and tutorials on the geochemistry of radioactive elements and radioecology

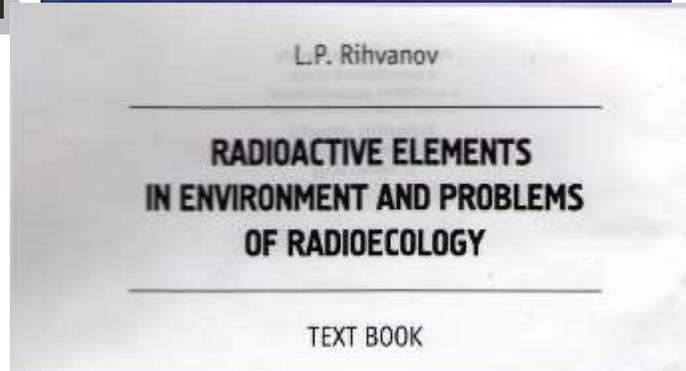
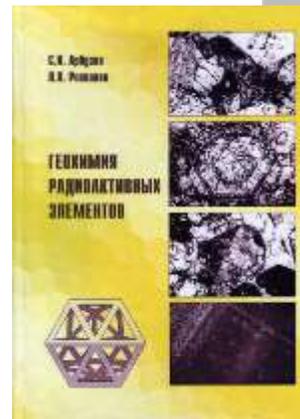
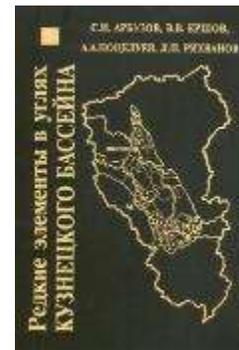


Rikhvanov L.P.
GENERAL AND REGIONAL PROBLEMS OF RADIOECOLOGY
-TOMSK: PUBLISHING HOUSE OF THE TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY
1997.-384 p.



RADIOGEOCHEMICAL TYPIFICATION OF ORE-MAGMATIC FORMATIONS (by the example of the Altai-Sayan folded area)

2002



L.P. Rikhvanov

RADIOACTIVE ELEMENTS IN ENVIRONMENT AND PROBLEMS OF RADIOECOLOGY

TEXT BOOK

Естественные радионуклиды

Материнские изотопы

- Уран (238, **235**, 234)
- Торий (только 232)
- Изотоп калия (К-40)

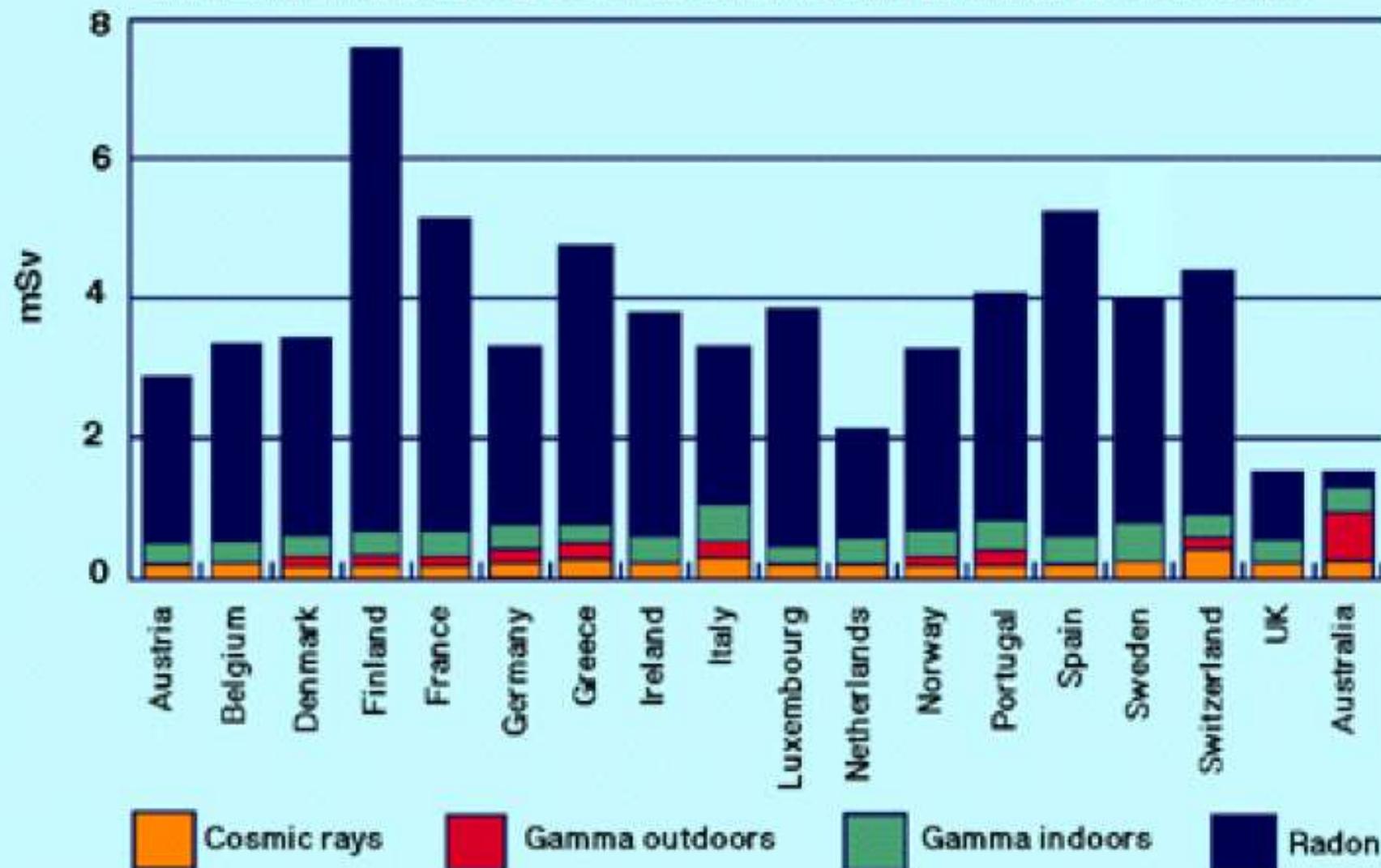
99,9 % радиоактивности (мощности экспозиционной дозы, мкР/ч) нашей планеты обусловлена этими изотопами.

Есть редко встречающиеся природные радионуклиды-изотопы Sm, Nd, Rb и др., но их вклад ничтожен

Продукты распада, представляющие радиоэкологическую опасность

- Ra, **Rn** (газ) , Po
- Tn (газ)

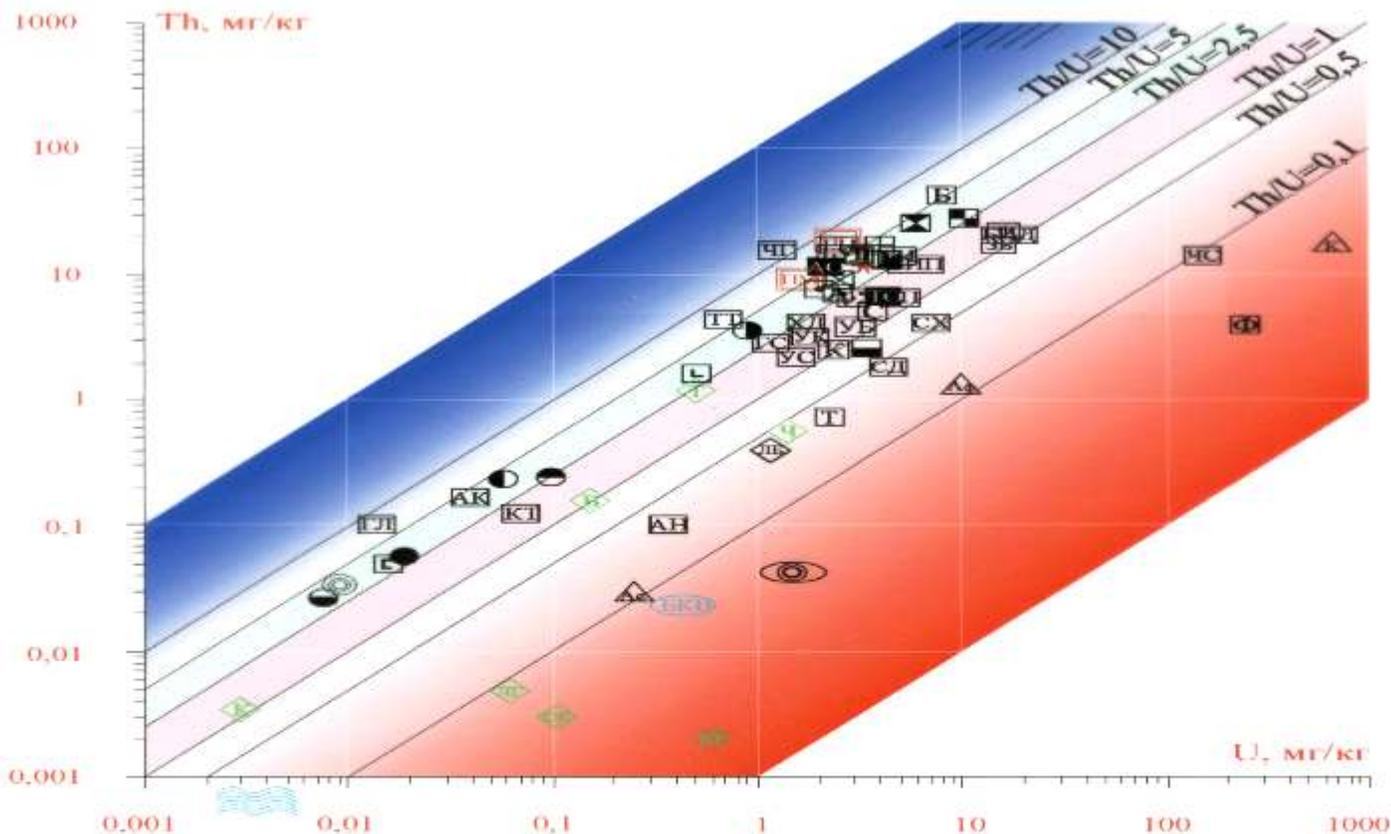
AVERAGE ANNUAL DOSES FROM NATURAL RADIATION SOURCES



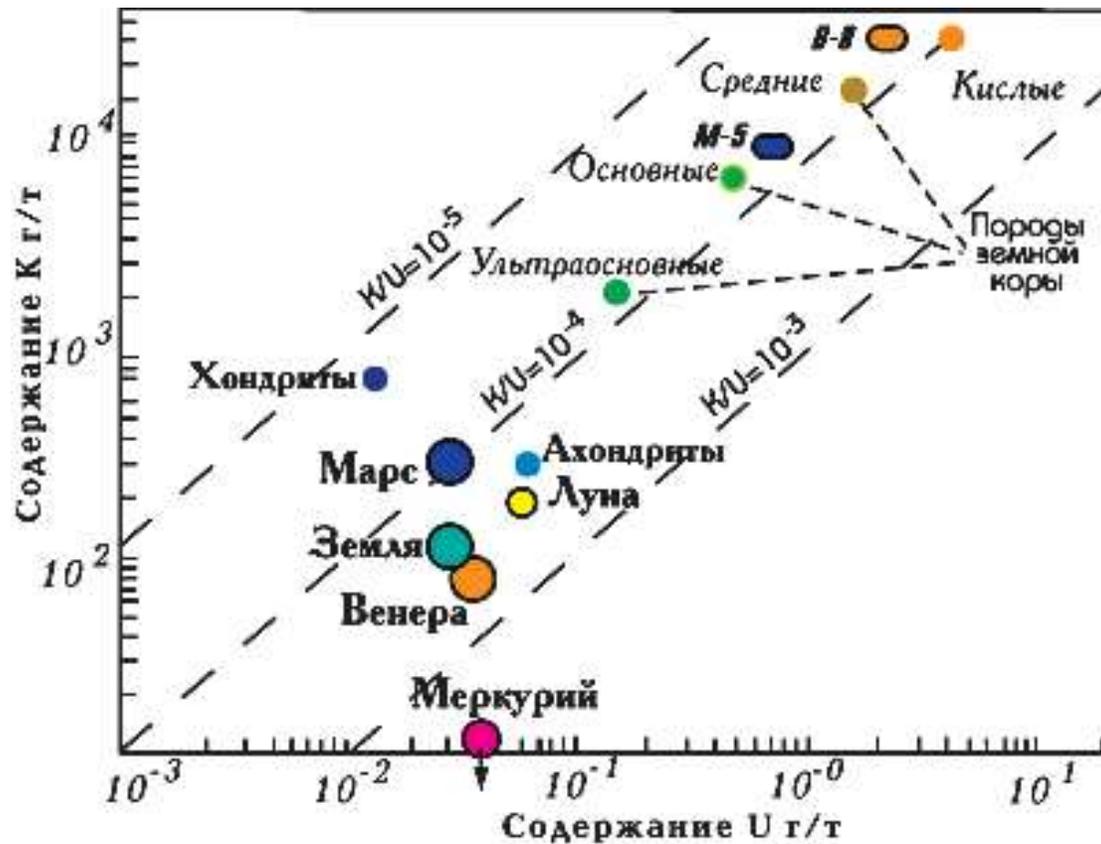
European data from NRPB, Australian from ARPANSA

«**Всюдность**» естественных радиоактивных элементов в материальном мире на сегодняшний день хорошо показано многими поколениями исследователей.

Генерализованная схема радиогеохимических характеристик объектов геосферных оболочек

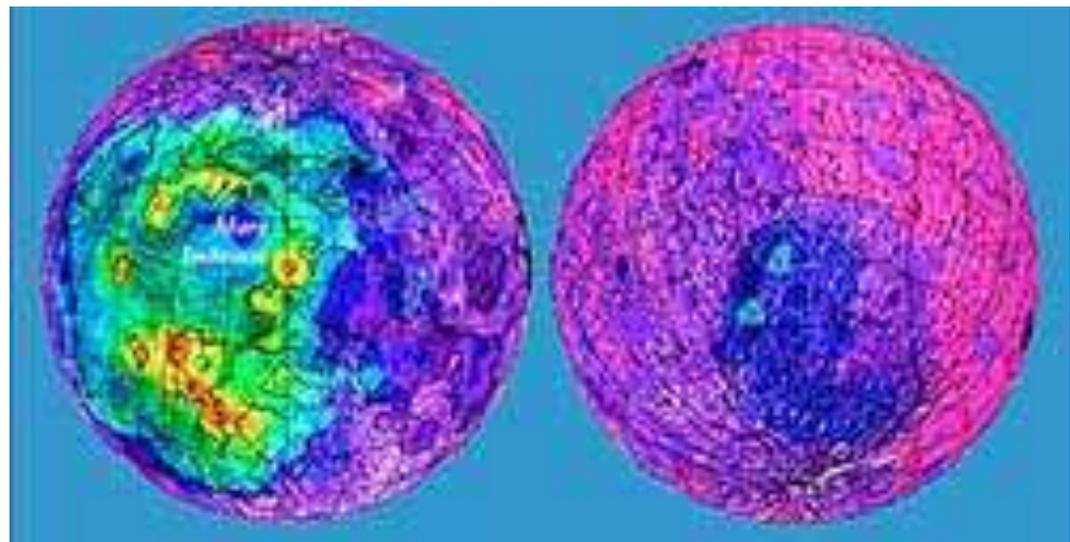


- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ☉ - Солнечная система 🌍 - Земля 🌬️ - Луна 👤 - Хондриты 🌋 - Валовый состав континентальной коры 🌋 - Океаническая кора 🌋 - Ультраосновные породы 🌋 - Основные породы 🌋 - Породы среднего состава (диориты) 🌋 - Породы кислого состава (граниты) 🌋 - Щелочные граниты 🌋 - Агтагитовые нефелиновые сиениты 🌋 - Гранодиориты 🌋 - Сланцы обмановые 🌋 - Алмазоносные Kimberlites, Африка 🌋 - Глины 🌋 - Уголь Сибири 🌋 - Уголь каменный 🌋 - Уголь бурый 🌋 - Торф покровный (зольность 60%), юга Сибири 🌋 - Торф юга Сибири 🌋 - Зола каменных углей 🌋 - Зола бурых углей 🌋 - Гипс 🌋 - Фосфориты 🌋 - Черные сланцы | <ul style="list-style-type: none"> 📦 - Коматиты зеленокаменных поясов Сибири 📦 - Породы чарнокит-гранулитовой формации 📦 - Породы тоналит-трондземитовой формации 📦 - Гнейсы Сивитовые 📦 - Карбонатные породы 📦 - Пески прибрежные 📦 - Бокситы 📦 - Галит 📦 - Агидрид 📦 - Поле реализации монацитовых илювиальных песков 📦 - Красные глубоководные глины (ТО - Тихий океан, АО - Атлантический) 📦 - Глубоководные Fe-Mn конкреции дна Тихого Океана 📦 - Сапронель, юг Томской области 📦 - Лессы Китая 📦 - Асфальтены нефтей 📦 - Асфальтены нефтей 📦 - Керогены нефтей 📦 - Кораллы, южная часть Тихого океана 📦 - Солевые отложения (наквиль) из питьевых вод населенных пунктов Трмского района 📦 - Биогенные илы Тихого океана 📦 - Глубоководные современные донные отложения оз. Байкал | <ul style="list-style-type: none"> 📦 - Пелит-диатомовые илы оз. Байкал 📦 - Алевропелитовые илы оз. Байкал 📦 - Донные отложения устья рек оз. Байкал 📦 - Донные отложения оз. Тельцкого, Алтай 📦 - Донные отложения солевых озер, Алтай 📦 - Донные отложения сульфатно-хлоридных озер, Алтай 📦 - Донные отложения хлоридных озер, Алтай 📦 - Почвы юга Западной Сибири 📦 - Почвы Мира 📦 - Пылевстрельные выпадения 📦 - Вода оз. Байкал 📦 - Вода морская 📦 - Плазма крови человека, юг Сибири 📦 - Скорлупа дроздов, юг Сибири 📦 - Зола травянистой растительности, юг Сибири 📦 - Остромордая лягушка, юг Томской области 📦 - Волосы детей, юг Сибири 📦 - Зола черники, юг Сибири 📦 - Зола лабазника, юг Сибири |
|---|---|--|

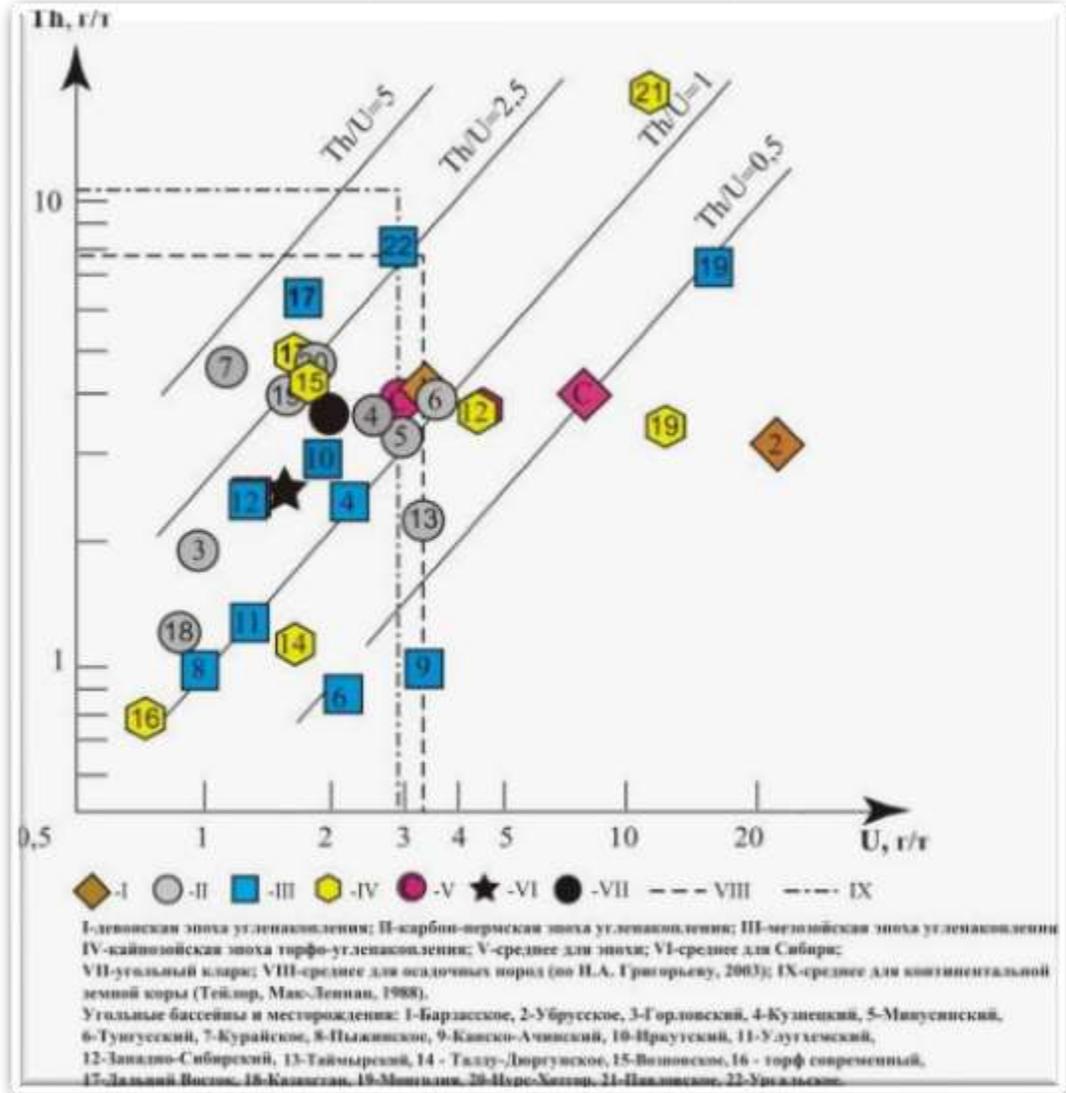


С помощью γ -спектрометров, установленных на космических аппаратах, получены первые числовые значения, характеризующие распределение урана, тория и калия в планетах Солнечной системы.

