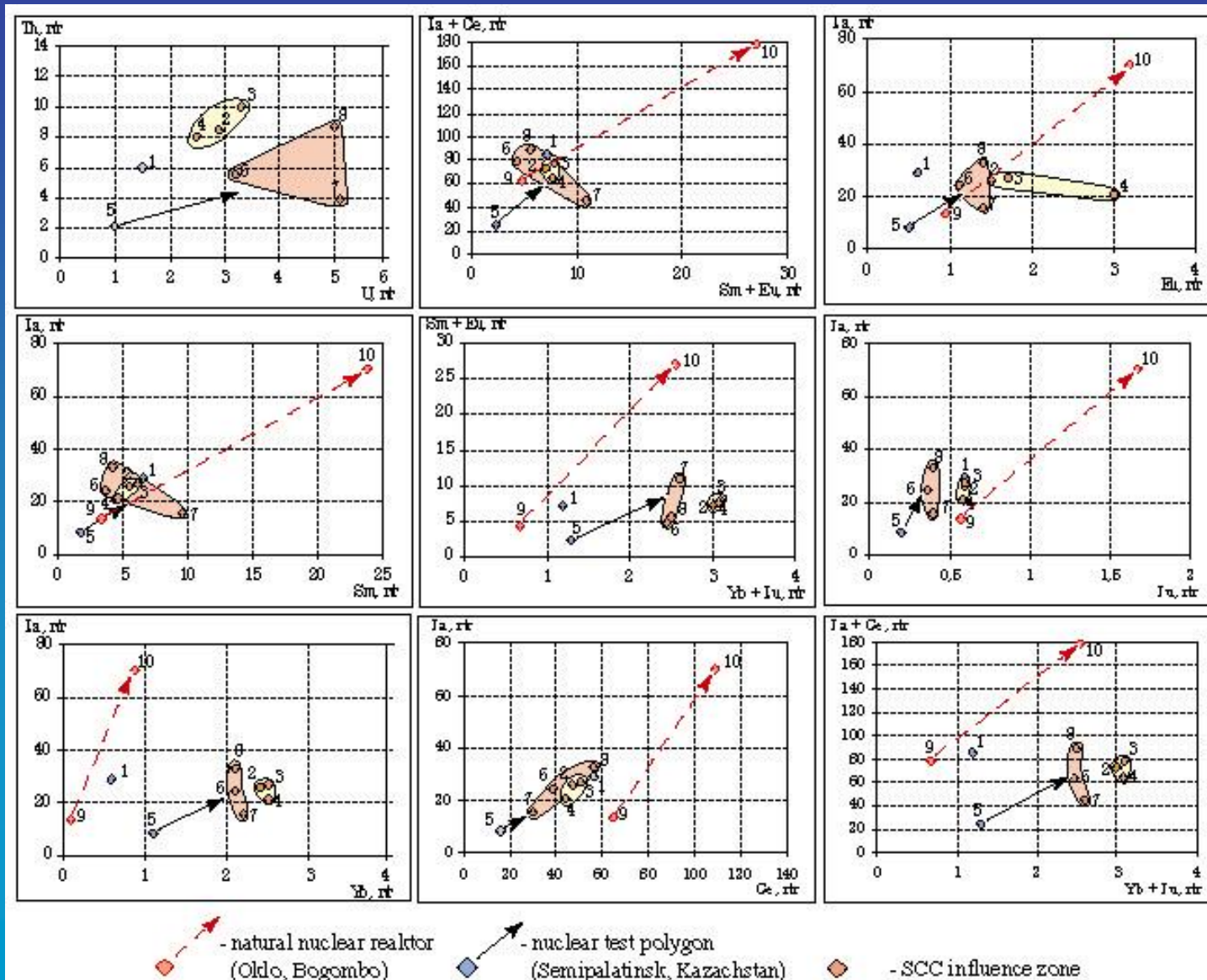


Из всего выше показанного следует, что

В зонах влияния предприятий ЯТК формируется локальная (первые тысячи кв.км) специфическая природно-техногенная биогеохимическая зона (зона техногенеза), в пределах которой требуется проведение комплексных геохимических и медико-биологических исследований

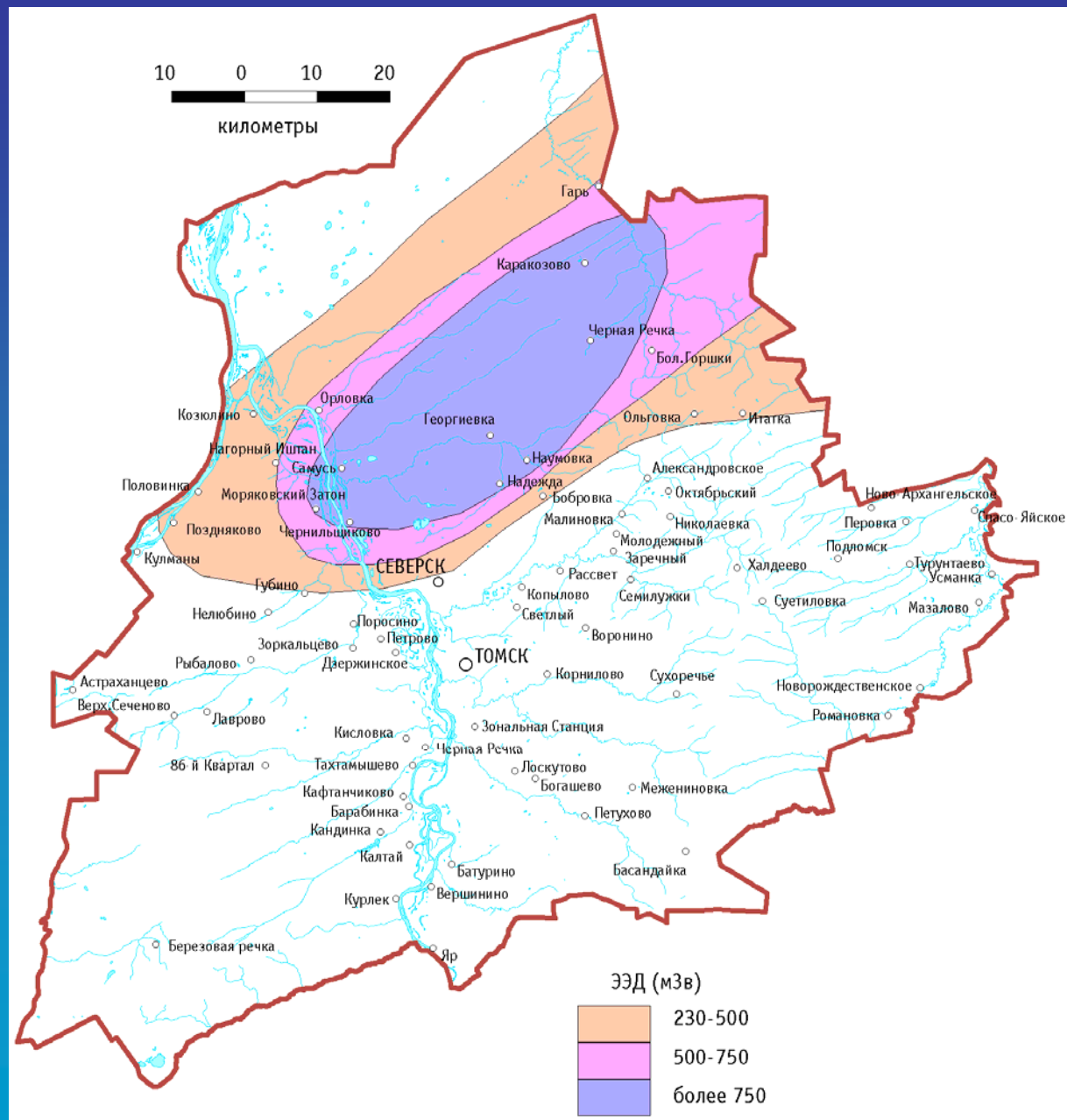
Change character of accumulation levels and ratio of radioactive and rare-earth elements in zones of nuclear reactor and nuclear polygons and out of their limits



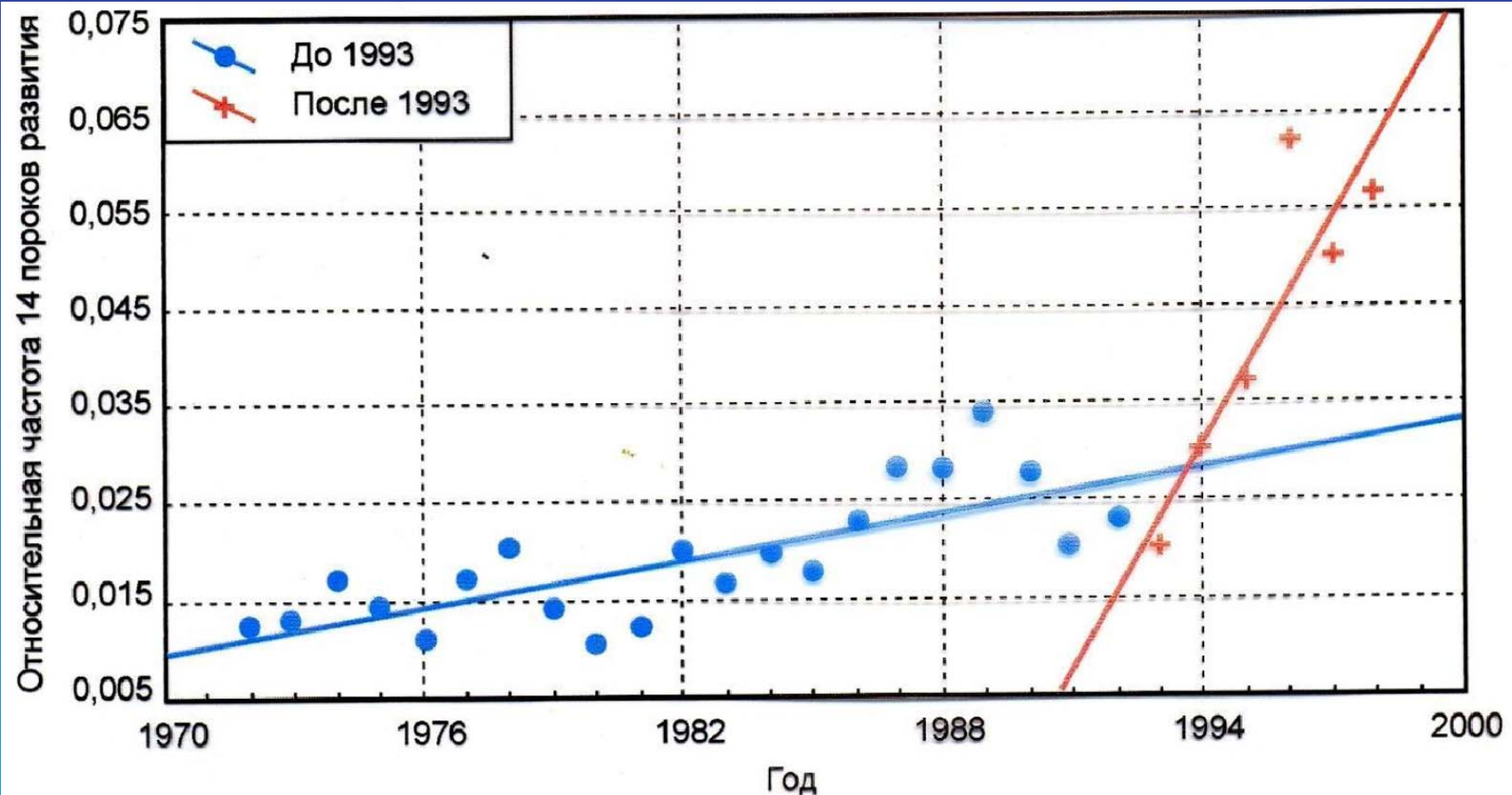
**Некоторые экологические
последствия в зонах техногенеза
предприятий ЯТК при штатных
режимах работы**

