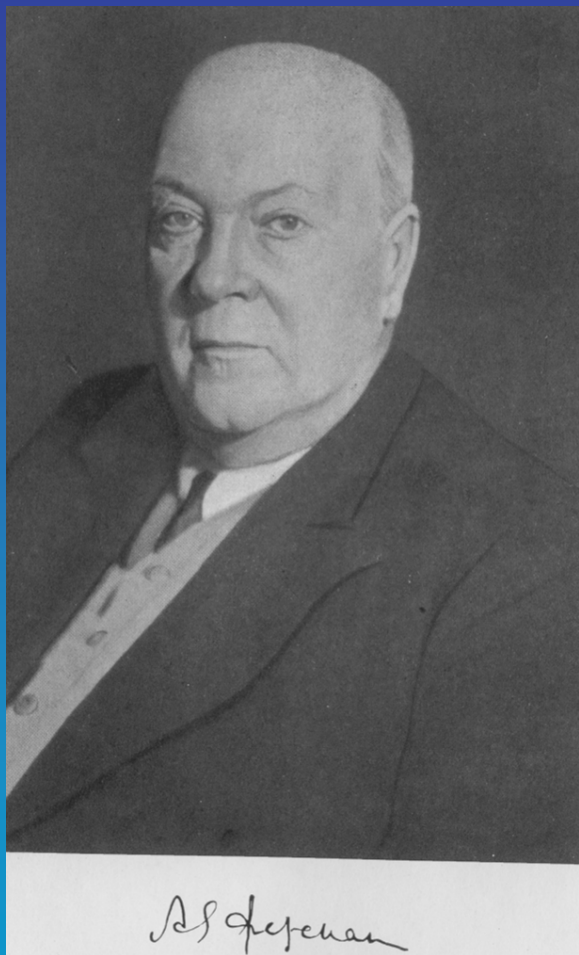


К геохимии техногенеза

К терминологии. Определения классиков геохимии



Термин **«техногенез»** впервые использован академиком А.Е.Ферсманом в учебнике «Геохимия», 1937 г.

«Специфическая геохимическая система», особенности которой обусловлены геохимической деятельностью человека

(Термин получил широкое распространение, но в разных трактовках).

Еще ранее им был предложен термин **«антропохимия»** в книге «Химические проблемы промышленности», 1924 г.

Химическое преобразование геосферных оболочек, вносимое промышленностью и народным хозяйством.

(Термин не прижился)

ОПРЕДЕЛЕНИЯ СЕГОДНЯШНЕГО ДНЯ



Техногенез – процесс развития материальной культуры и техники, порождающей изменения в природной и окружающей человека среде.

(М.С.Панин, «Экология Казахстана», 2005 г.)

Техногенез – совокупность геоморфологических процессов, вызванных деятельностью человека.

(Геологический словарь, 1973)

Техногенез – процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Заключается в преобразовании биосферы, вызываемом совокупностью геохимических процессов, связанных с технической и технологической деятельностью людей по извлечению из окружающей среды, концентрации и перегруппировке целого ряда химических элементов, их минеральных и органических элементов, их минеральных и органических соединений.

(ГОСТ 17.5.1.01 -78)

Авторское понимание термина

Техногенез - совокупность геохимических, геофизических и геологических процессов, связанных с деятельностью человечества, Оно уже значительно изменило и продолжает изменять геохимическую обстановку в биосфере.

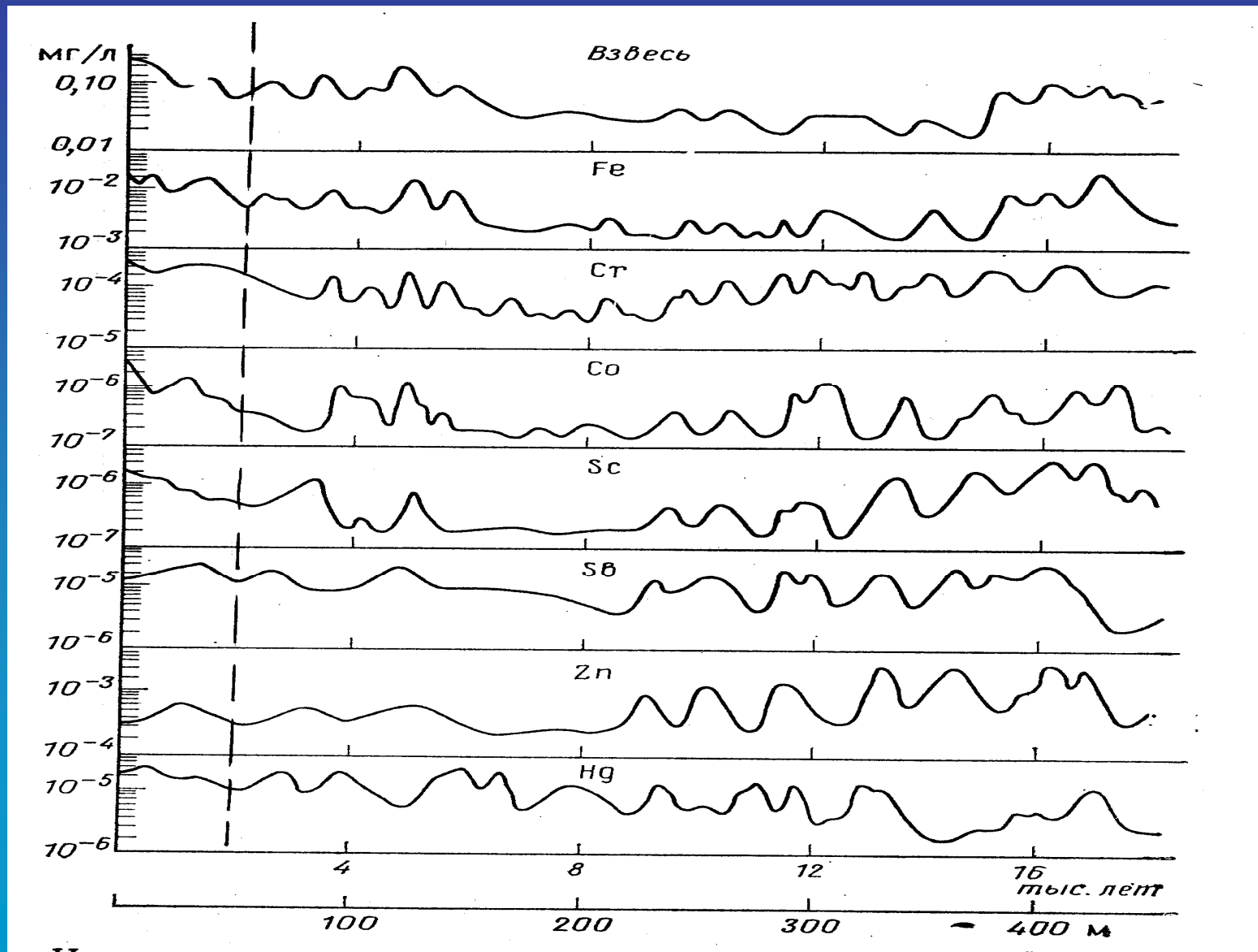
В геохимическом аспекте техногенез включает:

- 1) извлечение химических элементов из природной среды (литосферы, атмосферы, гидросферы) и их концентрирование;
- 2) перегруппировку химических элементов, изменение химического состава соединений, в которые эти элементы входят, создание новых химических веществ;
- 3) рассеяние вовлеченных в техногенез элементов в окружающей среде;
- 4) создание новых химических элементов.

Всё это характерно и для геохимии техногенеза, связанного с освоением ядерной энергии человеком

**Несколько самых простых примеров ,
характеризующих геохимическую
деятельность человека**

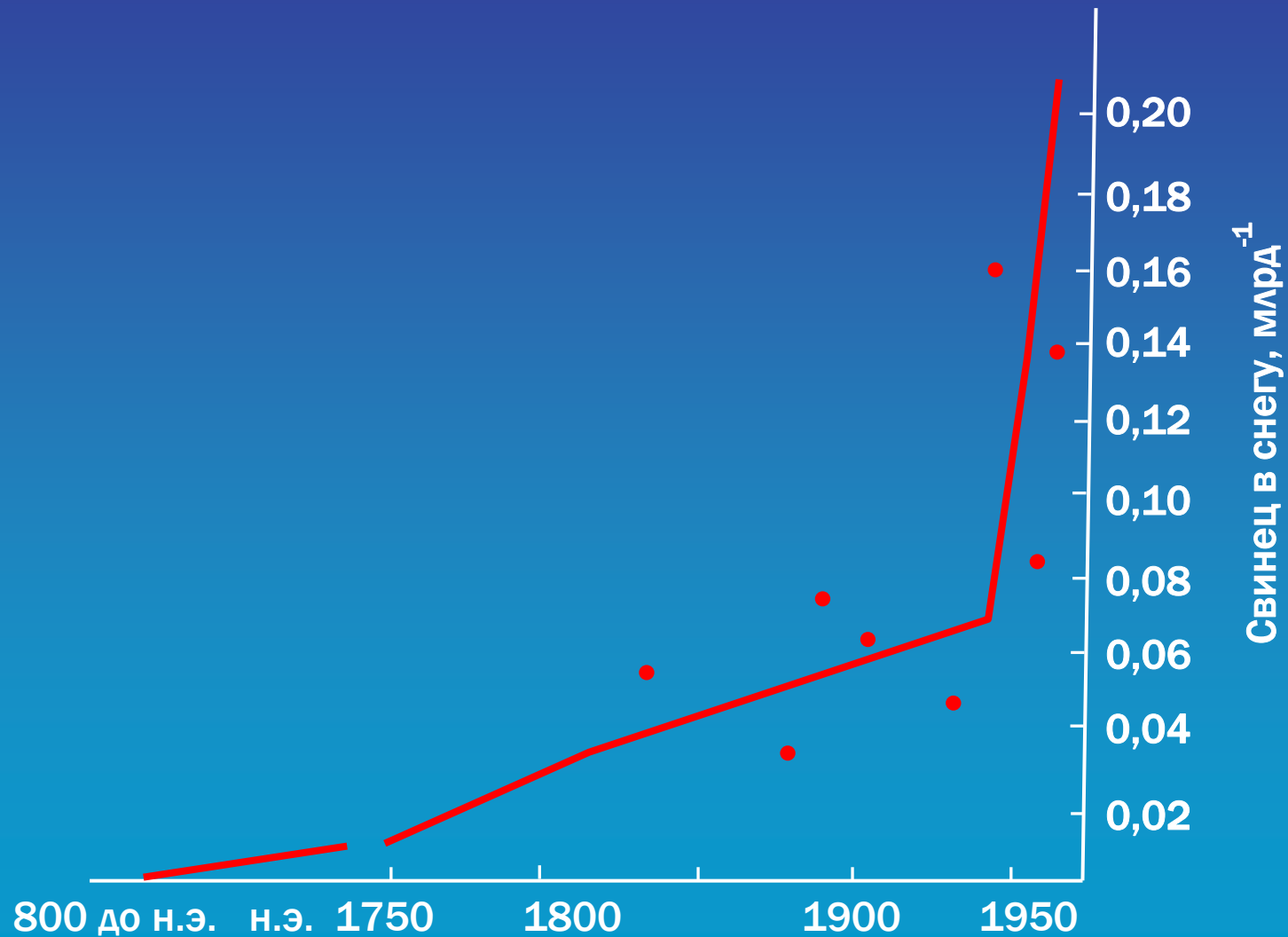
Изменение содержания и химического состава минеральной составляющей ледникового покрова в зависимости от возраста отложений



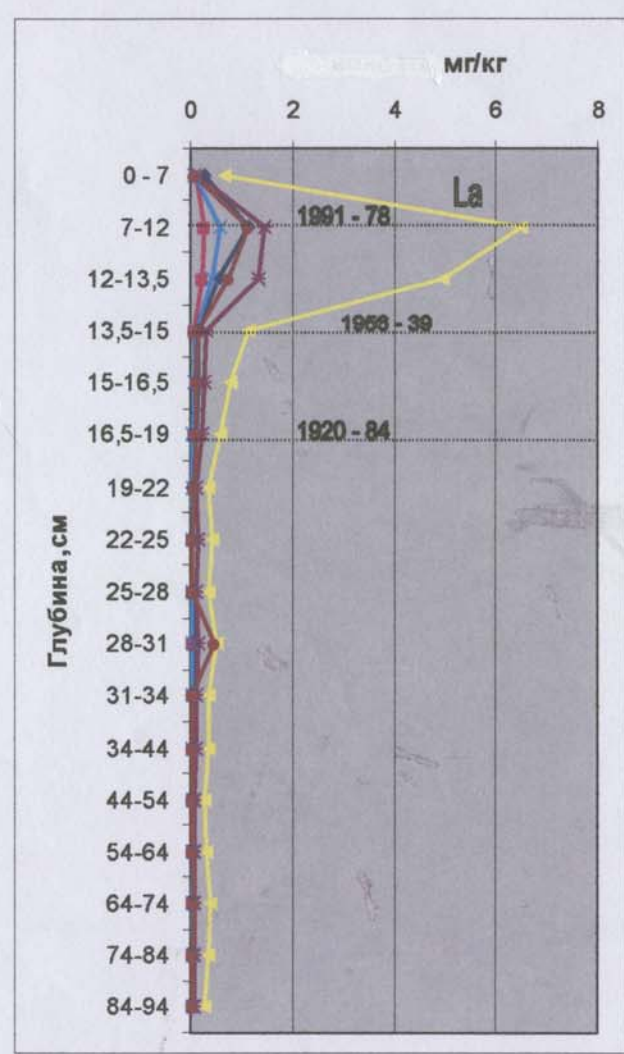
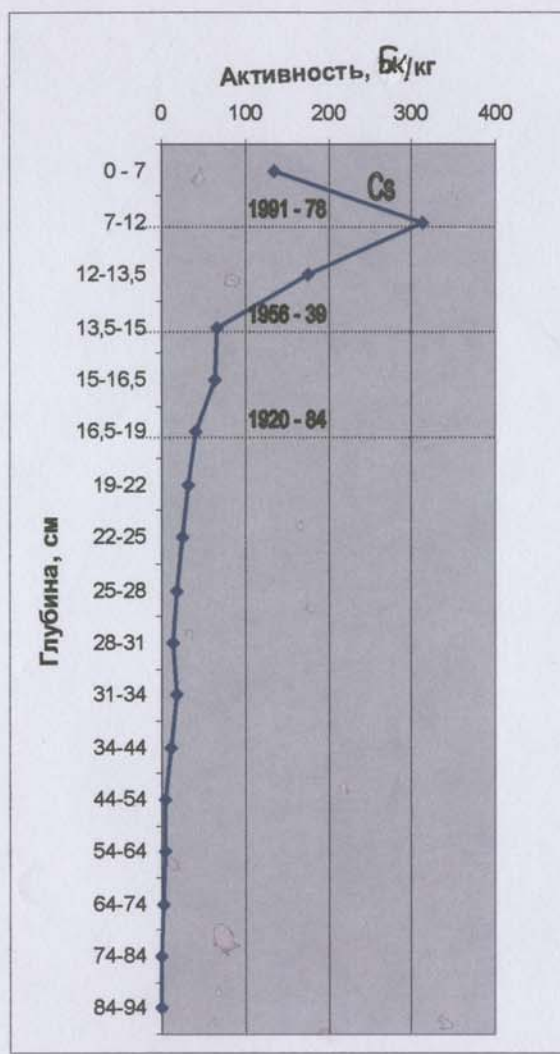
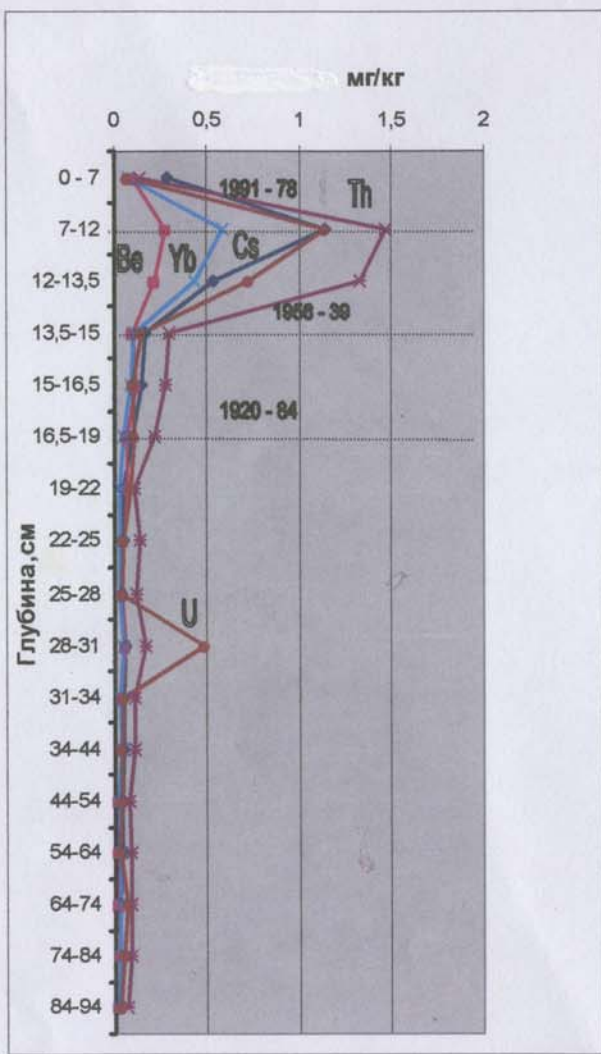
Содержание свинца в ледниках Гренландии