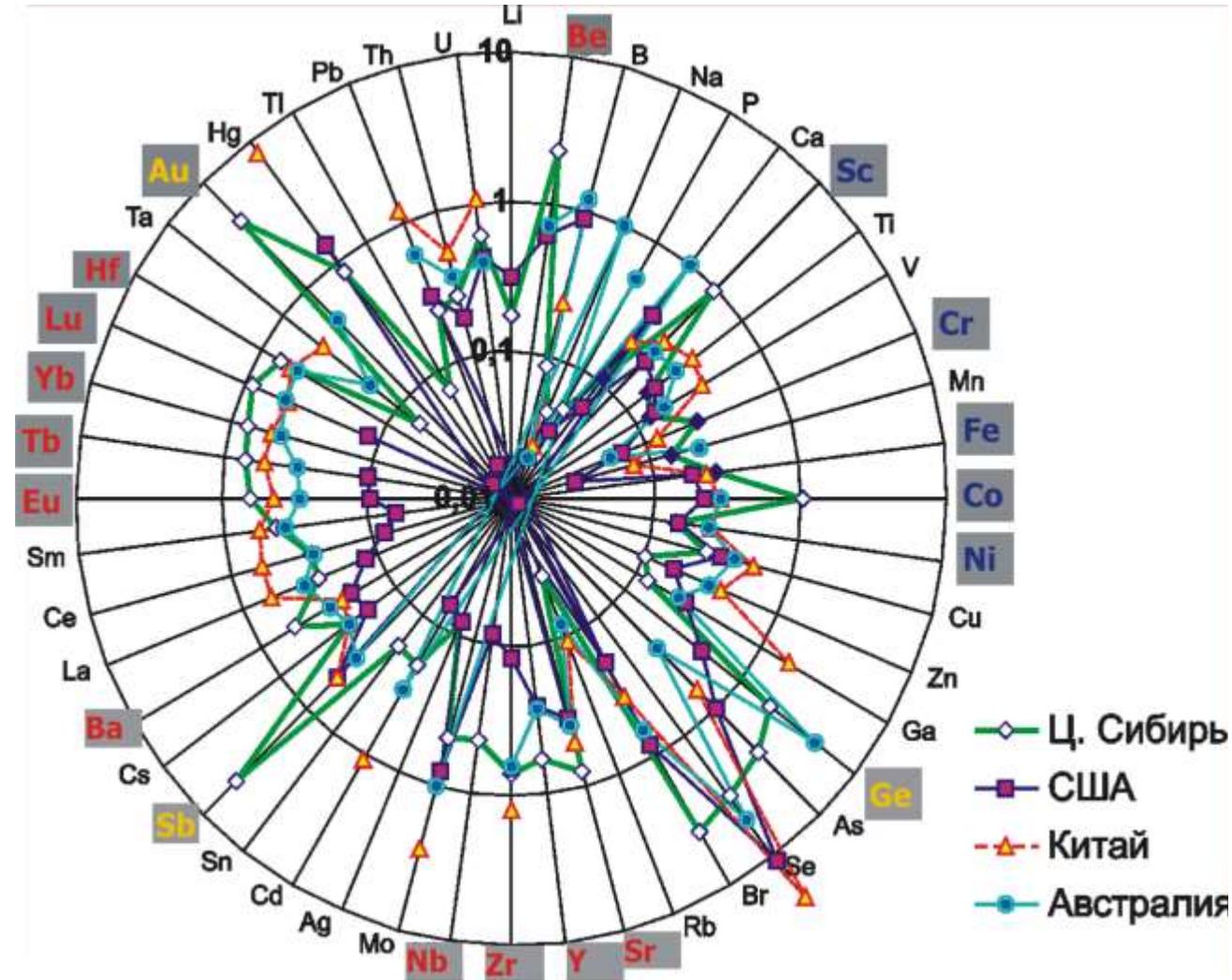
Распределение тория в приповерхностном слое Луны



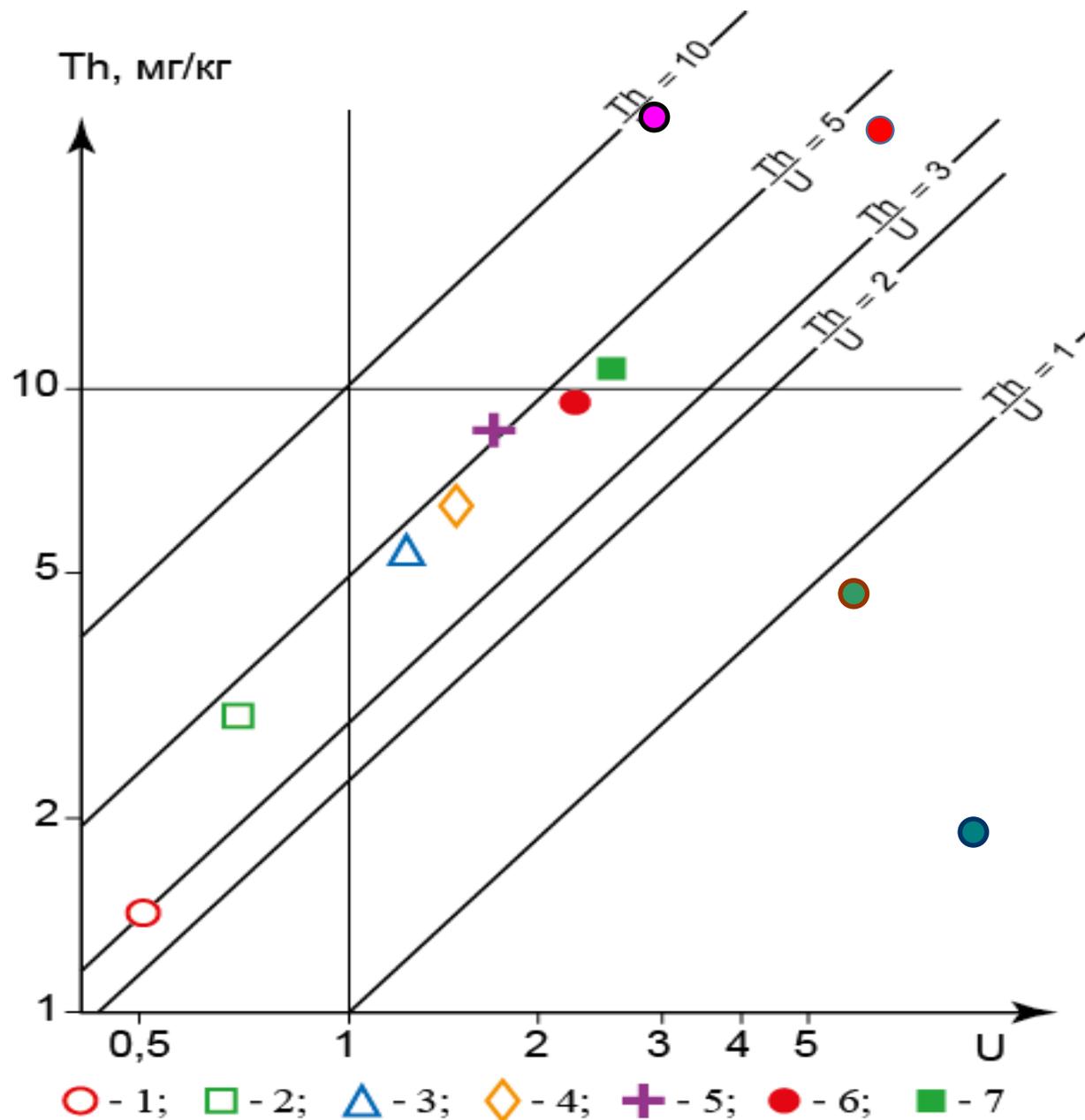
Радиоактивные элементы в углях азиатской части России и Монголии (по С.И.Арбузову)



Нормированные (к среднему в земной коре) кривые распределения элементов в углях Сибири, США, Австралии и Китая (по С.И.Арбузову)



Радиогеохимическая типизация почв

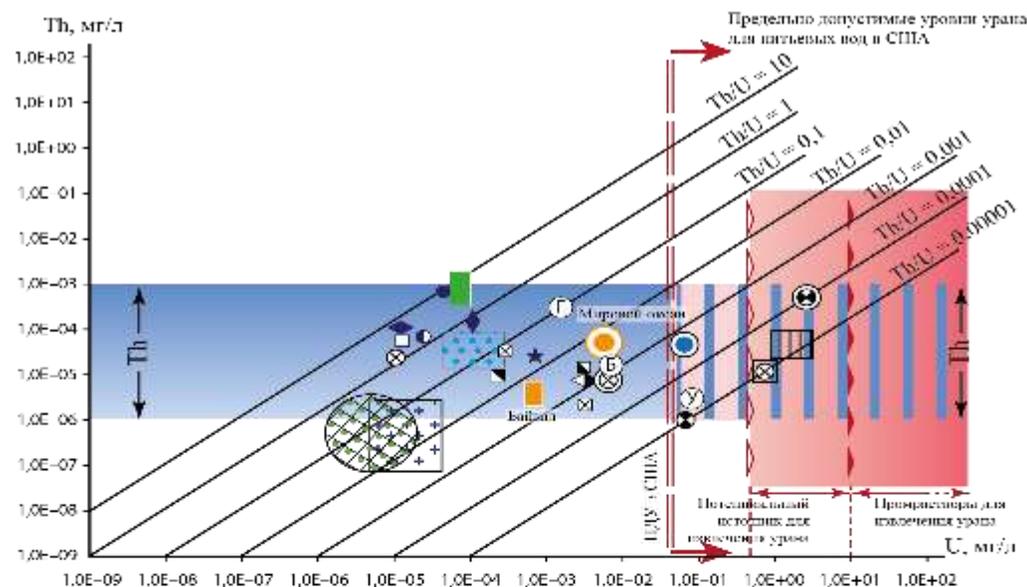


Генетические типы:

- 1 – торфяные
- 2 - подзолистые;
- 3 - дерново-подзолисте;
- 4 - серые лесные;
- 5 - черноземы;
- 6 - каштановые
- 7 - сероземы

- - Почвы острова Ниуе
- - Почвы провинции Гуандун, Китай
- - Почвы Посус-ди-Кальдас, Бразилия
- - Почвы Французского региона Овернь

Радиогеохимическая типизация вод гидросферы



- | | | | |
|----|--|---|---|
| ⊗ | радоновые источники Тувы (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊗ | снеготалые воды острова Шпицберген |
| ◆ | подземные воды Томского подзабора (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊙ | снеготалые воды ледников Алтая, Акту |
| ★ | среднее по водам Томского региона (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊕ | вода живых организмов, органы и ткани свиньи обыкновенной |
| ◆ | воды Терсинского источника (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊖ | солёные озера Монголии (по В.П. Юсупову и др.) |
| ⊗ | пресные воды Республики Тува (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ■ | грунтовыми вода оазисов Бахария и Фарафрис, Египет (по Adel Dabous) |
| ◀▶ | воды р. Тугойковка, Томский регион (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ■ | вода оз. Байкал |
| ⊗ | источник Уш Бельдыр (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊙ | воды Мирового океана (по Р.А. Хорну) |
| ⊙ | минерализованные воды (рассол) озер Тувы (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊙ | подземные воды района г. Улан-Удэ |
| ⊙ | воды р. Улатай, Тува (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊙ | воды источника Арангатай, район оз. Байкал |
| ⊙ | воды ручья Арыскал, Тува (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊙ | подземные воды Боргойской впадины, Бурятия |
| ⊗ | вода солёного озера Дус-Холь, Тува (по Ю.Г. Копыловой и др.) | ⊙ | подземные воды Туники, Вос.г. Санкт |
| ⊙ | Горхон, Прибайкалье | | |
| ● | подземные рассолы Сибирской платформы (по А.Г. Вахрамееву) | | |
| ⊙ | Полярный Урал (по Н.В. Гусевой) | | |

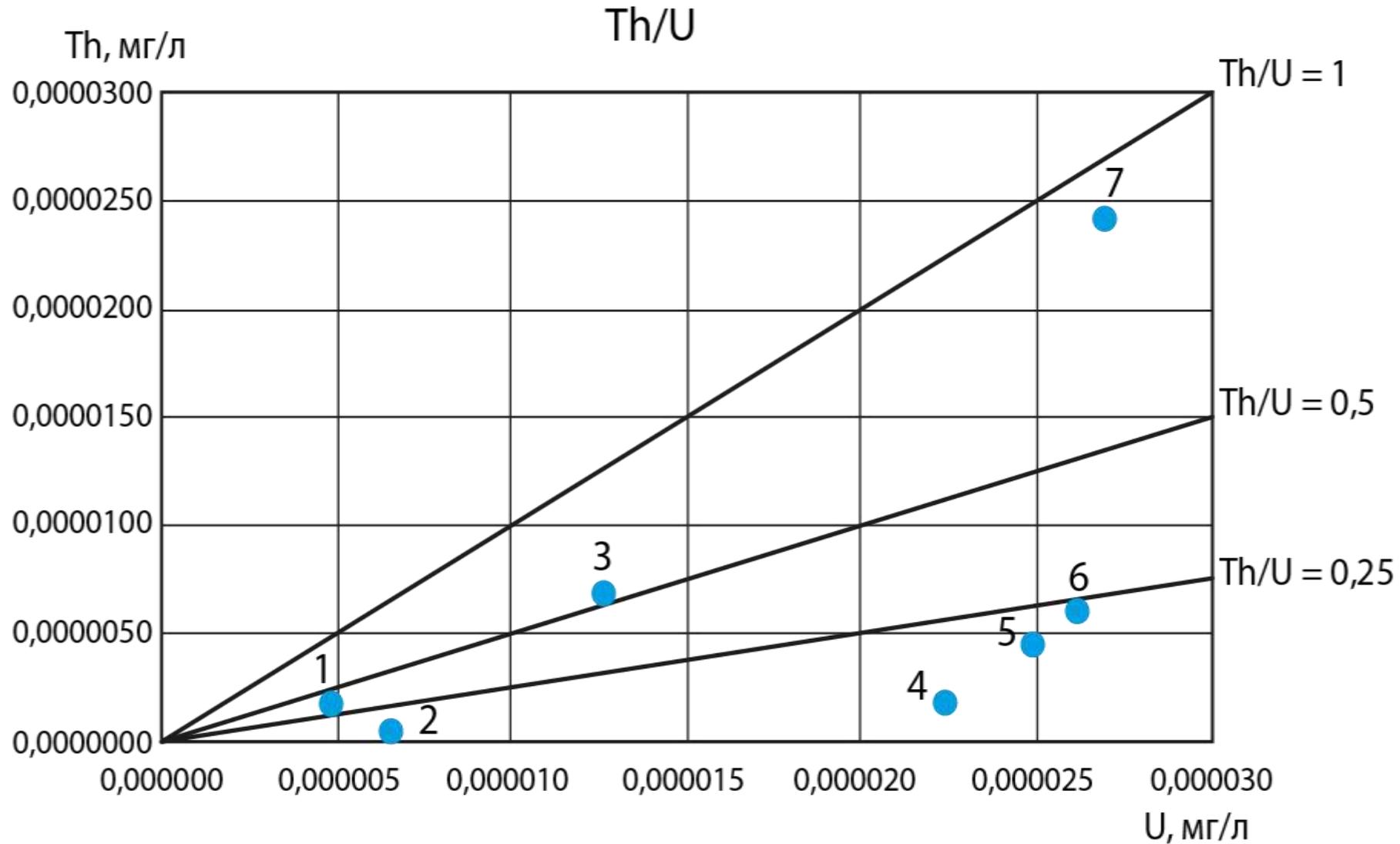
В Калифорнии и ряде штатов в центре страны в подземные воды просочились радиоактивные элементы. Об этом в интервью RT заявила младший преподаватель университета Небраска-Линкольн Кэрри Уэмбер



- По оценкам Агентства по охране окружающей среды США, безопасный уровень содержания урана составляет 30 микрограмм на литр. Как отмечает сотрудница университета, когда этот порог превышает, у людей могут возникнуть проблемы с почками или костной системой. Кроме того, увеличивается риск развития рака

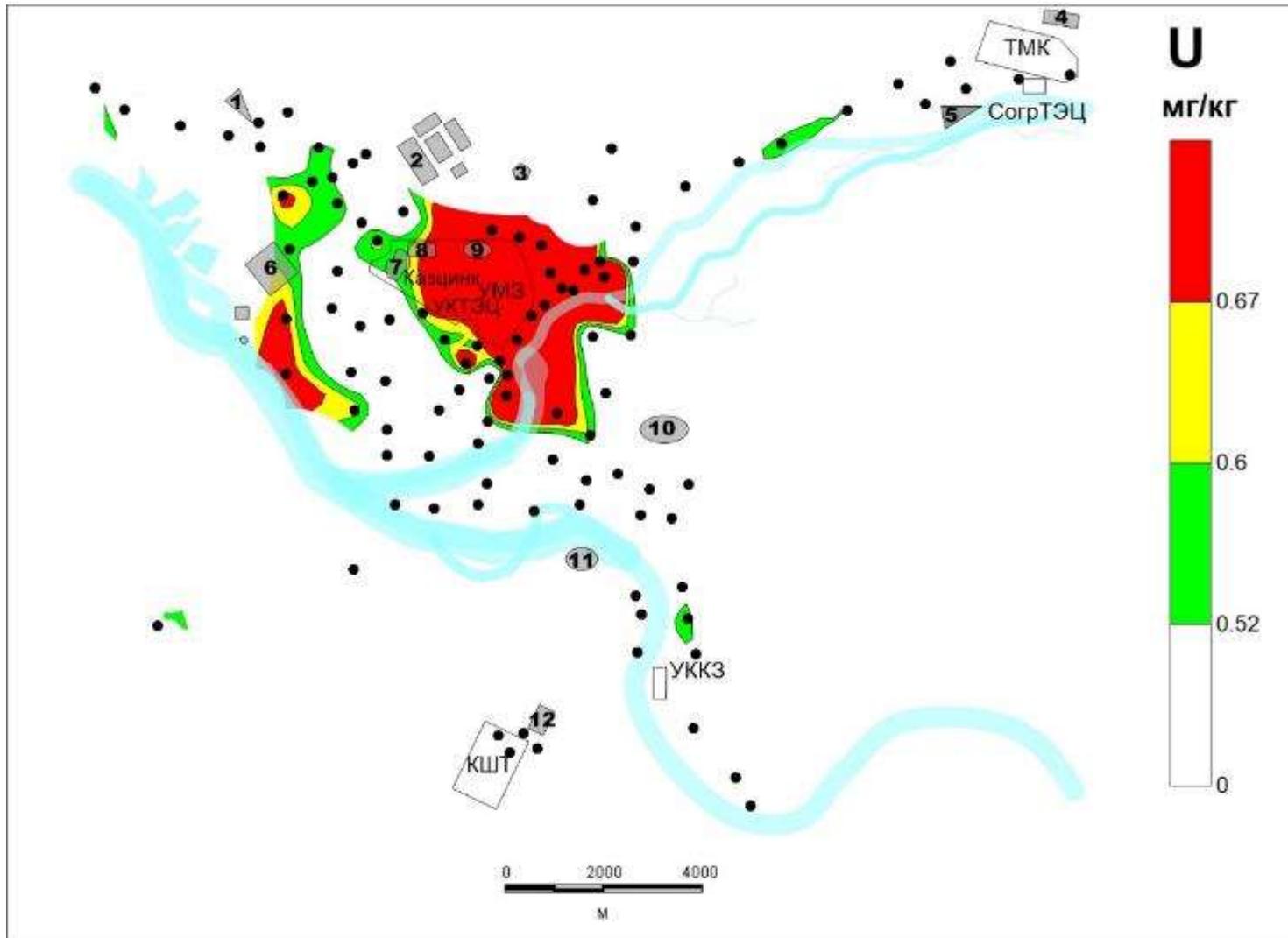
«Исходя из имеющихся данных, мы пришли к выводу, что в этом случае нитраты способствуют растворению природного урана....»

Радиогеохимическая типизация воды, выделенной из органов и тканей свиньи (*Suscrofa domesticus*).

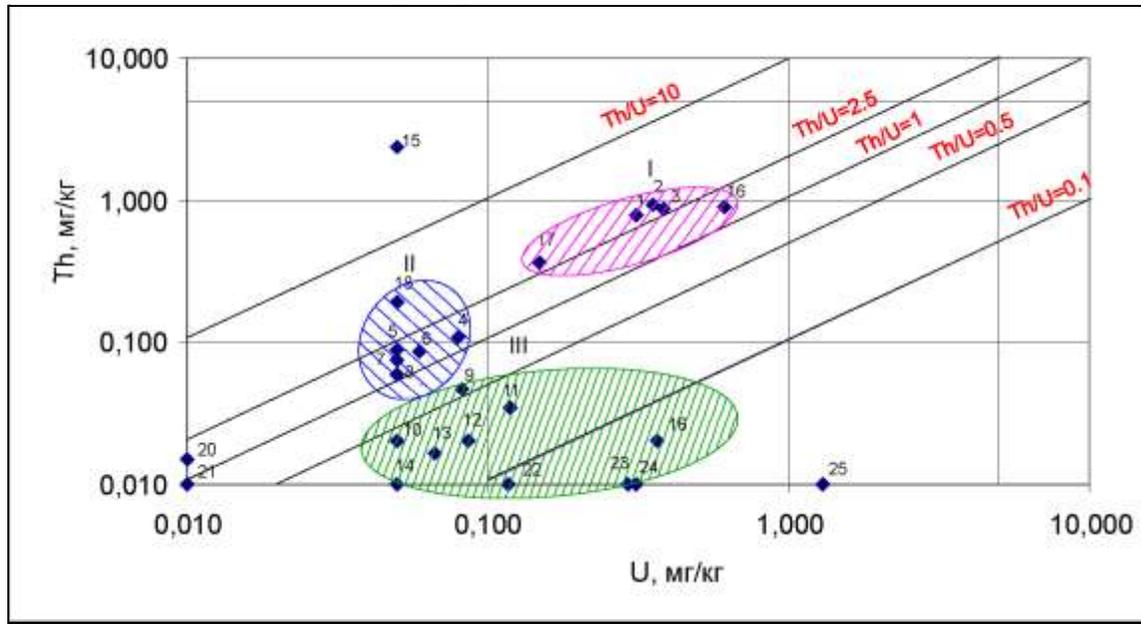


- 1 – печень,
- 2 – мышцы,
- 3 – легкое,
- 4 – почка,
- 5 – подкожный жир,
- 6 – кровь,
- 7 – селезенка.

Уран в листьях тополя в районе УМЗ, г.Усть-Каменогорск (по А.Р. Ялалтдиновой и др.)