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

по данным Н.Н. Ильинских
и др., 1994, 1995



Динамика суммарной частоты 14 пороков развития в г.Северске

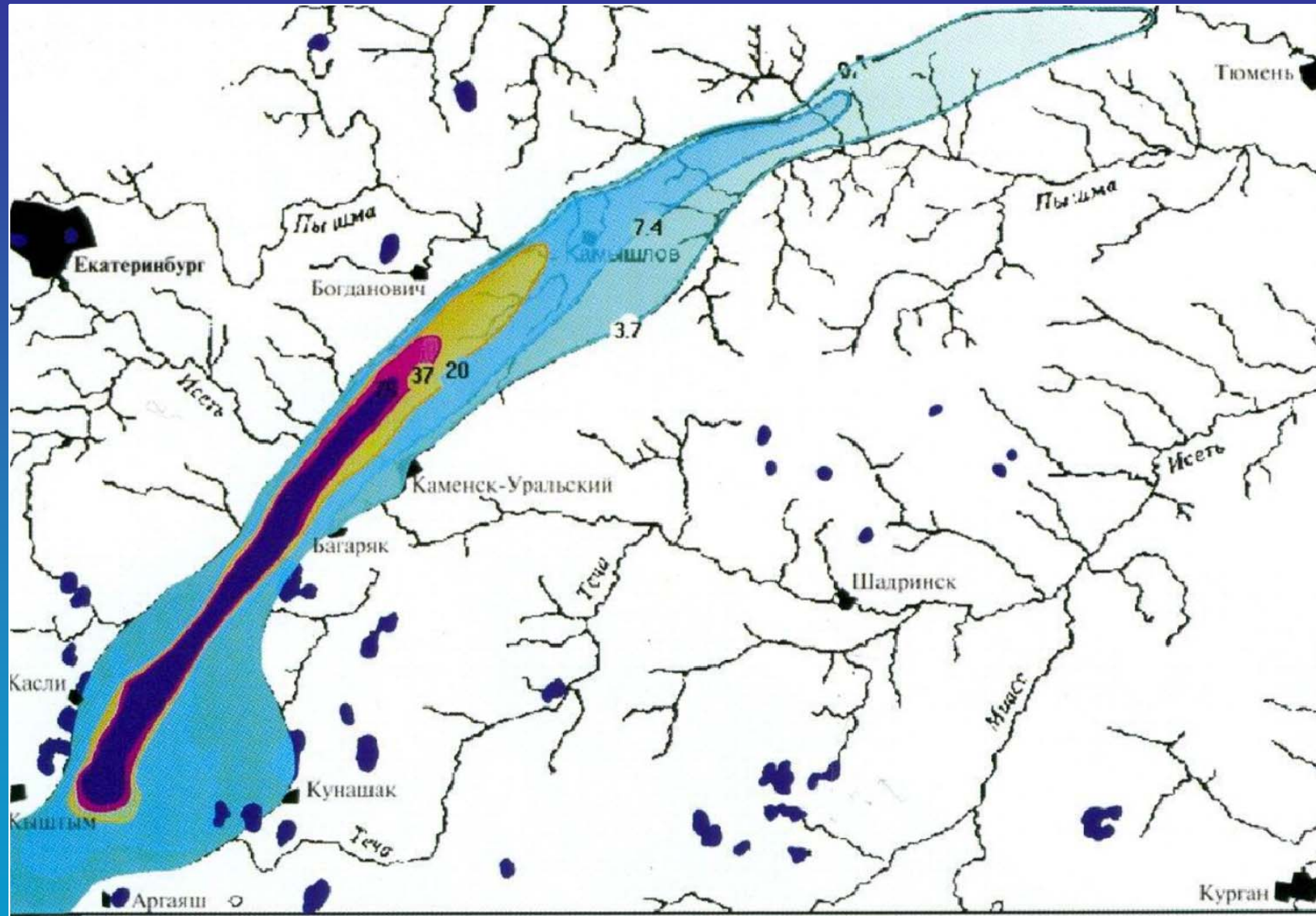


Анализ Центра Биостатистика e-mail: point@Statleo.tomsk.su

Аварийные ситуации на предприятиях ЯТК

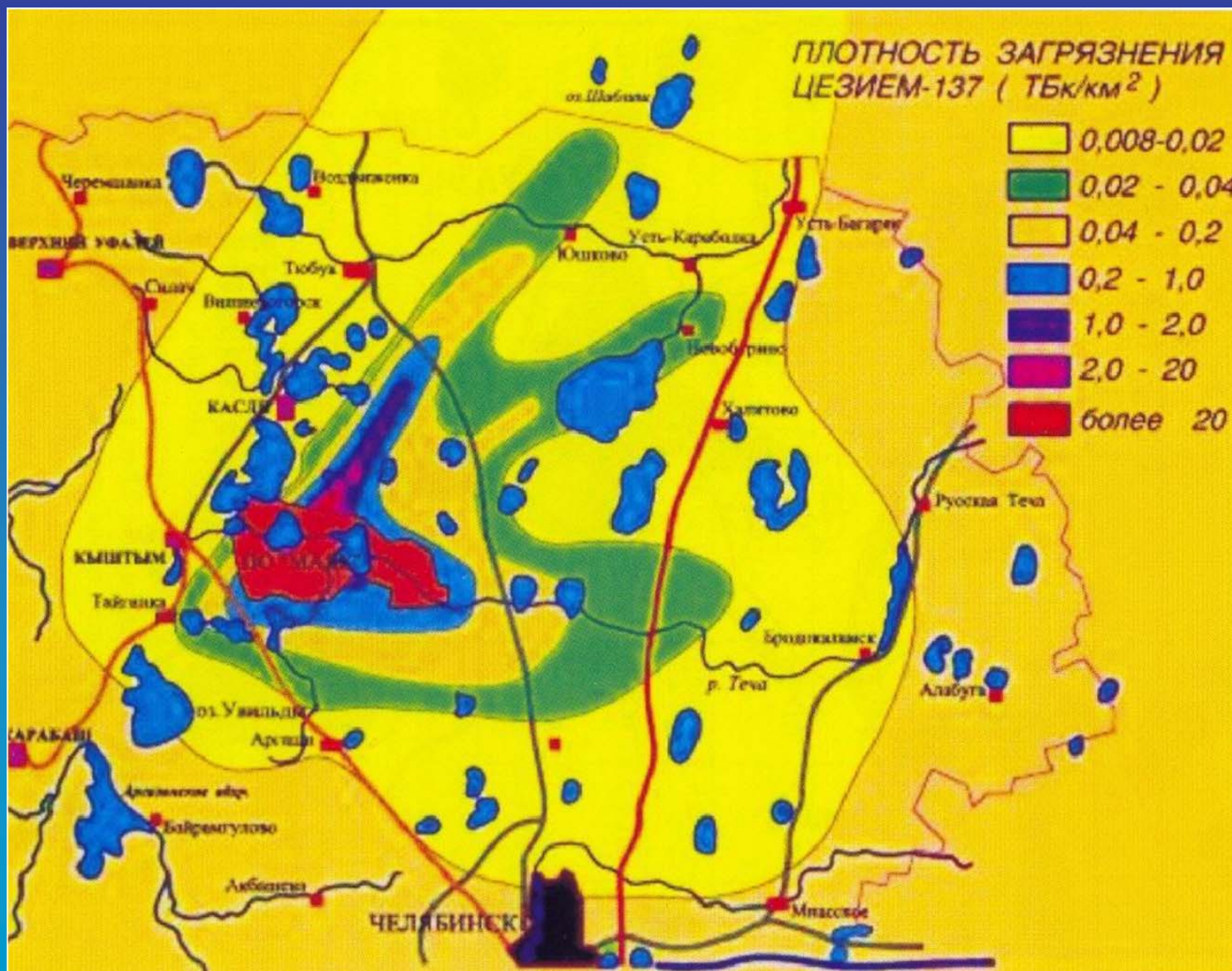
При аварийных ситуациях (ВУРС, Чернобыль и т.д.) всё это проявляется более контрастно,
а экологические следствия загрязнения среды более существенные

Схема Восточно-Уральского радиоактивного следа

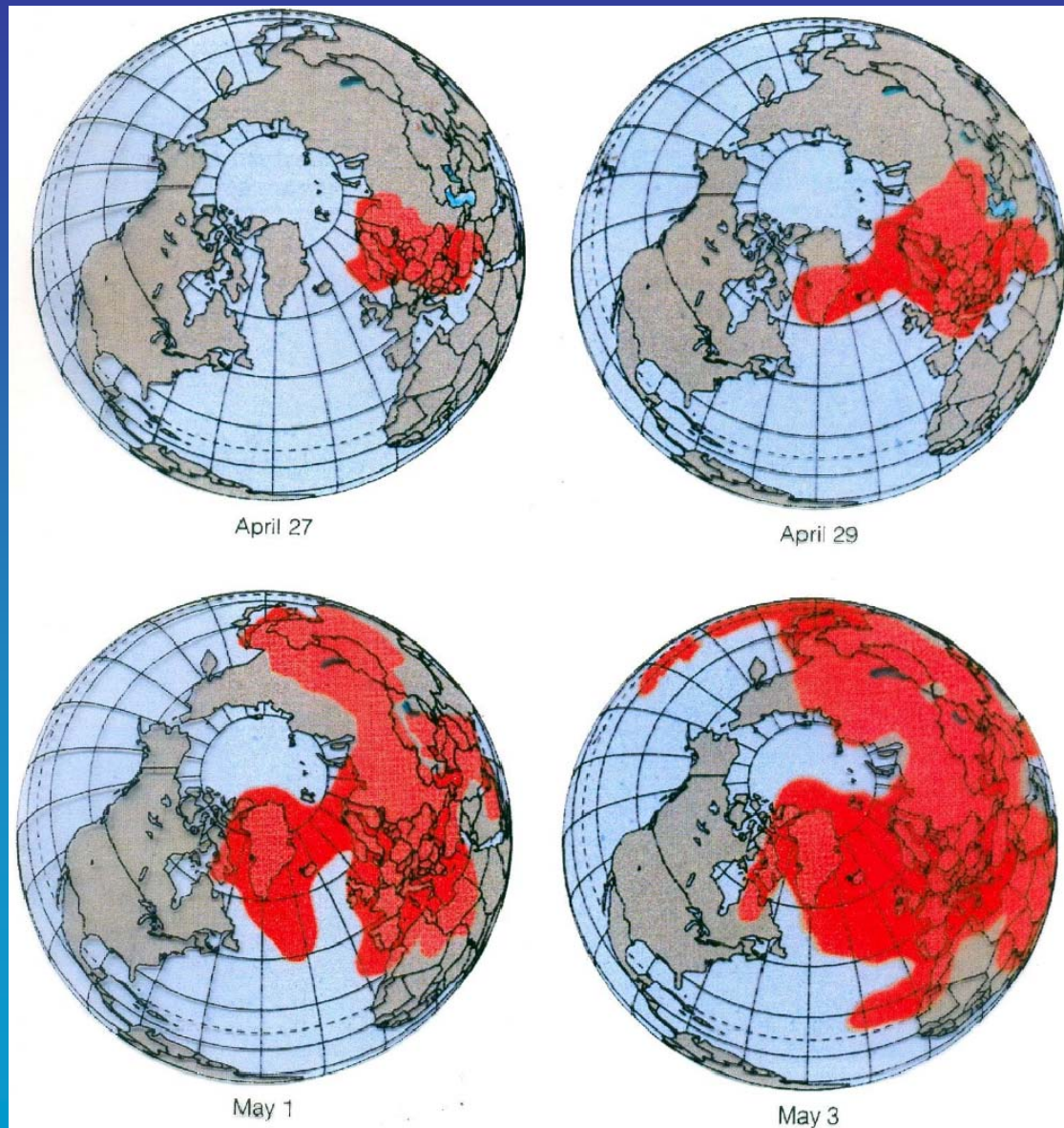


На изолиниях указаны предельные концентрации стронция-90 (ГБк/км²)

Схема загрязнения цезием-137 территории Челябинской области за счет ветрового переноса илов из прибрежной зоны оз.Карачай в 1986 г.

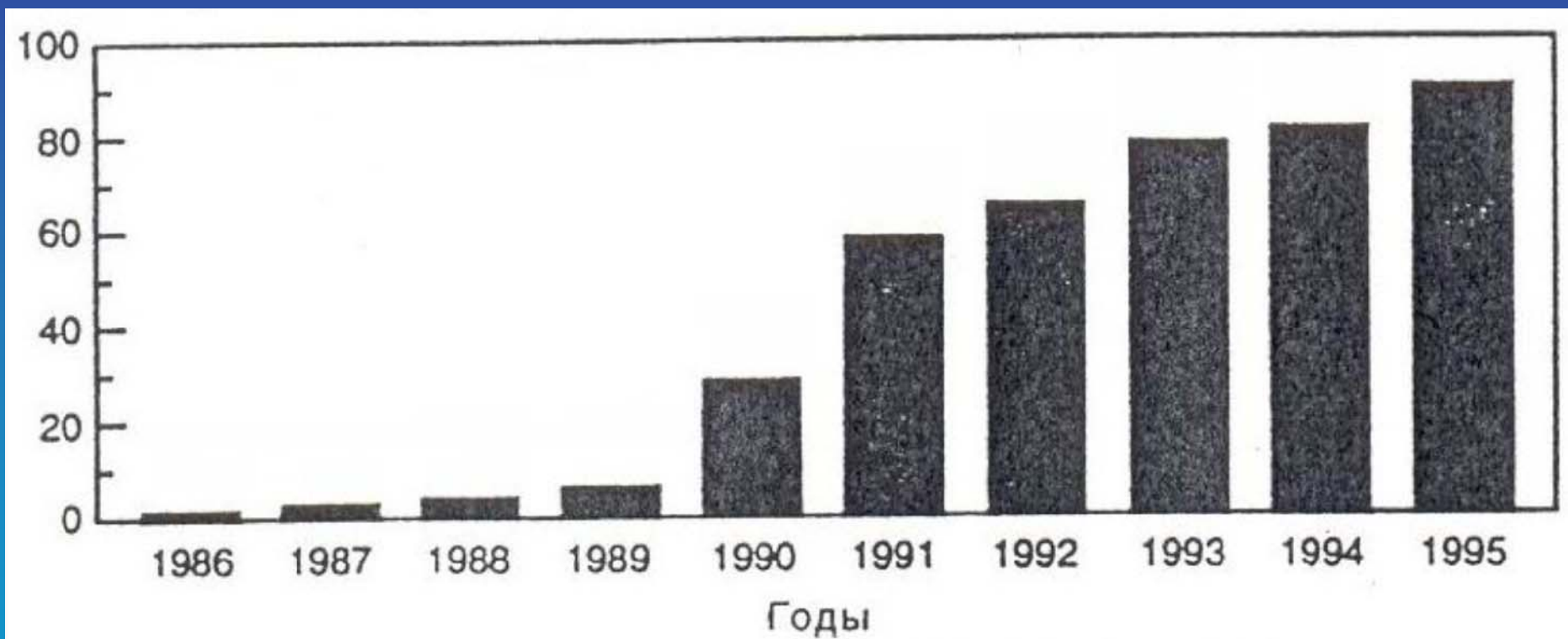


Распределение радиоактивных осадков от аварии на Чернобыльской АЭС (по материалам спутниковой съемки США, 1986 г.)



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

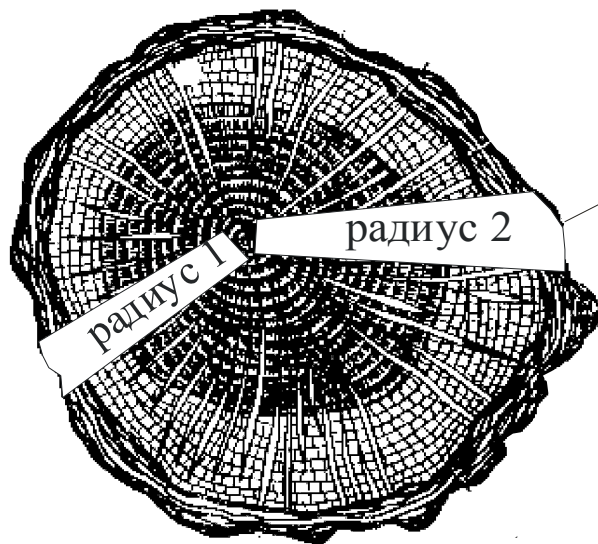
Техногенез, связанный с испытанием ядерного оружия

На примере испытания ядерного оружия проявляется две основные геохимические функции человека:

- ✓ функция рассеяния химических элементов
- ✓ функция создания химических изотопов (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{129}I и др.) и элементов (Pu, Am и др.).

С момента испытания ядерного оружия в атмосфере геохимия геосферных оболочек и человека стала принципиально иной.

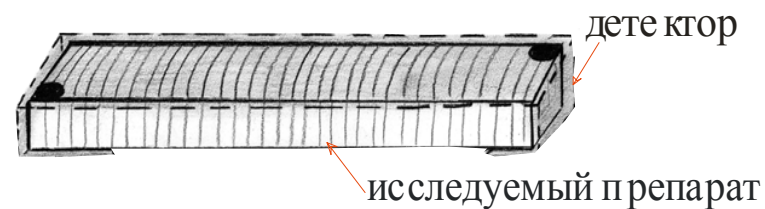
Методика отбора и подготовки образца на исследование



Поперечный разрез ствола дерева:

