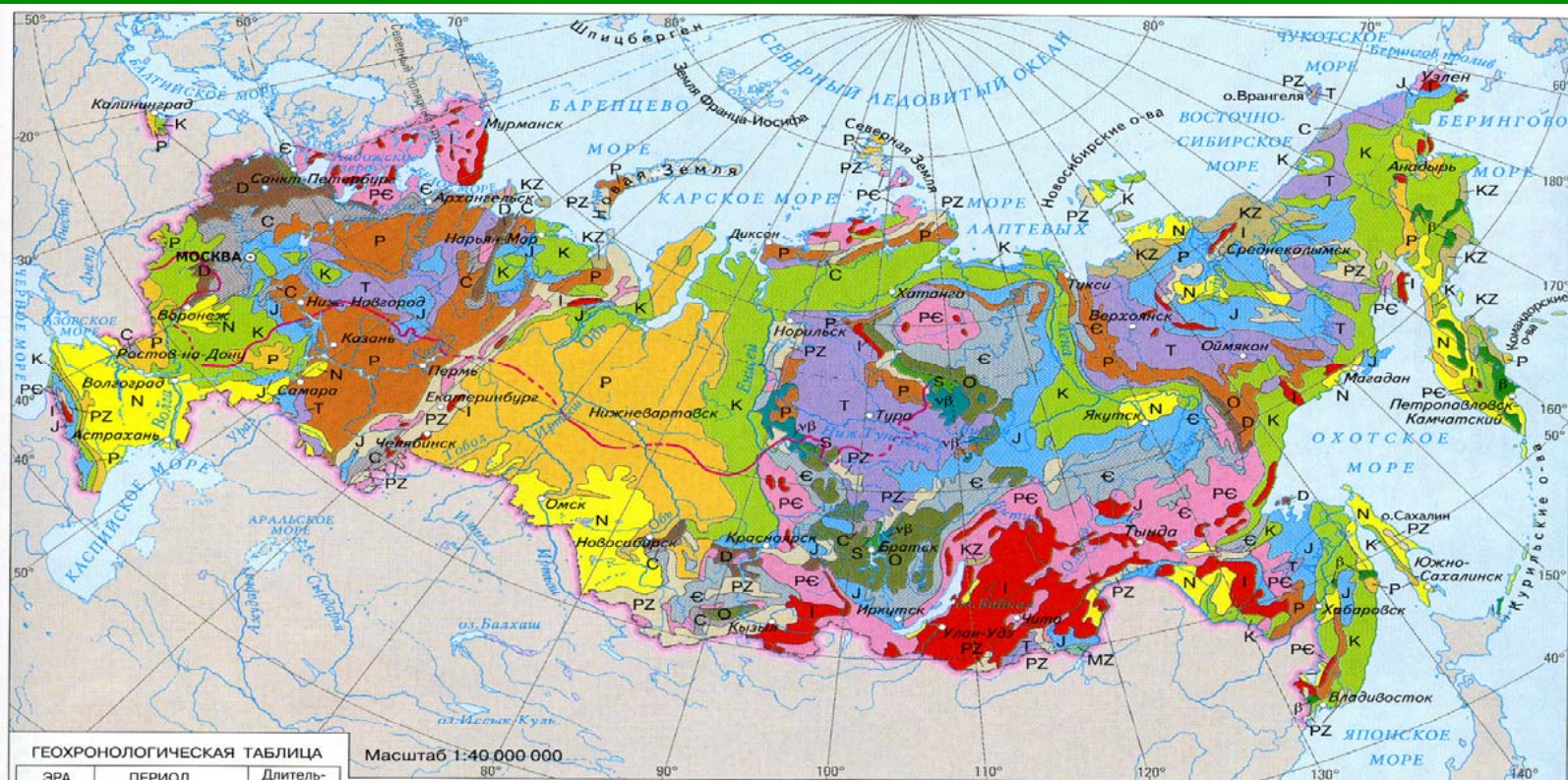


ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Лекционный курс

часть 3

Геофизические факторы экологического риска
автор: к.э.-м.н., с.н.с Барабошкина Татьяна Анатольевна



ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА

ЭРА (группа)	ПЕРИОД (система)	Длительность (млн. лет)
КАИНО-ЗОЙСКАЯ	Четвертичный-Q	0,75
	Неогеновый-N	25
	Палеогеновый-P	41
МЕЗО-ЗОЙСКАЯ	Меловой-K	70
	Юрский-J	55-58
ПАЛЕО-ЗОЙСКАЯ	Триасовый-T	40-45
	Пермский-P	45
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРА	Каменноугольный-C	65-70
	Девонская-D	55-60
	Силурийская-S	35
	Ордовикский-O	60-70
АРХЕЙСКАЯ ЭРА	Кембрийский-Є	70-80
	Протерозойская	2100±100
АРХЕЙСКАЯ ЭРА	более 1800	