Поля отношения тория и урана в волосах жителей Томской области



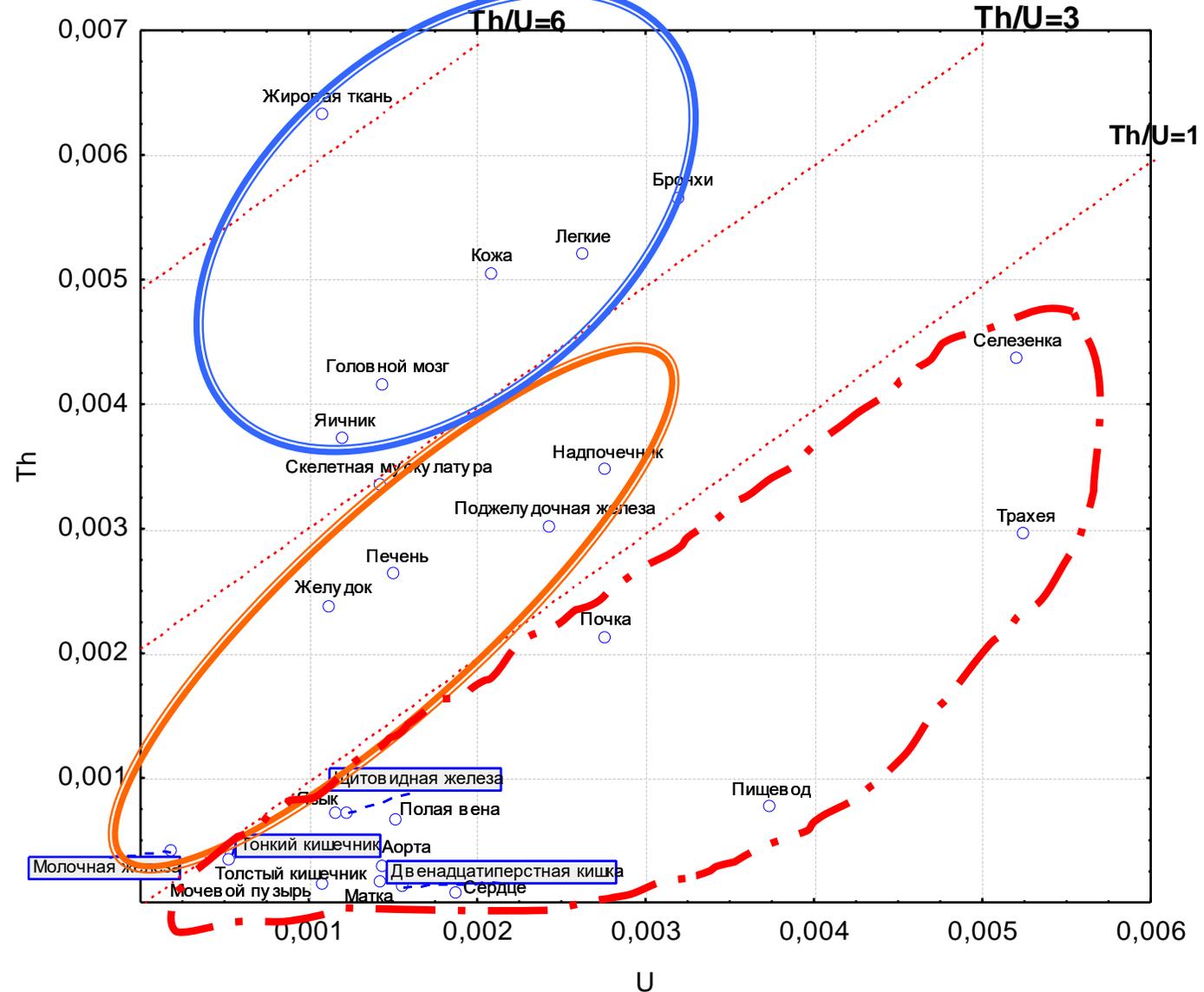
I – Th/U более 2,5

II – Th/U равное или более 1

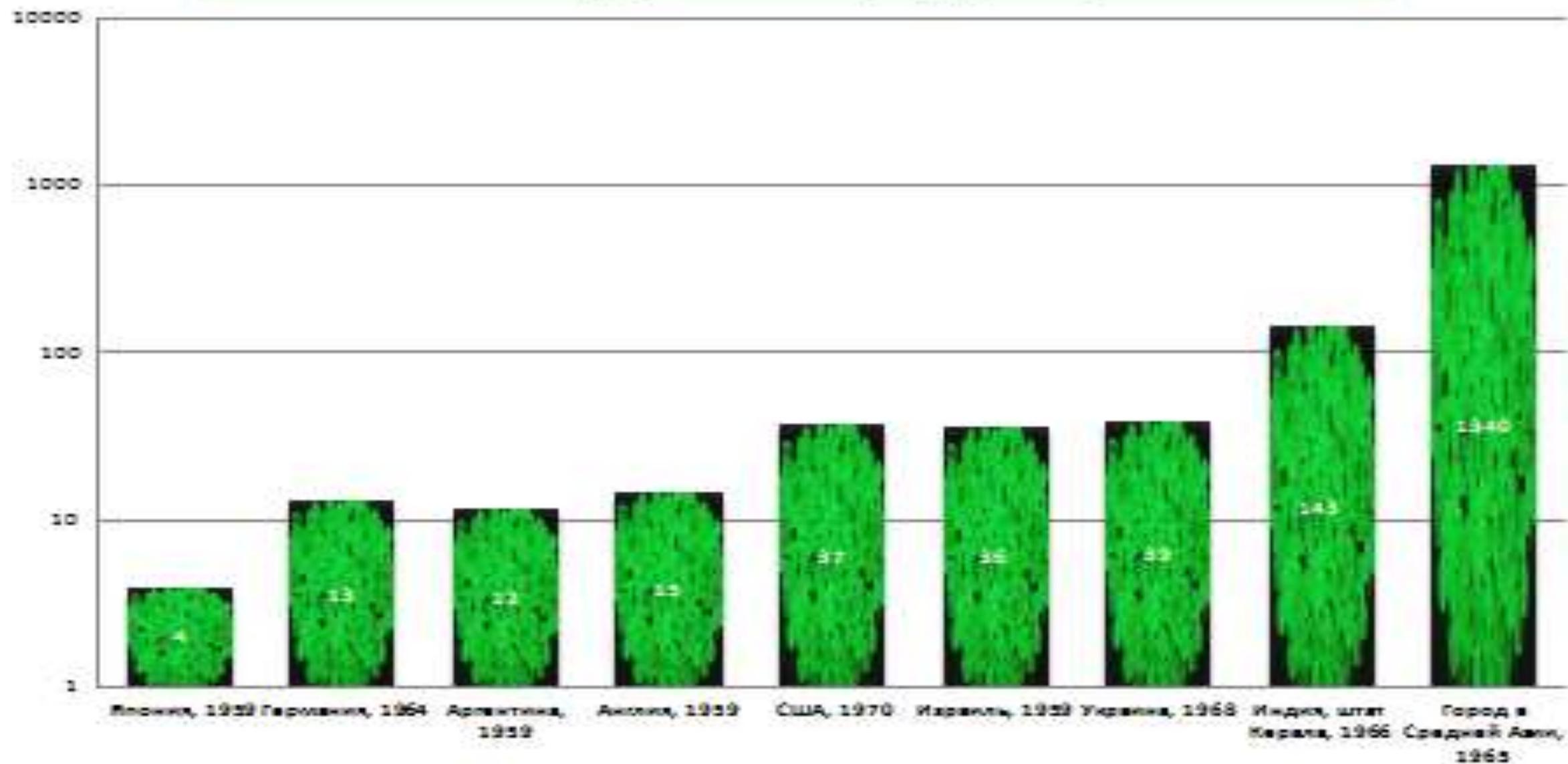
III – Th/U менее 1

1 -25 – населенные пункты: 1 – Наумовка, 2 – Георгиевка, 3 – Самусь, 4 – Губино, 5 – Нелюбино, 6 – Зоркальцево, 7 – Копылово, 8 – Воронино, 9 – Семилужки, 10 – Конинино, Корнилово, Черная речка (Томь), Лоскутово, 11 – Томск, 12 – Рассвет, 13 – Сайга, 14 – Кижирово, 15 – Моряковский Затон, 16 – Орловка, 17 – Козюлино, 18 – Октябрьское, Березкино, 19 – Черная речка (Юкса), 20 – Филимоновка, Семеновка, 21 – Новониколаевка, 22 – Половинка, 23 – Бакчар, 24 – Бундюр, 25 – Северск.

Торий-урановое отношение в органах и тканях человека



Средняя удельная активность радия-226 в костях человека в 10^{-3} пКи/г (по Моисееву и др., 1974)





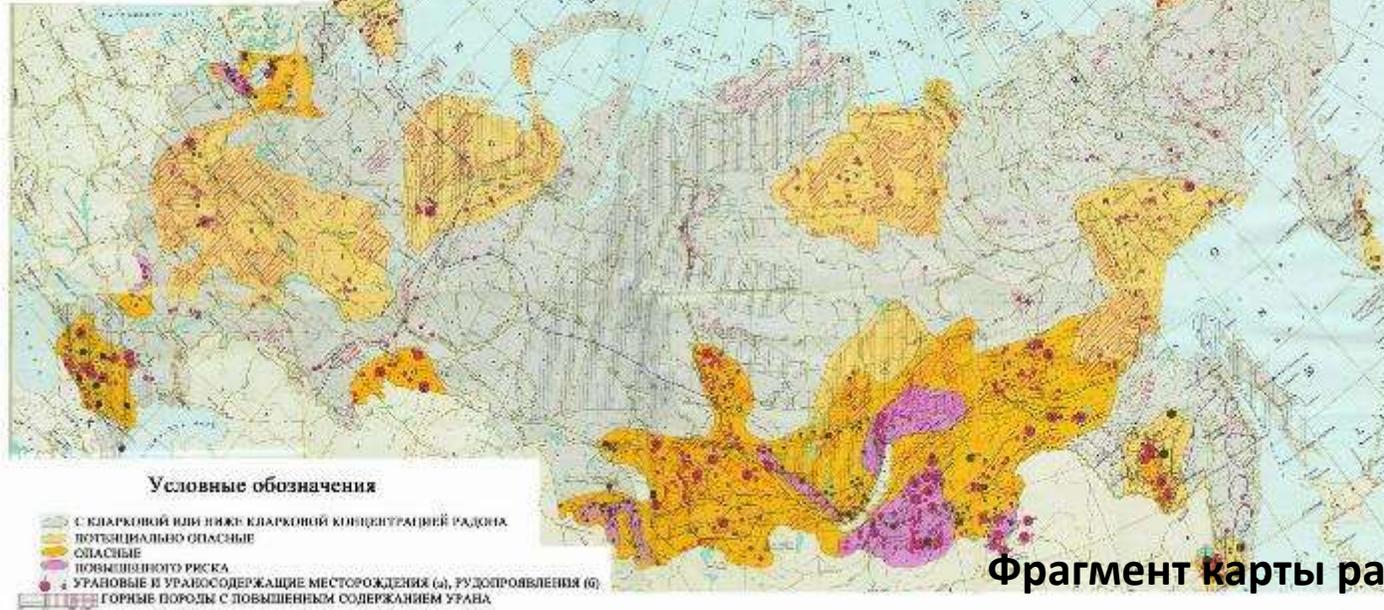
РАДОН

КАК РАДИАЦИОННЫЙ ФАКТОР ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

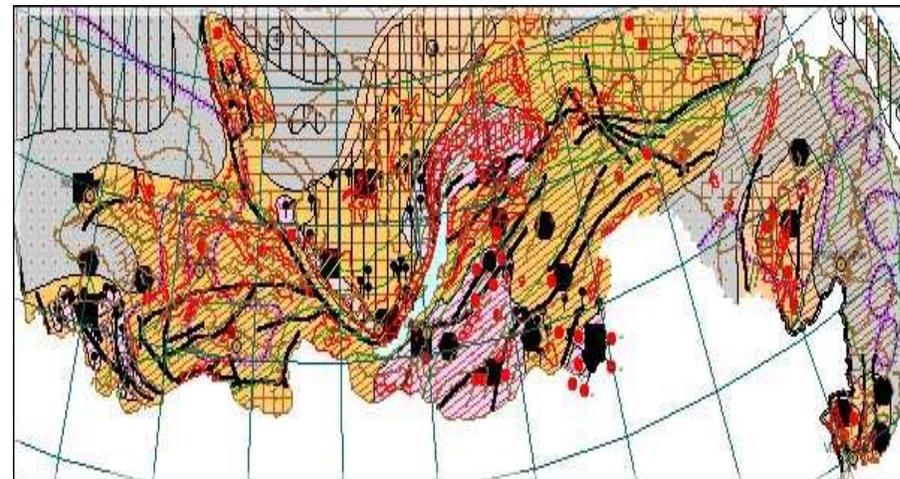
Это радиоактивный бесцветный и без запаха газ с периодом полураспада **3,82 суток**. Он тяжелее воздуха. Как видно из схемы распада, данный газ и образующиеся короткоживущие продукты его распада являются интенсивными альфа - излучателями. Энергия альфа - частиц колеблется от 5,48 до 7,68 Мэв.

Это обуславливает их активное воздействие на биологические ткани внутренних органов человека (bronхи, лёгочный эпителий и т.д.).

**КАРТА
РАДОНООПАСНОСТИ
РОССИИ**

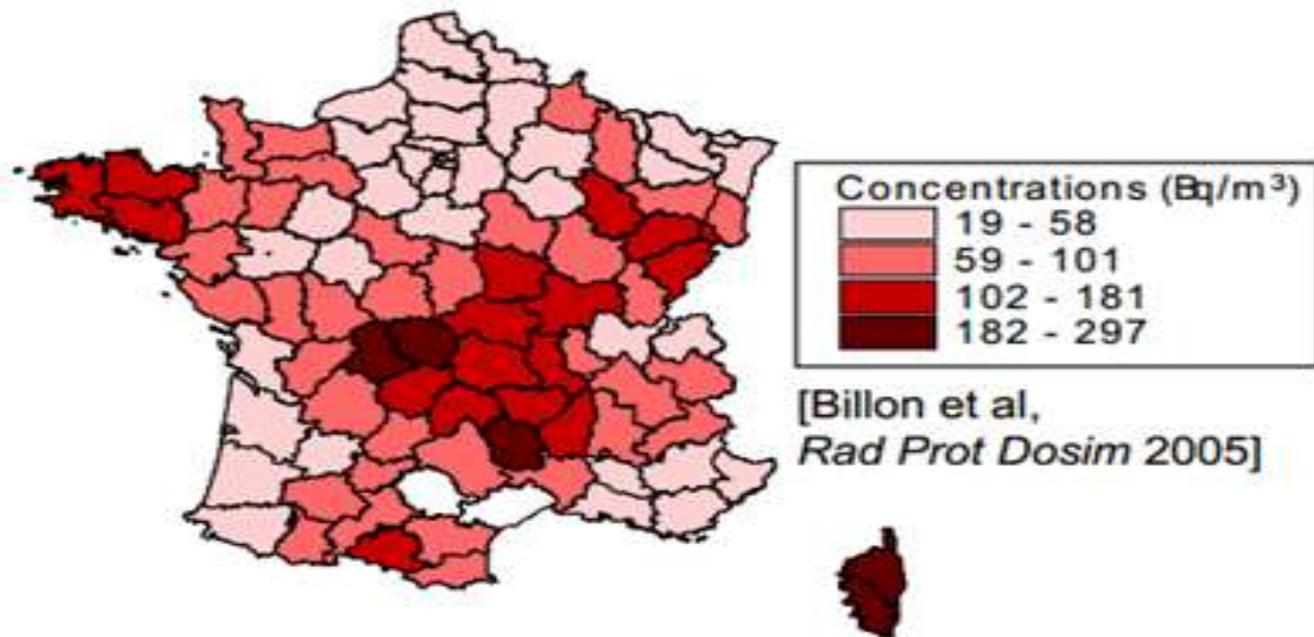


Фрагмент карты радонового риска на территории юга Сибири



Радон во Франции

1) Радиационная ситуация на территории Франции (концентрации радона в Бк/м³) (Billon, 2005);



2) Стандартизованные показатели смертности от лейкозов в регионах Франции (Inserm-CépiDc (décès 2000-2007)).



1) Radiation situation in a residential area on the territory of France (Bq/m³) (Billon, 2005);

2) Standardized rates of mortality for all leukemias in the regions of France (Inserm-CépiDc (décès 2000-2007)).

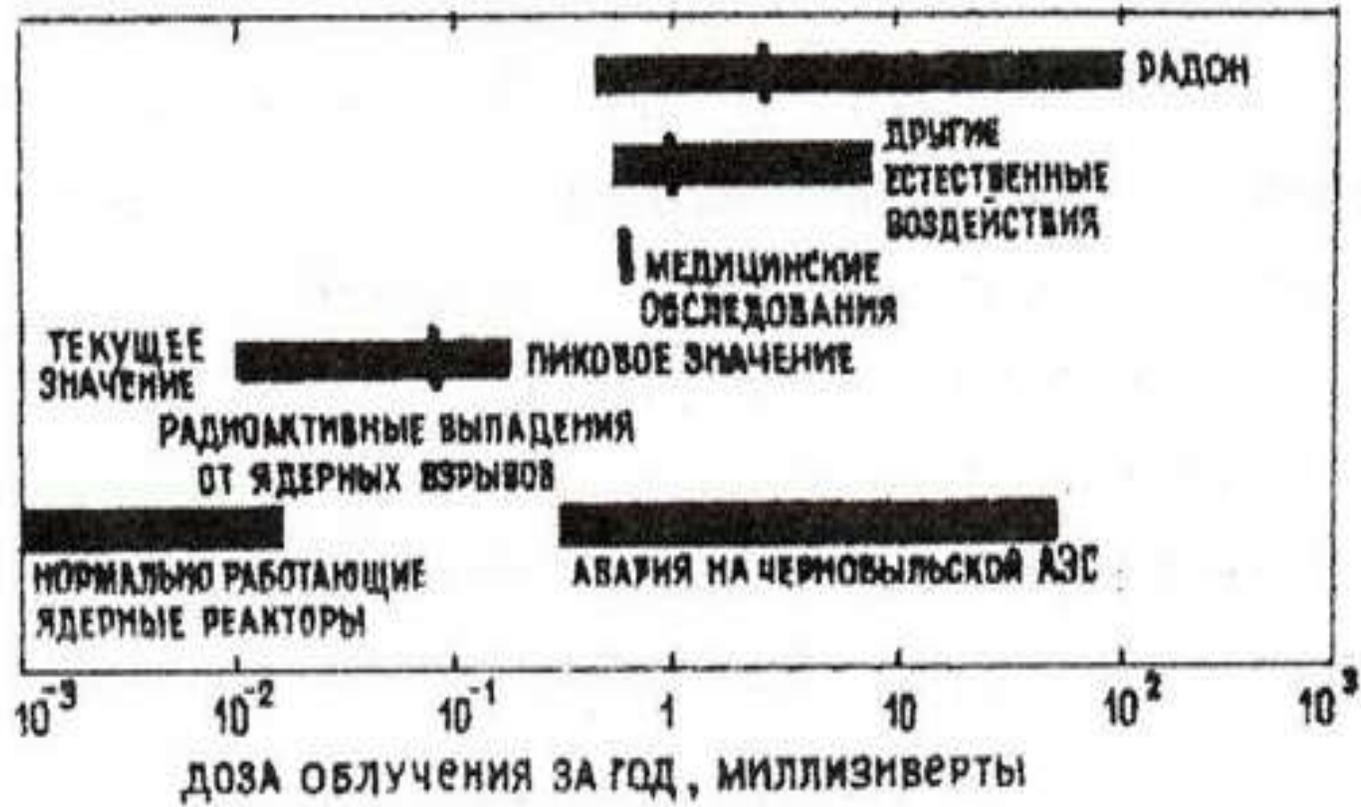


Рис. 5.11

Дозы облучения населения в год от различных источников (Энтони В. Неро-мл., 1988)

По оценке Энтони В. Неро - младшего (1988) доза облучения населения от радона находится на уровне облучения населения от аварии на ЧАЭС

Взаимосвязь детской заболеваемости раком и активностью радона(Rn)в воздухе жилых зданий

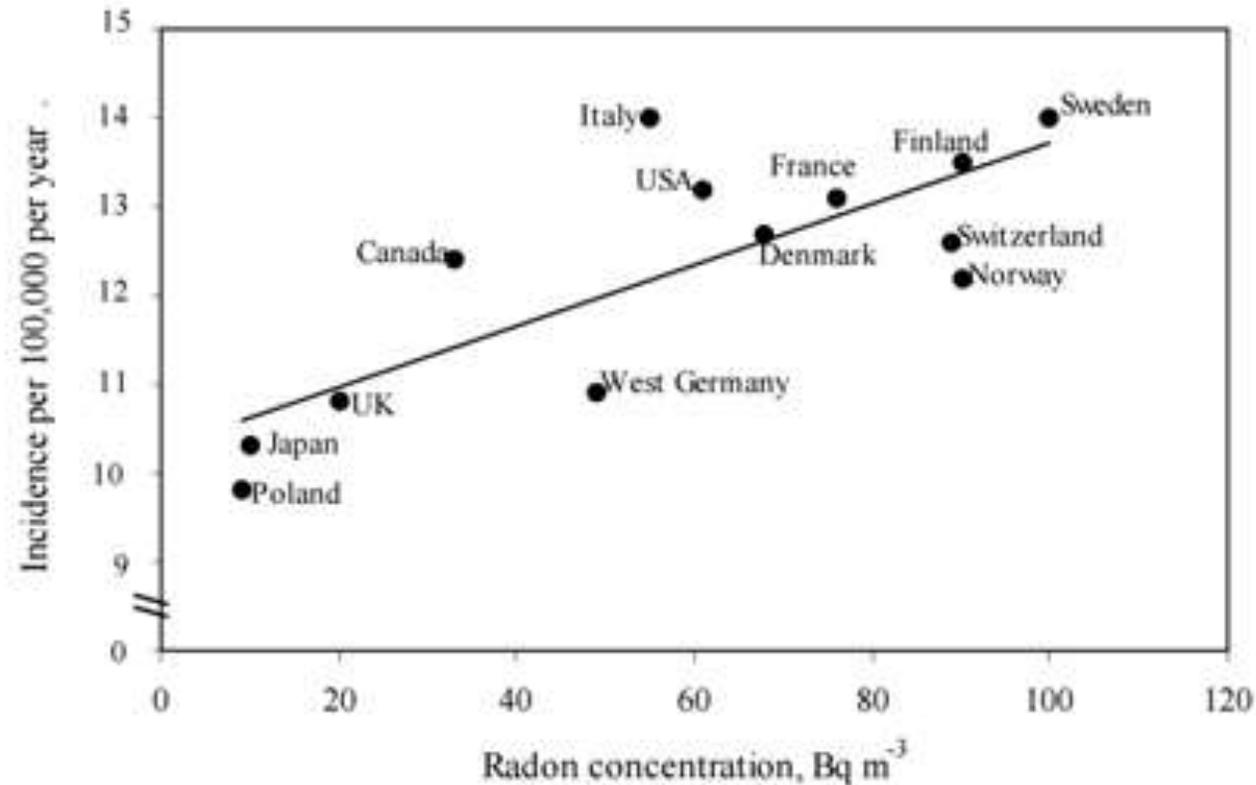
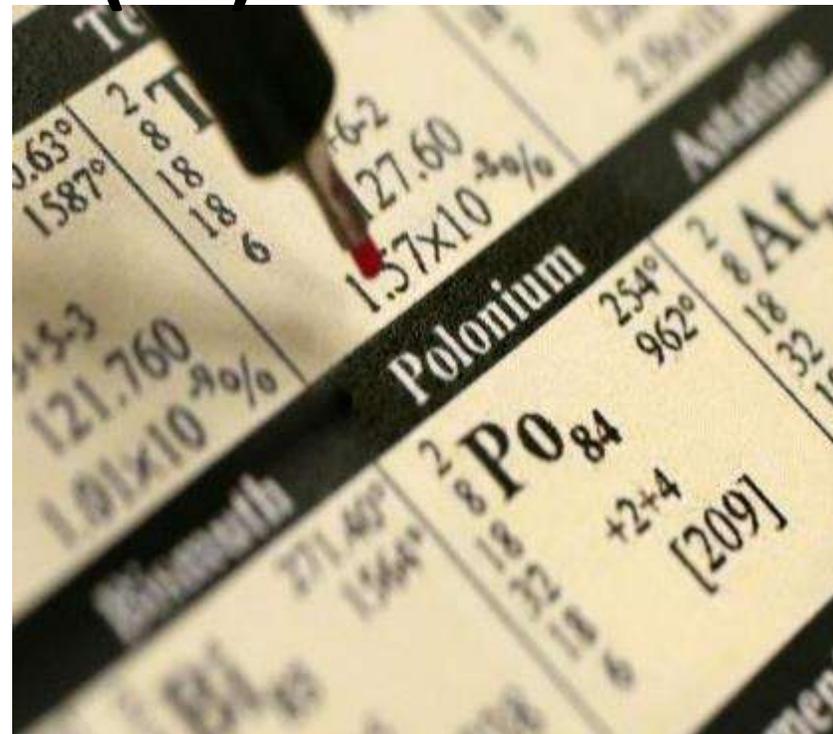


Figure 6. International incidence of all childhood cancers combined vs. radon concentration

By Denis L Henshaw and Janet E Allen
<http://www.electric-fields.com/Rnandleuk.pdf>

Курение и радиация. А Вам эта проблема нужна? Полоний (Po)



Содержание полония - 210 в печени и крови человека

Таблица 4.8

	Полоний - 210 (пКюри/кг) в человеке	
	Некурящий человек	Курящий человек
Печень	31,1	57,7
Кровь	4,4	26,0



Рис. 4.5 Частота заболеваемости раком органов дыхания у курящих и некурящих людей

Процент курящего населения

возрастом 15 лет и старше*

	всего	М	Ж
Россия	39,1	60,2	21,7
Турция	31,2	47,9	15,2
Польша	30,3	36,9	24,4
Украина	28,8	50	11,2
Филиппины	28,3	47,7	9
Китай	28,1	52,9	2,4
Уругвай	25	30,7	19,8
Вьетнам	23,8	47,4	1,4
Таиланд	23,7	45,6	3,1
Бангладеш	23	44,7	1,5
Египет	19,4	37,7	0,5
Бразилия	17,2	21,6	13,1
Мексика	15,9	24,8	7,8
Индия	14	24,3	2,9

*по результатам исследования GATS, 2009 год

Итак , естественная радиоактивность была , есть и будет !