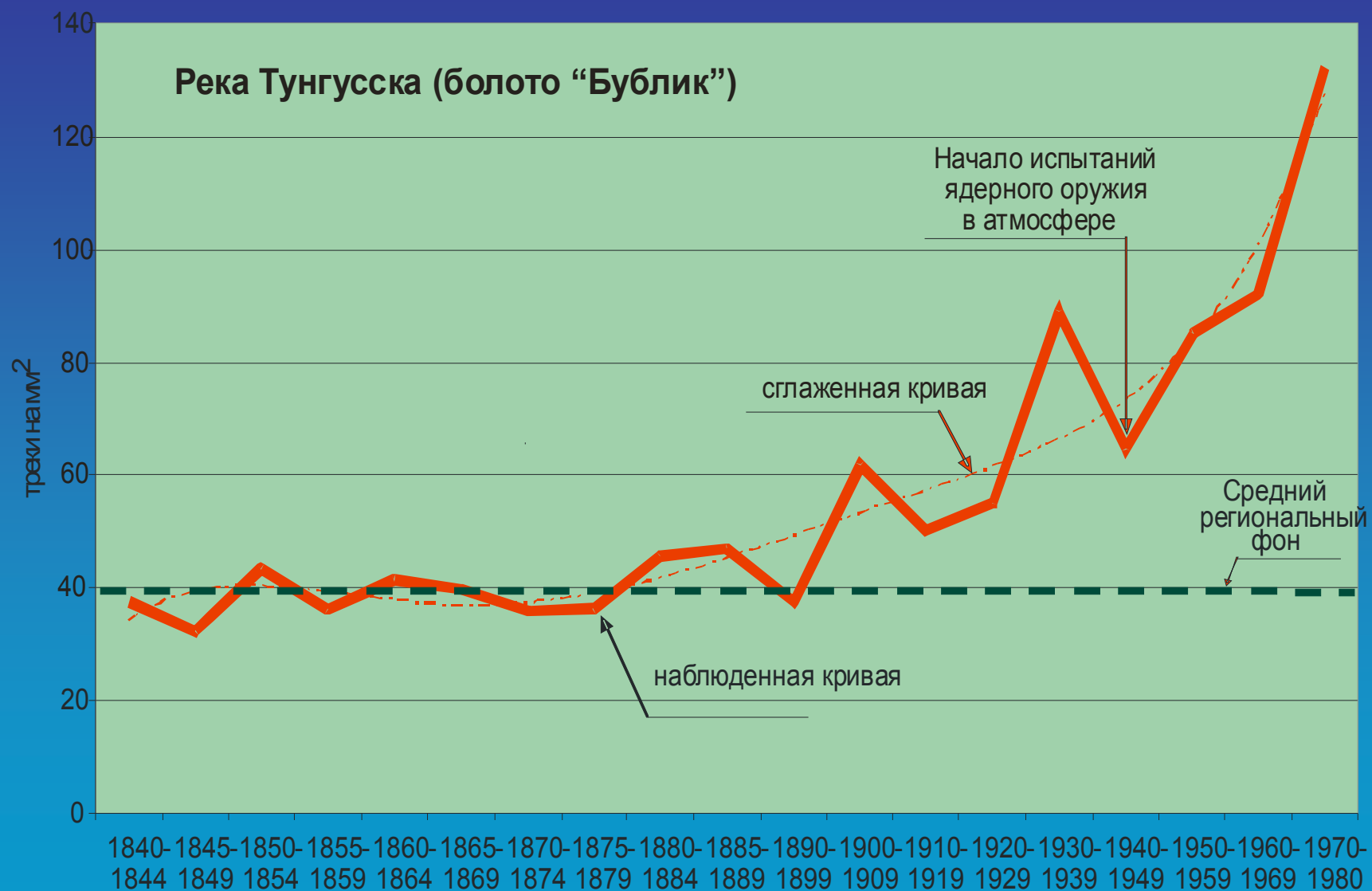


Срез дерева, подготовленный для проведения радиографических исследований



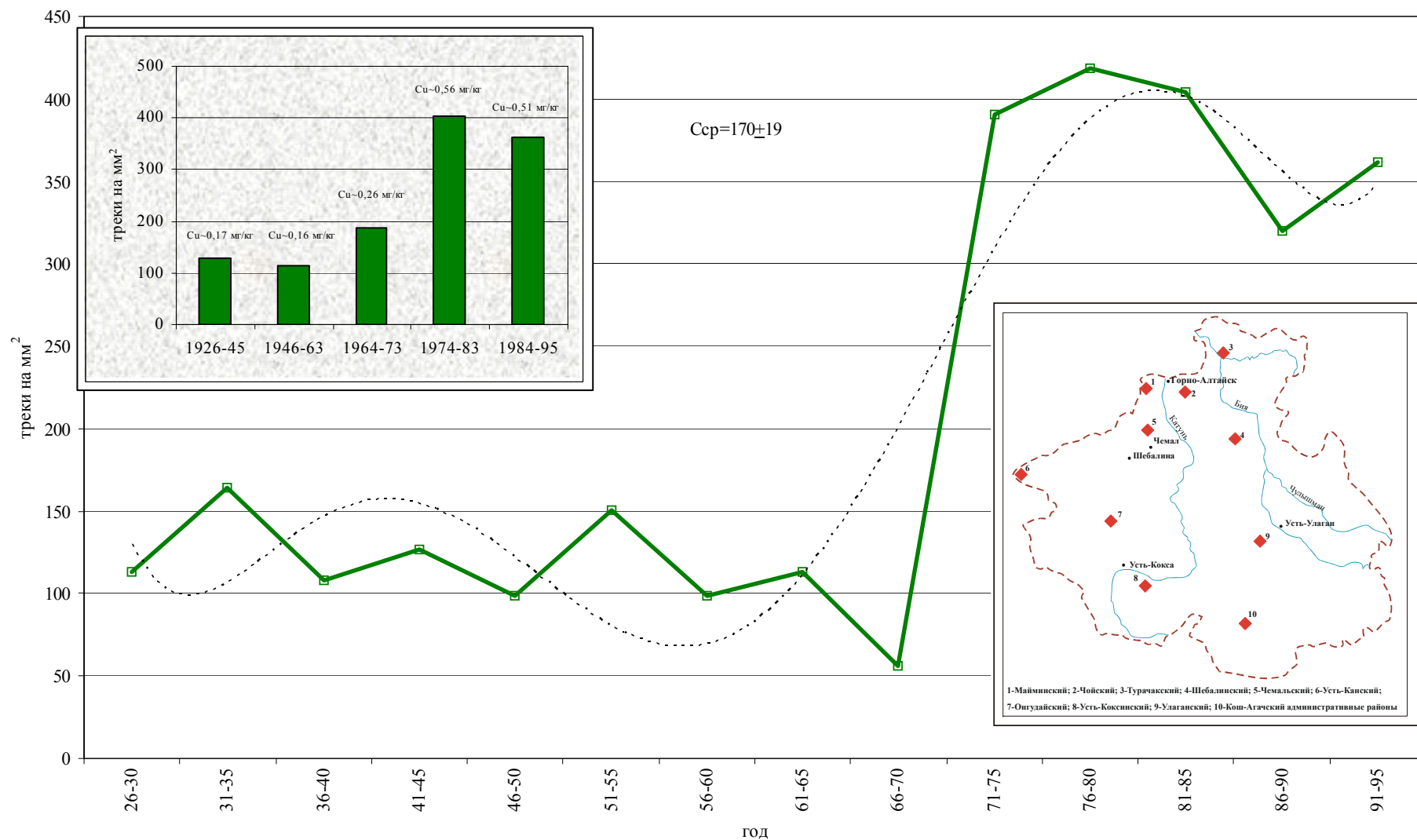
Образец, подготовленный к облучению в канале реактора

Изменение глобального фона делющихся радионуклидов (U^{235} , Pu, Am и др.) за последние 150 лет



Выпадения делящихся радионуклидов от некоторых ядерных взрывов в атмосфере





Плотность треков от осколков деления U-235 и трансураниевых элементов в срезе дерева Кош-Агачского района Республики Алтай (с. Джазатор)

Общий вид годовых
колец в сталактитах

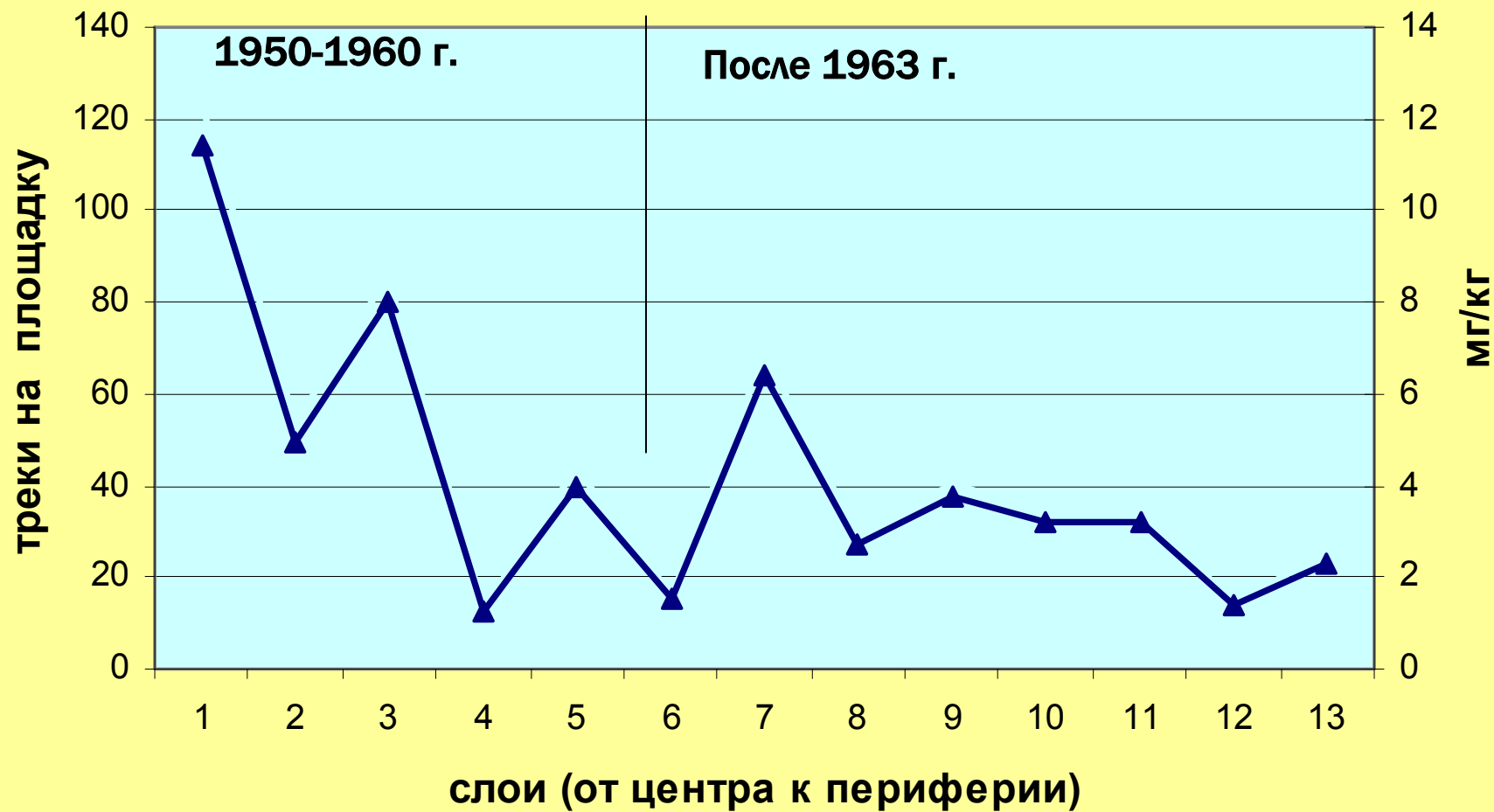


Я1

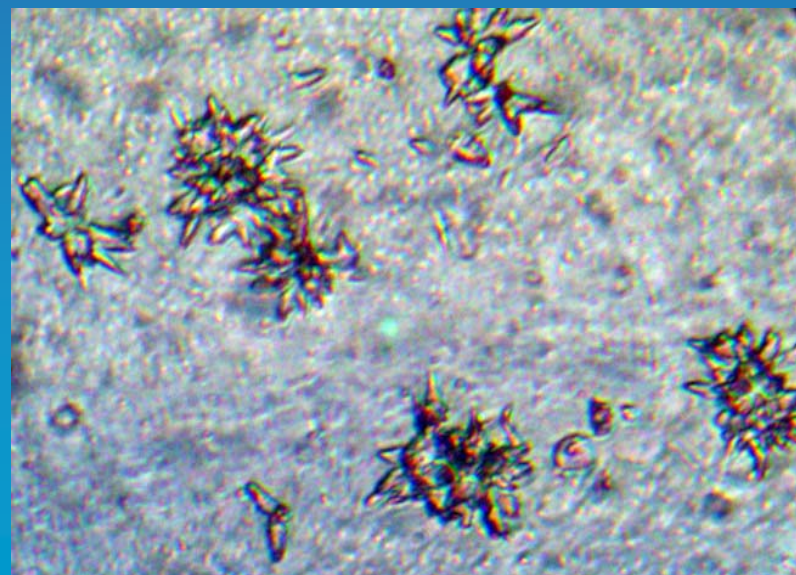
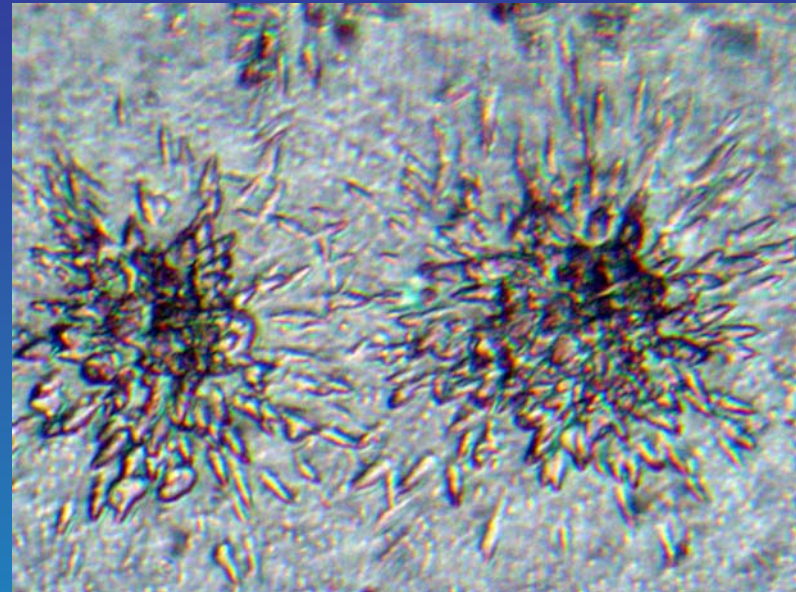
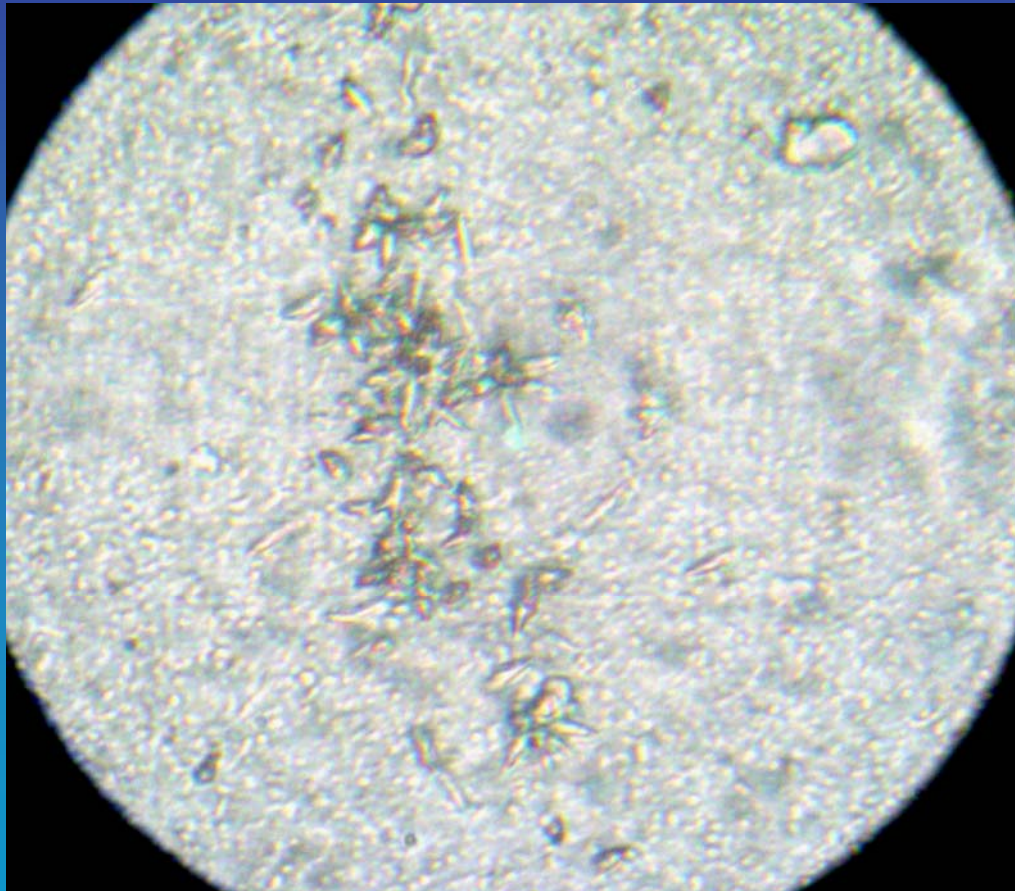


П1

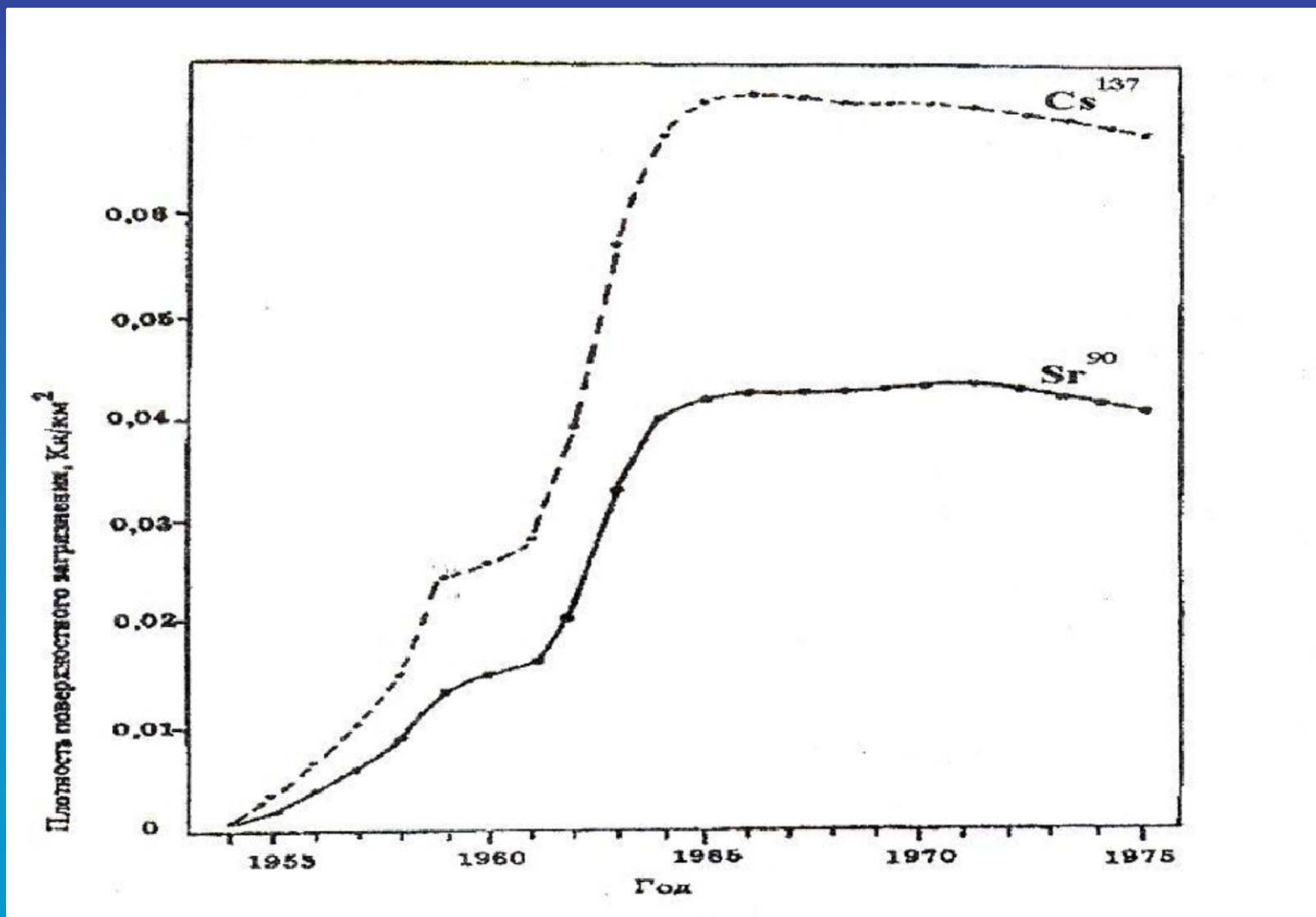
Распределение содержания делящихся элементов по кольцам сталактита П2 (Хакасия)