Возраст образцов льда соответствует их глубине

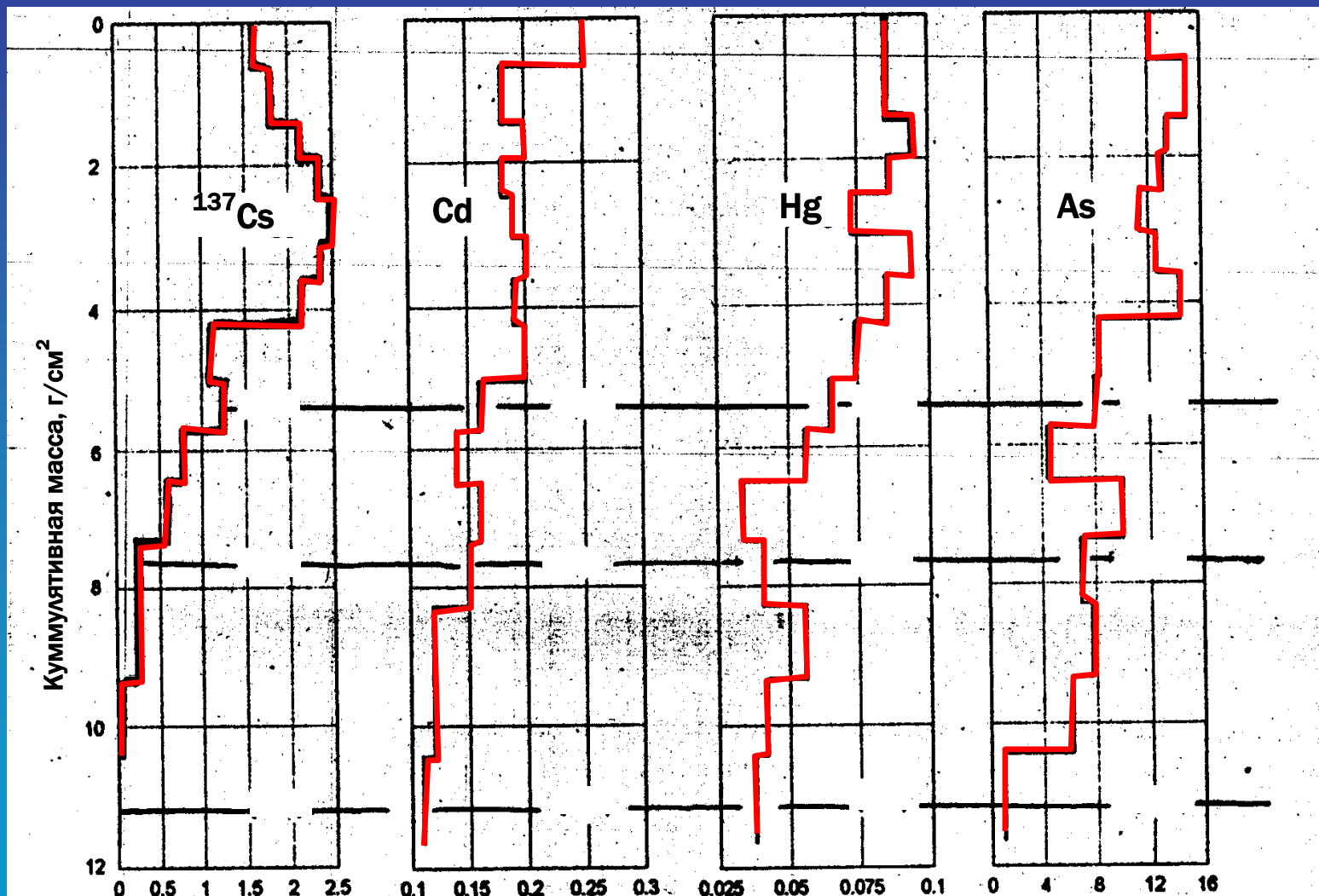
(по Б.Небелу, 1993 г.)

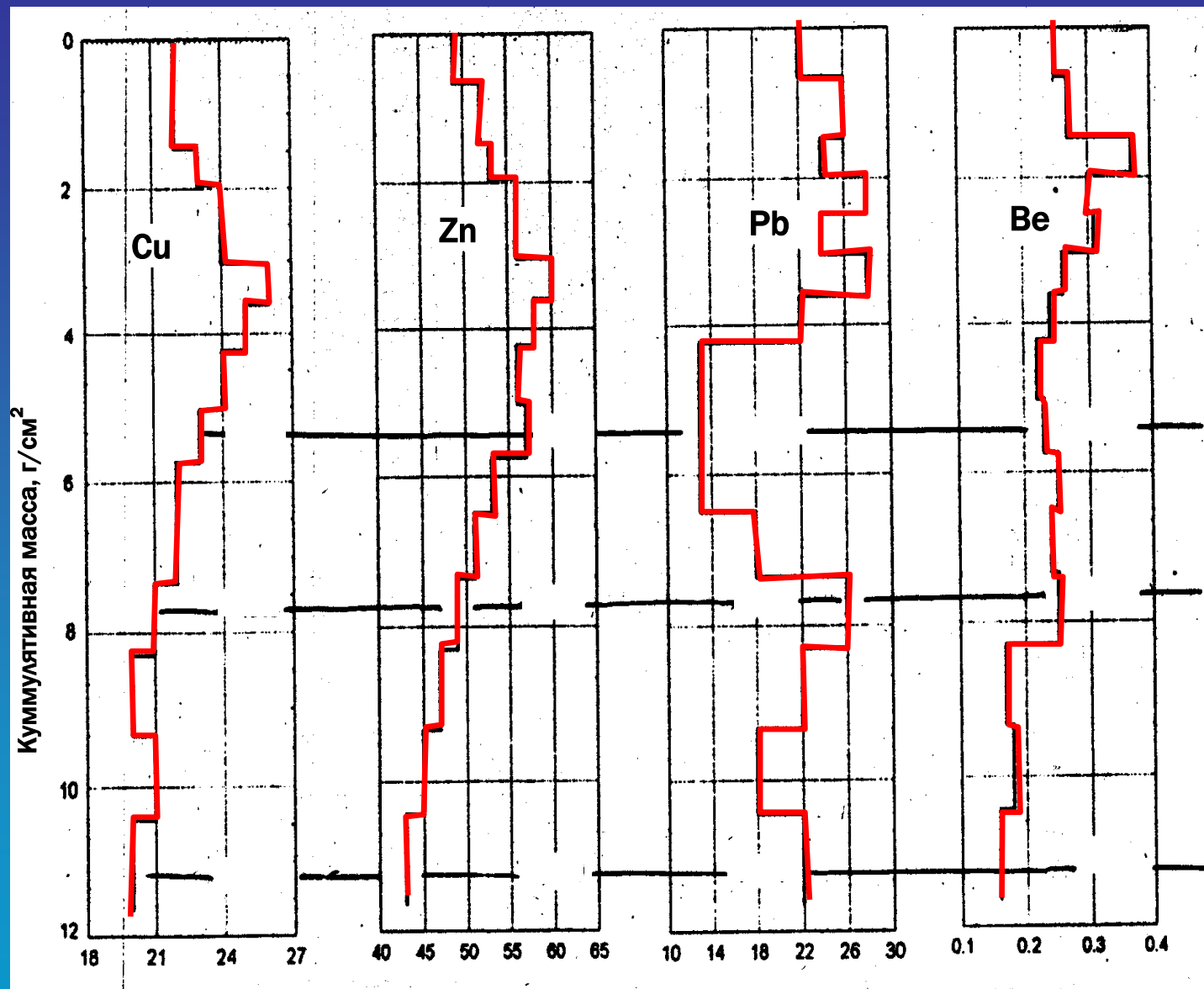


Распределение ^{137}Cs и некоторых микроэлементов в торфянике Кирсановского болота (по данным В.М.Гавшина и др., 2002г.)



Накопление некоторых химических элементов в донных отложениях озёр степного Алтая (по Гавшину В.М. и др., 1999)





**А.Е.Ферсман, характеризуя техногенез
выделял 5 типов геохимических реакций и
10 основных геохимических особенностей
деятельности человека**

Эти геохимические реакции и особенности деятельности человека , в основном , соответствуют основным биогеохимическим функциям Биосферы, охарактеризованным В.И Вернадским:

- ✓ Газовая
- ✓ Окислительная
- ✓ Восстановительная
- ✓ Контрационная
- ✓ Метаболизма и т.д.

Отрицательное действие техногенеза объединяется понятием – загрязнение природой среды.

Термин "загрязнение природной среды" применяется достаточно широко.

Под "загрязнением" понимают поступление в окружающую среду продуктов техногенеза, оказывающих вредное воздействие на человека, на биологические компоненты, а также на технические сооружения (порча зданий, разрушение подводных конструкций и т.д.)

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



Краткий исторический экскурс в истории освоения ядерной энергии

1896 г. – А. Беккерель, Открытие радиоактивности.

1939 г. – О. Ган и др., Открытие деления ядра изотопа U^{235} .

С этого времени все исследования по радиоактивности были засекречены.

1941 г. – Открытие элемента Рн и установление его способности к делению.

1942 г. – США, Запуск первого ядерного реактора.

Началась наработка плутония для создания ядерной бомбы.

16 июля 1945 г. - США, штат Невада, «TRINITY», 21 кТ.

05 августа 1945 г., 09 августа 1945 г. – Япония, Хиросима и Нагасаки.

1946 г. – Москва, Запуск первого ядерного реактора в СССР.

Начало наработки плутония в СССР (1947 г. – несколько мкг; 1948 г. – несколько мг.

29 августа 1949 г. – СССР, Семипалатинский полигон, Первый ядерный взрыв – 10-20 кТ.

01 ноября 1952 г. – США, Термоядерный взрыв, 3 Мт.

12 августа 1953 г. – СССР, Семипалатинский полигон, Первый термоядерный взрыв. – 200 кТ.

1954 г. – СССР, Обнинск, Запуск первой в мире атомной электростанции.

30 октября 1961 г. – СССР. Новая Земля. – 58 Мт.

Всего произведено 2059 ядерных взрывов всеми странами общей мощностью ~ 941 Мт , в т.ч. в атмосфере – 501 ядерный взрыв, общей мощностью около 200 Мт.

ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Ядерно-энергетический комплекс сложная природно-техническая система, которая включает в себя следующие основные этапы функционирования:

- поиски, разведка и добыча урановых руд;
- переработка урановых руд с получением закиси-оксида урана (U_3O_8 , «жёлтый кек»);
- перевод U_3O_8 в форму гексафторида урана (UF_6);
- разделение изотопов урана;
- получение топливных таблеток и ТВЭЛов для ядерного реактора с высоким содержанием изотопа U^{235} ;
- облучение ТВЭЛов в ядерных реакторах с наработкой Pu;
- химико-металлургическая переработка облучённого топлива с последующим извлечением Pu, Am и других делящихся элементов.

На всех этапах функционирования ЯТК образуются отходы и выбросы различных соединений в окружающую природную среду. Это приводит к загрязнению среды обитания человека и негативному влиянию на человека и биоту.

Этап добычи и первичного горно-металлургического передела

Наиболее ярко на данном этапе проявляется такая геохимическая функция человека , как концентрирование

Концентрационная функция

- ✓ Концентрационная функция - одна из основных геохимических функций биосферы. Кларк УРАНА в З.К.-3.5 грамма на 1 тонну. На долю делящегося изотопа ^{235}U приходится 0,72%.
- ✓ Критическая его масса для начала цепной ядерной реакции в смеси с ^{238}U составляет 3.68%.

Следовательно ^{235}U необходимо было концентрировать.