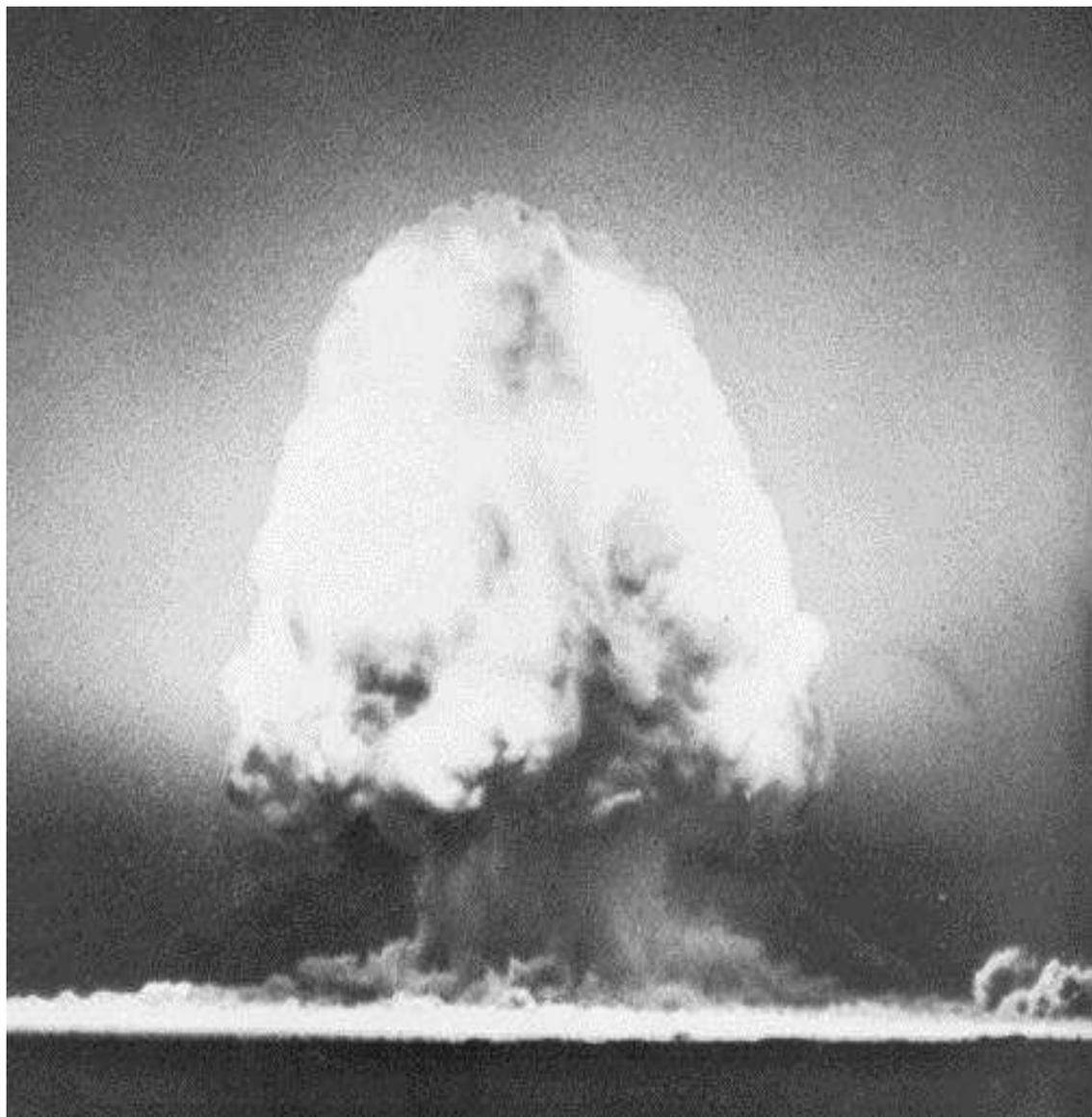
Это свойство материального мира.

Естественные радиоактивные элементы: U Th K-и продукты их распада встречаются во всех природных объектах.

Живое вещество возникло и , на первых этапах , развивалось в мощном радиационном поле.

Человеческая популяция до 1945 года практически не имела массовых контактов с высокими уровнями радиации, за исключением тех мест , где радиоактивные элементы выходили на поверхность. Но, эти случаи были чрезвычайно редки(Индия, Бразилия, Китай, Намибия, Чехия, Германия и др.).

Искусственные радионуклиды

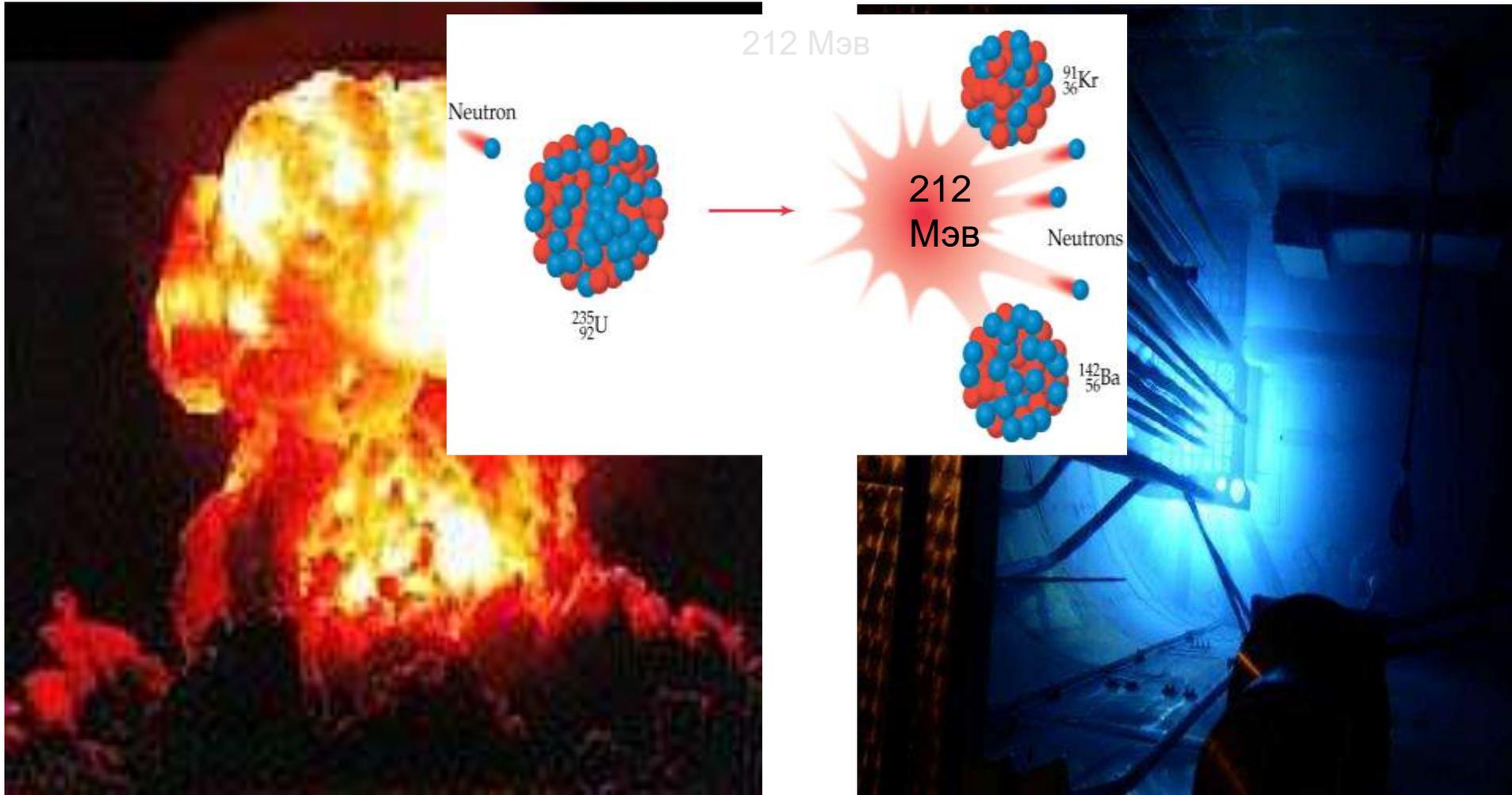


16 июля 1945 года, в 5:29:45 по местному времени, яркая вспышка озарила небо. Так было положено начало атомной вакханалии и началу глобального поступлению рукотворных (техногенных, антропогенных) радионуклидов в биосферу. Геохимически природный мир стал другим.

Разработка и создание
ядерного оружия массового
уничтожения ярчайший пример
геохимической деятельности
человека

Мирный атом

АКТИВНАЯ ЗОНА ядерного
реактора



Основные места испытания ядерного оружия



С 1945-2008 было проведено около 2000 ядерных взрывов по всему миру.



На территории Соединенных Штатов, в районе г. Лос-Аламосе, в пустынных просторах штата Нью-Мексико, в 1942 году был создан американский ядерный центр.



В состав комбината входило 7 заводов, в т.ч. 5 ядерных реакторов для наработки плутония, ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт. Численность персонала была более 15 тыс. чел.

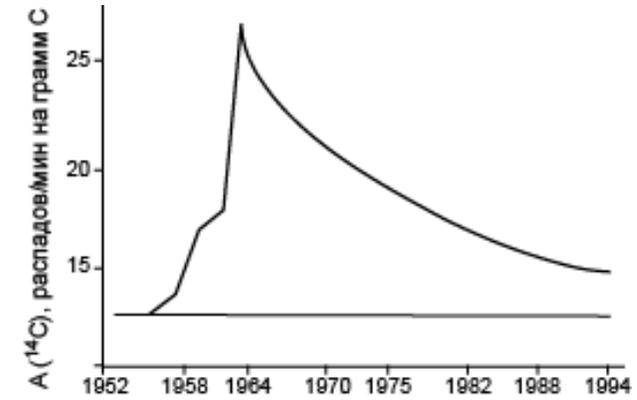


Сибирский химический комбинат

И мир содрогнулся, и люди замерли. Среда обитания человека стала другой по своему геохимическому составу



Изменение глобального фона делящихся радионуклидов (²³⁵U, Pu, Am и др.) за последние 150 лет



• Углерод-14 в винах Франции

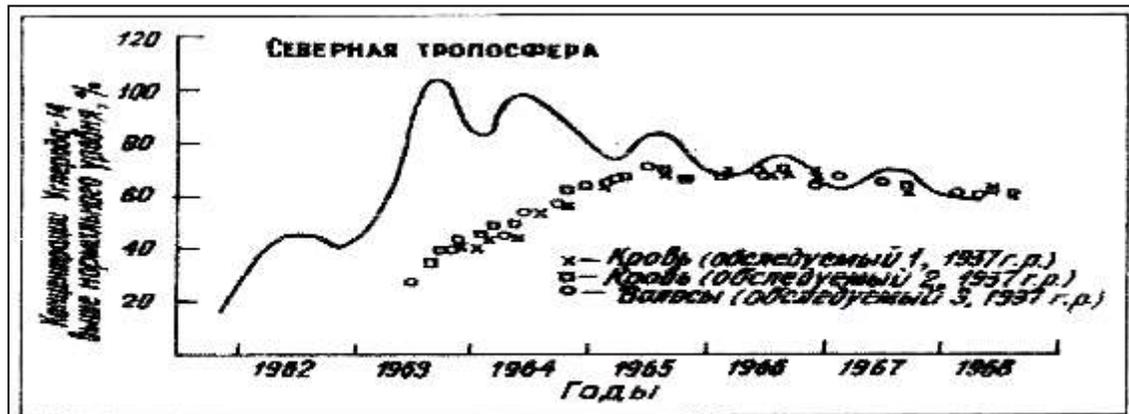
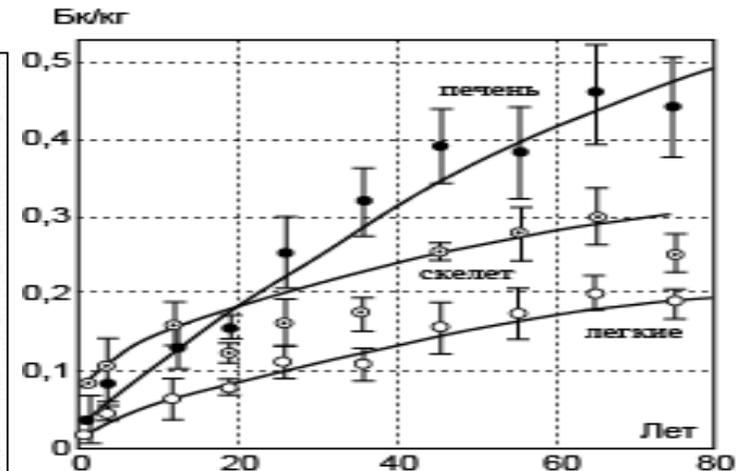
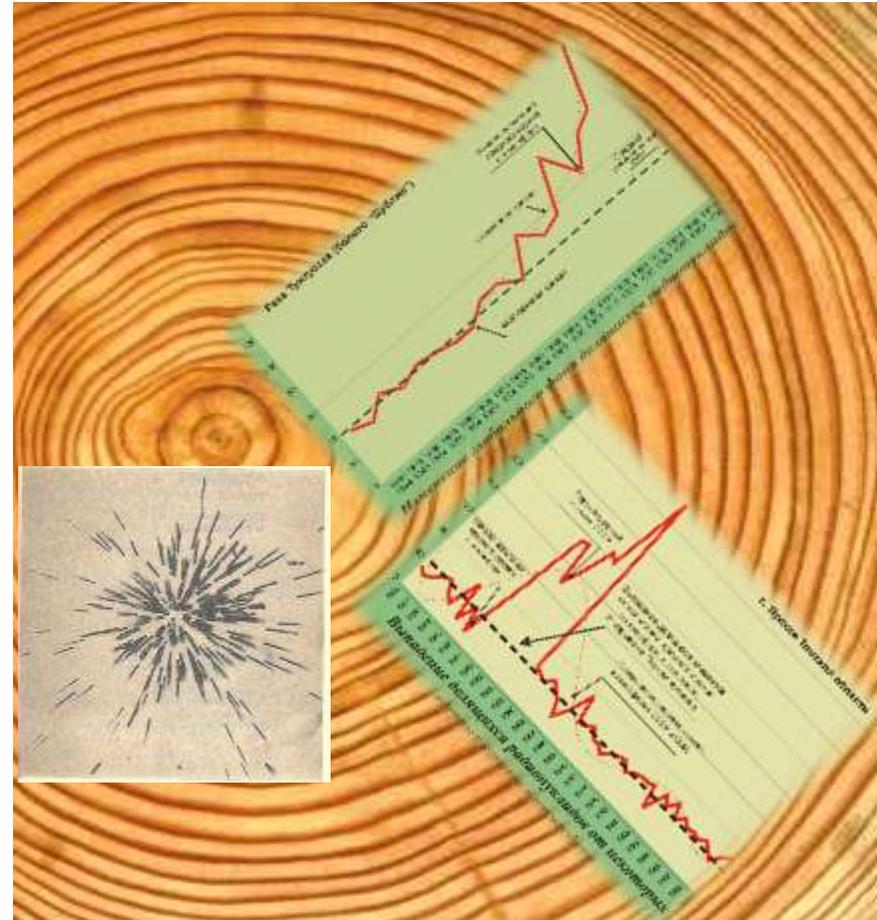


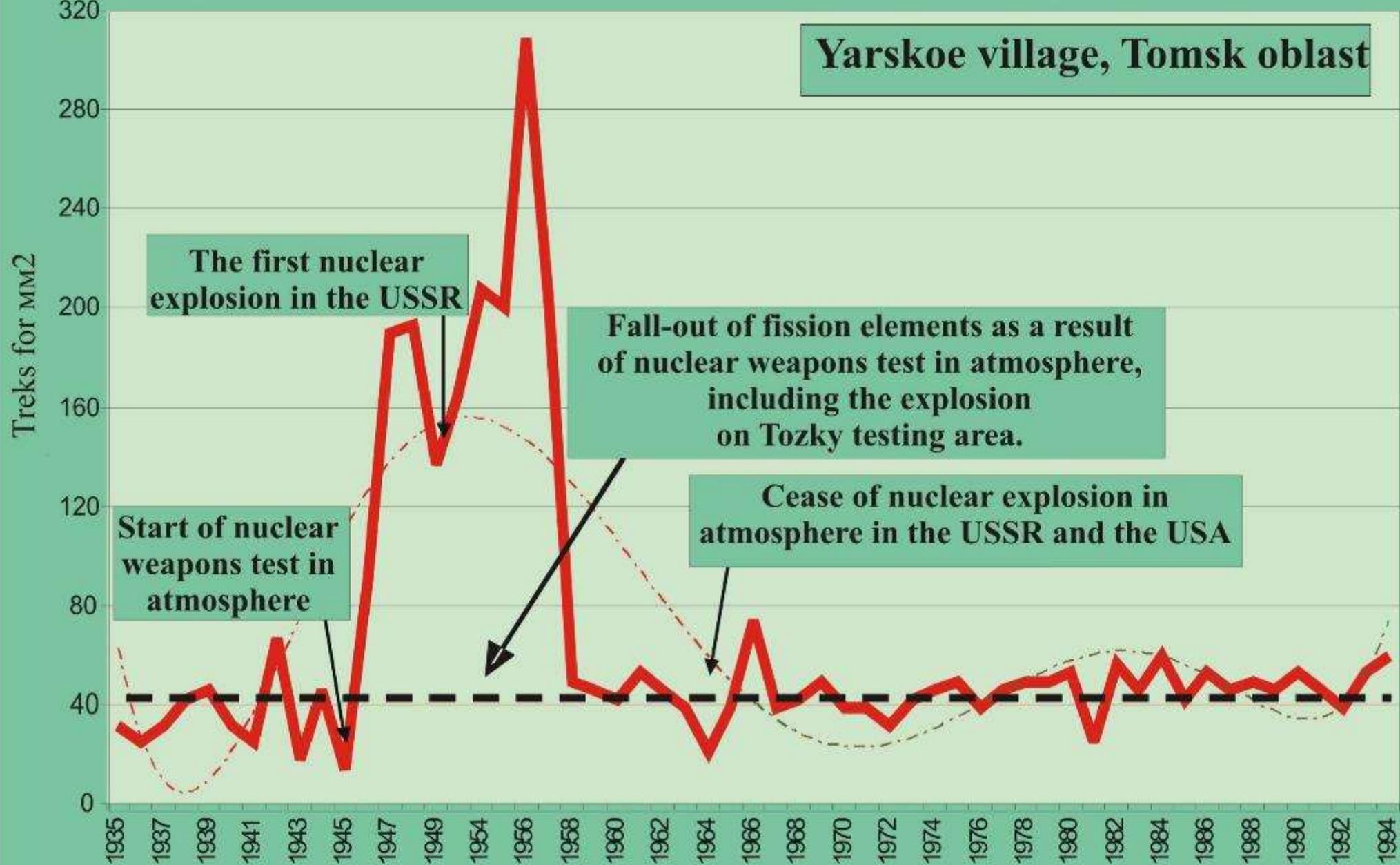
Рис. 6.6 Концентрация углерода-14 в тропосфере в волосах и крови людей в Скандинавии (по Р. Грейбу, 1994).