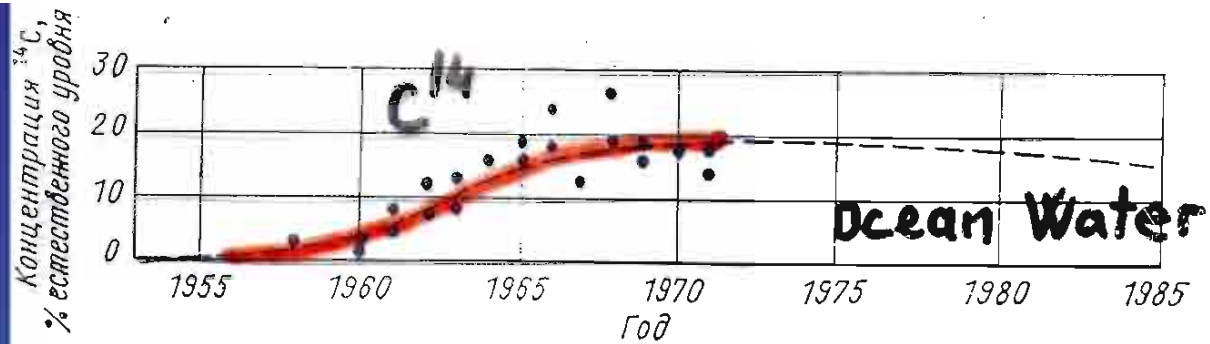


«Звёзды» в образце сталактита Я1



Накопление ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве по европейской территории страны





Изменение содержания искусственного ^{14}C в поверхностных водах океана

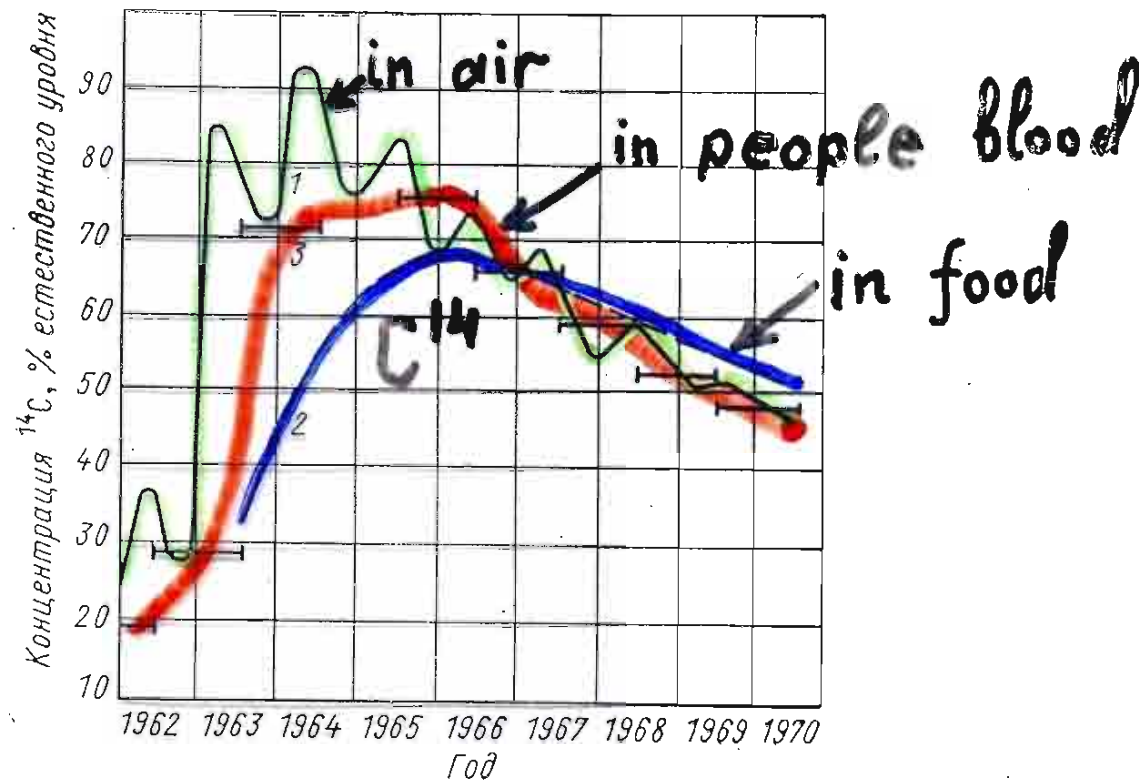


Рис. 4.26 Изменение концентрации искусственного ^{14}C в углероде воздуха (1), крови людей (2) и в общей диете (3)

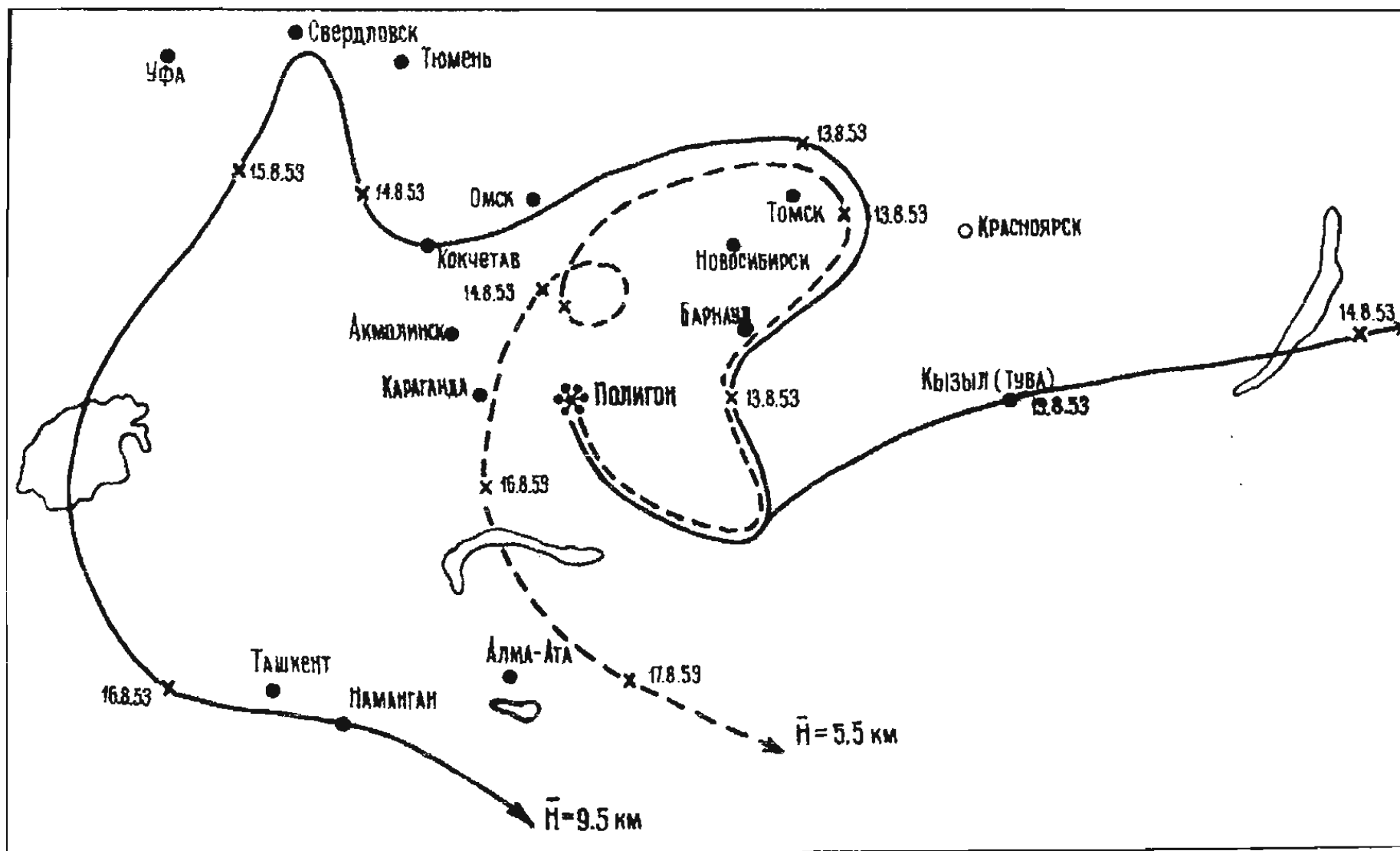
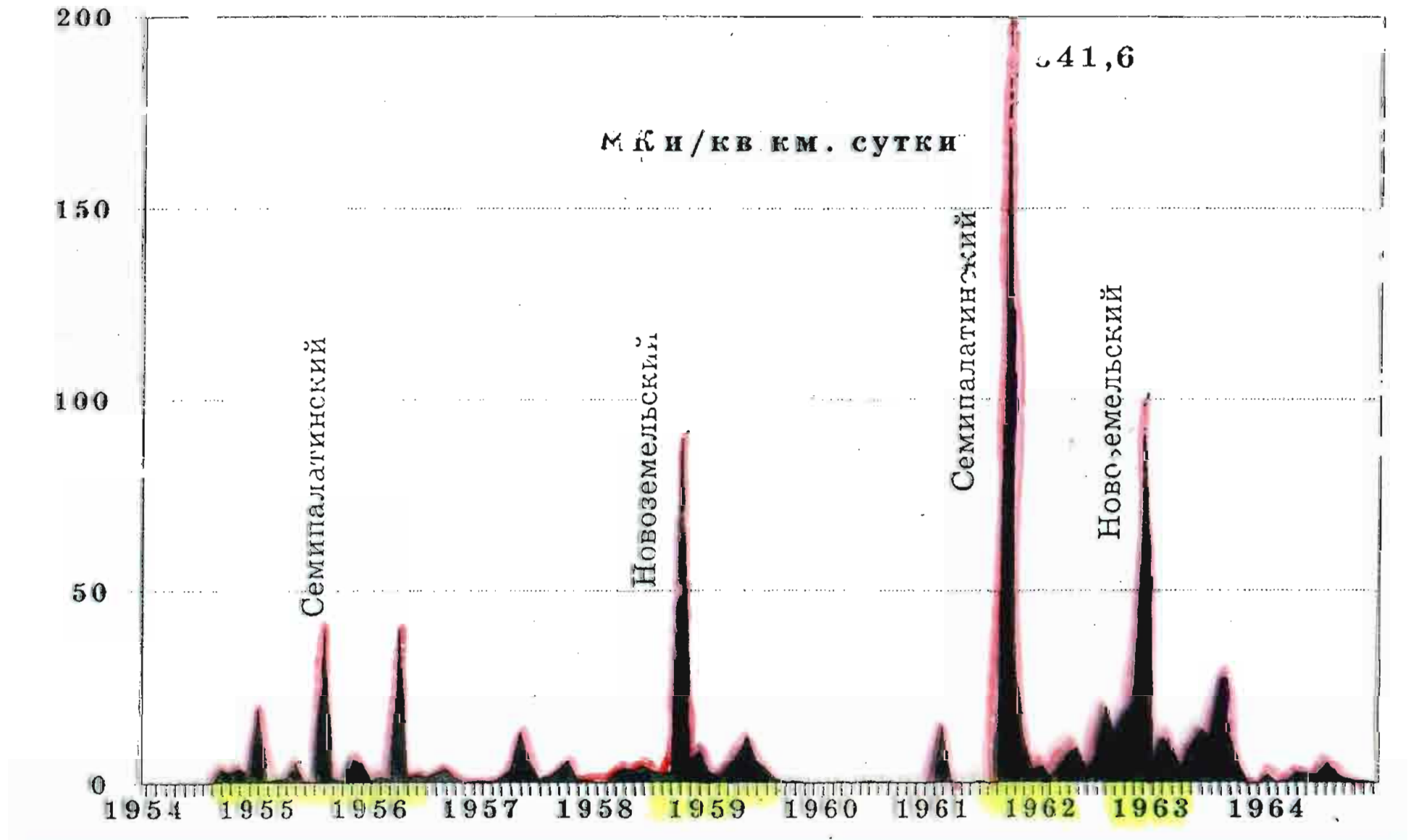


Рис. 4.30 Траектория воздушных потоков на разных уровнях и зоны возможного выпадения радионуклидов от ядерного взрыва 12.08.53 г. (по материалам ВЧ № 51105, г. Москва)

Рис. 4.34

МАКСИМАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫПАДЕНИЙ
ИЗ АТМОСФЕРЫ В г. НОВОСИБИРСКЕ В ПЕРИОД ВЛИЯНИЯ
ЯДЕРНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА СЕМИПАЛАТИНСКОМ И
НОВОЗЕМЕЛЬСКОМ ПОЛИГОНАХ (1954-1964 гг.)
(по З.В. Селегею, 1997).



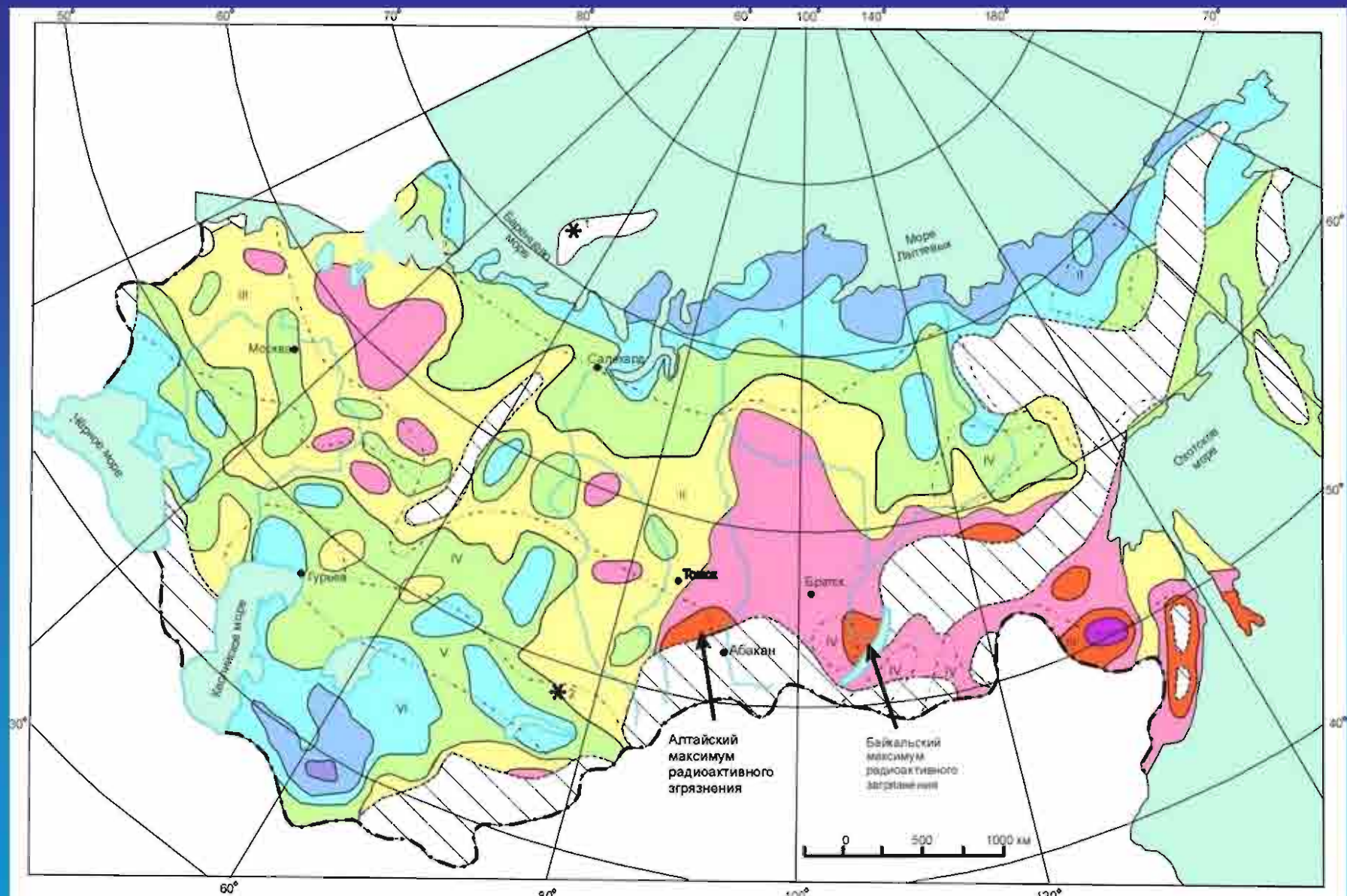
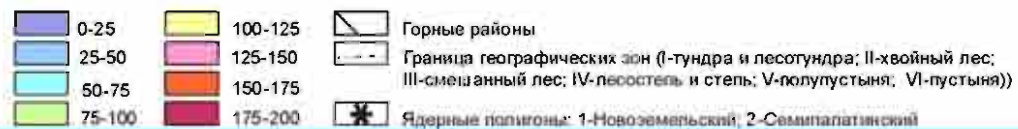