Criticality imply

- high U content
- high ^{235}U content

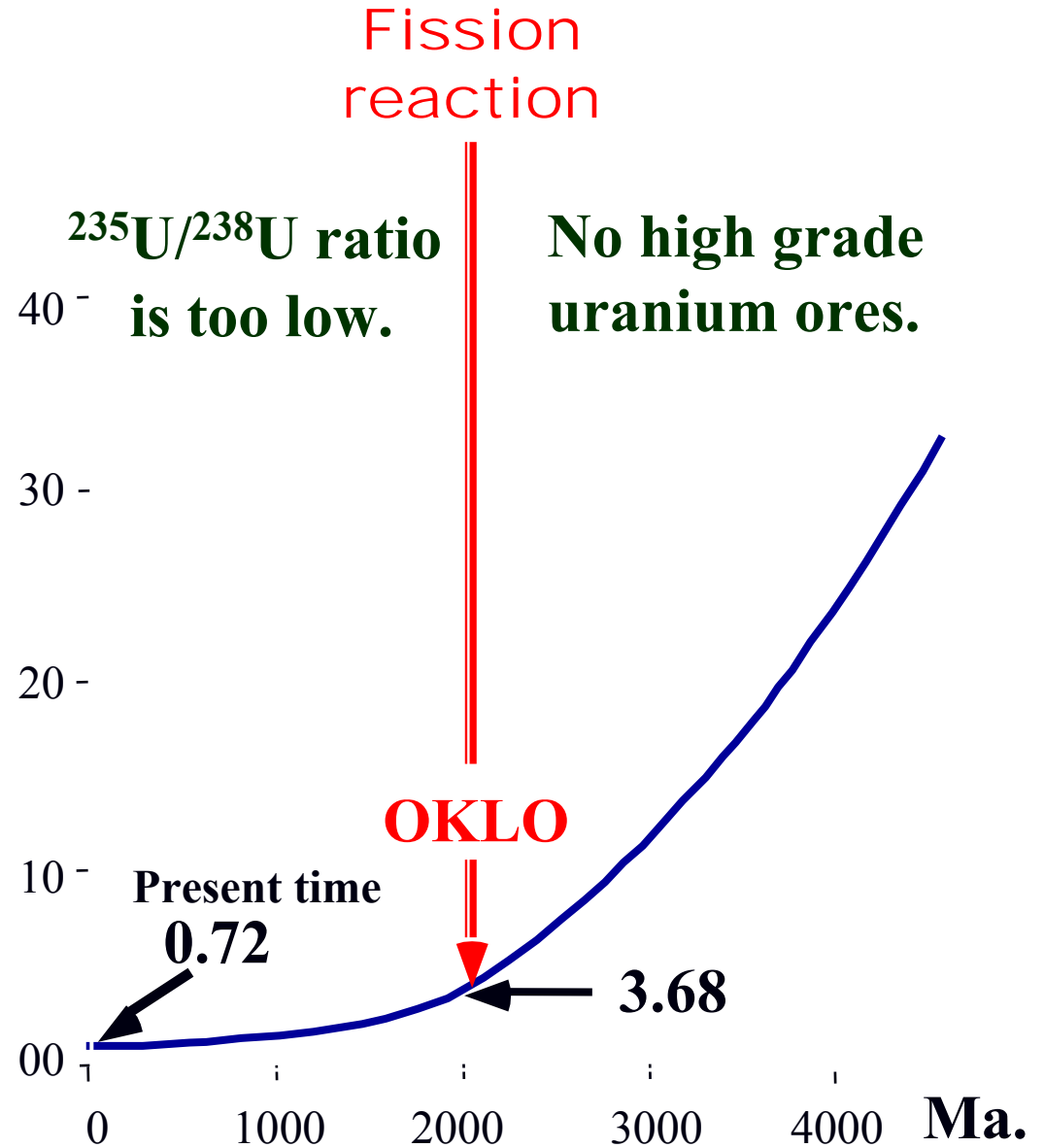
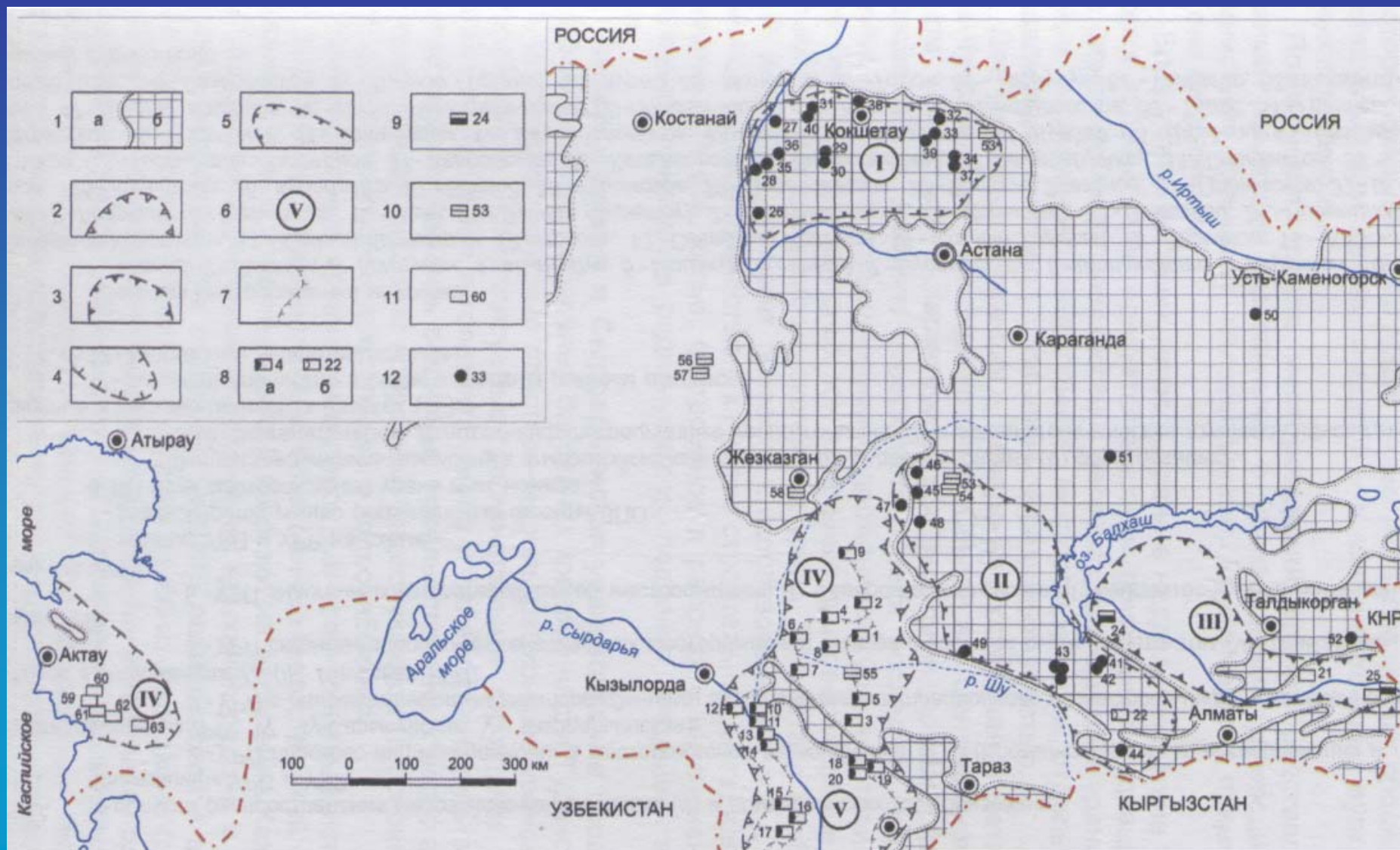
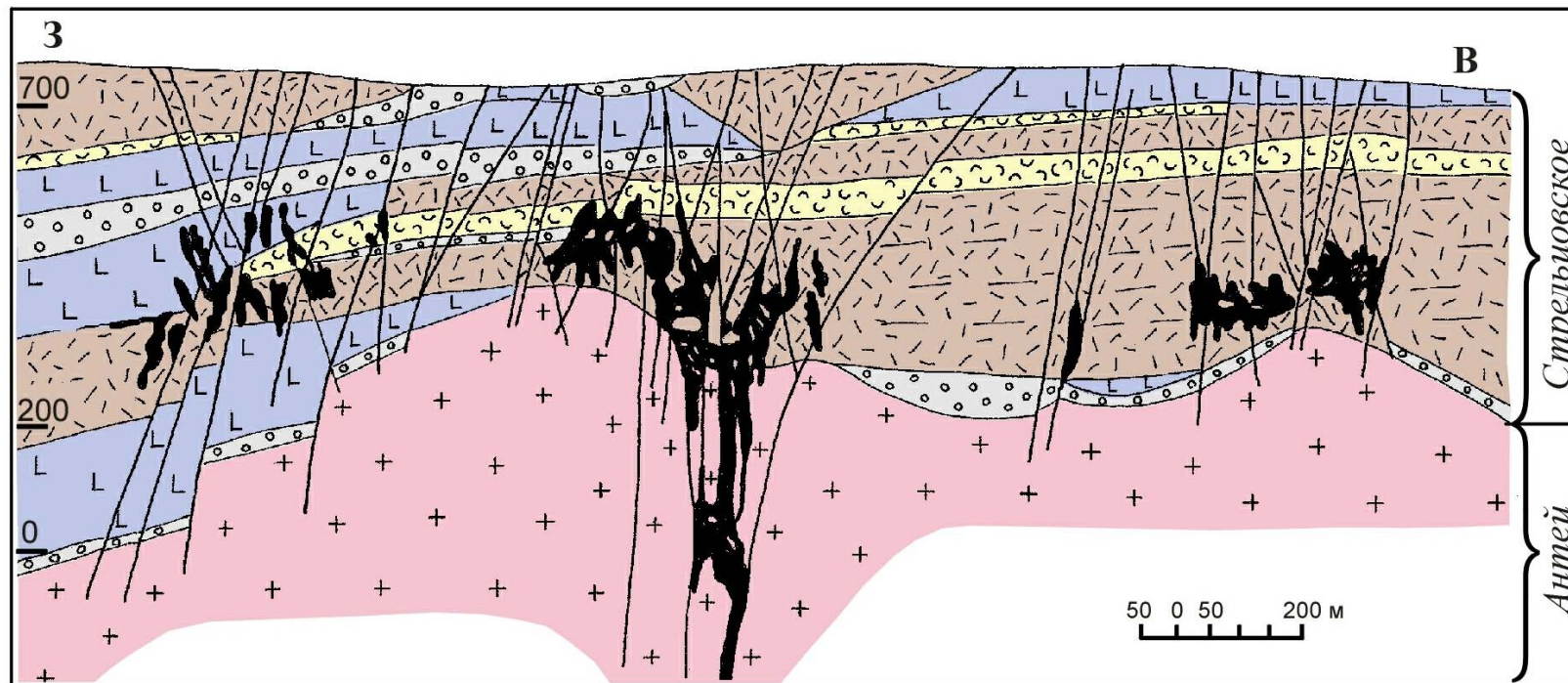


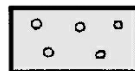
Схема размещения урановых месторождений в Казахстане (по В.Г. Языкову и др., 2002 г.)



Положение рудных тел в геологическом разрезе месторождений Стрельцовское и Антей



фельзиты, дациты (J₃-K₁)



конгломераты (J₃-K₁)



туфы кислого состава (J₃-K₁)



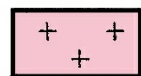
разрывные нарушения



базальты, андезиты (J₃-K₁)