• Плутоний в органах и тканях жителей г. Озёрска

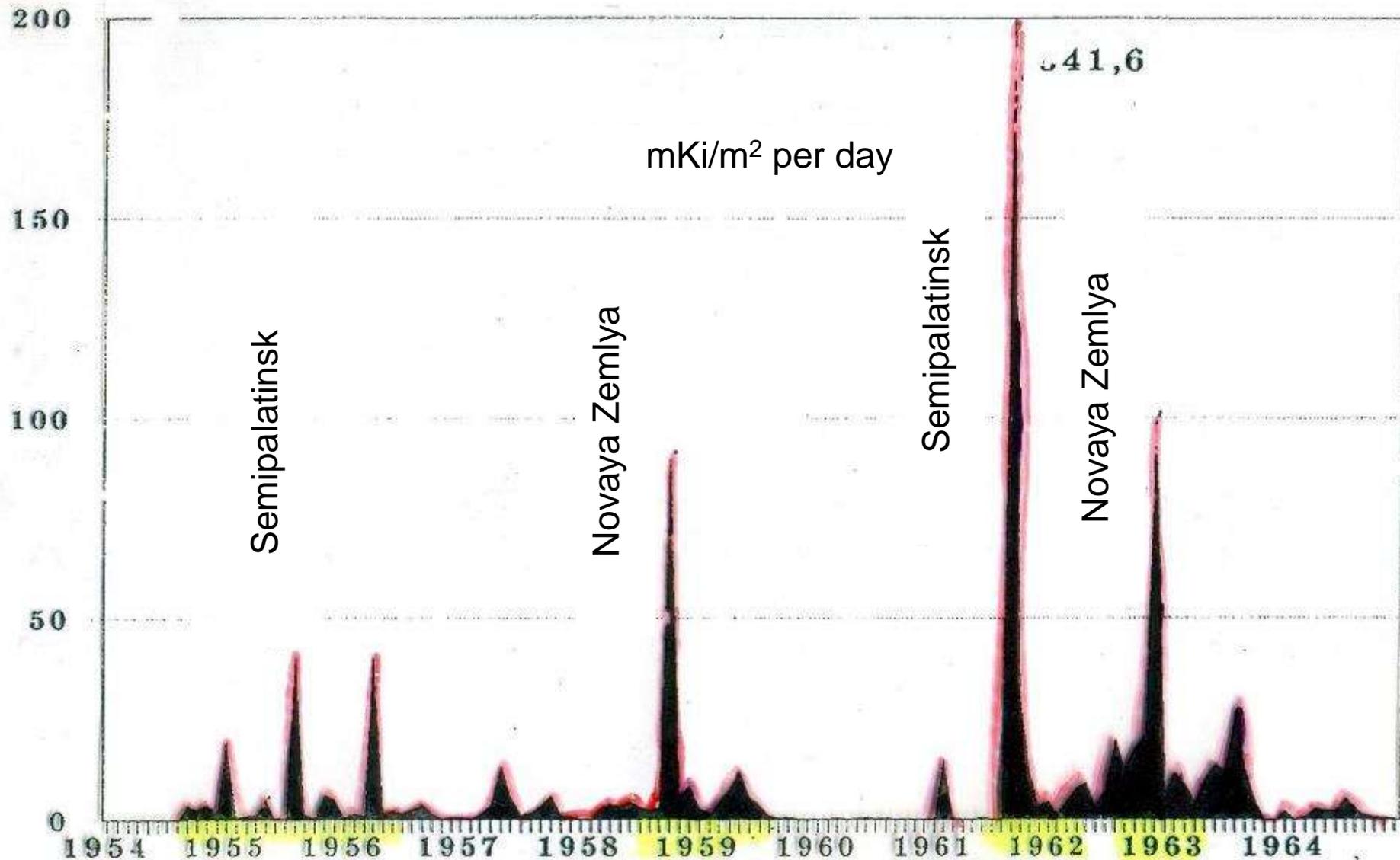
For the retrospective estimation of the environment conditions we use also the tree rings. They give a quite interesting information at the investigations by radiography method.



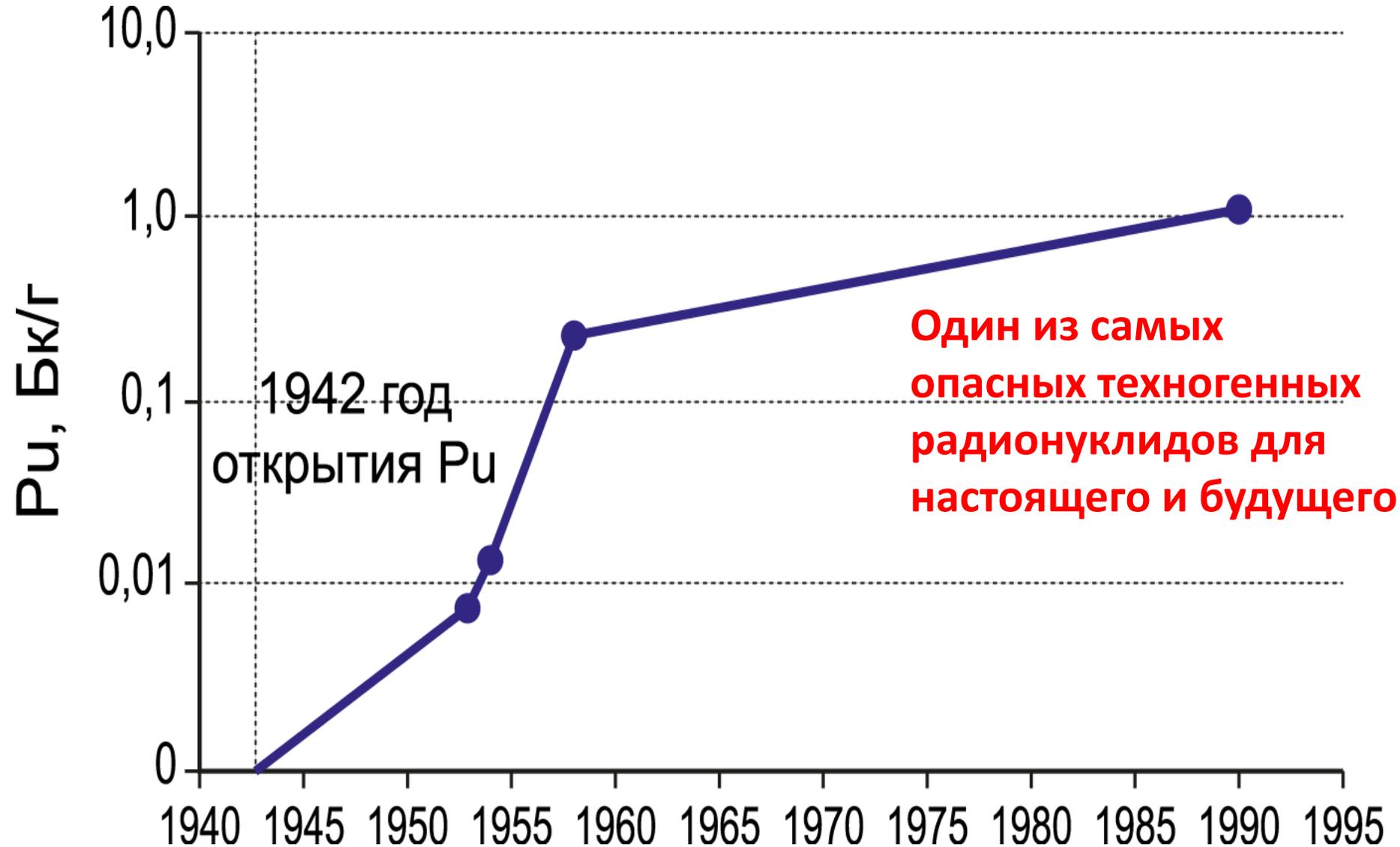


Fission radionuclides fall-out as a result of nuclear explosions in atmosphere

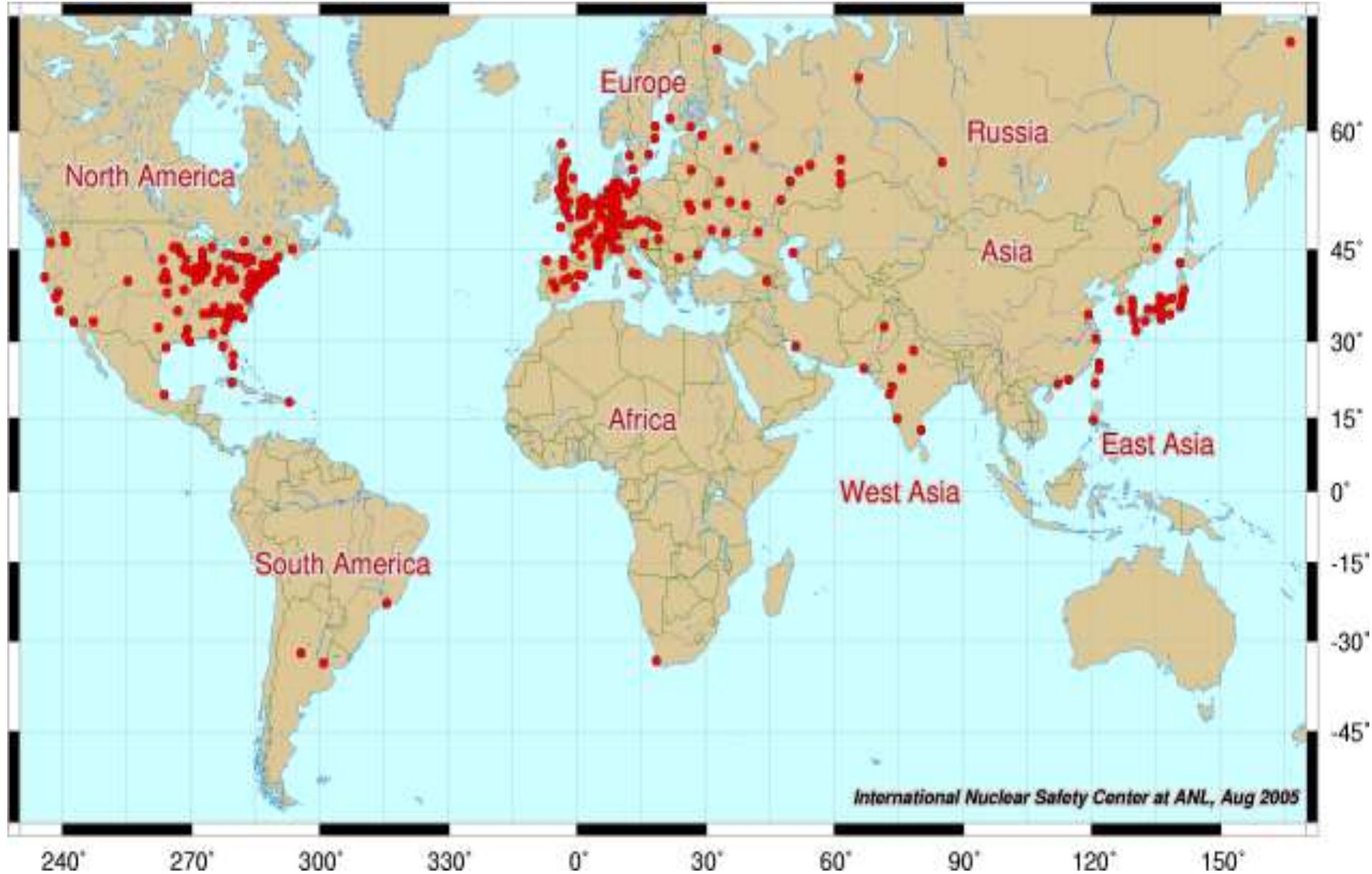
Maximum density of radioactive fallouts from the atmosphere in Novosibirsk under the influence of nuclear tests on Semipalatinsk and Novaya Zemlya polygons (1954-1964) (by Z.V. Selegey, 1997)



Вероятная кривая изменения удельной активности Pu в лёгочной ткани человека за последние 55 лет (по единичным не системным исследованиям из литературных источников)

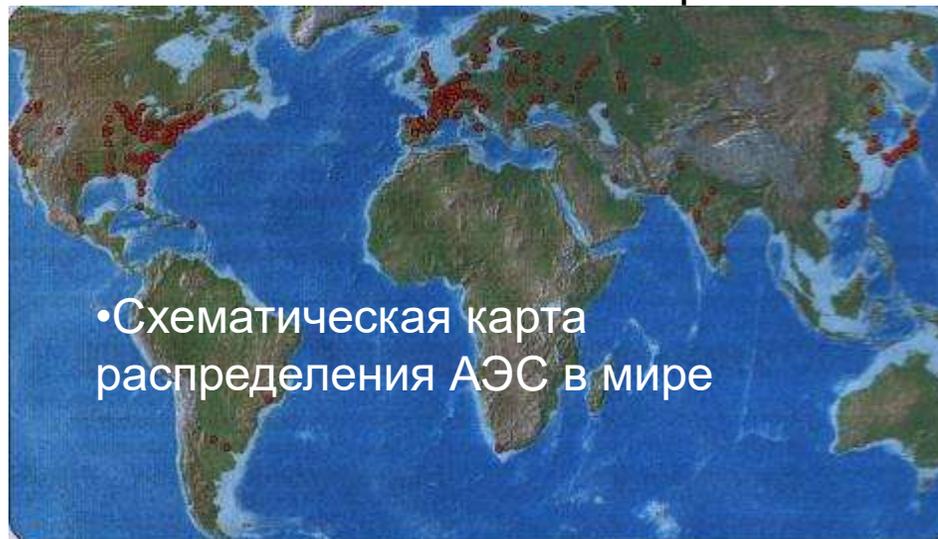


Ядерные реакторы сегодня

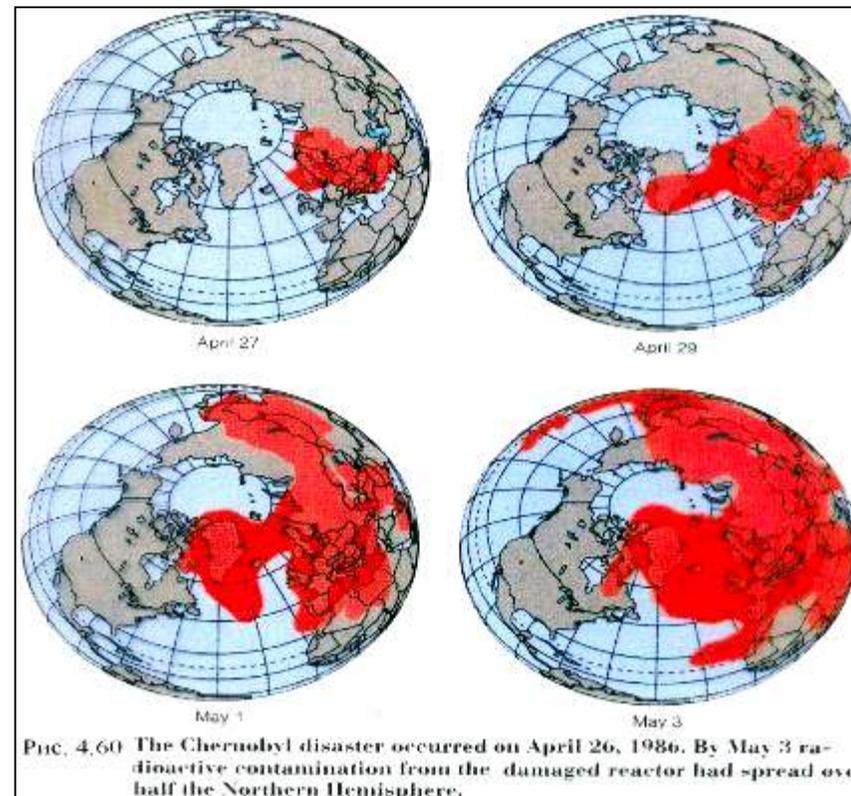


Человечество опомнилось и протрезвело после ядерной вакханалии к 1963,а окончательно к 90-м годам

- Человечество взялось за мирный атом



Но подходы к нему в странах были разные. И в тех случаях,когда на ядерный реактор смотрели как на ту же «атомную бомбу , но дающую электричество»,возникали проблемы, которые ставили под сомнение возможность использования энергии атома.



- С надеждой и опасением всматриваемся мы в нового союзника и защитника (В.И.Вернадский,1910)

NATIONAL
GEOGRAPHIC

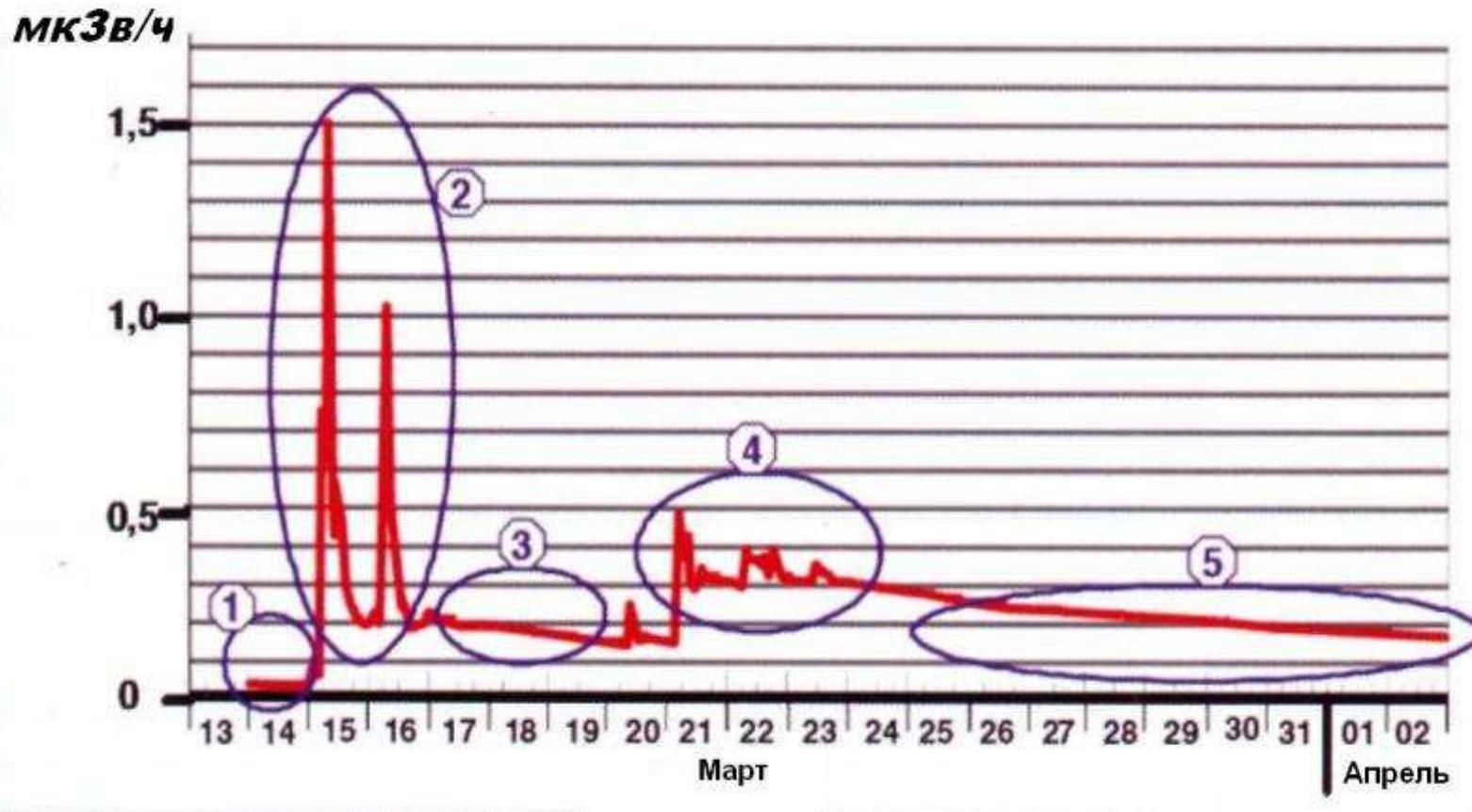
EARTH
NEWS



Фукусима. 14 марта 2011 года

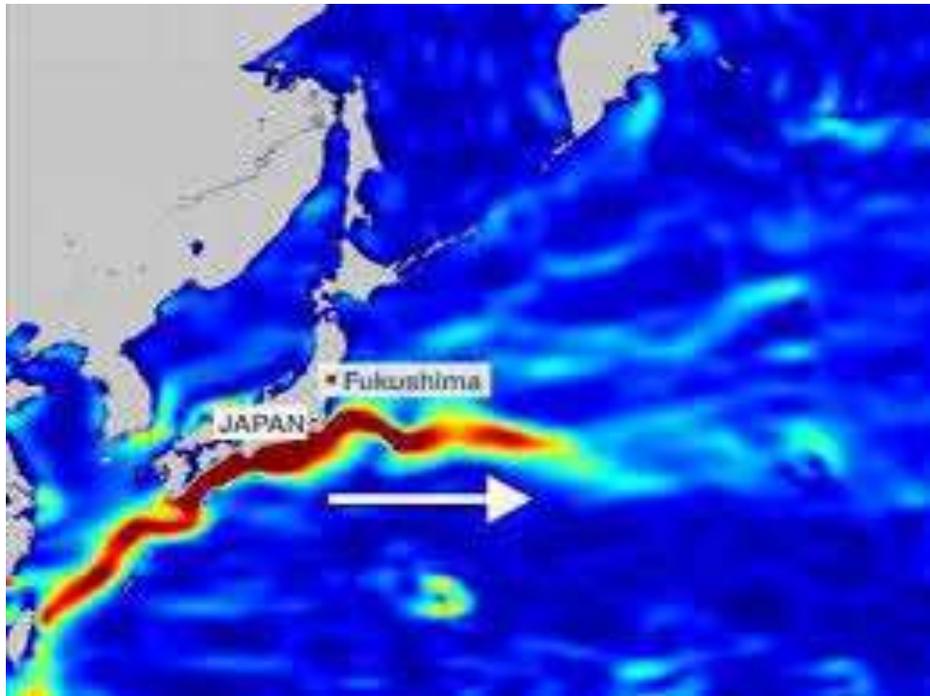


Измерение мощности ambientной дозы (в мЗв/ч) в Ибараки (Мито)

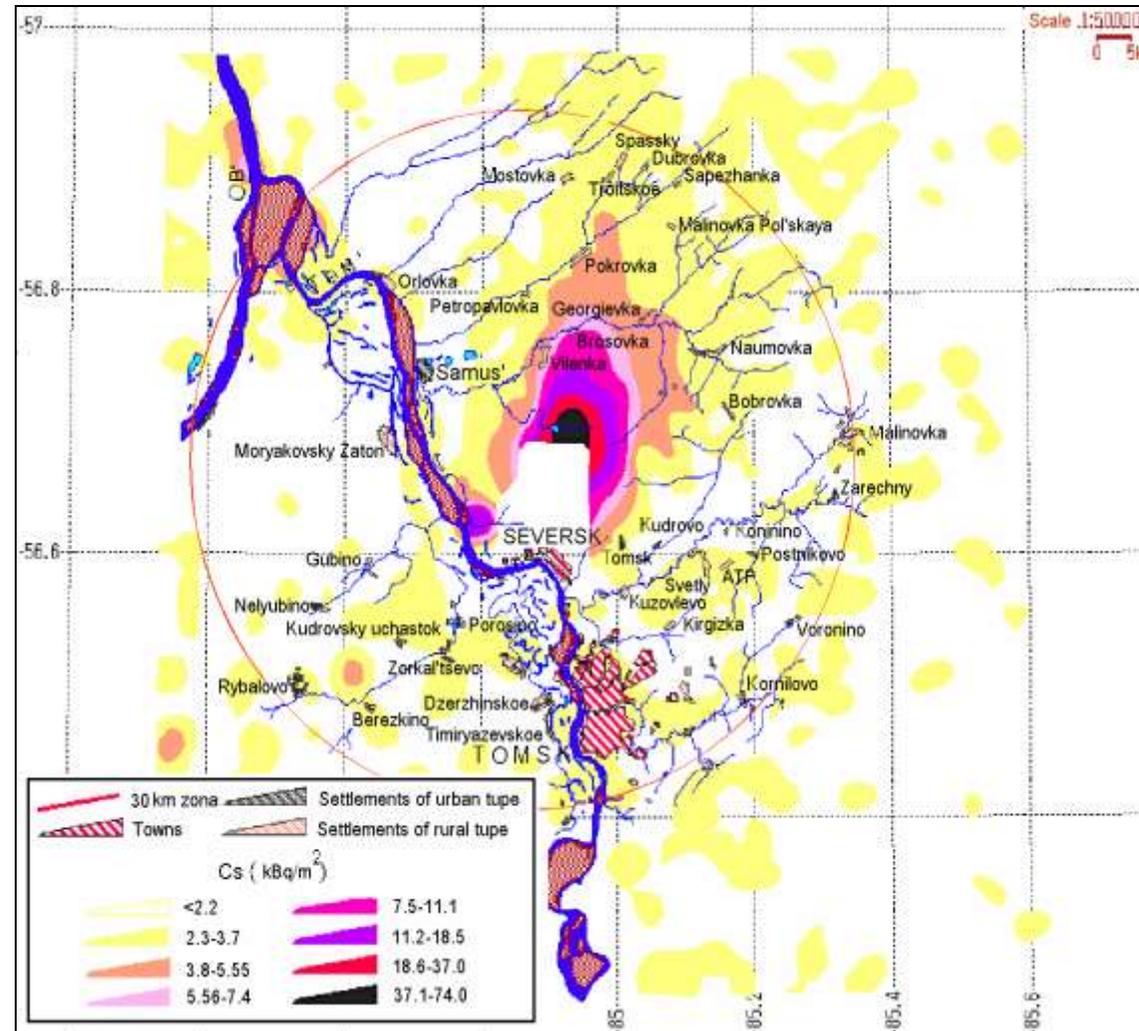


Изменение мощности ambientной дозы в мкЗв/ч в районе Ибараки в 140 км к югу от Фукусимы в период с 12 марта по 2 апреля.
Источник: IRSN, 13 апреля 2011.