Рис. Распределение запаса ^{137}Cs на территории СССР, mCi/km^2 (Болтнева Л.И., Израэль Ю.А. и др. "Атомная Энергия", 1977, т.42)



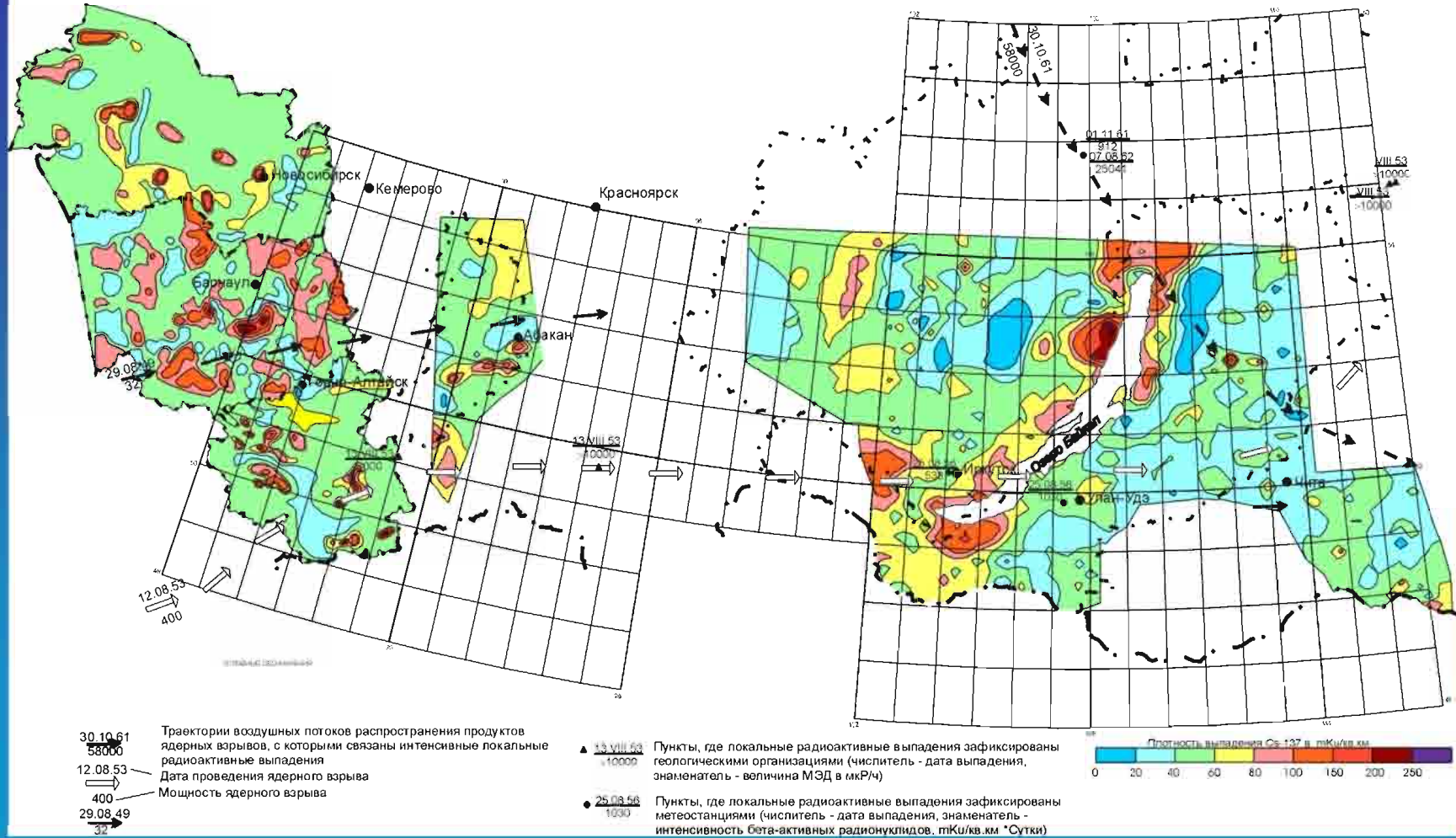
ЮЖНАЯ СИБИРЬ

КАРТА ПЛОТНОСТИ ВЫПАДЕНИЯ Cs-137

Масштаб 1:10 000 000

Составили: Л.Г.Коршунов, В.И.Медведев, А.А.Мясников, Ф.В.Сухоруков

По материалам: НТП "Сосновгеос", ГП "Сосновгеолсервис" (Байкальский регион, республика Хакасия), ОИГГИМ СО РАН (Новосибирская область, Алтайский край, республика Алтай) 2003 г.



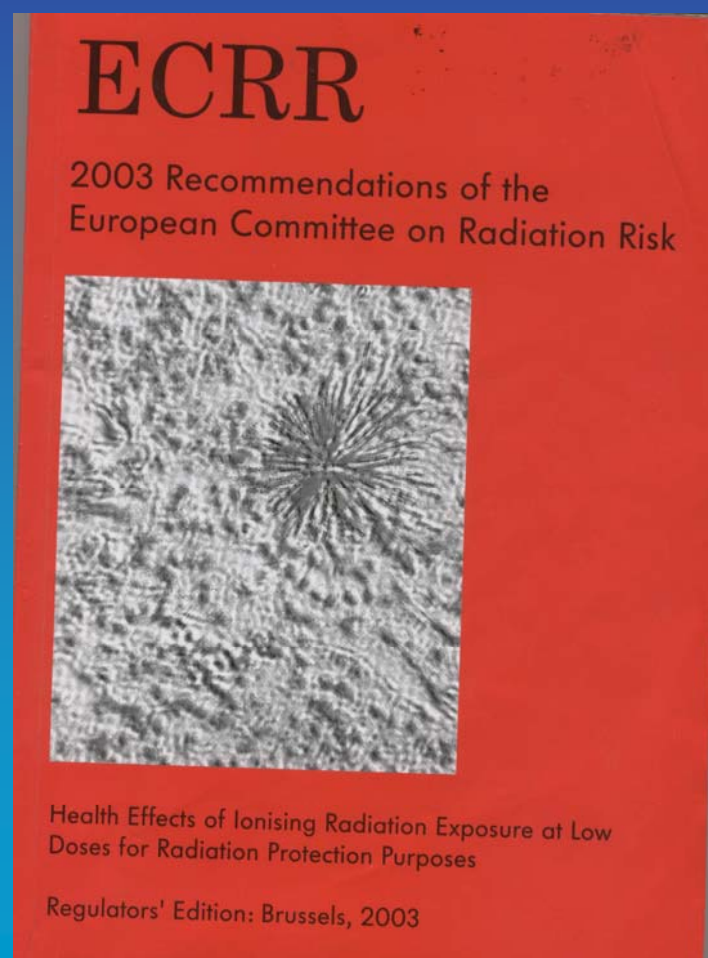
Экологические следствия

Экологические следствия для биосферы и , прежде всего, человека от испытания ЯО в атмосфере широко обсуждаются. Мнения крайне противоречивые.

Проблема так называемых малых доз чрезвычайно неоднозначна. Особенно это трудно сделать на фоне сочетанного воздействия с другими факторами воздействия.

При оценке этого фактора, автор солидарен с выводами Европейского комитета по радиационным рискам(ЕСRR).

ДОКЛАД ЕВРОПЕСКОЙ КОМИССИИ ПО ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОГО РИСКА (2003 г.)



Плутоний(Pu) – как продукт техногенеза

Плутоний - элемент, которого в природе практически нет. Его содержание в богатых урановых рудах оценивается на уровне 10^{-15} %. Элемент открыт в 1940 году г.Сибборгом и др.(США) при изучении искусственных ядерных реакций.

Реакции, в которых впервые были получены трансурановые элементы

Z	Реакция
93,94	${}_{92}^{238}\text{U} + n \rightarrow {}_{92}^{239}\text{U} \xrightarrow{\beta^-} {}_{93}^{239}\text{Np} \xrightarrow{\beta^-} {}_{94}^{239}\text{Pu}$
95	
96	
97	
98	${}_{96}^{242}\text{Cm} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{98}^{245}\text{Cf} + n$
99	${}_{92}^{238}\text{U} + 15n \rightarrow {}_{92}^{253}\text{U} \xrightarrow{\beta^-} {}_{93}^{253}\text{Np} \dots \xrightarrow{\beta^-} {}_{99}^{253}\text{Es}$
100	${}_{92}^{238}\text{U} + 17n \rightarrow {}_{92}^{255}\text{U} \xrightarrow{\beta^-} {}_{93}^{255}\text{Np} \dots \xrightarrow{\beta^-} {}_{100}^{255}\text{Fm}$
101	

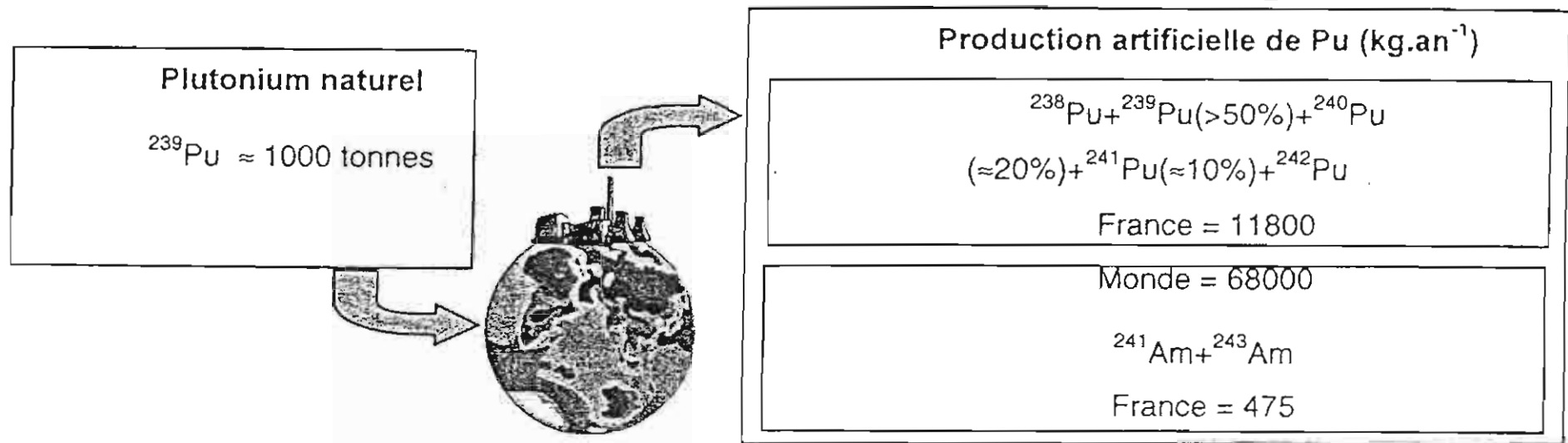


Рис. 6.11 Промышленное производство Pu и Am (кг/год) во Франции и во всем мире и общий уровень накопления природного Pu за всю историю планеты Земля.

(из диссертации Селле Duffa, 2001 г, со ссылкой на Beauvy, 1996).

Compositions relatives
des
Transuraniens :

-PWR
-MIKE

(Valeurs normalisées à
 ^{239}Pu)

Masse	Isotope	PWR	Mike
238	Plutonium	44,1	0,015
239	Plutonium	1	1
240	Plutonium	1,65	1,35
241	Plutonium	306	63
	Americium	95	
242	Plutonium	$4,3 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-3}$
	Americium	5,64	
243	Plutonium		$6,9 \times 10^{-3}$
	Americium	11,2	
244	Curium	15,11	$3,5 \times 10^{-7}$
245	Curium	0,22	$3,6 \times 10^{-4}$
246	Curium	$4,5 \times 10^{-2}$	$2,4 \times 10^{-4}$
247	Curium		$6,2 \times 10^{-9}$
248	Curium		$8,4 \times 10^{-8}$
249	Berkelium		$3,2 \times 10^{-3}$
250	Curium		$6,5 \times 10^{-8}$
251	Californium		$3,8 \times 10^{-7}$
252	Californium		$9,3 \times 10^{-6}$
253	Californium		$2,5 \times 10^{-4}$
254	Californium		$7,4 \times 10^{-6}$
255	Einsteinium		$9,1 \times 10^{-6}$
Ratio			
241/239	Pu	306	63
238/239	Pu	44,1	0,015
240/239	Pu	1,65	1,35
238/239+240	Pu	16,64	0,0064
241/239+240	Pu	115,47	26,81

Таблица 6.6

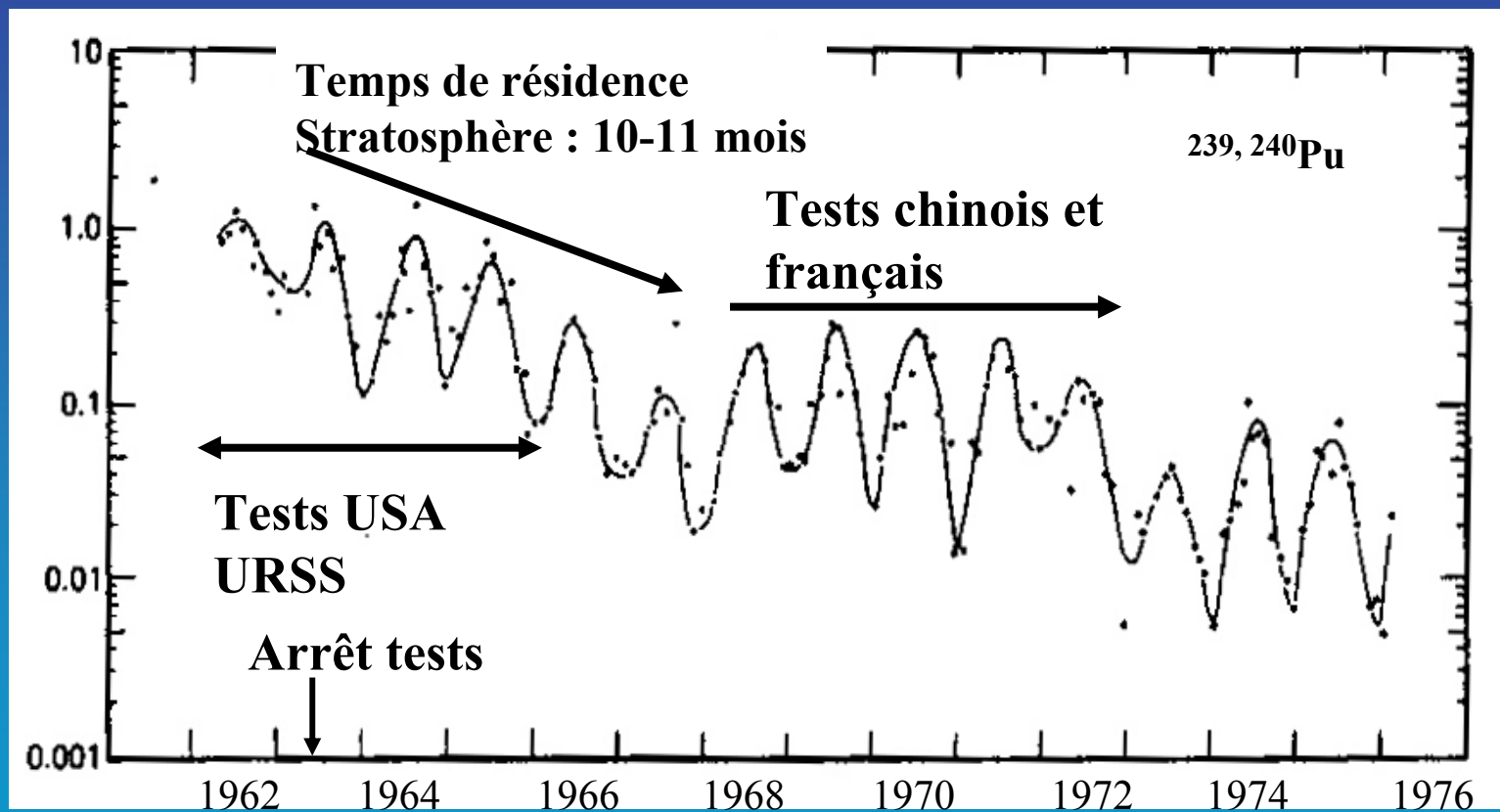
Military plutonium separated as of 1990 (in metric tons)