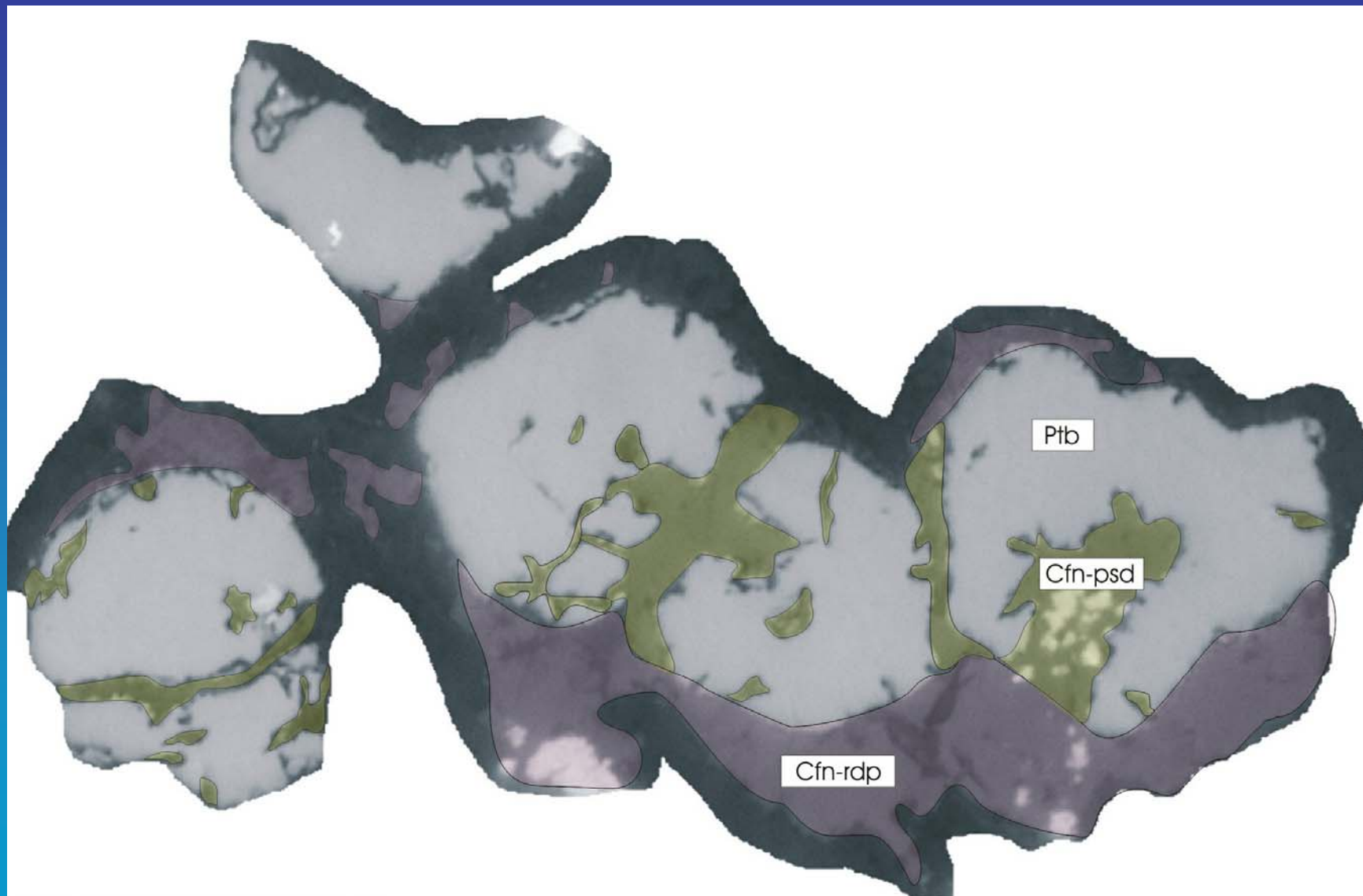


рудные тела

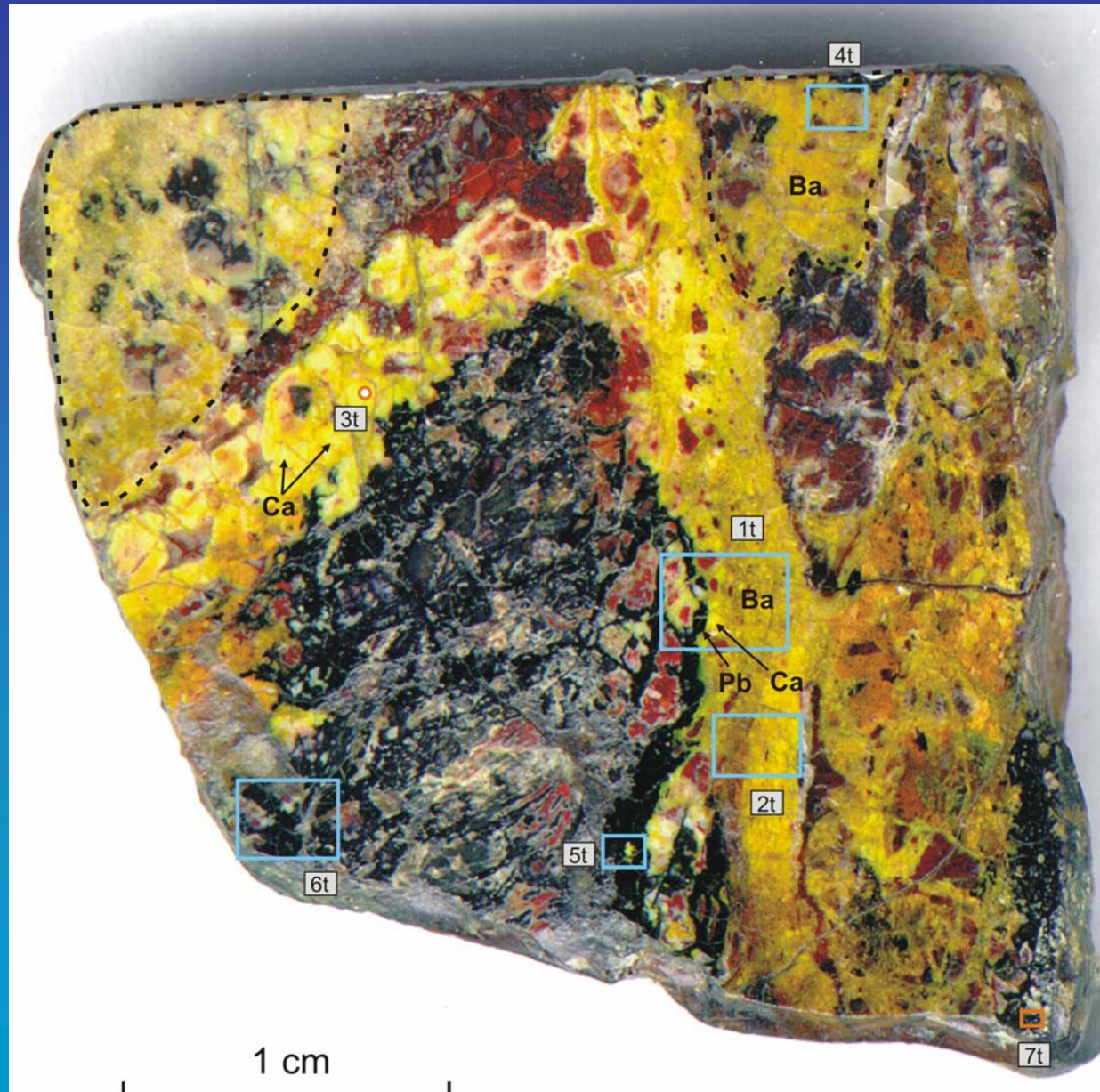


граниты (PZ₂)

Соотношения настурана и коффинита

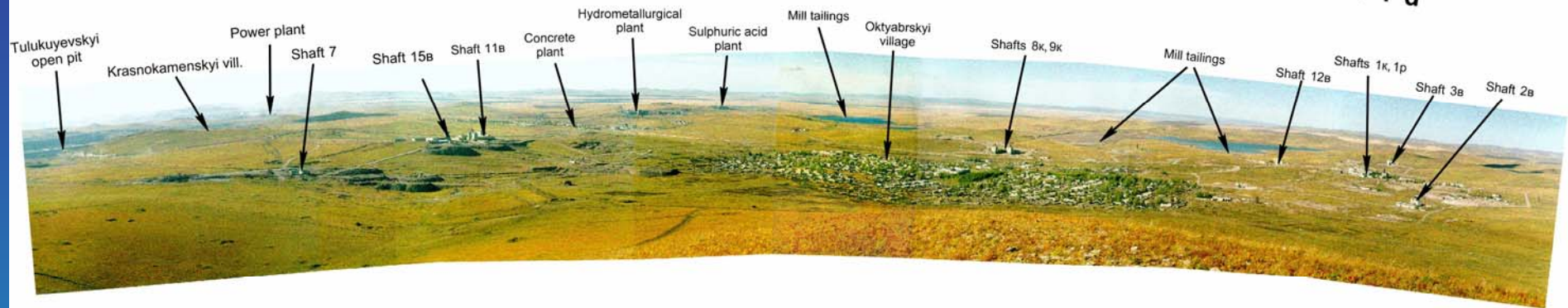


Вторичное урановое оруденение (минералы группы вельсендорфита) в дацитах (Тулукуевское месторождение)



Панорама промплощадки ППГХО

Панорама of the Streltsovskoye uranium ore field



Location of the Streltsovskoye uranium ore field (SUOF)



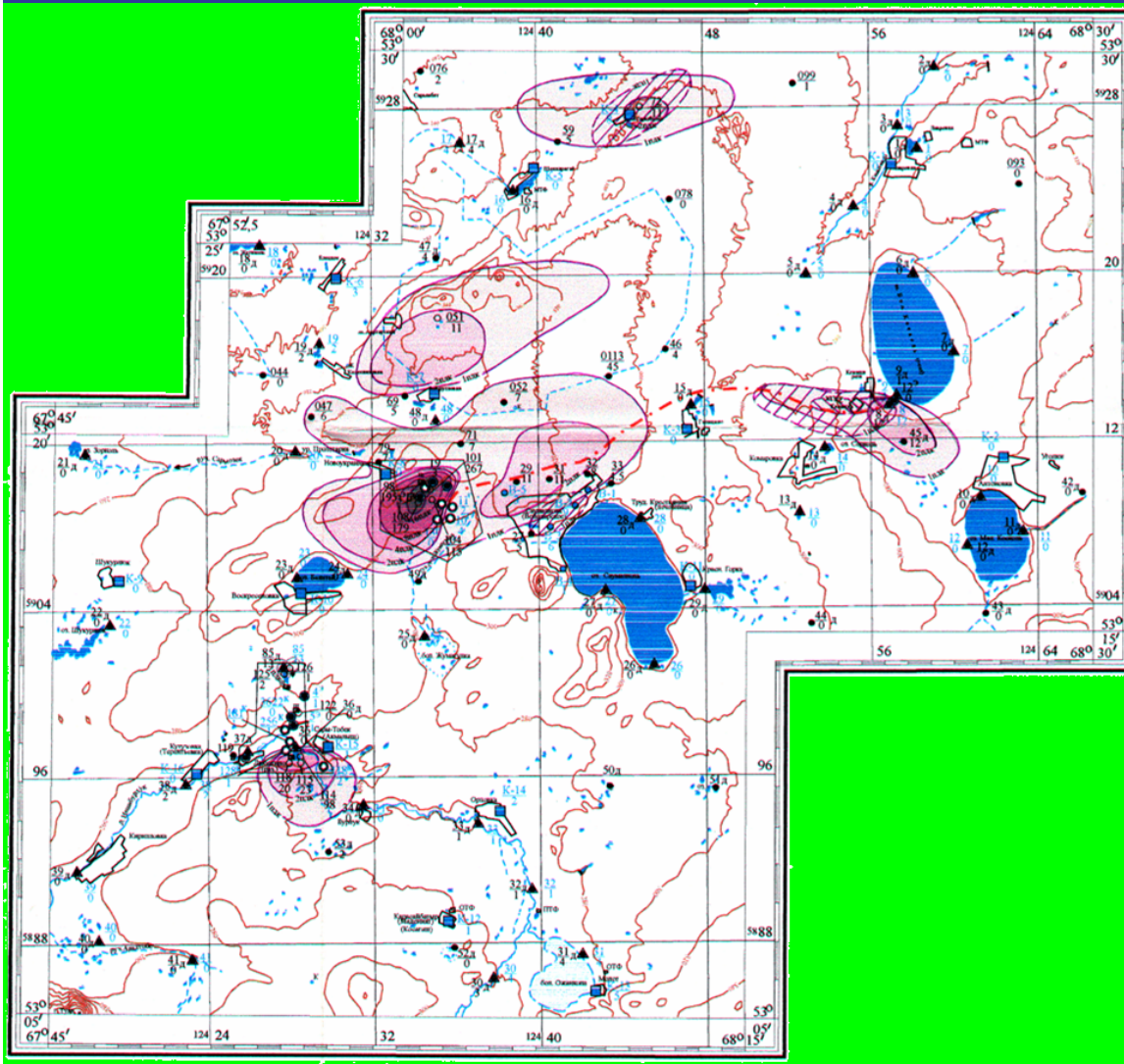
Tulukuyev open pit



Некоторые экологические следствия

- ✓ Образование большого количества отходов
- ✓ Локальное загрязнение природных сред

Карта содержания урана по данным РГСС



Условные обозначения:

Шкала интенсивности
загрязнения почвогрунтов U, $n10^{-4}г/т$

0-5 (<1пдк)	5-10 (1-2пдк)	10-20 (2-4пдк)	20-40 (4-8пдк)	40-80 (8-16пдк)	80-160 (16-32пдк)	>160 (>32пдк)
----------------	------------------	-------------------	-------------------	--------------------	----------------------	------------------

Шкала интенсивности загрязнения
поверхностных и грунтовых вод U,
 $n10^{-4}г/т$

0-5 (<1пдк)	5-10 (1-2пдк)	10-20 (2-4пдк)
----------------	------------------	-------------------

Ореолы ПДК по почвогрунтам;

Ореолы ПДК по природным водам;

пдк;

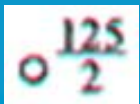
ты;

ологические скважины;

сторонних организаций;

ные воды и донные осадки;

колодцы;

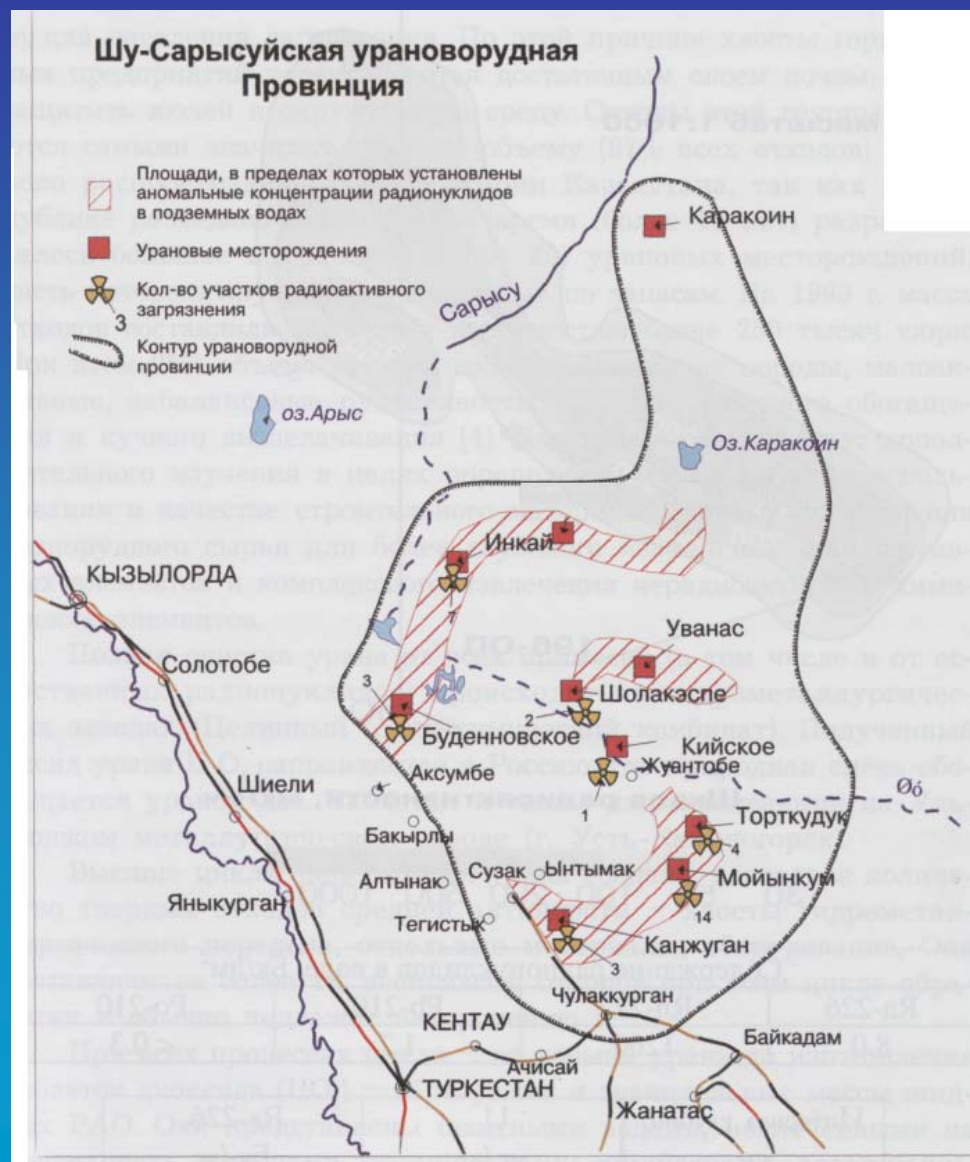


Цифры: в числителе – номер водопrodukта; в знаменателе – содержание урана $n10^{-4}г/т$ в почвогрунтах, донных осадках.