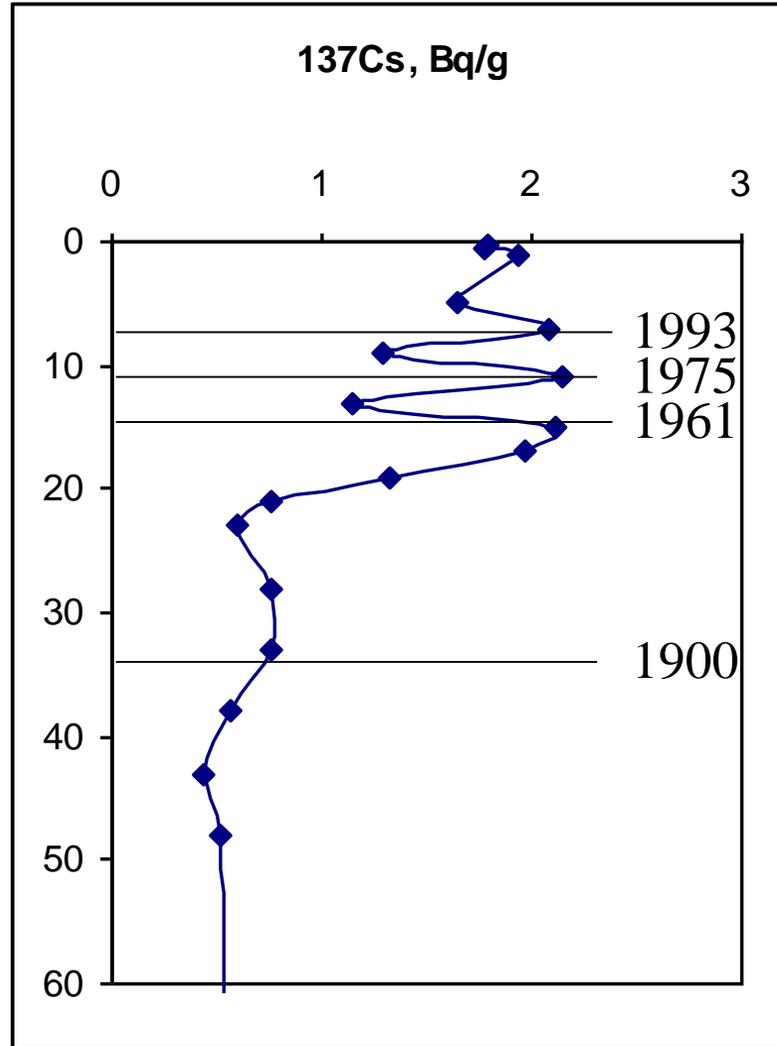
Радиоактивный след Фукусимы в Тихом океане



^{137}Cs contamination in Tomsk region (air gamma-survey in September, 1993)

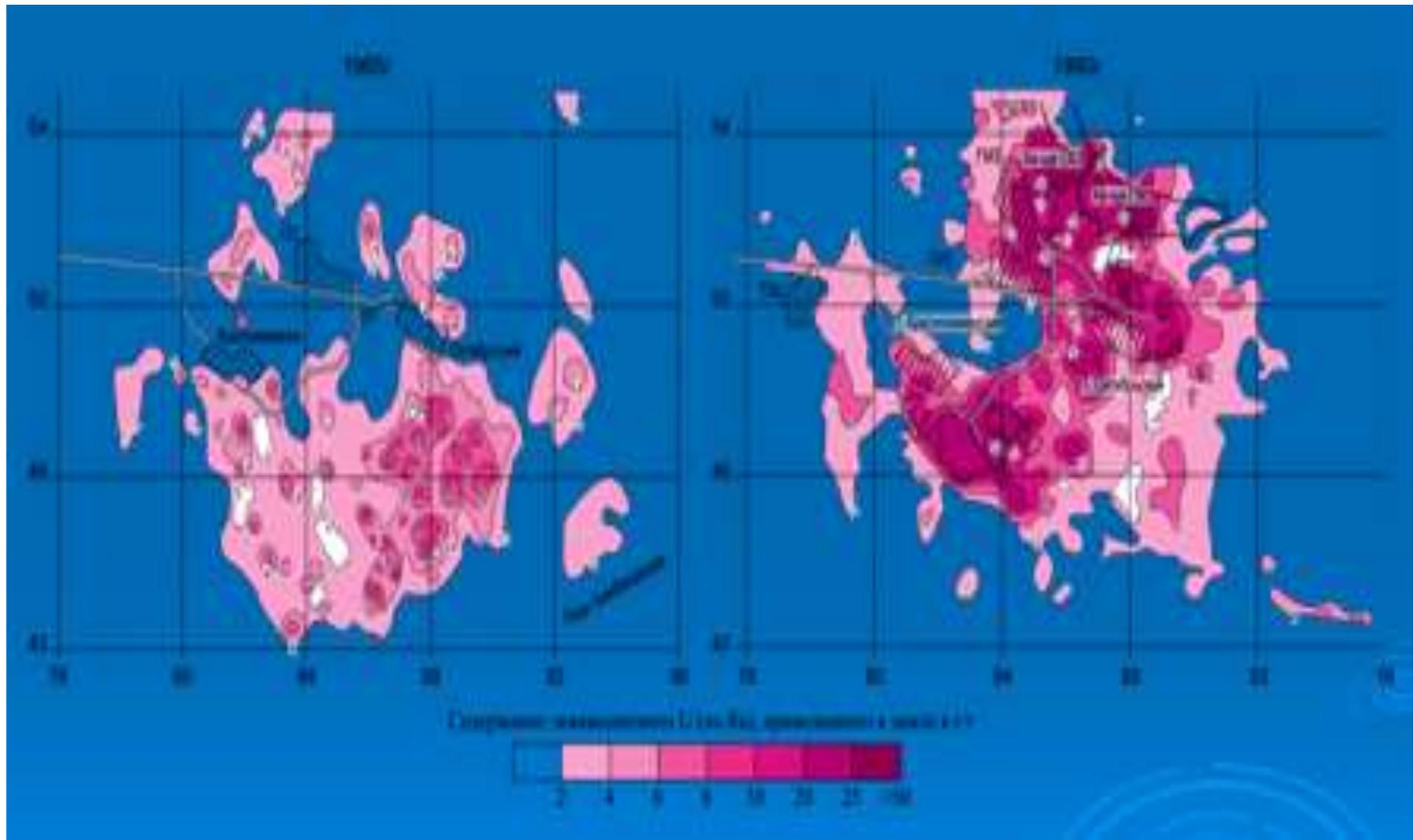


Cs^{137} in peat section (data of F. Gauthier-Lafaye, ULP, Strasbourg)



It is possible
to detect time
intervals
using peat
sections

*Изменение уровня накопления урана в почвах в районе
ППГХО за 35 лет ядерного техногенеза
(по В.И.Величкину и др.,2009)*



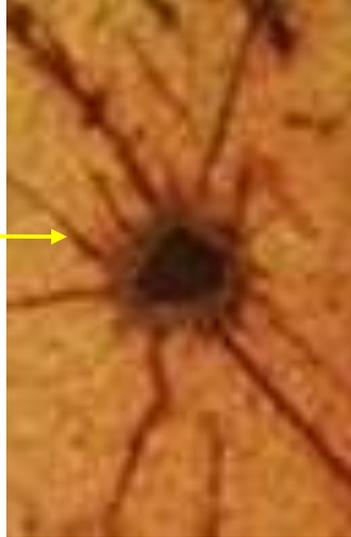
Радиоэкологические проблемы

Камнем преткновения, своеобразным оселком, на котором проявляется отношение человека к ядерной энергетике, стала проблема взаимодействия радиоактивного (ионизирующего) излучения от техногенных радионуклидов с биологической тканью, с оценкой риска при воздействии радиации на живой организм и, в первую очередь, на человека.

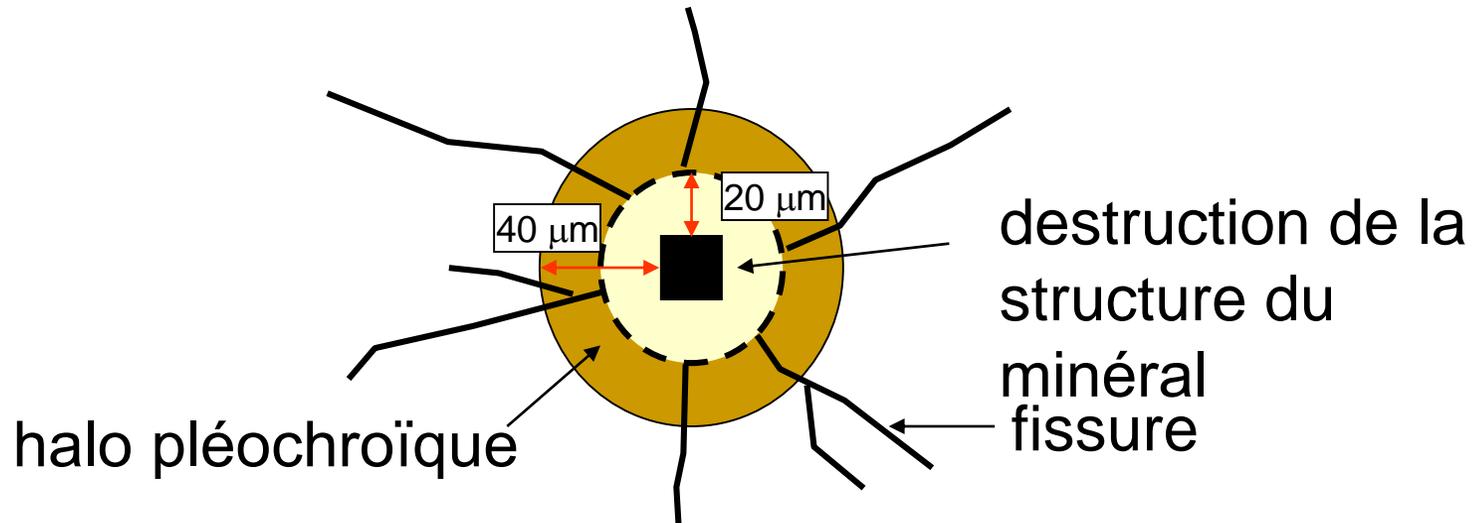
Техногенные радионуклиды по своей природе чужды биосфере. А распространённость их значительно шире относительно естественных радионуклидов, за исключением радона (Rn).

Радиационный фактор и его вероятное воздействие на биоту и человека при низких уровнях дозовых нагрузок, которые в большинстве случаев, за исключением редких (аварийных) случаев, являются таковыми, обсуждаются с момента открытия явления радиоактивности, в том числе и в Сибири., в Томске.

Воздействие радиоактивного излучения на минералы («гало»)



Плеохроичные дворики (гало) от альфа – излучающих радиоактивных микроминералов , находящихся в минералах пород.



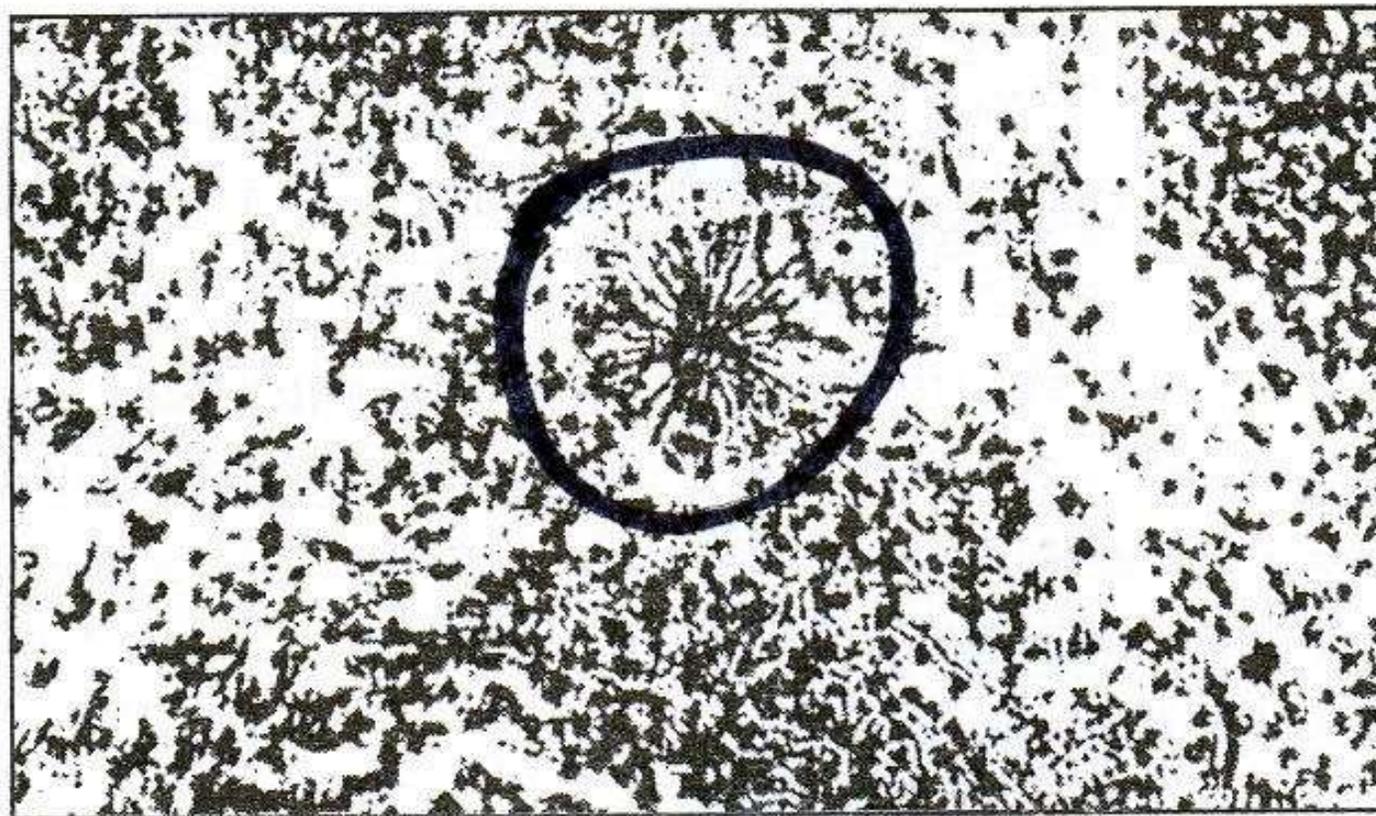


Рис. 4.73 Альфа-треки от частицы плутония в ткани легких. Альфа-частицы поражают вокруг более чем 10 000 клеток (по "Closing the Circle ...", 1995).

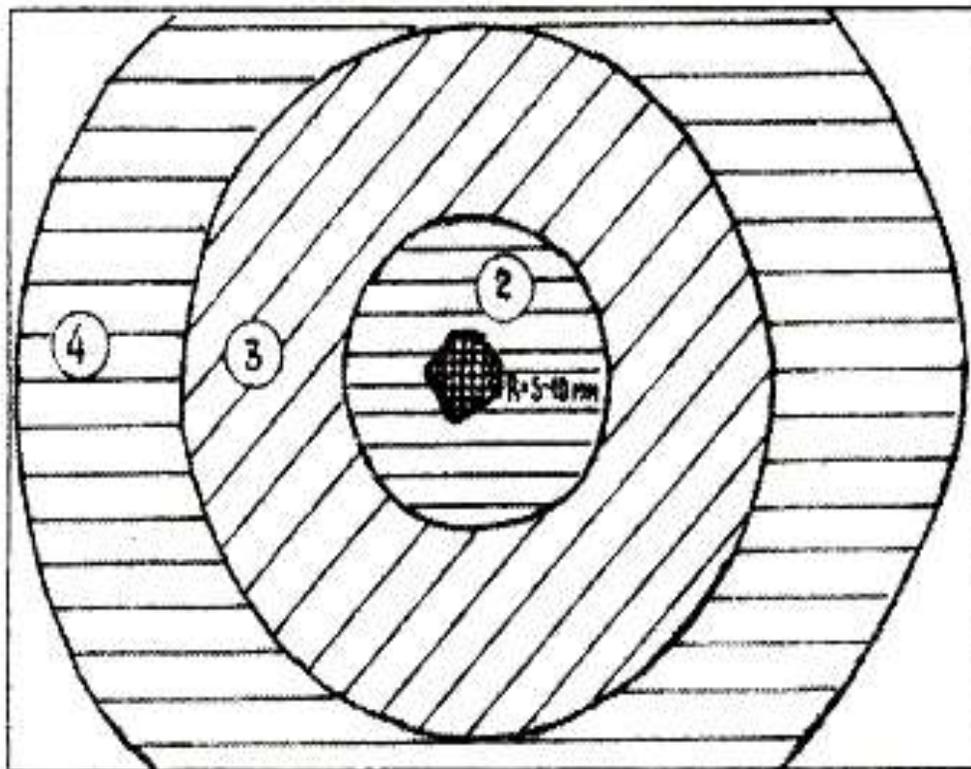


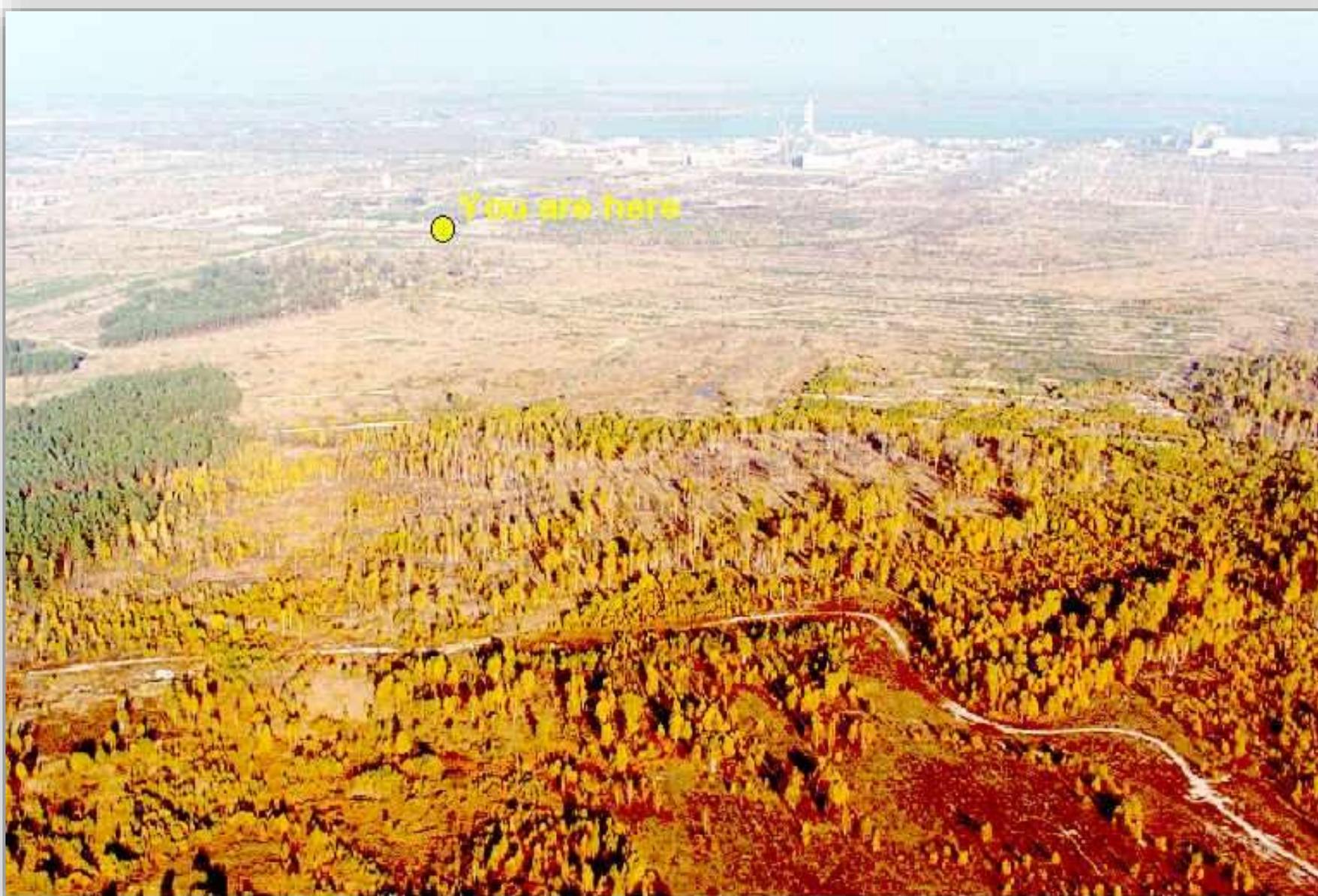
Рис 8.1

1. Источник излучения (кристалл соли урана)
2. Зона смерти (зона отсутствия роста)
3. Зона сильно подавленного развития
4. Зона стимуляции роста культуры