COUNTRY	FACILITY	QUANTITY
United States	Hanford	60.5
	Savannah River	47.8
Soviet Union	Chelyabinsk-65	40.5
	Tomsk-7	53.3
	Krasnoyarsk-26	28.7
United Kingdom	Sellafield	~ 5.0
France	Marcoule	~ 6.0
China	Jiuquan (Subei County) and Guangyuan (Sichuan)	1.25-2.5
India	Trombay	0.28
Israel	Dimona	0.4-0.7
Pakistan	New Labs	

Поступление изотопов Pu в атмосферу

Isotope	Production(*10 ¹⁵ Bq)
²³⁸ Pu	0,33
²³⁹ Pu	7,8
²⁴⁰ Pu	5,2
²⁴¹ Pu	170

Изменение уровня накопления плутония в атмосфере



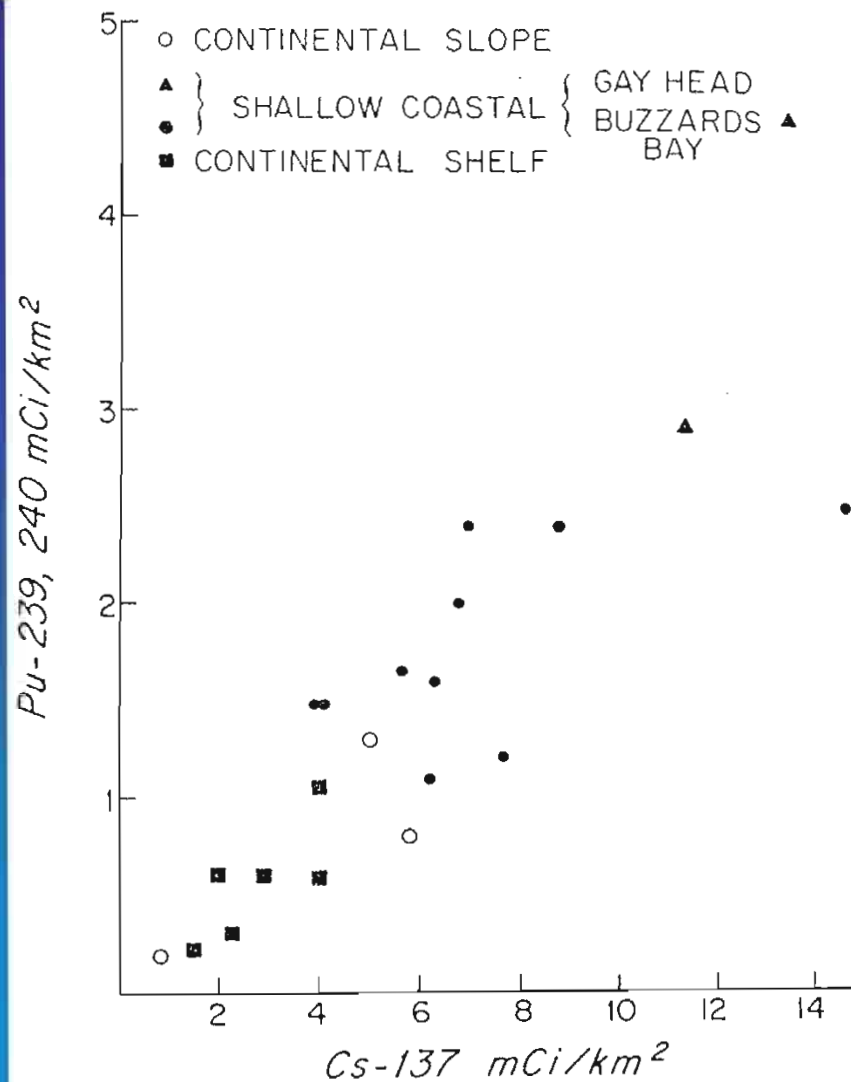
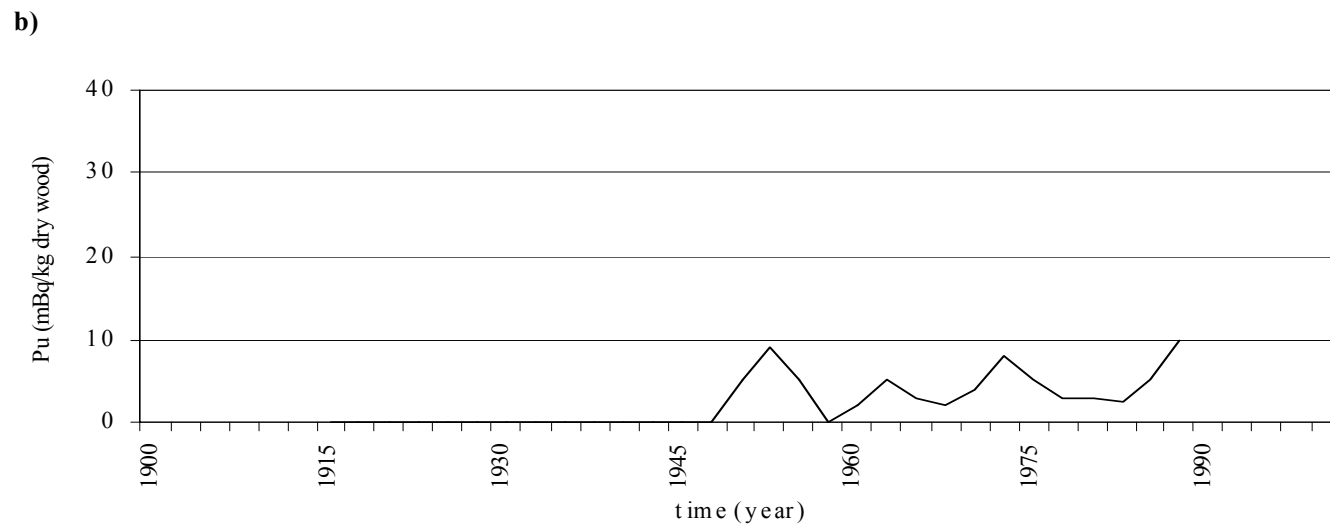
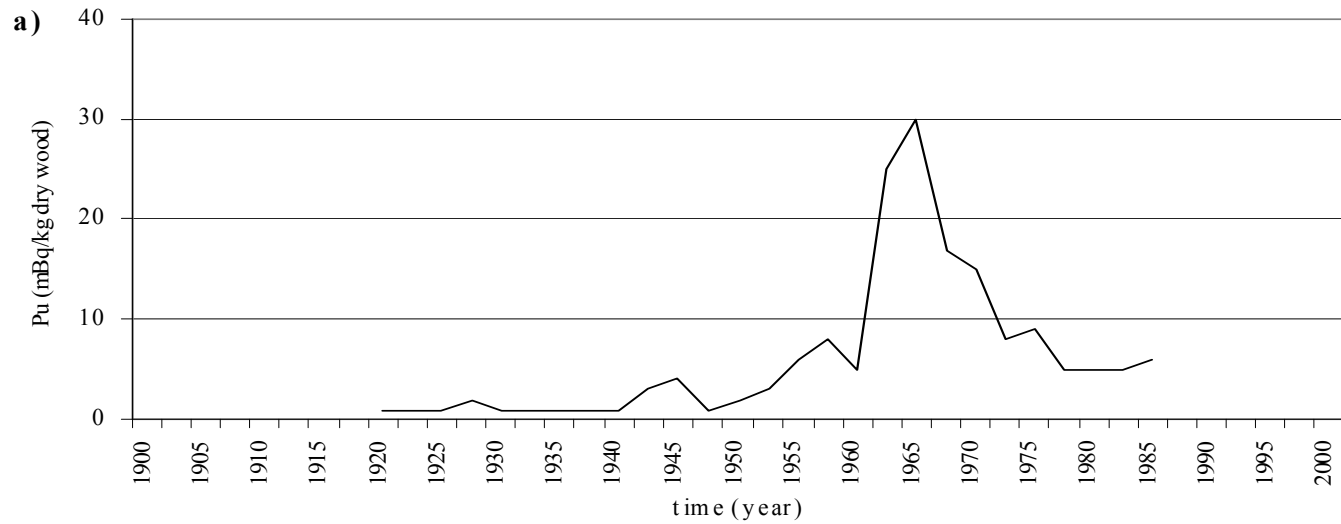


Рис. 6.21

Плотность выпадения $\text{Pu}^{239+240}$ и Cs^{137} в прибрежно-морских осадках в северо-западной части Атлантического океана (по Hugh D Livingston e.a., 1978)



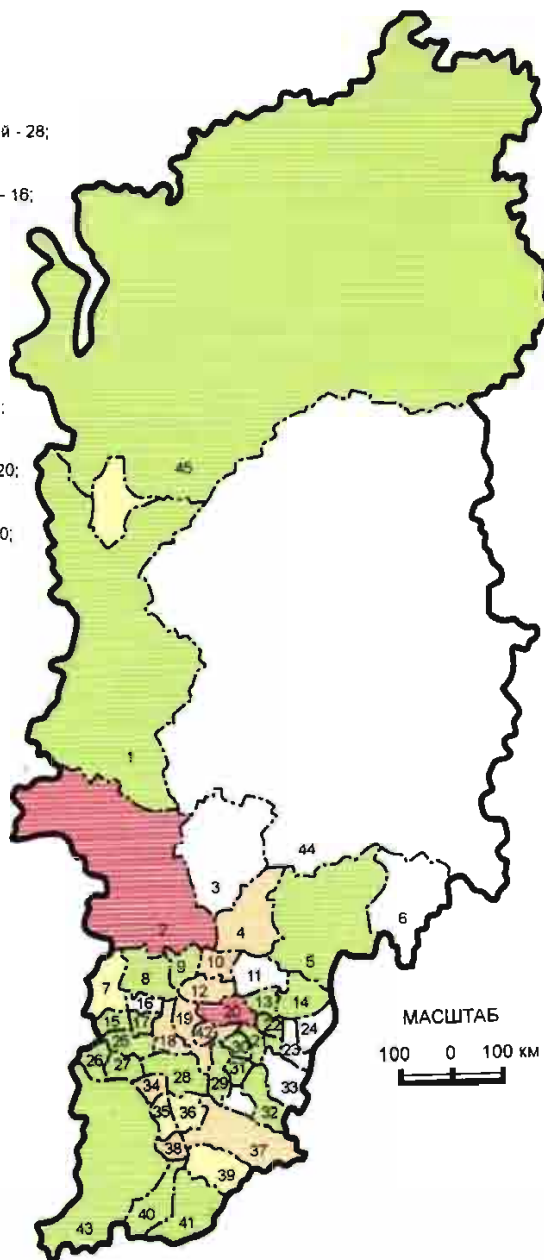
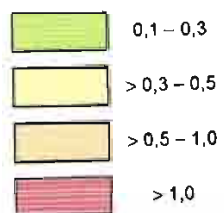
Распределение концентраций $^{239-240}\text{Pu}$ в кольцах деревьев Японии (a) и Франции (b)
(J.-P. Garrec и др., 1995)

Рис. 6.12 Схематическая карта удельной активности Pu (Бк/кг) в почвах по административным районам Красноярского края и некоторым сопредельным регионам

(по материалам ЦГСЭН Красноярского края; Атурова В.П., 2001)

Абанский - 14; Ачинский - 17; Балаштинский - 28;
 Березовский - 42; Бирилюсский - 8;
 Боготольский - 15; Богучанский - 5;
 Большемуртинский - 12; Большеулуйский - 16;
 Дзержинский - 13; Емельяновский - 19;
 Енисейский - 2; Ермаковский - 41;
 Идринский - 36; Иланский - 23;
 Ирбейский - 33; Казачинский - 10;
 Канский - 22; Каратузский - 39;
 Кежемский - 6; Козульский - 18;
 Краснотуранский - 35; Курагинский - 37;
 Манский - 29; Минусинский - 38;
 Мотыгинский - 4; Назаровский - 25;
 Нижнеингашский - 24; Новосаловский - 34;
 Партизанский - 31; Пировский - 9;
 Рыбинский - 21; Саянский - 32;
 Северо-Енисейский - 3; Сухобузимский - 20;
 Таймырский национальный округ - 45;
 Тасеевский - 11; Туруханский - 1;
 Тухтетский - 7; Ужурский - 27; Уярский - 30;
 Хакасская автономная область - 43;
 Шарьповский - 26; Шушенский - 40;
 Эвенкийский национальный округ - 44

Удельная активность

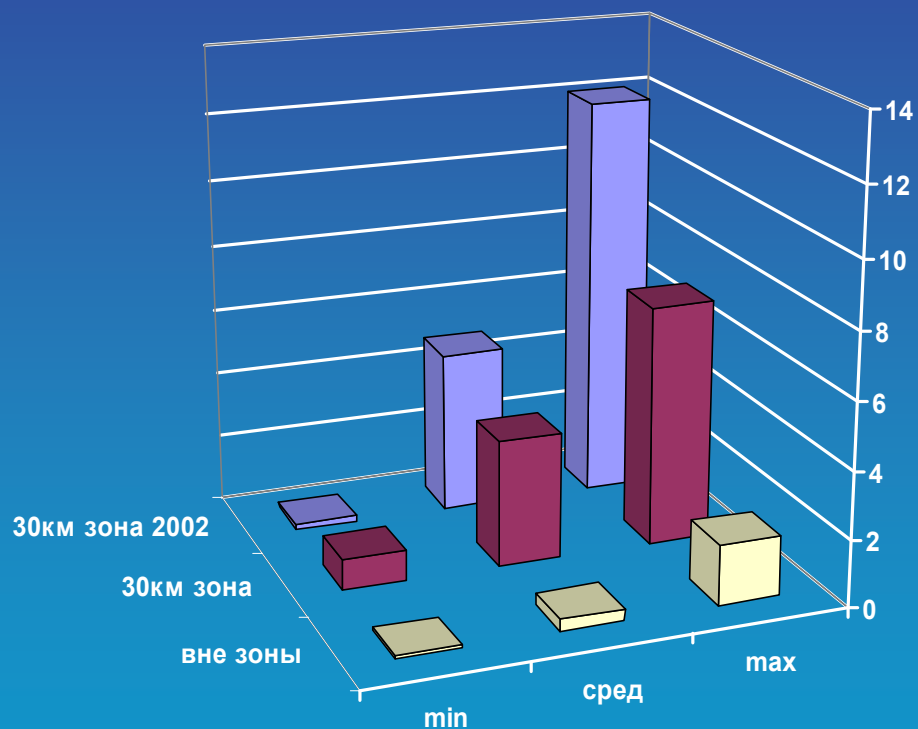
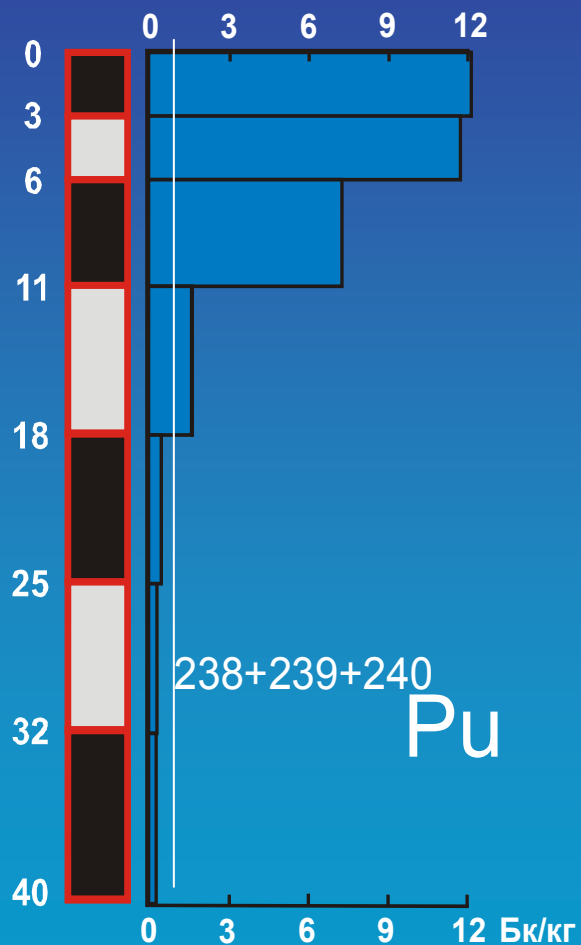