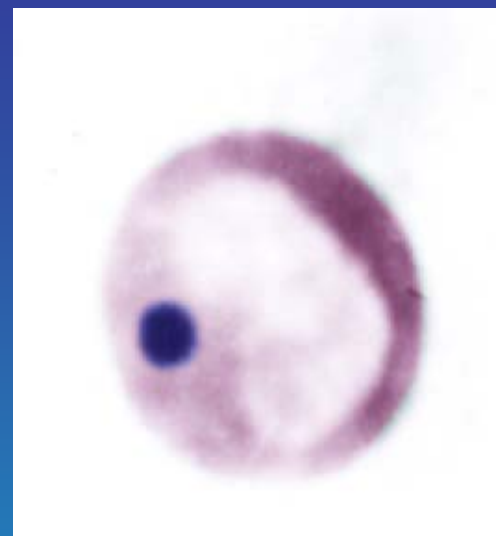
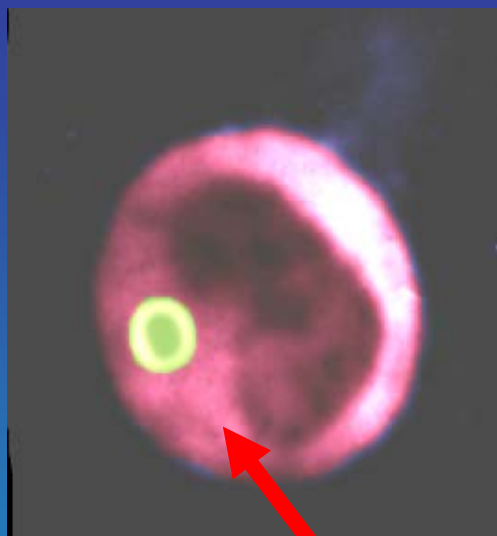


Цифры: в числителе – номер водопrodukта; в знаменателе – содержание урана $n10^{-4}г/т$ в почвогрунтах, донных осадках.

Карта размещения участков загрязнения в результате самоизлива подземных вод



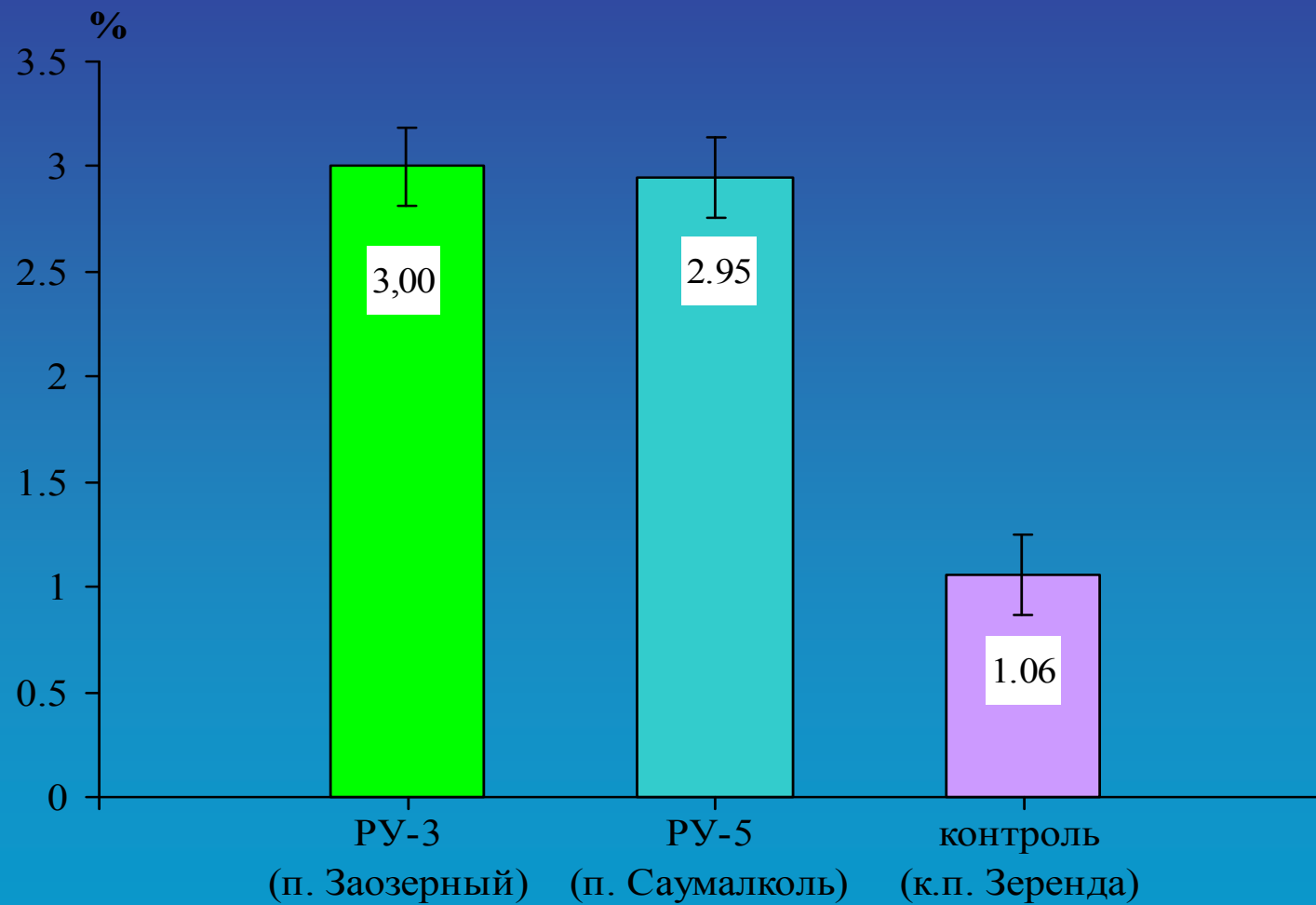
Эритроцит с микроядром в крови облученного человека



Мультиаберрантная клетка (“Rogue cells”)



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

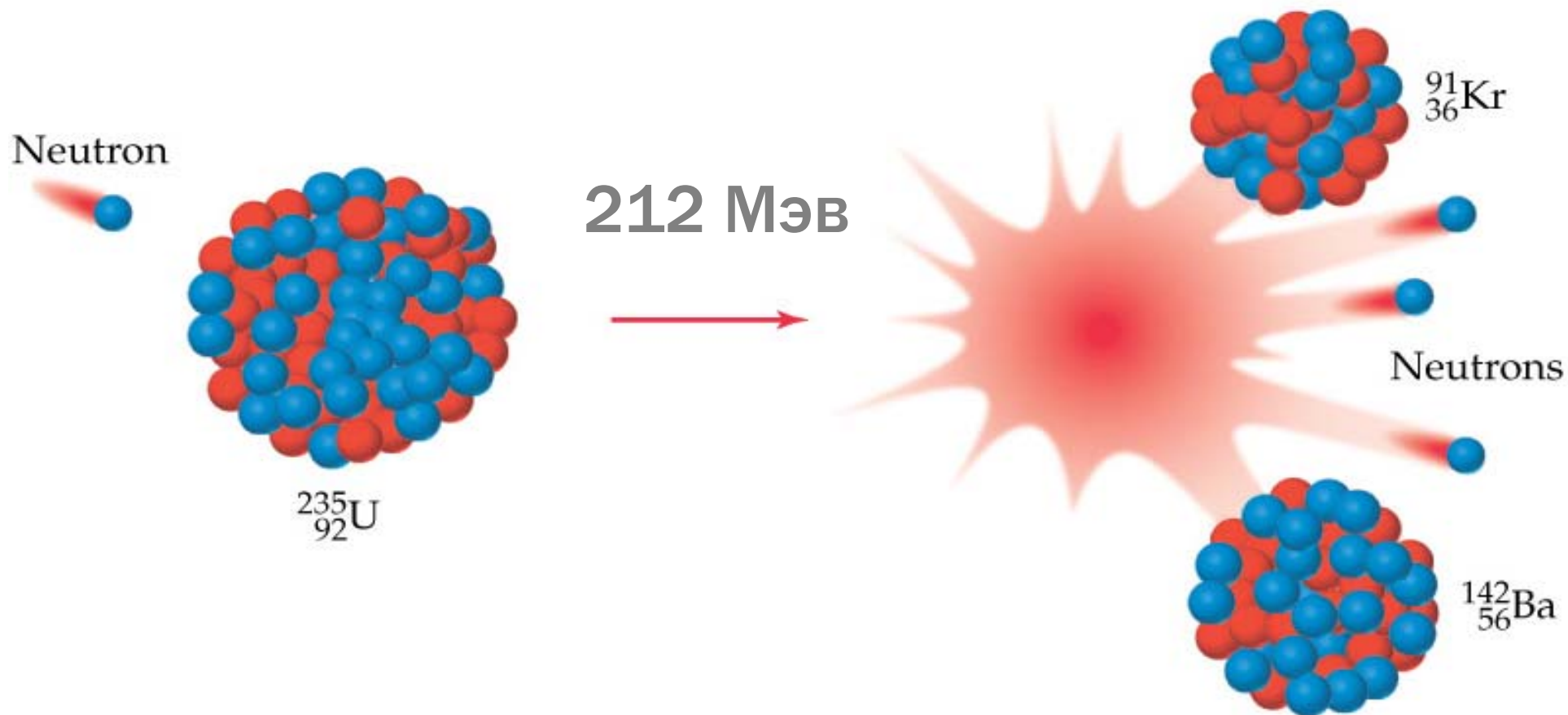


Техногенез в районах функционирования предприятий по глубокой переработке и получению ядерных материалов

На этом этапе ярко проявляются следующие геохимические функции человека:

- ✓ Концентрирование (обогащение изотопом ^{235}U);
- ✓ Создание новых химических элементов (Pu, Am и др.)
- ✓ Рассеяние химических компонентов в природных средах.

Образование осколочных радионуклидов



ФГУП «СХК» - градообразующее предприятие ЗАО Северск

Население – 120.000 человек



Сибирский химический комбинат



В состав комбината входят 7 заводов, ТЭЦ, научно-исследовательский и конструкторский институт.
Численность персонала более 15 тыс. чел.