Схема эксперимента А.А. Дробкова

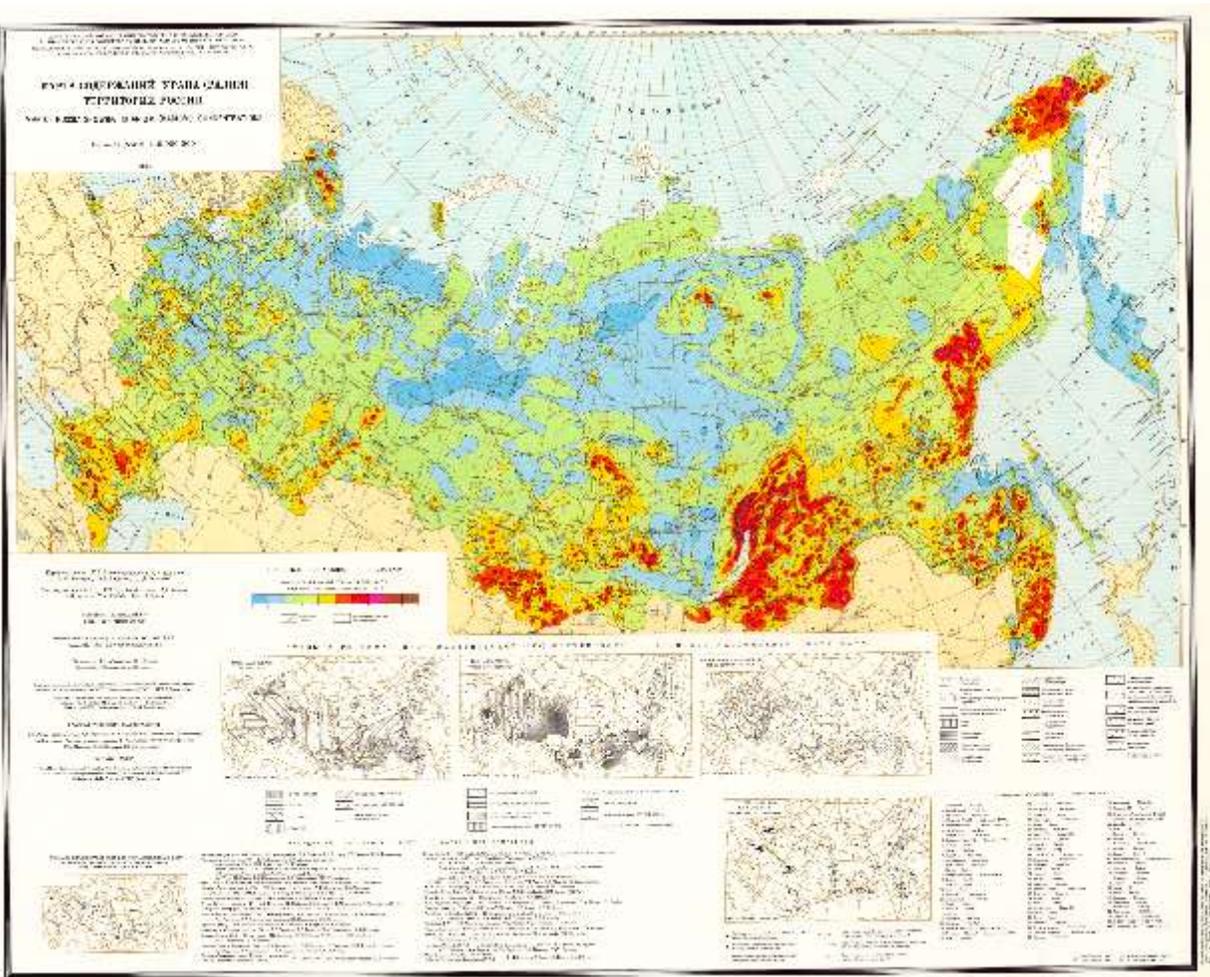
Исследования **А.А. Дробкова** в начале 40-х годов по развитию клубеньковых бактерий вокруг источника радиоактивного излучения. **Радиоактивное излучение одновременно может быть смертельно губительным и в то же время стимулирующим их рост.** Все определяется дозой нагрузкой излучения на бактерии

«Рыжий лес» в зоне аварии ЧАЭС – результат мощного радиационного воздействия



Радиоэкологические последствия от естественных радиоактивных элементов

Карта России по содержанию урана



Первые сведения по Сибири

- Доктор И. А. Богашев в 1910 году отмечал весьма высокую заболеваемость населения казачьих посёлков Забайкалья, пользующихся в качестве источников питьевого водоснабжения водой из колодцев и ключей с высокой радиоактивностью. На сегодняшний день известно, что в этом районе находится крупнейшая урановорудная провинция, в пределах которой функционирует Приаргунский ГХК (г. Краснокаменск).

«Терапевтический» эффект ионизирующей радиации

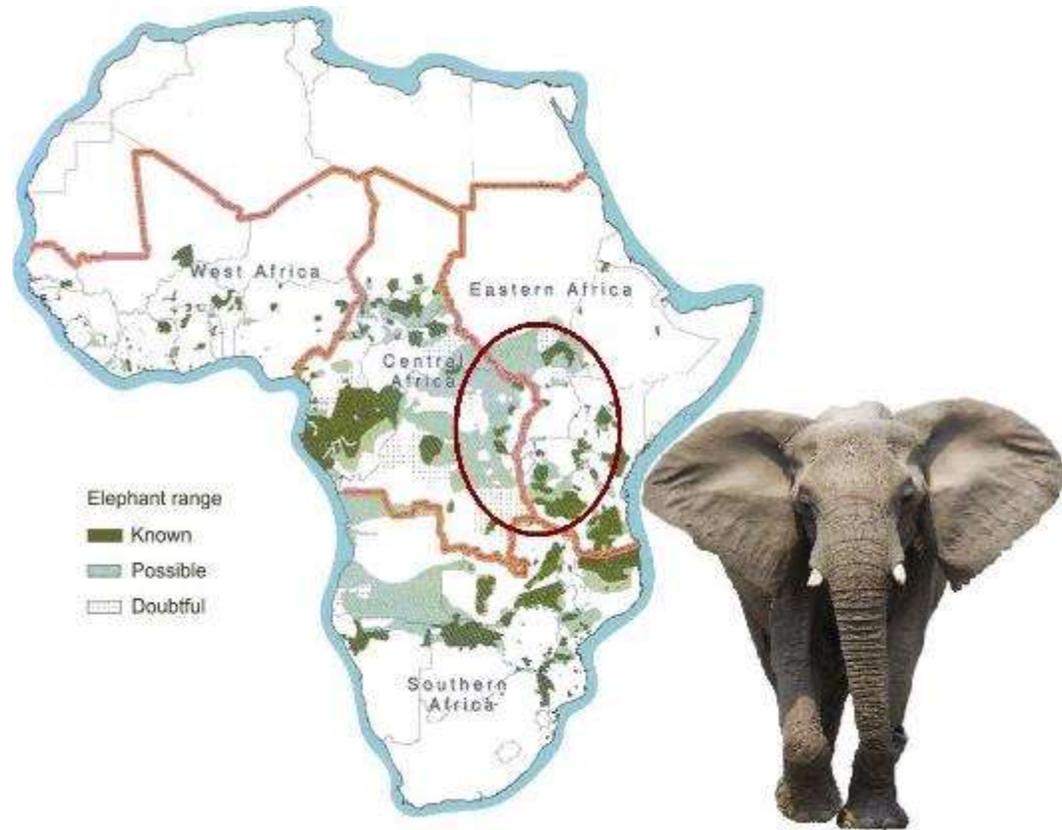


- The Detroit News in its issue dated March 31, 1957 reports a new way to search for radioactive carbonatites in Africa: "Aging elephants seem instinctively seek to radioactive source or mineral deposits where the radiation beneficial effect on their aching joints. After several years elephants create well-trodden paths running from all corners of Africa to these "therapeutic" areas. This discovery was made by P.L.A. O'Brien - senior geologist of Geological Survey Department in Lusaka. O'Brien came to a group of astonishing rock formations in the footsteps of the 100-year-old elephant. There he found three tubular deposits and outcrops with thorium, tantalum and niobium; all the elements are highly

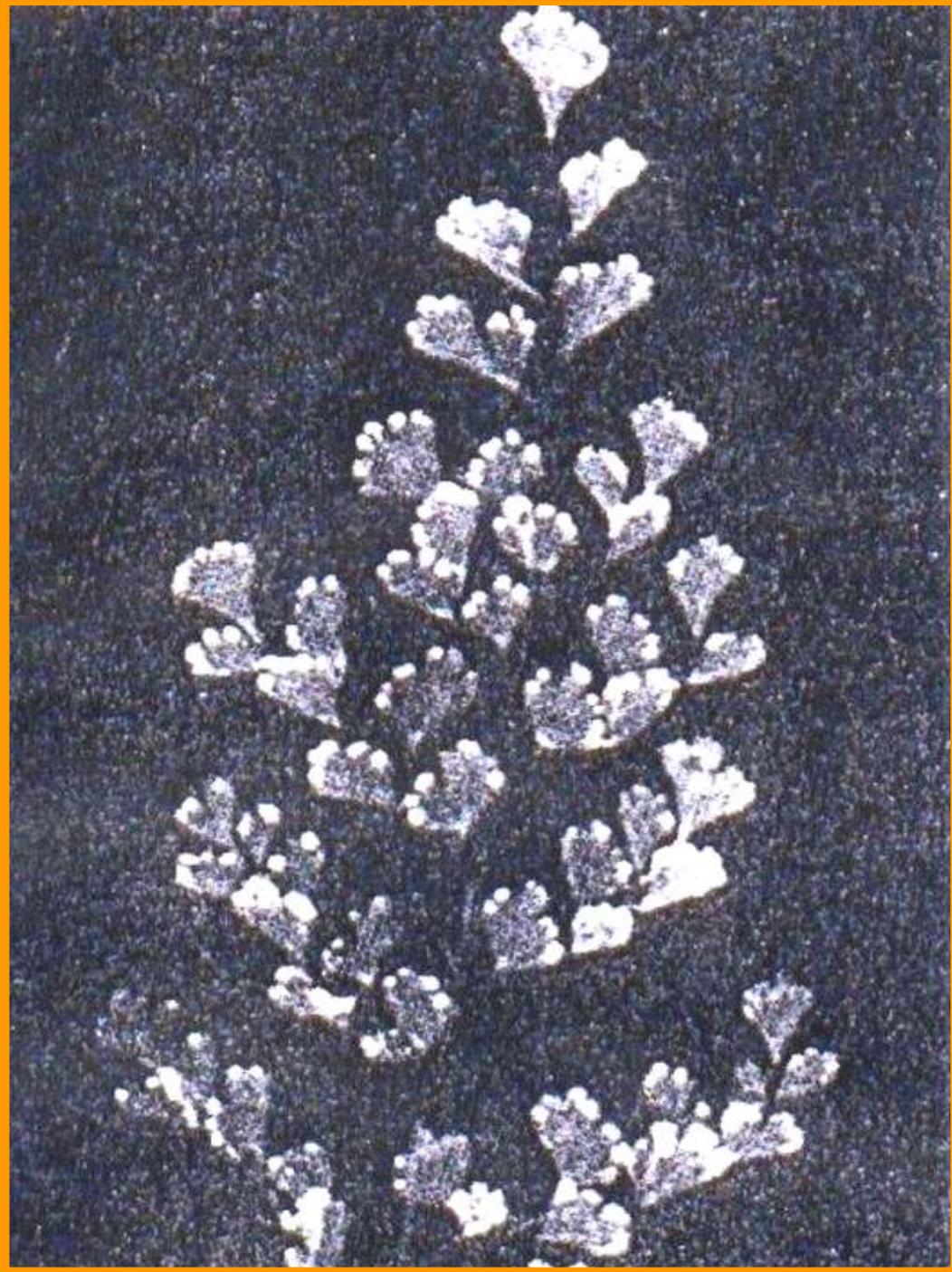
концентрации
аномально высокие.

«Детройт Ньюс» в номере от 31 марта 1957 г. сообщает в своем слюбе описан радиактивных карбонатитов в Африке: «Старые слоны, по-видимому, инстинктивно стремятся к радиоактивному источнику или минеральным залежам, где радиация благоприятно воздействует на их больные суставы. По истечении нескольких лет слоны создают тропы, идущие со всех концов Африки, к этим «терапевтическим» участкам. Это открытие сделал П. Л. А. О'Брайен — старший геолог Департамента геологической службы в Лусаке. О'Брайен по следу 100-летнего слона пришел к группе горных пород удивительной формации. Здесь он нашел три трубчатые залежи и обнажения с торием, танталом и ниобием; все элементы сильно радиоактивны».

Слоны как геологические индикаторы



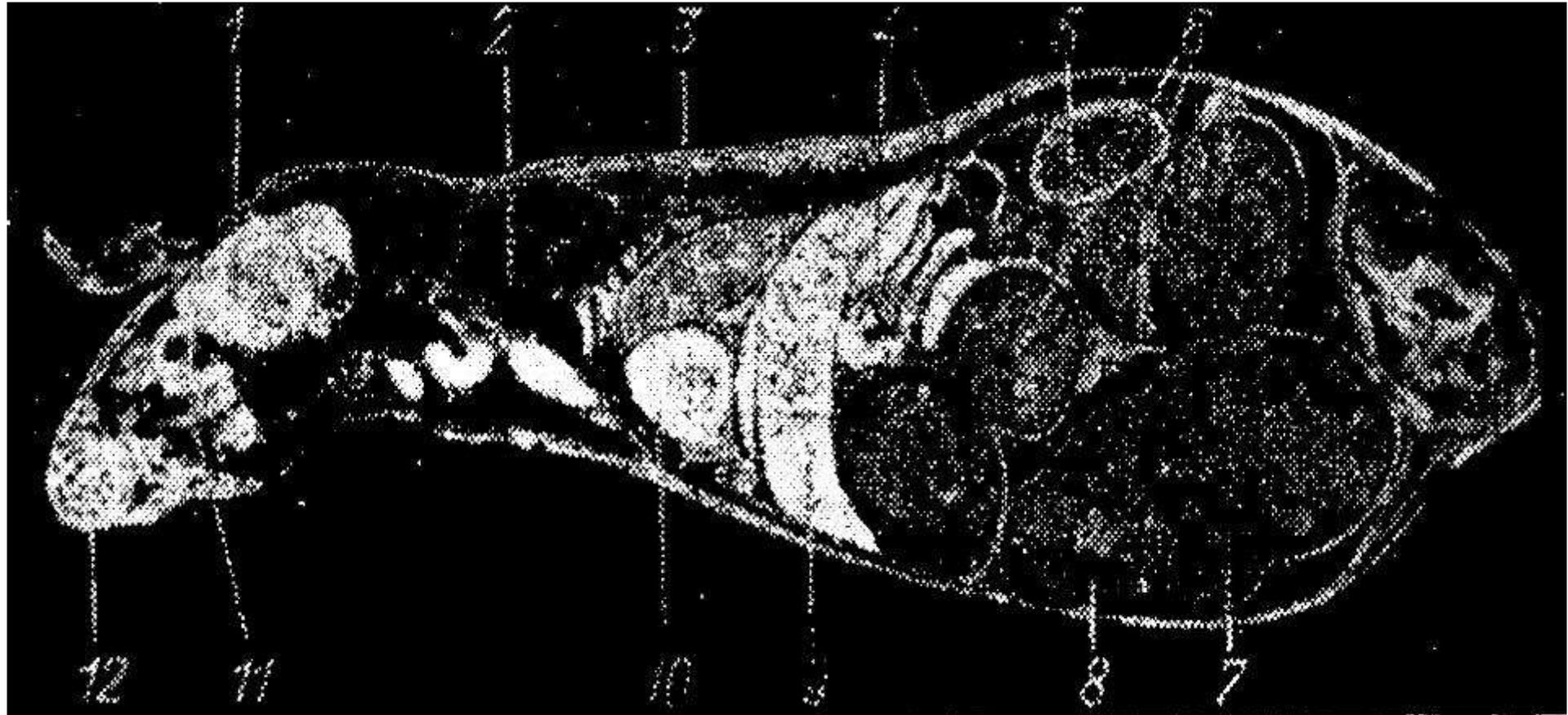
- Журнал «Nature» от 25.02.1950, vol.165, p.326 сделал сообщение о слонах как индикаторах.
- Они знают место где лечить ревматизм !!!!



Авторадиография растения
Adiantum из района Паус-де-
Кальвас, штат Минас-Жейрас
(Бразилия).

Авторадиография **мышы**

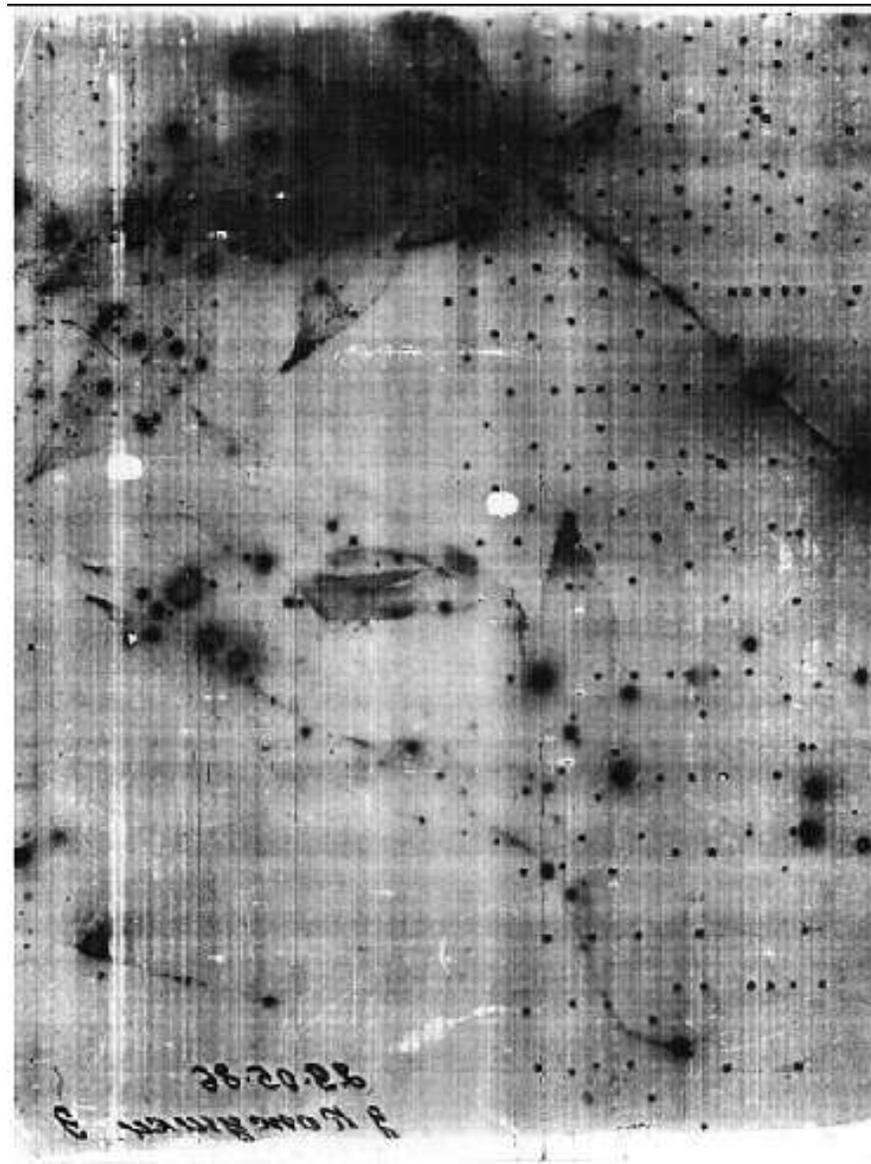
*Рентгеновская плёнка. Негатив.
Светлое - места концентрации
радионуклида*



Особую опасность вызывает *внутреннее облучение под воздействием* высокозаряженных α - и β -частиц, попадающих с воздухом, водой, продуктами питания. Именно этого радиационно опасного фактора прежде всего и следует оберегаться. Его необходимо оценивать в первую очередь . *Внешнее облучение при высоких дозах также опасно, но , на мой взгляд , оно не является главным дозообразующим фактором.*

Объективно оценить дозовую нагрузку только методами биодозиметрии

«Горячие частицы» в Чернобыле. Макрорадиография листьев кустарника из чернобыльской зоны. Рентгеновская плёнка. Сделана героем Чернобыля полковником А.А.Салеевым 26 мая 1986 г.

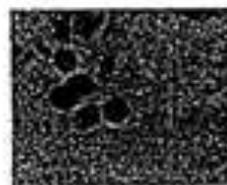




Больной X.
Диагноз: "Низкодифференциро-
ванный железистый рак лёгкого"
 $N_a = 16$; $A_a = 3,8 \cdot 10^{-6}$ Бк



Больной P.
Диагноз: "Мелкоклеточный рак
лёгкого"
 $N_a = 17$; $A_a = 4,4 \cdot 10^{-6}$ Бк



Больной С.
Диагноз: "Папиллярная аденокарцинома лёгкого"
 $N_a = 11$; $A_a = 2,6 \cdot 10^{-6}$ Бк



$N_a = 13$; $A_a = 3,1 \cdot 10^{-6}$ Бк

Рис. 3. Радиографни срезов лёгких жителей Алтайского края, пострадавших от ядерных испытаний на СИП.

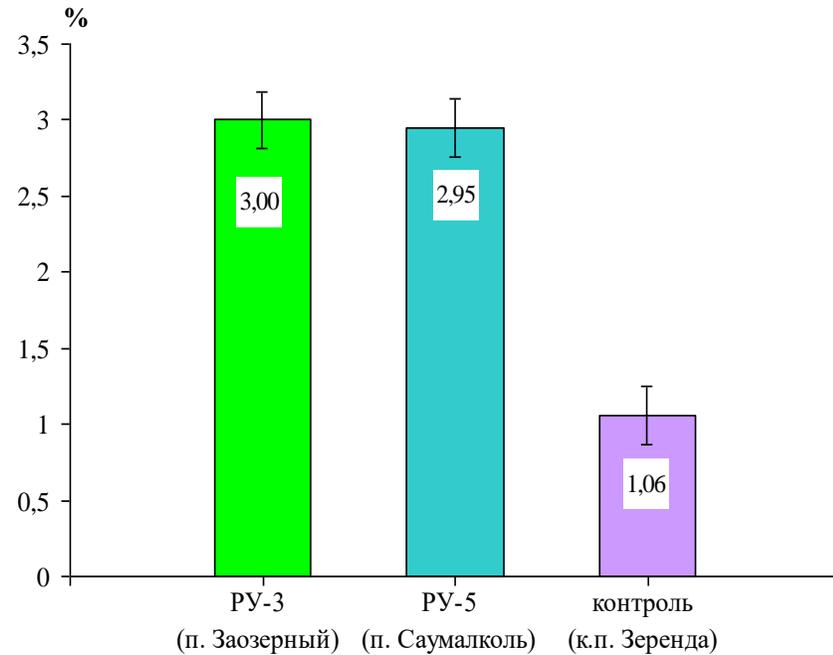
N_a – число альфа-треков на микрофотографии плёночного детектора;

A_a – альфа-активность попавшей в лёгкие частицы атмосферных радиоактивных аэрозолей.