МАСШТАБ
 100 0 100 км

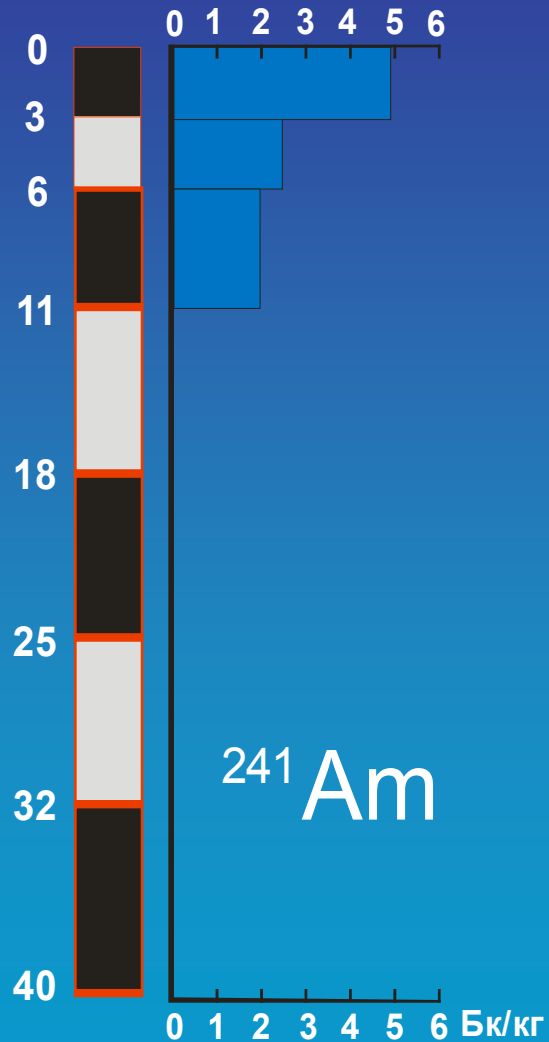
Трансурановые элементы

$^{238}\text{Pu} + ^{239}\text{Pu} + ^{240}\text{Pu}$

Распределение Pu в почвенном разрезе



Трансурановые элементы



Проблема оценки фонового уровня плутония

Определение плутония в природных средах –
чрезвычайно сложная аналитическая задача
и этих данных ещё крайне мало.

**Оценочные уровни Pu и Cs¹³⁷ в морских осадках
(0–5 см.) арктического бассейна России
(по M.Baskaran e.a.,1996)**

Pu^{239,240}	Бк/кг
	0,239
	< 4,2 – 0,856
Pu²³⁸	0,0087
	< 0,001 – 0,046
Pu²³⁸ / Pu^{239,240}	0,035
	0.010 – 0,069
Cs¹³⁷	14,9
	< 1 – 71,4
Оценено, что:	
Глобальные выпадения Pu	8,8*10¹² Бк
Привнесено с предприятий ЯТЦ	29 – 59*10¹² Бк

Таблица 6.11

Оценочный уровень удельной активности Pu(Бк/кг) в почвах некоторых регионов Сибири.

(по материалам ЦГСЭН Красноярского края;
Атуровой В.П., 2001; Чомчоева А.И., 1996)

Регион	среднее мин – max	количество проб
Республика Алтай	$\frac{0,41}{10 - 1,57}$	10
Республика Хакасия	$\frac{0,27}{0,10 - 0,68}$	30
Иркутская область (только район Прибайкалья)	$\frac{2,77}{0,41 - 6,47}$	26
Кемеровская область	$\frac{0,37}{0,11 - 1,74}$	10
Красноярский край в том числе:	$\frac{1,35}{0,10 - 48,8}$	576
в 30-километровой зоне ГХК	$\frac{0,68}{0,10 - 10,6}$	101
в пойме р.Енисей до 1500 км от ГХК	$\frac{5,60}{0,10 - 48,8}$	105
Томская область (южная часть)	$\frac{1,0}{0,5 - 7,2}$	37
Республика Саха (Якутия) Районы аварийных выбросов от ПЯВ («Кратон-3», «Кристалл»)	До 300 – 35 500 Бк/кг	

Pu^{238}/Pu^{239}
0,013 – 0,39

$Pu^{238}/Pu^{239-240}$
0,12-0,13

Таблица 6.12

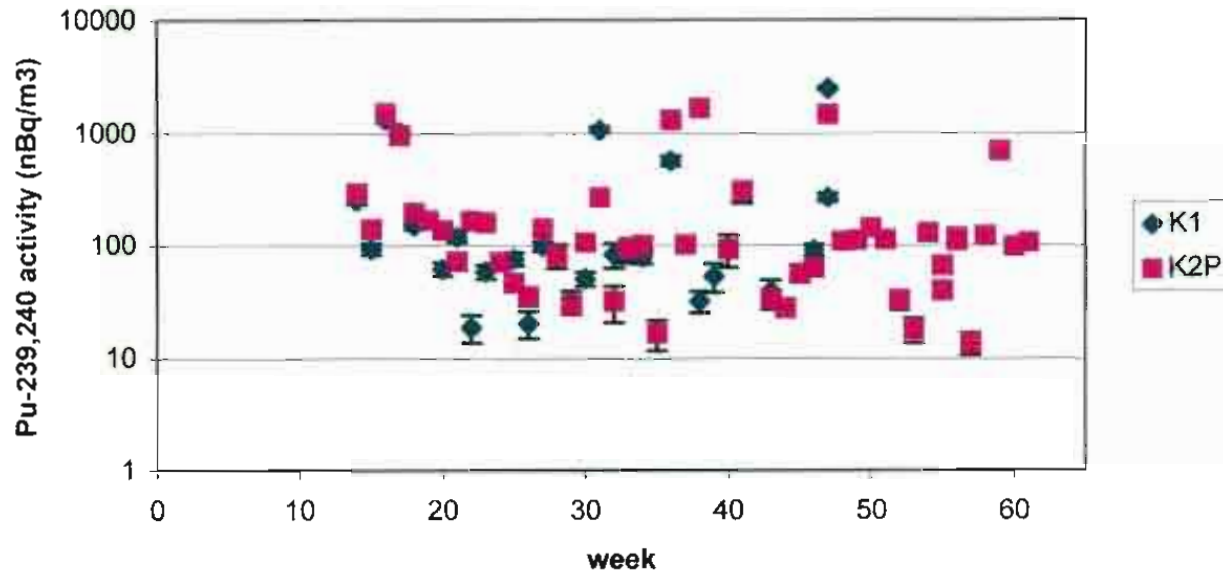
Соотношение между мощностью экспозиционной дозы (МЭД) фотонного (гамма) излучения и уровнем накопления радионуклидов в верхнем горизонте (0-5 см) почвы (по материалам Института Радиационной безопасности и экологии НЯЦ Республики Казахстан)

Измеренная мощность экспозиционной дозы (МЭД) мкЗв/час (мкР/час)	Уровень накопления радионуклидов, Бк/кг		
	Cs ¹³⁷	Sr ⁹⁰	Pu ²³⁹⁺²⁴⁰
	Зимник Алгабас		
0.10 (10)	25	5.8	74
	Зимник Баянсор		
0.12 (12)	14	3.7	7
0.14 (14)	9	17	24
	Зимник Жаманкудук		
0.21 (21)	8	5.1	9
0.23 (23)	28	10	15
	Зимовка «Шаган»		
0.13 (13)	46	64	168
0.15 (15)	4050 [*]	2520	215
0.35 (35)	137	61	69
	Хозяйство «Акжарский»		
0.16 (16)	42	12	3
0.17 (17)	400	38	42

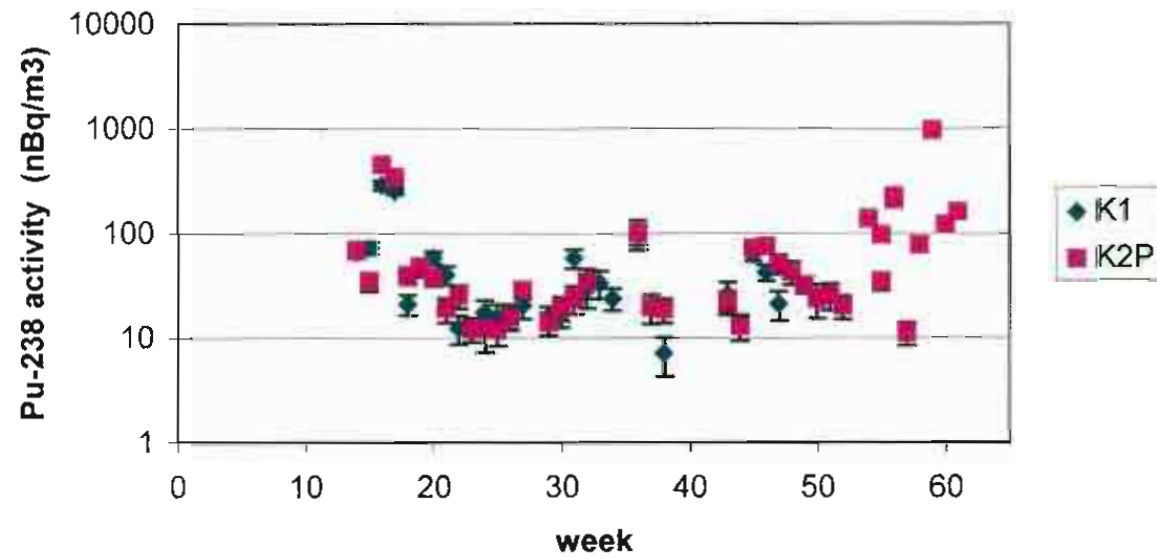
Некоторые экологические следствия

Сегодня плутоний может быть обнаружен во всех биологических объектах в том или ином количестве, особенно в зонах техногенеза предприятий ЯТК и в районах испытания ЯО. Следует помнить, что плутоний АЛЬФА-излучатель с большим периодом полураспада (241100 лет для изотопа ^{239}Pu ...). Он способен образовывать весьма тонкодисперсные системы, что делает его чрезвычайно проникающим материалом.

Рис. 4.71



$^{239,240}\text{Pu}$ activity concentration (nBq/m^3) of the air in Kurchatov, Kazakhstan in the years of 2000-2001



^{238}Pu activity concentration (nBq/m^3) of the air in Kurchatov, Kazakhstan in the years of 2000-2001

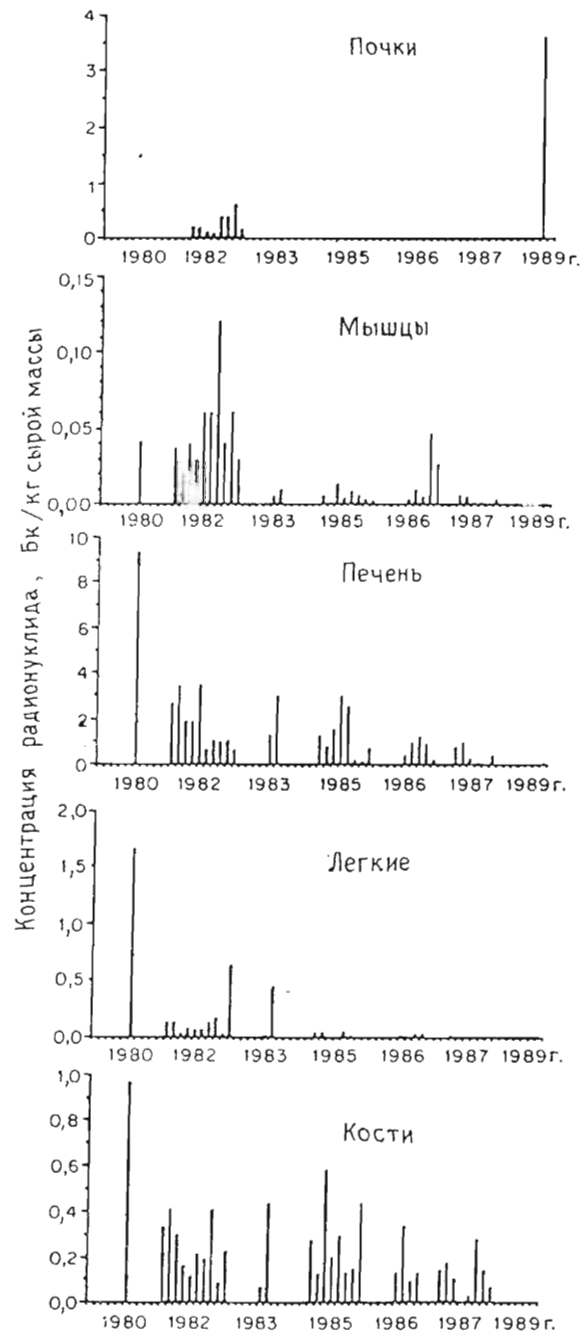


Рис. 6.25 Уровень накопления $Pu^{239,240}$ в тканях овец (из книги «Пути миграции...», 1999)

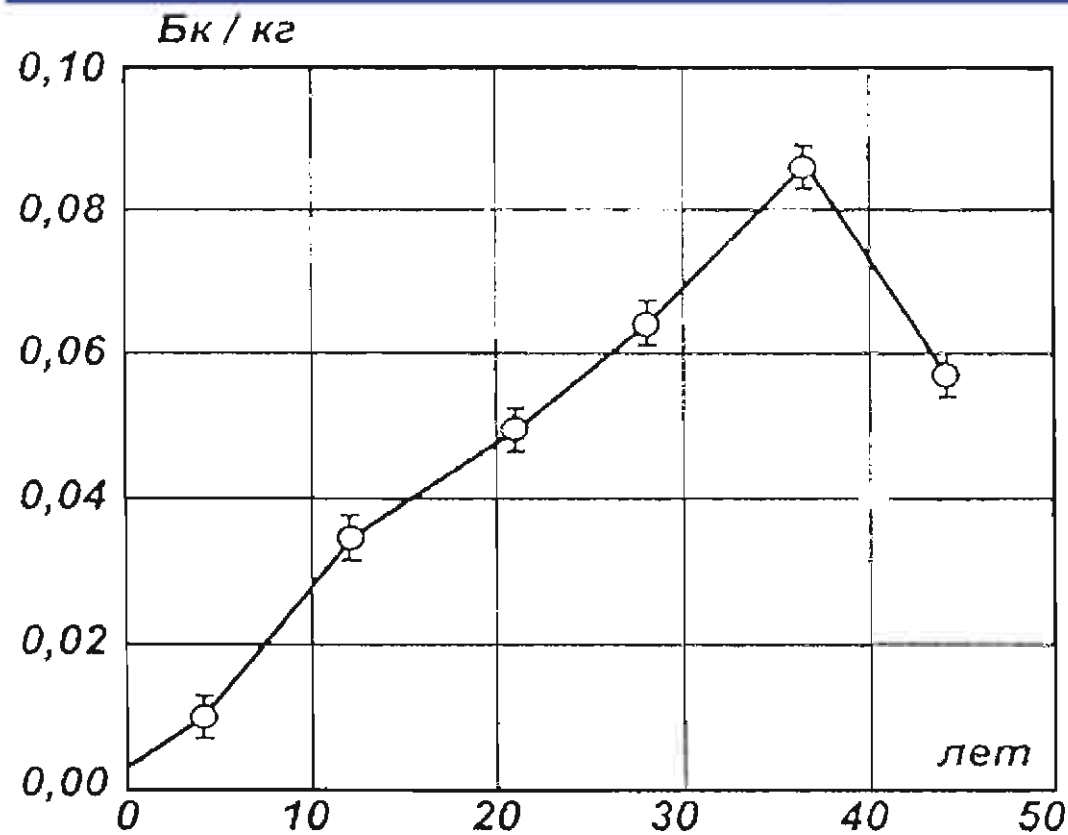


Рис. 6.23 Содержание плутония в организме жителей г. Озерска в зависимости от сроков проживания в городе