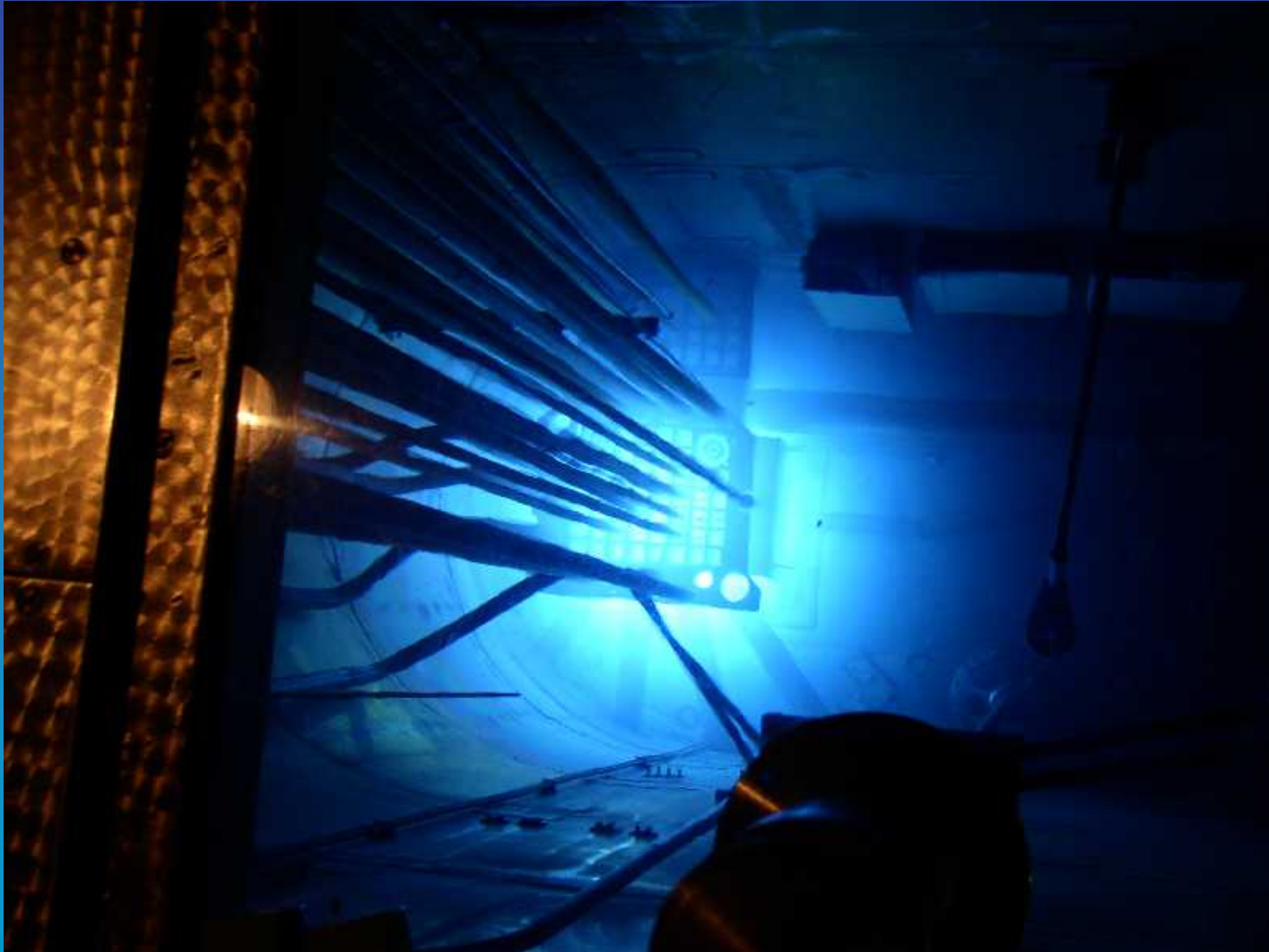
Сибирский химический комбинат

Модернизация завода разделения изотопов



Сибирский химический комбинат

Luminescence of water in the zone of nuclear reactor at working



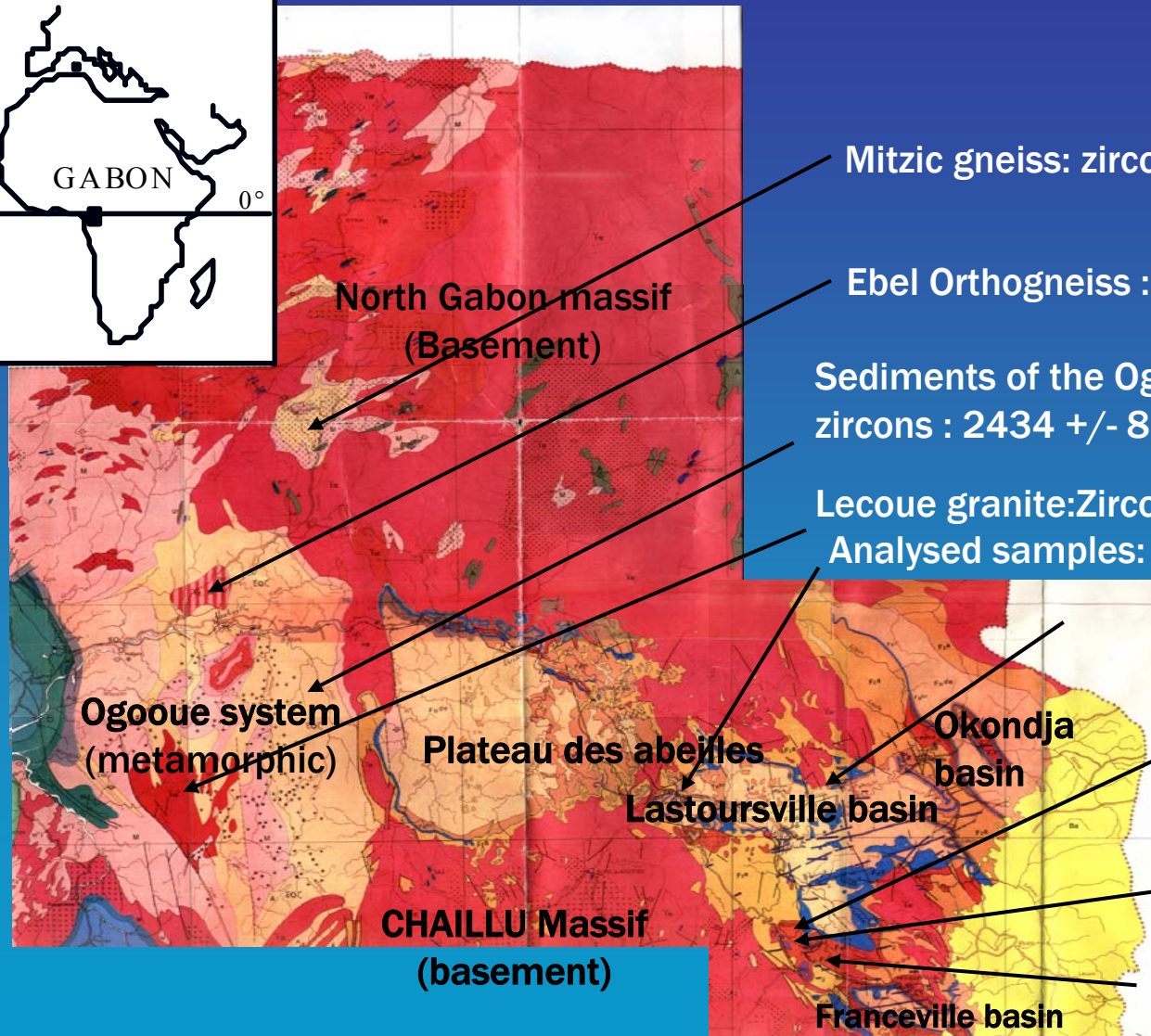
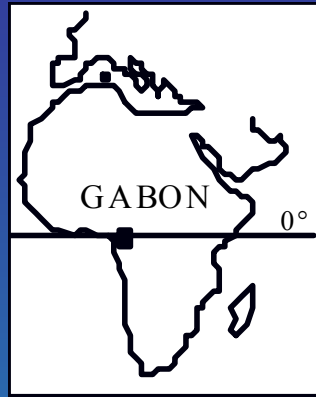
ПРИРОДНЫЕ РЕАКТОРЫ



На земном шаре сегодня достоверно установлен и тщательно изучен факт работы природного ядерного реактора, что было выявлено на месторождениях урана Окло, Богомбо (Габон) французскими исследователями в 1972 г.

При переработке урановых руд было обращено внимание на весьма низкое содержание изотопов урана-235. Так при переработке 700 т. уранового концентрата дефицит изотопа ^{235}U составил 200 кг (Naudet Roger, 1975)





Mitzi gneiss: zircons : 2838 +/- 11 Ma

Ebel Orthogneiss : zircons : 2789 +/- 25 Ma

Sediments of the Ogooué System:
zircons : 2434 +/- 8 Ma

Lecoue granite: Zircons 2042 +/- 8 Ma
Analysed samples: Bidoudouma

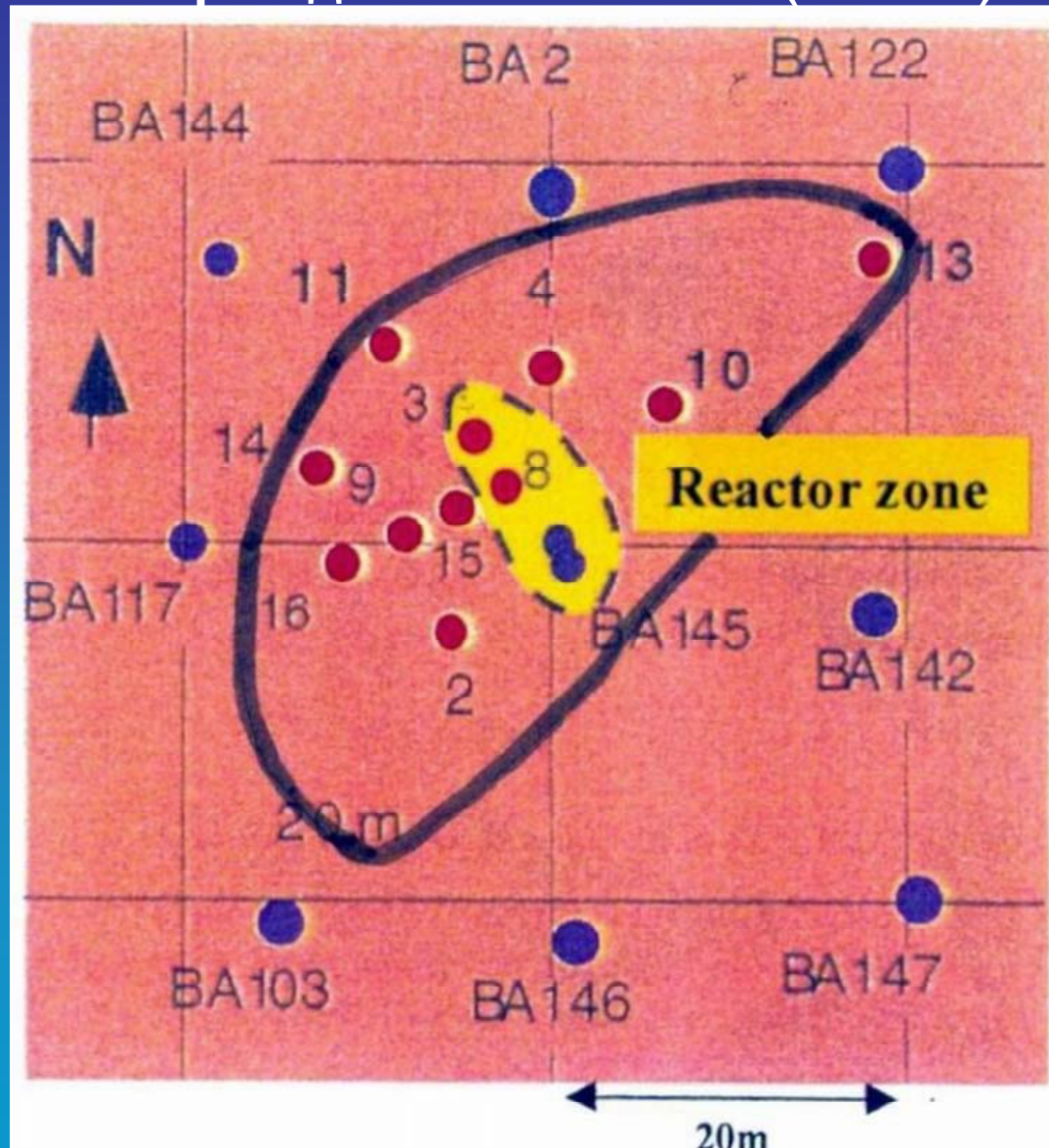
Volcanisme : N'Goutou
2143 +/- 143 Ma

Oklo : 2050 +/- 40 Ma
Reactors : 1950 +/- 50

Dolerite dyke:
Zircons:
860 +/- 39 Ma

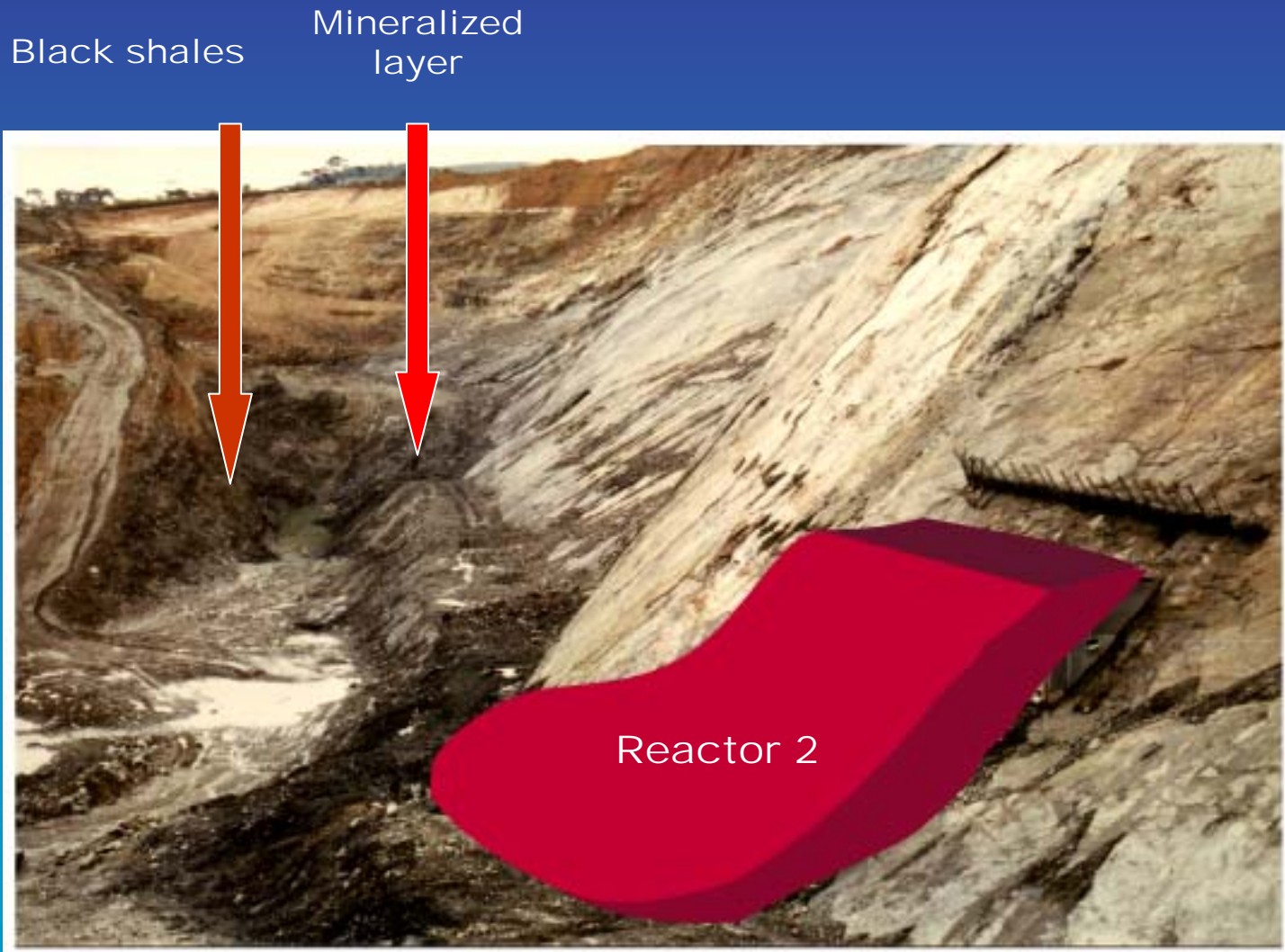
Pb loss in uraninite
of Oklo reactors:
500 Ma

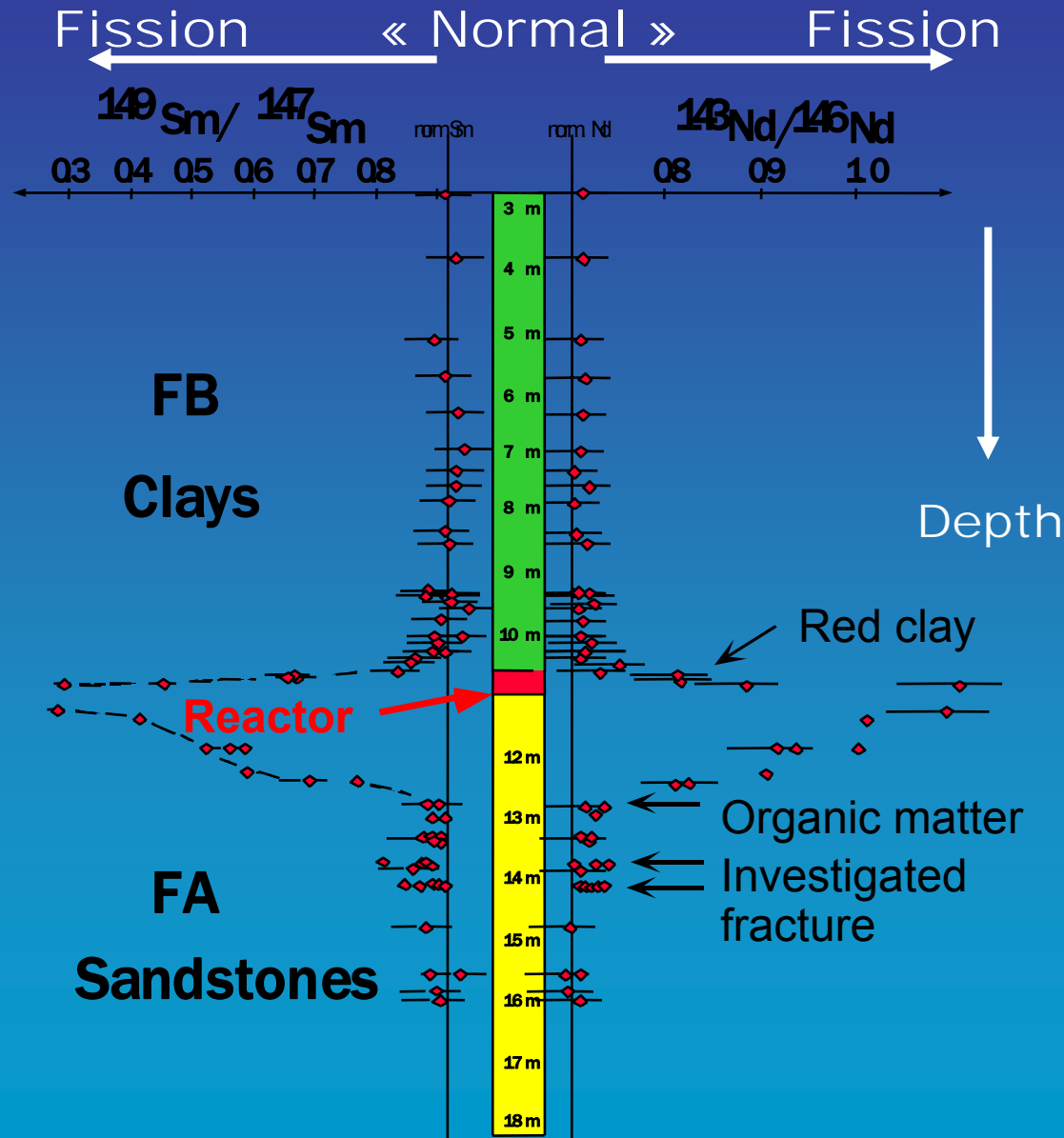
Схема размещения буровых скважин на месторождении Богомбо (Габон).