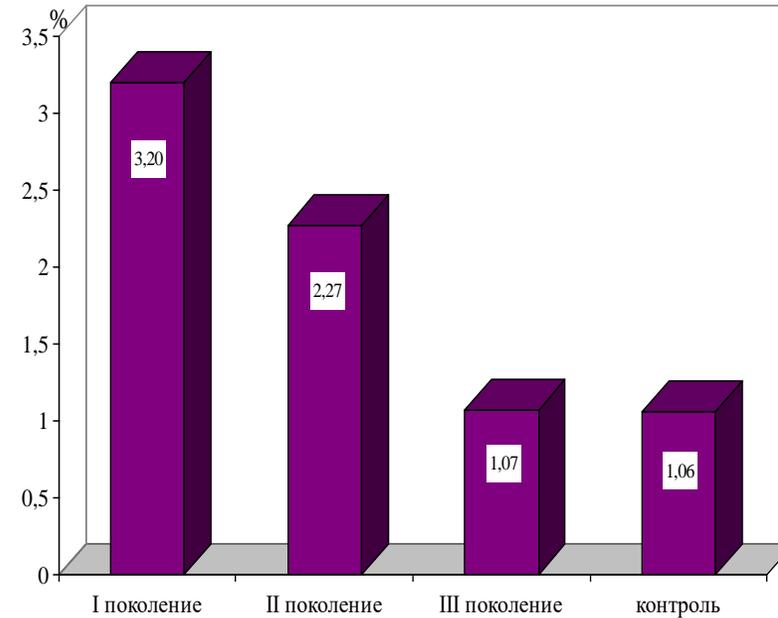
Биомаркёры влияния радиоактивности

(по Какабаеву, 2009))

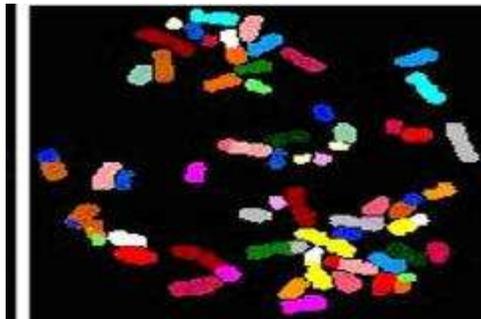
Частота клеток с абберациями хромосом у урановых рабочих в сравнении с контрольной группой



Частота хромосомных аббераций в семьях урановых рабочих в сравнении с контрольной группой



Микроядра



Хромосомные абберации

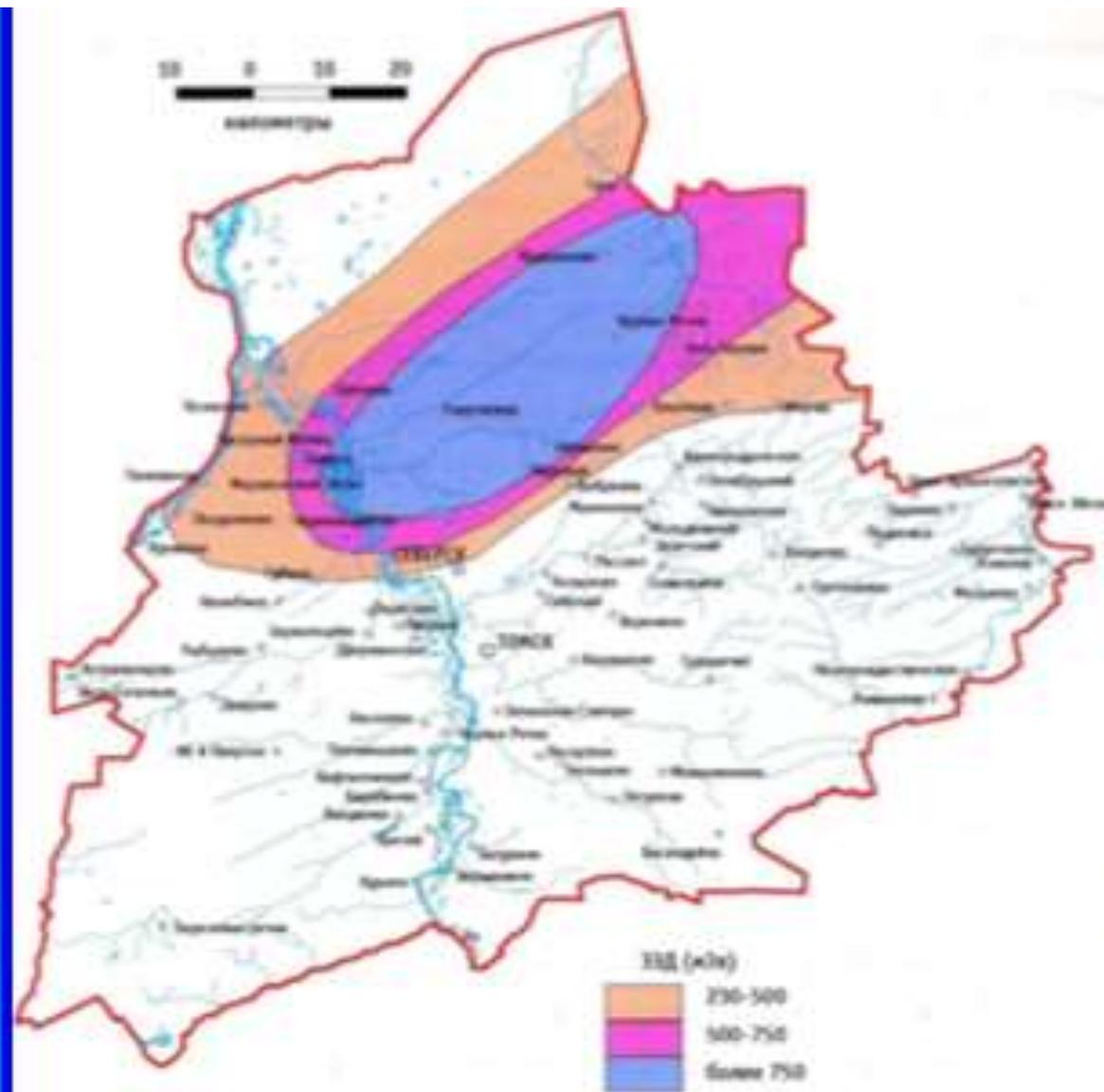
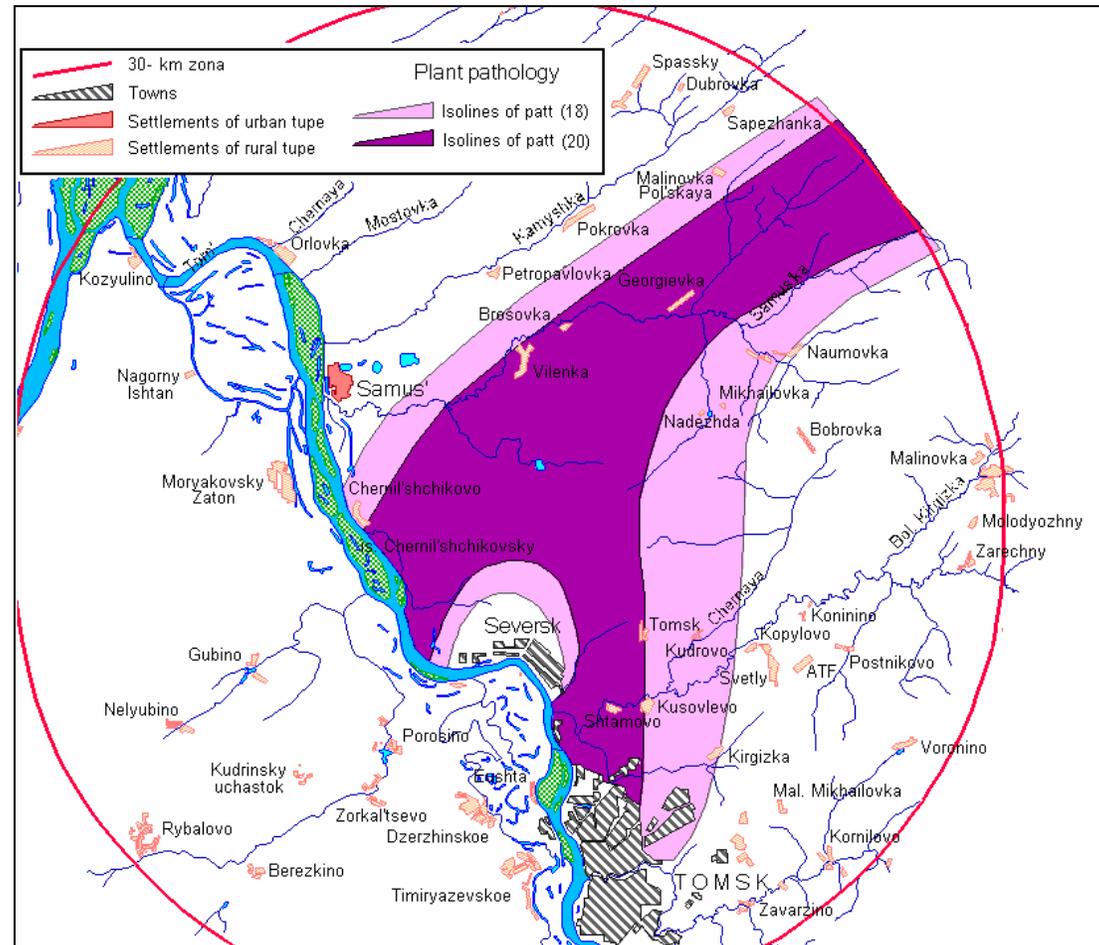


Рис. 10.80

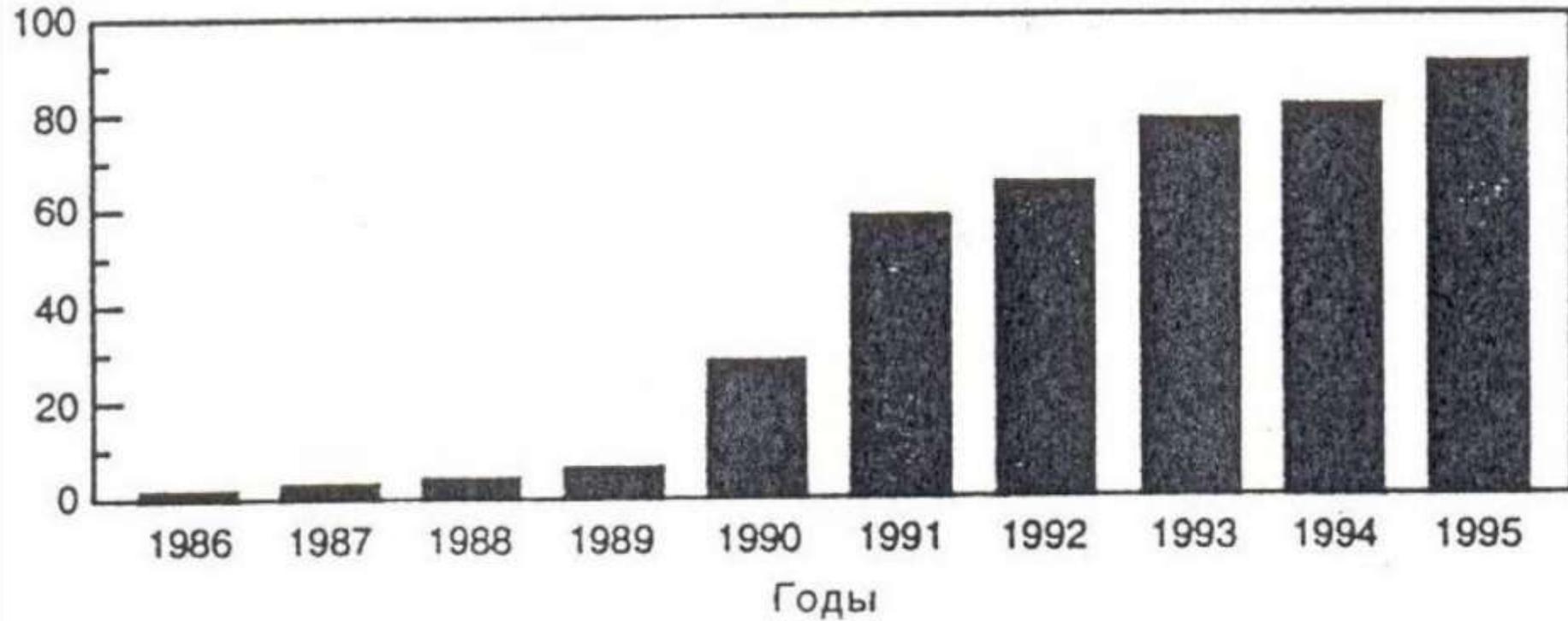
Схема зонирования территории юга Томской области по эффективной эквивалентной дозе (ЭЭД), определенной методами биодозиметрии

Schematic map of the pathologies in plants at the SCC zone according to 15 parameters



Число случаев рака щитовидной железы среди детей в Беларуси

Число случаев в год



Подготовлено на основе трудов Международной конференции МАГАТЭ/ВОЗ/ЕК
Вена, апрель 1996 года

Появились первые медицинские данные по воздействию радиоактивных выпадений от Фукусимы на здоровье

В статье в декабрьском номере журнала *International Journal of Health Services* за 2011 говорится приблизительно о 14000 дополнительных смертей в США были связаны с радиоактивными осадками из ядерных реакторов Фукусимы

Это первое опубликованное в медицинском журнале исследование такого рода, отрецензированное специалистами-медиками, в котором задокументировано вредное воздействие Фукусимы.

Авторы статьи Джозеф Мангано (эпидемиолог) и Джанет Шерман (доцент Западного Мичиганского университета, один из редакторов сборника «Чернобыль - последствия катастрофы для людей и окружающей среды», выпущенного нью-йоркской академией наук в 2009 году, а также автор книги «Химическое воздействие и хрупкий баланс жизни и смерти» отмечают, что более 14000 смертельных случаев в США в последующие 14 недель после катастрофы на Фукусиме сравнимы с 16500 смертями, которые были вызваны в течение 17 недель после расплава ядерного реактора в Чернобыле в 1986 году.

Самое большое количество смертей - среди американских младенцев в возрасте до одного года.

Весной 2011 года младенческая смертность выросла на 1,8 процента по

сравнению с падением на 8, 27 процента в предшествующие 14 недель.

Спустя всего шесть дней после катастрофического расплавления топлива в четырех реакторах 11 марта, ученые заметили выпадение радиоактивных осадков на американских берегах.

Проведенные впоследствии агентством по защите окружающей среды измерения обнаружили в воздухе, воде и молоке по все Соединенным Штатам уровни радиации, которые в сотни раз превышали норму.

Самые высокие уровни содержания иода-131 в осадках на территории США (норма составляет около 2 пикокюри иода-131 на литр воды):

Бойсе, штат Айдахо - 130, Канзас-Сити - 200 , Джексонвиль, Флорида - 150, Олимпия, штат Вайоминг - 125, и Бостон, штат Массачусетс - 92.

Центр по контролю и профилактике болезней публикует еженедельные сообщения о количестве умерших в 122 городах США с населением более 100 тысяч человек, что составляет примерно 25-30% населения США.

После того, как радиоактивные осадки достигли США в течение 14 недель (с 20 марта по 25 июня) смертность увеличилась на 4,46 процента по сравнению с 2010 годом и с 2,34 процентами в предшествующие 14 недель. Увеличение смертности для всей территории США примерно равно 14 000. Полный текст

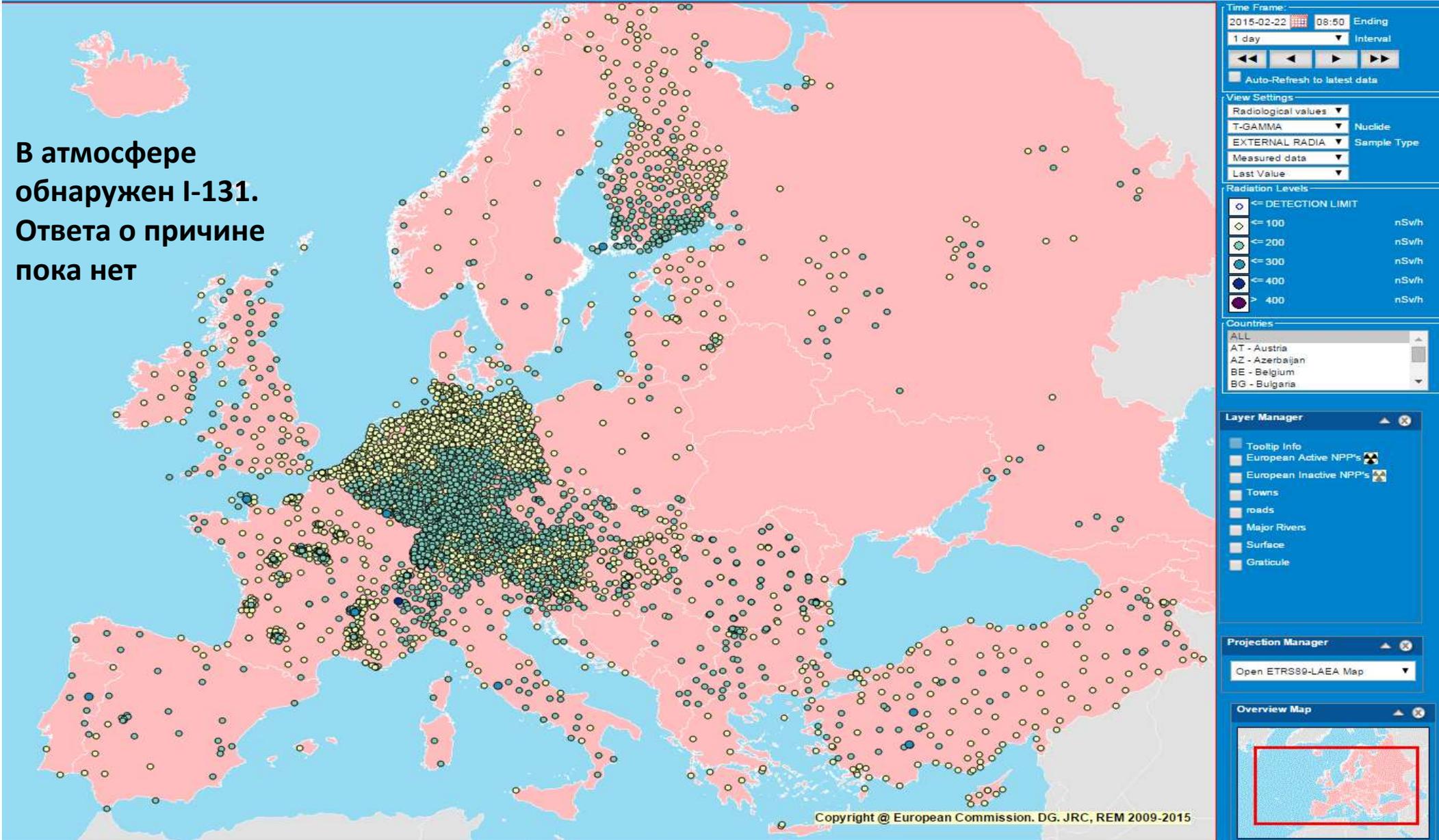
: <http://earth-chronicles.ru/news/2011-12-21-13827>

Текст статьи в журнале (на английском):

www.radiation.org/reading/pubs/HS42_1F.pdf

Радиационная обстановка в Европе на 22.02.17

В атмосфере
обнаружен I-131.
Ответа о причине
пока нет



По мере накопления данных по воздействию ионизирующего излучения на человека, допустимая доза облучения человека многократно пересматривалась на протяжении столетней истории изучения явления радиоактивности в сторону ее уменьшения

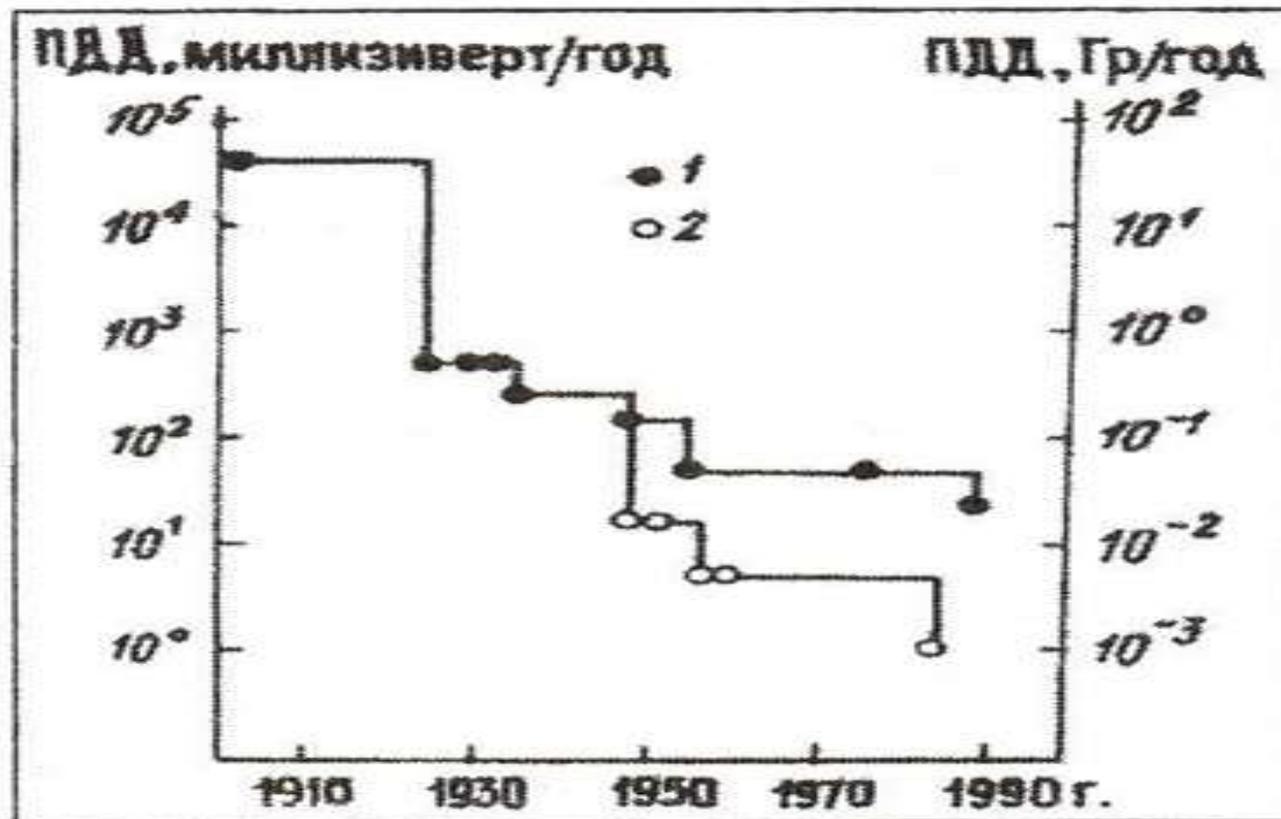


Рис. 8.22

Предельно допустимые дозы облучения для работающего персонала (1) и всего населения (2), принятые в разные годы - от 1902 до 1985 г. (Карагодин, 1995 со ссылкой на Gigna, 1993).

Главные проблемы будущего

- Главными радиационными факторами будущего будут техногенные альфа-излучающие радионуклиды (Pu, Am и др.), а также Rn и продукты его распада.
- Требуется оценка статуса территорий по этим параметрам.
- Необходима объективная оценка дозовых нагрузок на население территорий методами биодозиметрии.
- Следует изменять психологию людей на адекватное восприятие фактора радиоактивности.

Благодарю за внимание !