Бк/кг

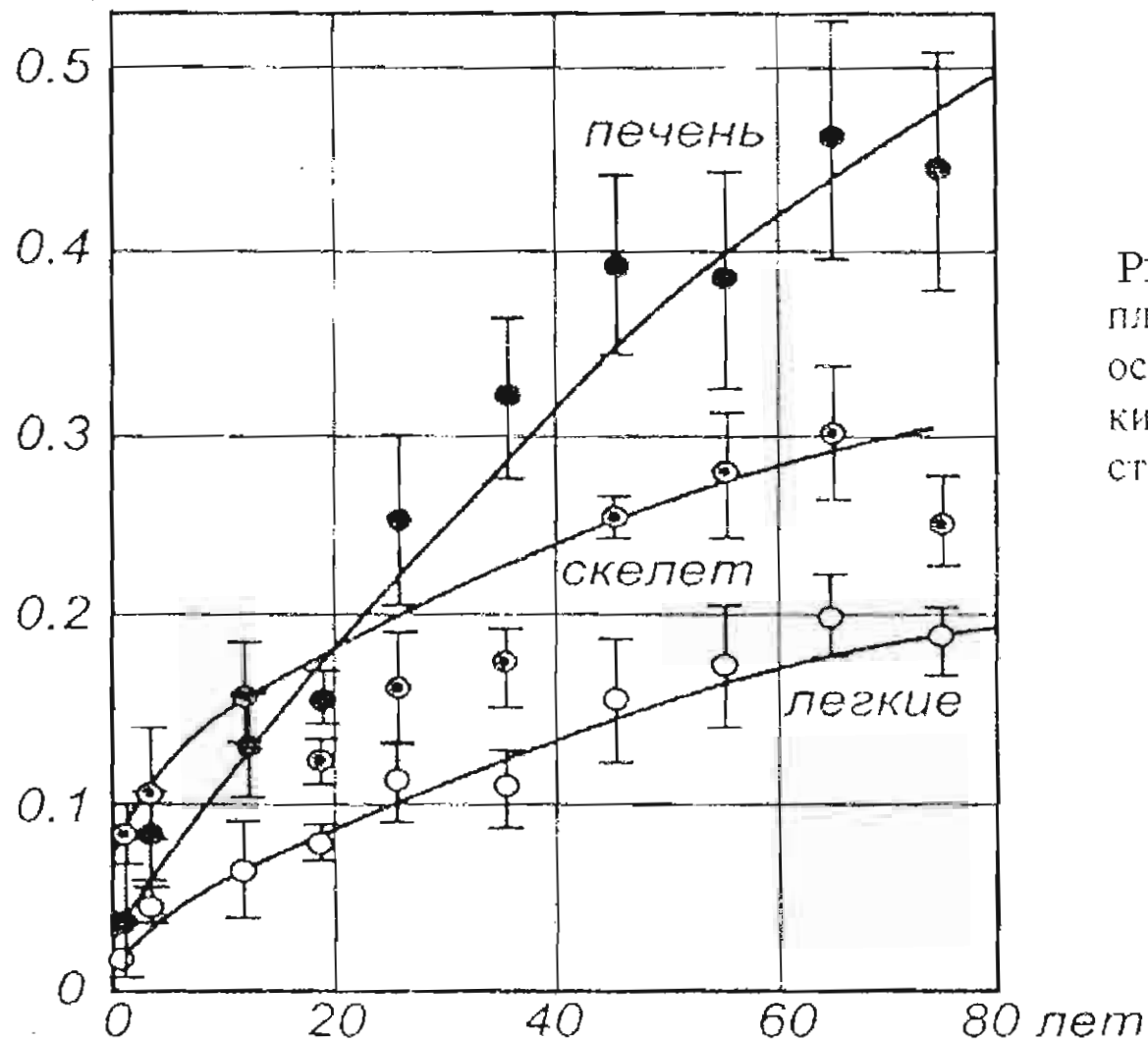


Рис. 6.24 Удельная активность плутония в различных органах основного депонирования (легкие, печень, скелет) в зависимости от возраста жителей г.Озерска

Содержание ^{239}Pu (в Бк/кг) в волосах детей Минска и Гомельской области (1987 г.)

Таблица 6.18

Ф. И. О.	Минск			Ф. И. О.	Гомельская область		
	место жительства	год рождения	A (^{239}Pu), Бк/кг		место жительства	год рождения	A (^{239}Pu), Бк/кг
Б. И.*	Минск	1982	0,3	К. О.	г. Хойники	Учащийся	15,2
Н. И. Б.	"	1975	0,42	Е. Д.*	"	1980	12,6
К. Н. П.	"	1976	0,14	Ш. Г. П.*	г. Брагин	1970	22,9
Д. Т. В.	"	1975	0,21	Ш. Е. И.	"	1970	16,4
Х. Л.*	"	1974	0,18	К. С. Н.	"	1976	25,6
И. С.	"	1975	0,22	Л. Н.*	г. Хойники	1980	8,5
М. Н.	"	1975	0,5	С. Т. М.*	д. Шкураты, Брагинский р-н	1975	28,0
				К. Л.*	г. Жлобин	1982	1,15
				Ф. Г.*	д. Борисовщина, Хойникский р-н	1975	4,57
				К. Е. С.*	г. Жлобин	1976	0,82
				Л. С. М.	г. Гомель	1978	0,71

Примечание. Звездочка — волосы собраны в стационаре Института радиационной медицины Минздрава РБ Е. В. Давыдовой.

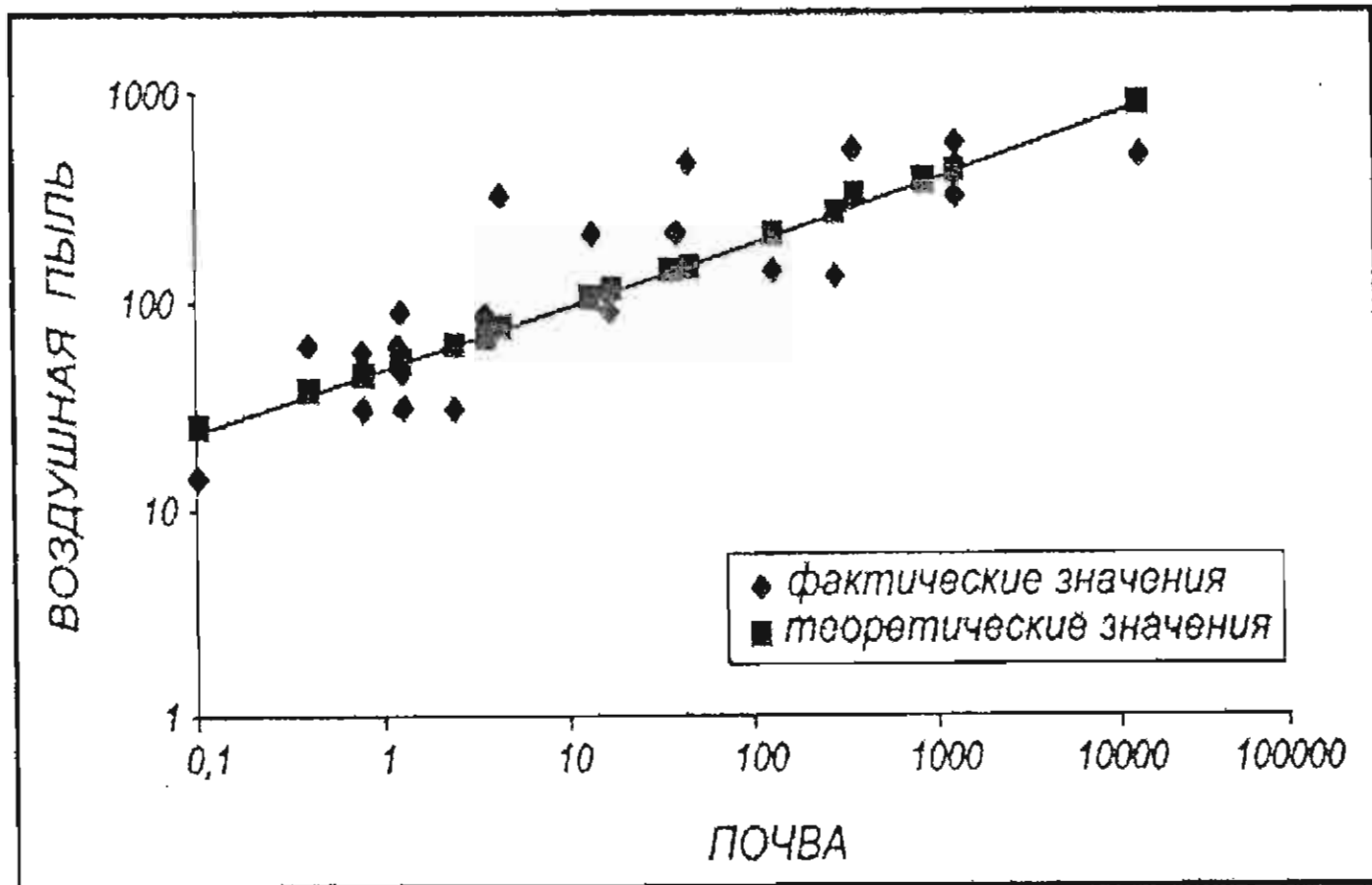


Рис. 6.22 Связь между удельной активностью почвы (0-5 см) и воздушной пылью

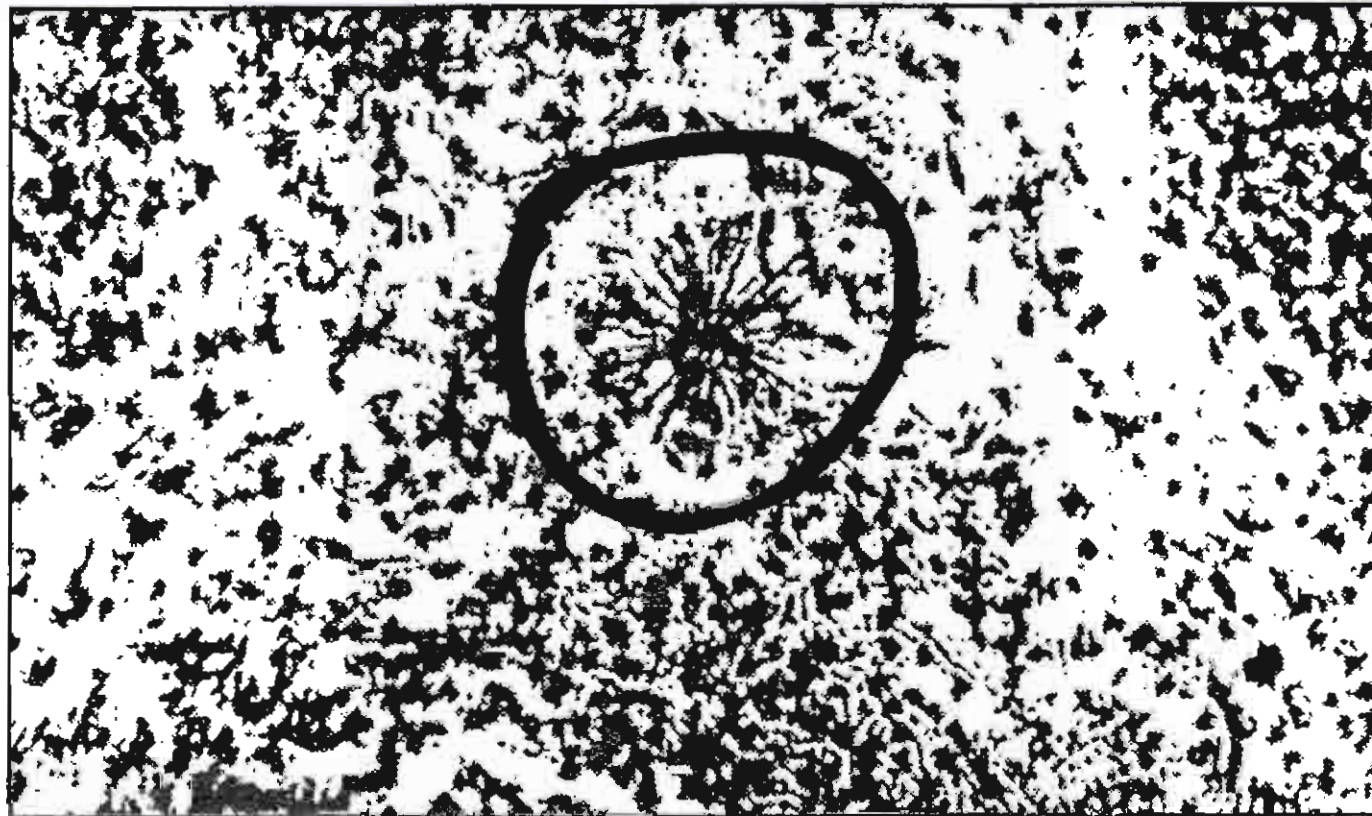
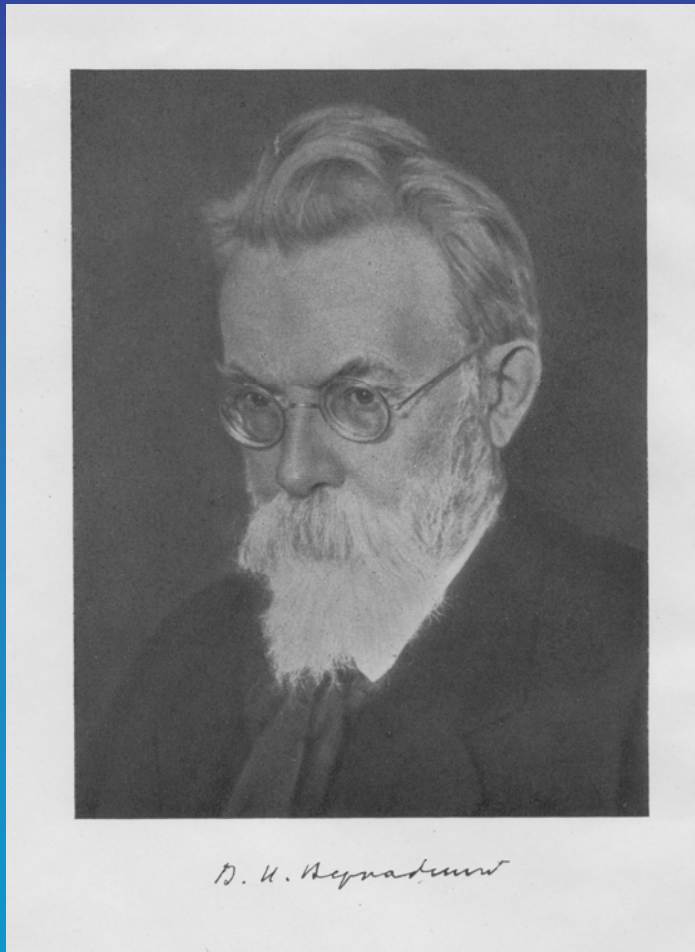


Рис. 4.73 Альфа-треки от частицы плутония в ткани легких. Альфа-частицы поражают вокруг более чем 10 000 клеток (по "Closing the Circle ...", 1995).

ВЫВОДЫ



В.И. Вернадский – великий естествоиспытатель XX века, один из авторов учения о **НООСФЕРЕ**, всё же не ожидал, что превращение человечества в мощную геологическую и геохимическую силу может обернуться экологическим кризисом цивилизации и, что научная мысль, как планетное явление, может оказаться самой разрушительной антибиосферной силой.

Одним из наиболее ярких примеров которому является обращение человека с его величайшим открытием - явлением

РАДИОАКТИВНОСТИ И ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИЕЙ.

Рождающаяся ноосфера в своих главных проявлениях характеризуется следующими геохимическими признаками

- ✓ Возрастающим количеством механически извлекаемого материала из литосферы при разработке минеральных ресурсов. В 90-х гг. 20 века оно превышало 100 млрд. т в год, что в 4 раза больше массы материала, выносимого речным стоком в океан в процессе денудации суши.
- ✓ Массовым потреблением продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох, главным образом в энергетических целях (нефть, газ, уголь). Химическое равновесие в биосфере в связи с этим смещается в сторону, противоположную глобальному процессу фотосинтеза, что приводит к росту содержания углекислого газа в биосфере и уменьшению содержания свободного кислорода.
- ✓ Происходит рассеивание энергии Земли, а не её накопление, что являлось характерным для биосферы до появления человека.
- ✓ В ноосфере создаются в массовом количестве вещества, которые ранее в биосфере отсутствовали (Например: производится около 50 тысяч химических органических соединений и тд.).
- ✓ Происходит металлизация биосферы.
- ✓ Характерно для ноосферы появление новых трансурановых химических элементов в связи с развитием ядерной энергетики.

В этом заключаются особенности геохимии техногенеза в XXI веке

ИЗВЕЧНЫЙ РУССКИЙ ВОПРОС: ЧТО ДЕЛАТЬ?

Человечество,

если таковым оно себя считает

«...должно научиться жить «на проценты»

с кругооборота вещества и энергии в
биосфере, не загрязняя и не истощая её,

как это имеет место до сих пор»

(Н.В.Тимофеев-Ресовский, 1968 г.)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Коллектив кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ



желает всем здравствовать!