Выделена зона природного ядерного реактора и контур богатых руд.
(из диссертации Sonia Salan, 2000 г.)

OKLO - OPEN PIT





BANGOMBÉ

При работе ядерных реакторов, при обогащении УРАНА, при извлечении ПЛУТОНИЯ из облучённого топлива образуется большое количество осколочных элементов, элементов активации (^{60}Co , ^{56}Fe) и радиоактивных отходов, содержащих осколочные, трансурановые элементы. Так при переработке одной тонны облученного топлива (замкнутый цикл) образуется отходов:

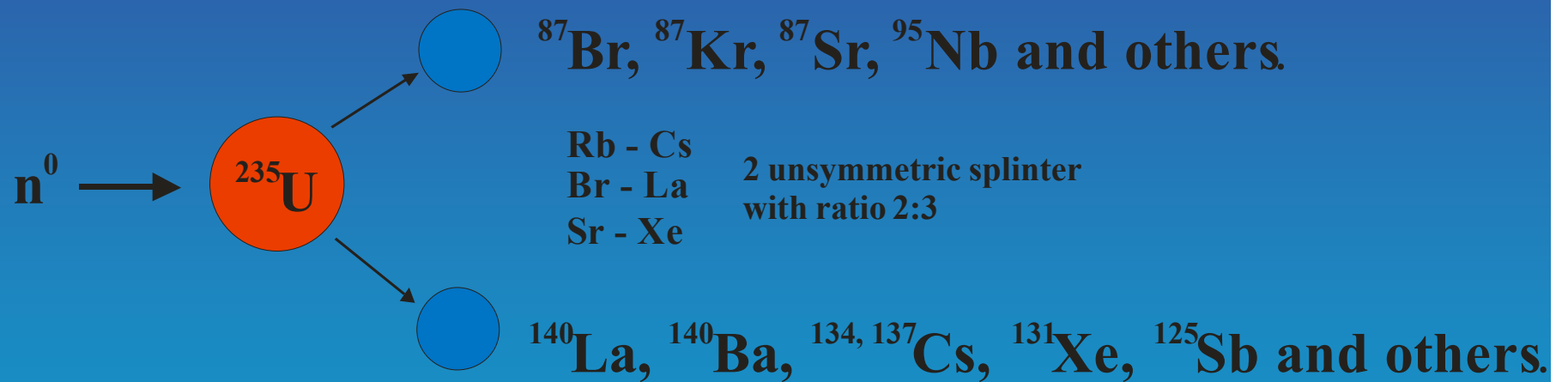
45 м³ высокоактивных (ВАО)

150 м³ среднеактивных (САО)

~2000 м³ низкоактивных (НАО)

Итого около 2200 м³ радиоактивных отходов, которые требуют специального обращения, переработке и хранения

Scheme of division of isotope ^{235}U



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

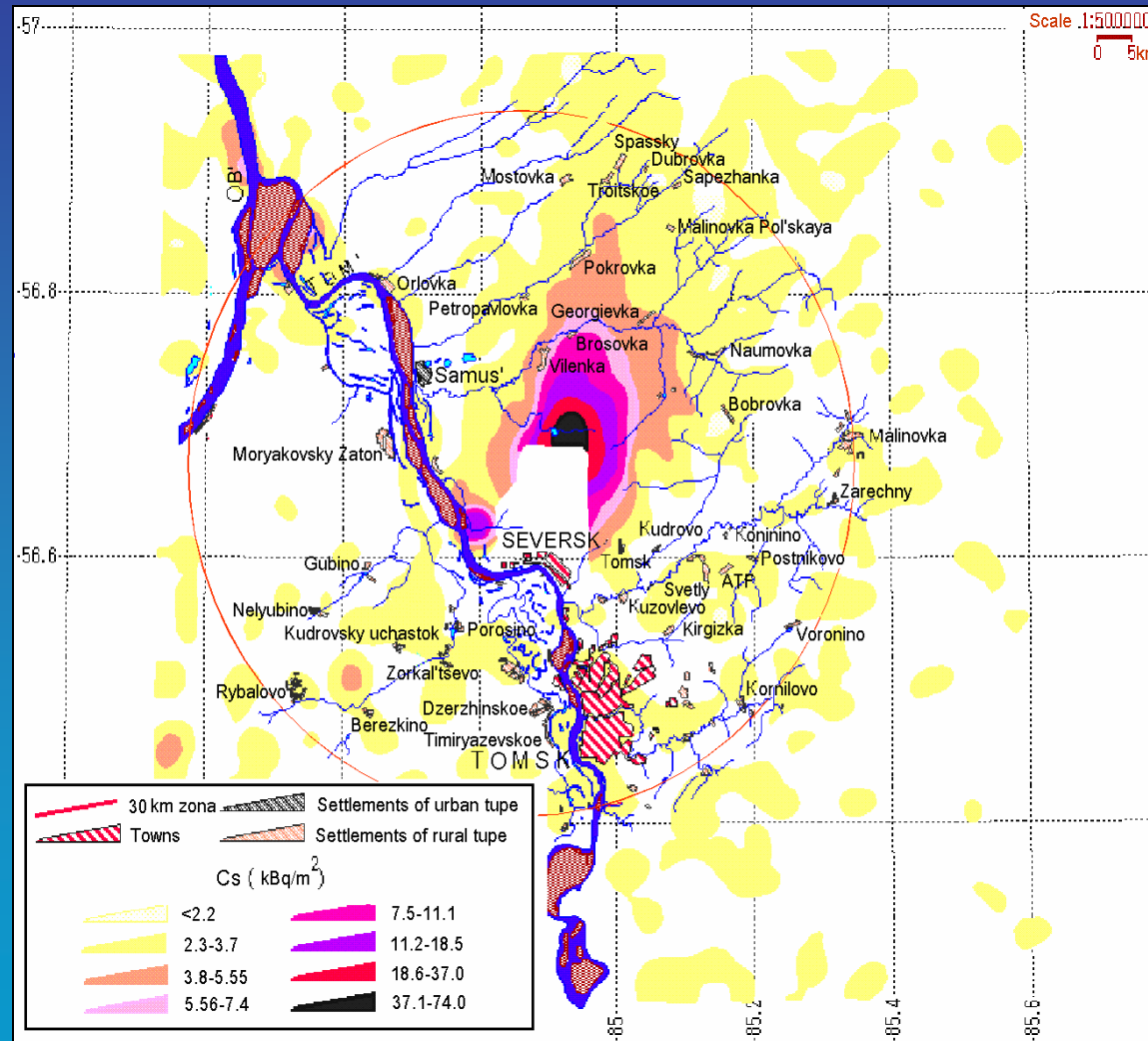
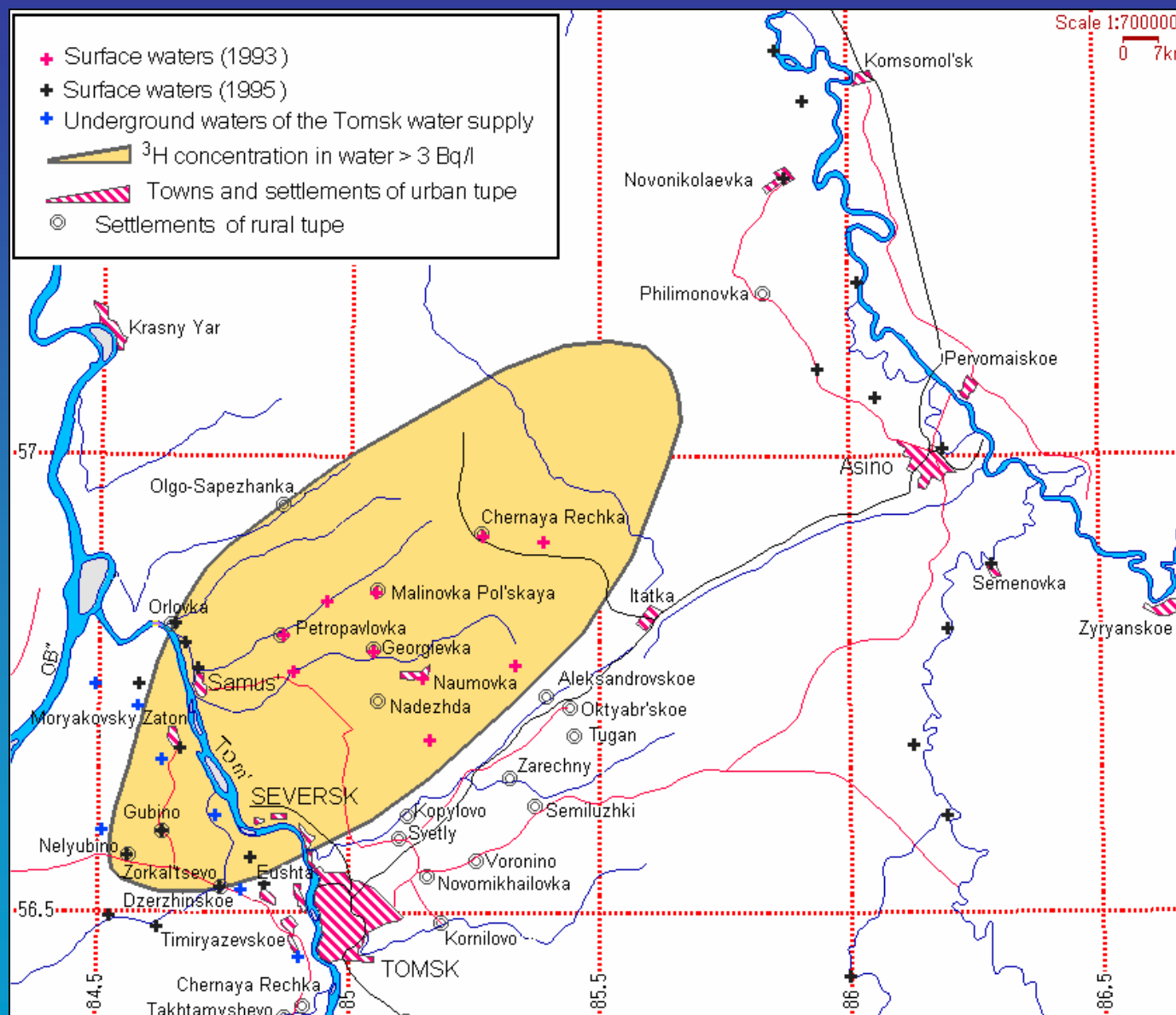


Схема распределения ^{60}Co и ^{137}Cs в пылеаэрозольных выпадениях на чердаках домов

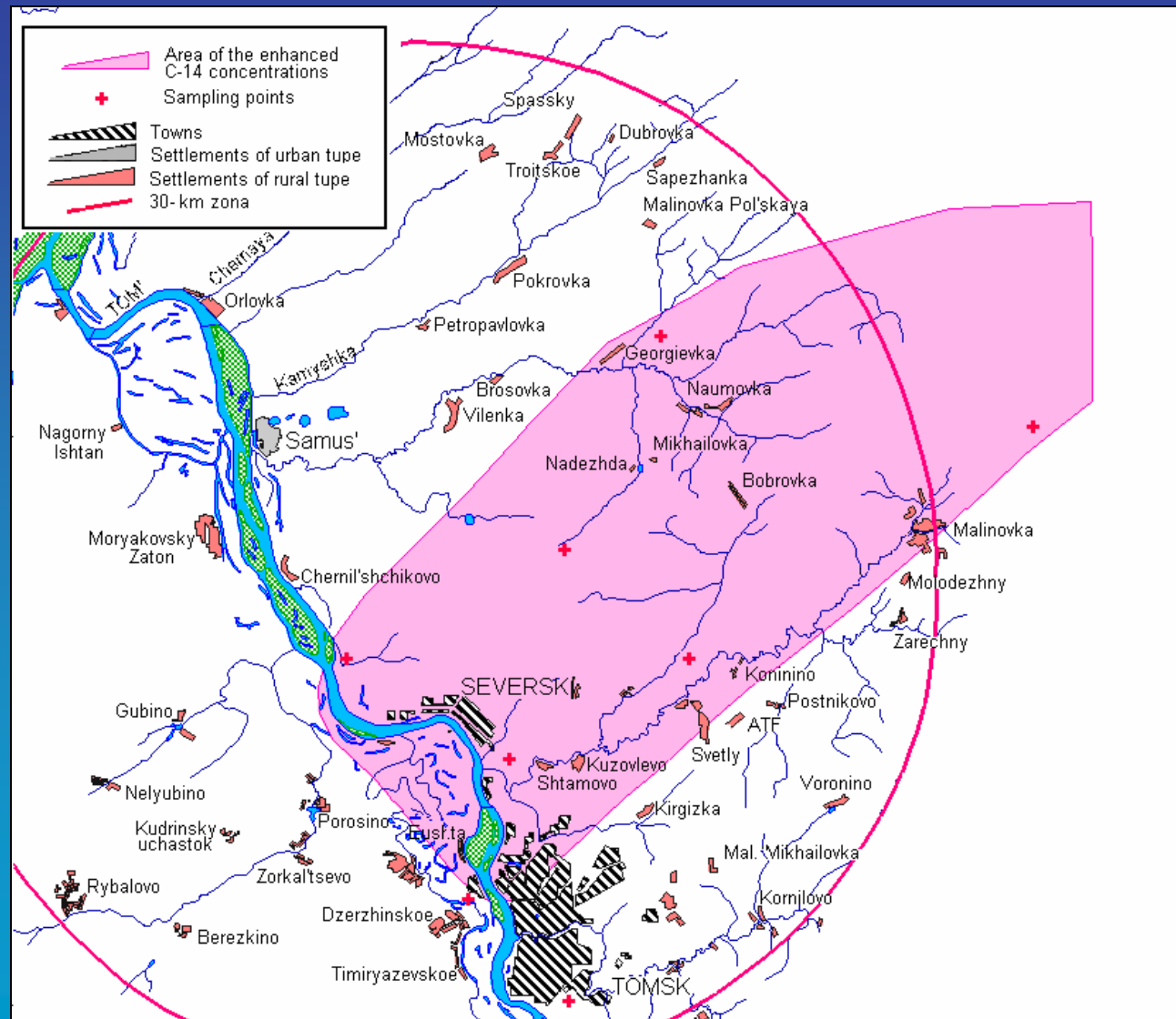
10 0 10 20
километры



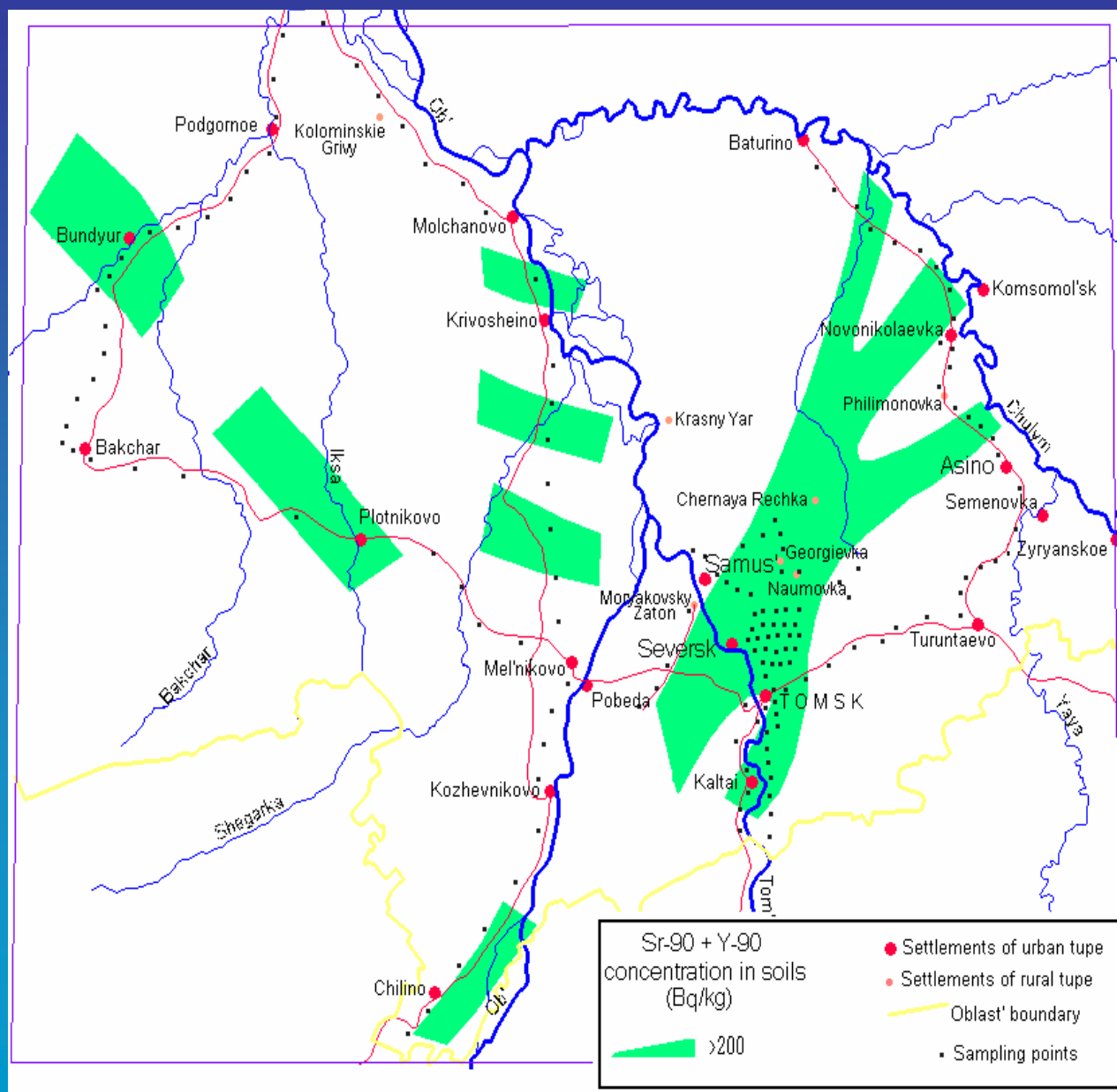
^3H in water, Bq/l (southern part of the Tomsk region)



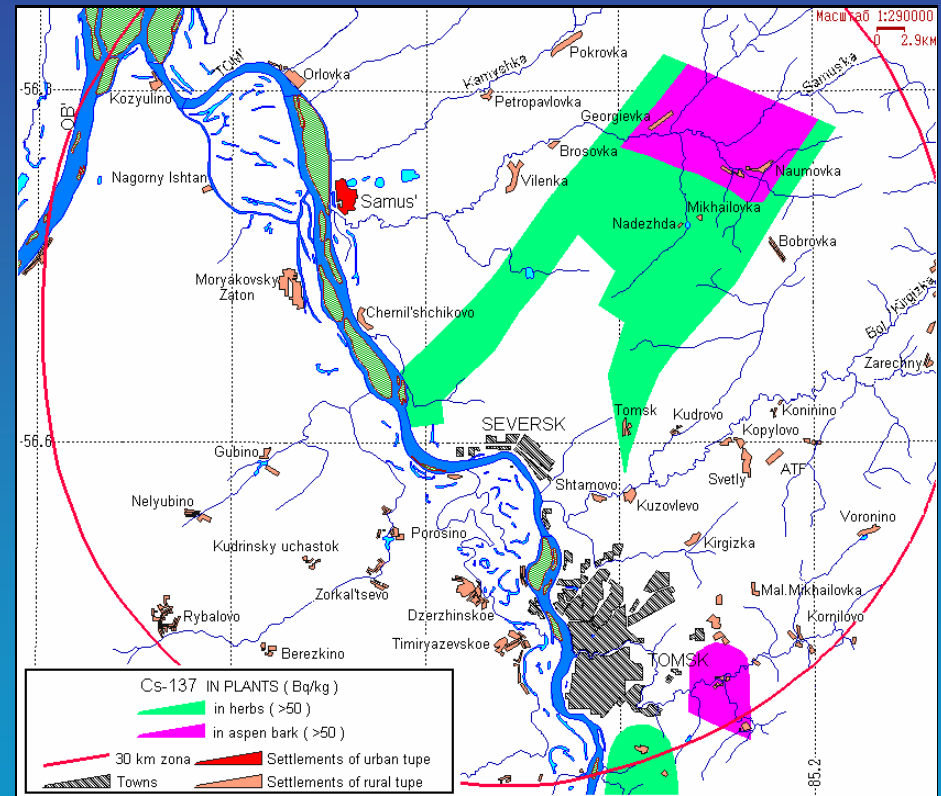
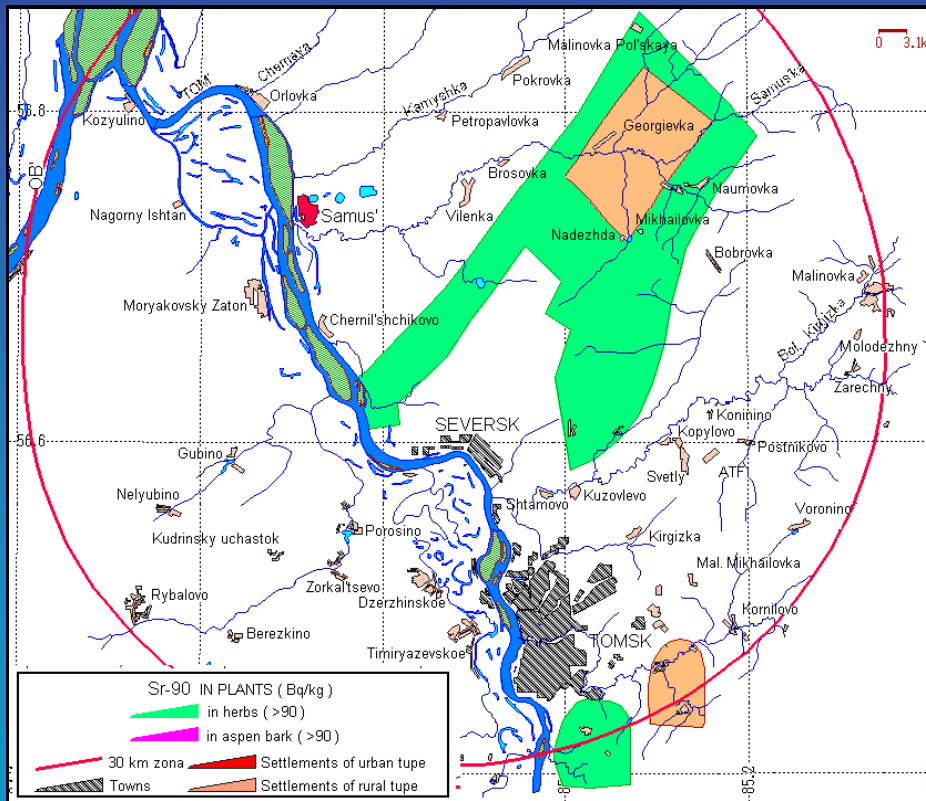
A schematic map of the ^{14}C distribution in biological objects



$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ in soils (southern part of the Tomsk region)

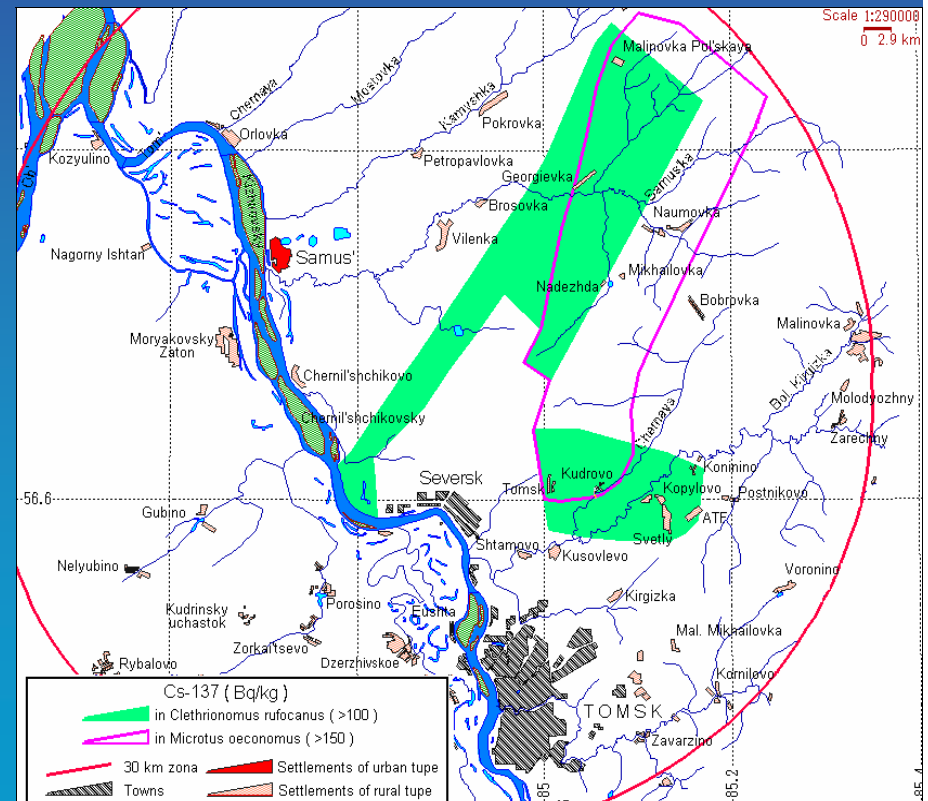
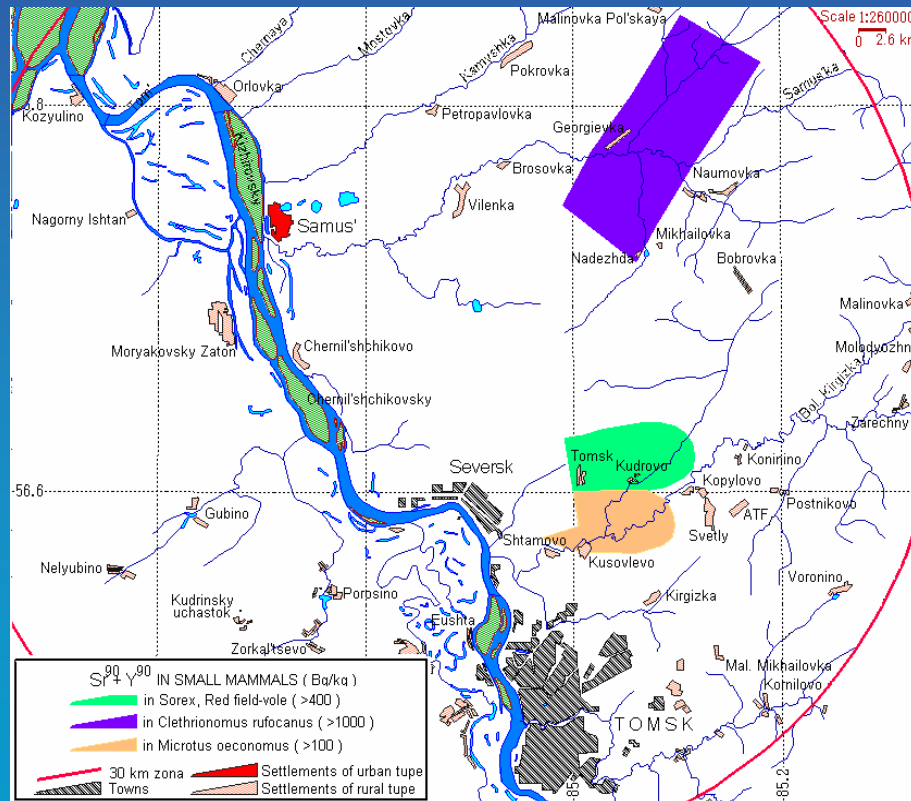


A schematic map of ^{90}Sr and ^{137}Cs accumulation in vegetation



A schematic map of $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$ accumulation in small mammals:

1. Sorex;
2. Red field-vole (*Cl. glareolus*);
3. *Clethrionomus rufocanus*;
4. *Microtus oeconomus* and ^{137}Cs accumulation in *Clethrionomus rufocanus* and *Microtus oeconomus*



Zone of La/Yb ratio in the human hair of the southern part of Tomsk region

10 0 10 20
километры