- Масштаб 1:40 000 000
- Граница максимального четвертичного оледенения
 - Области, покрытые современными ледниками в Арктике
- КАИНОЗОЙСКАЯ ГРУППА**
- KZ Кайнозой нерасчлененный
 - N Неогеновая система
 - P Палеогеновая система

- МЕЗОЗОЙСКАЯ ГРУППА**
- MZ Мезозой нерасчлененный
 - K Меловая система
 - J Юрская система
 - T Триасовая система
- ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ГРУППА**
- PZ Палеозой нерасчлененный
 - P Пермская система

- C Каменноугольная система
 - D Девонская система
 - S Силурийская система
 - O Ордовикская система
 - Є Кембрийская система
- АРХЕЙСКАЯ И ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ГРУППЫ (ДОКЕМБРИЙ)**
- PE

- МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ**
- В Кайнозойские вулканические породы: лавы и туфы
 - Г Интрузивные породы: гранитоиды
 - УВ Основные породы, траппы

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ факторы риска

сейсмические факторы риска в пределах РФ

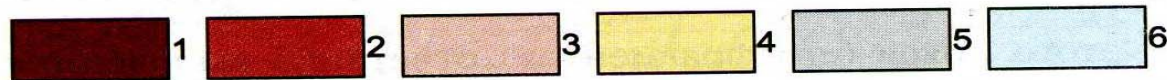
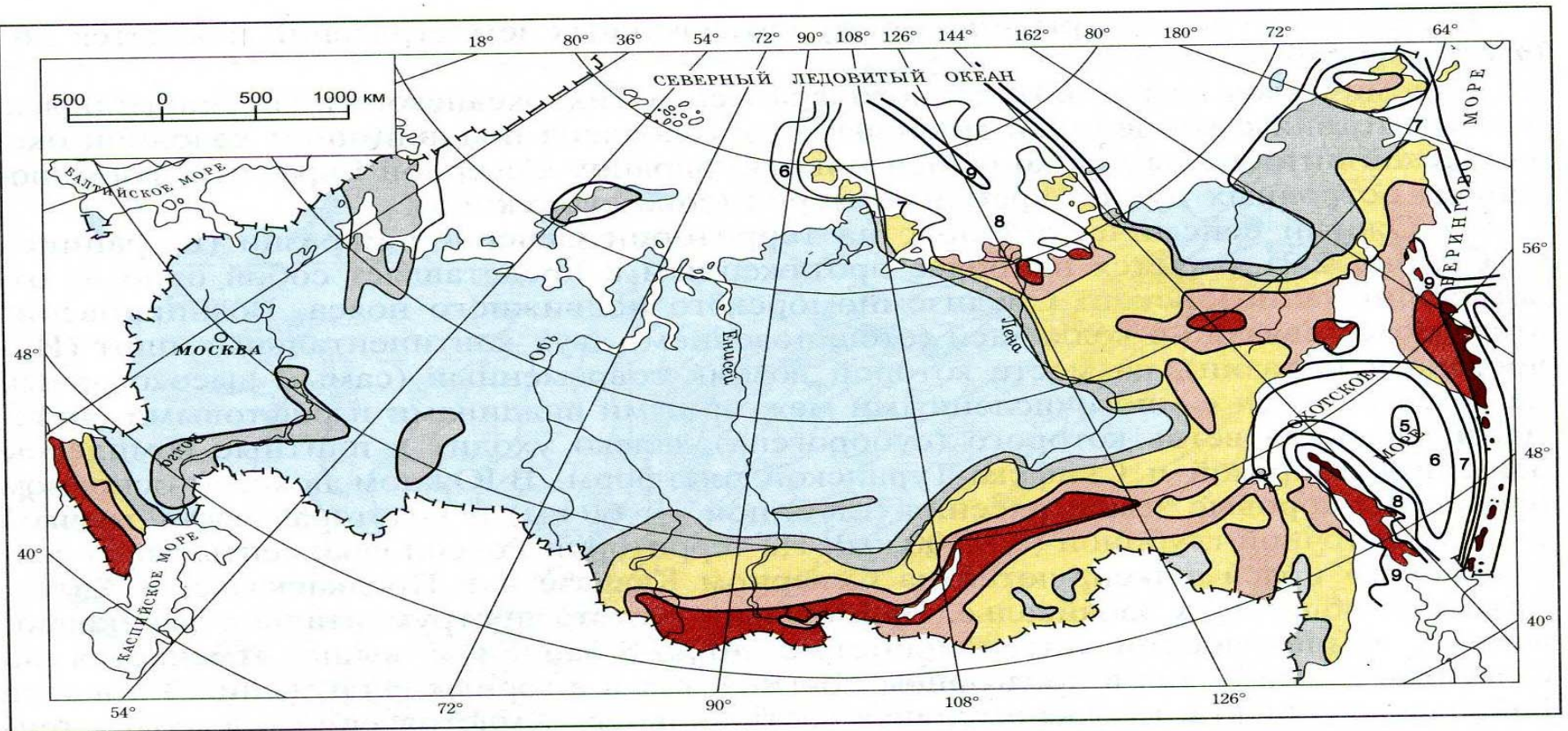
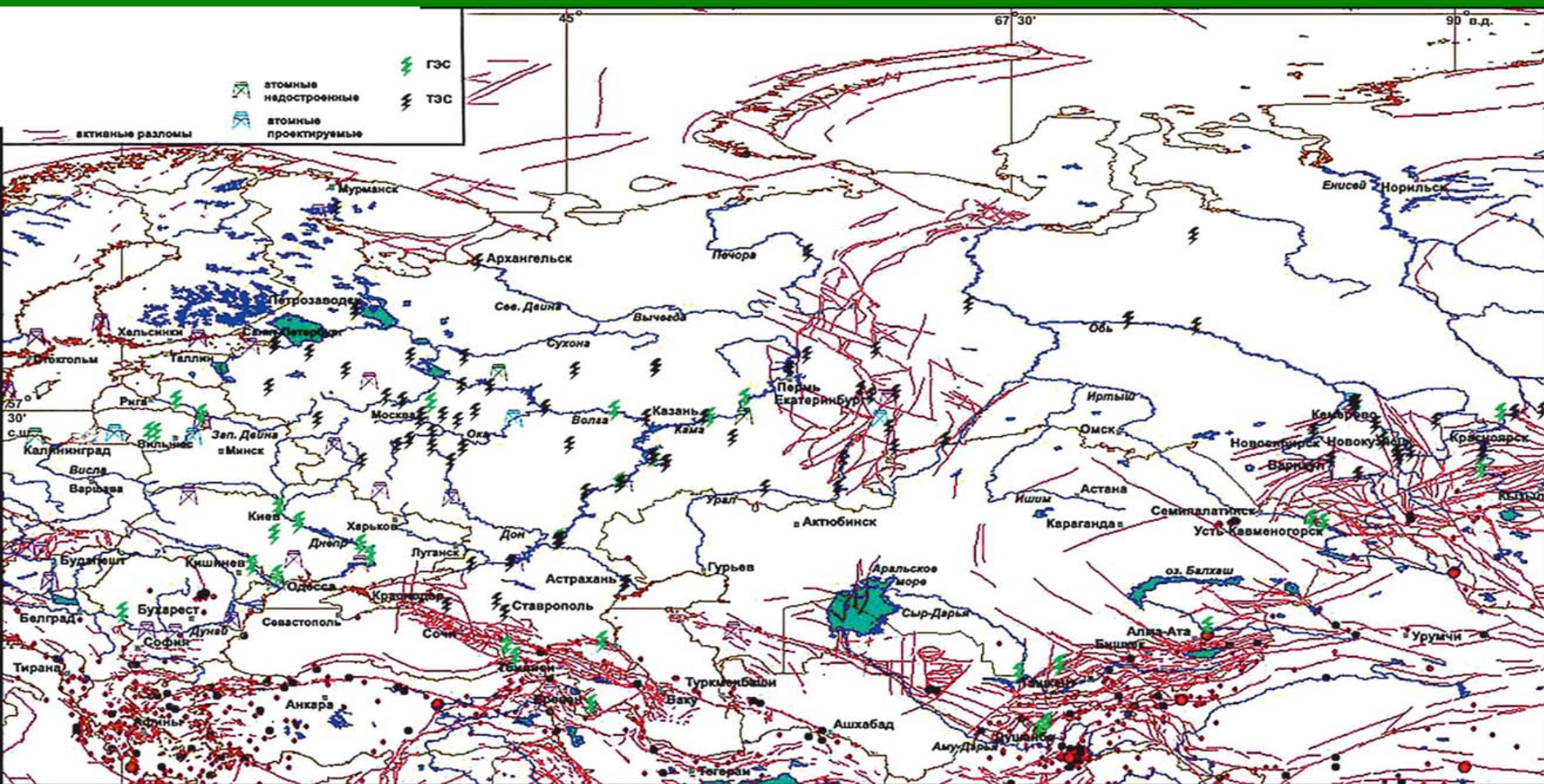


Схема общего сейсмического районирования России. По В. И. Уломову

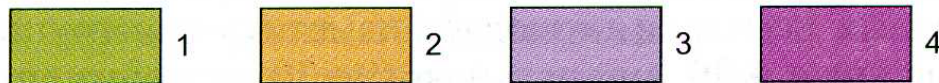
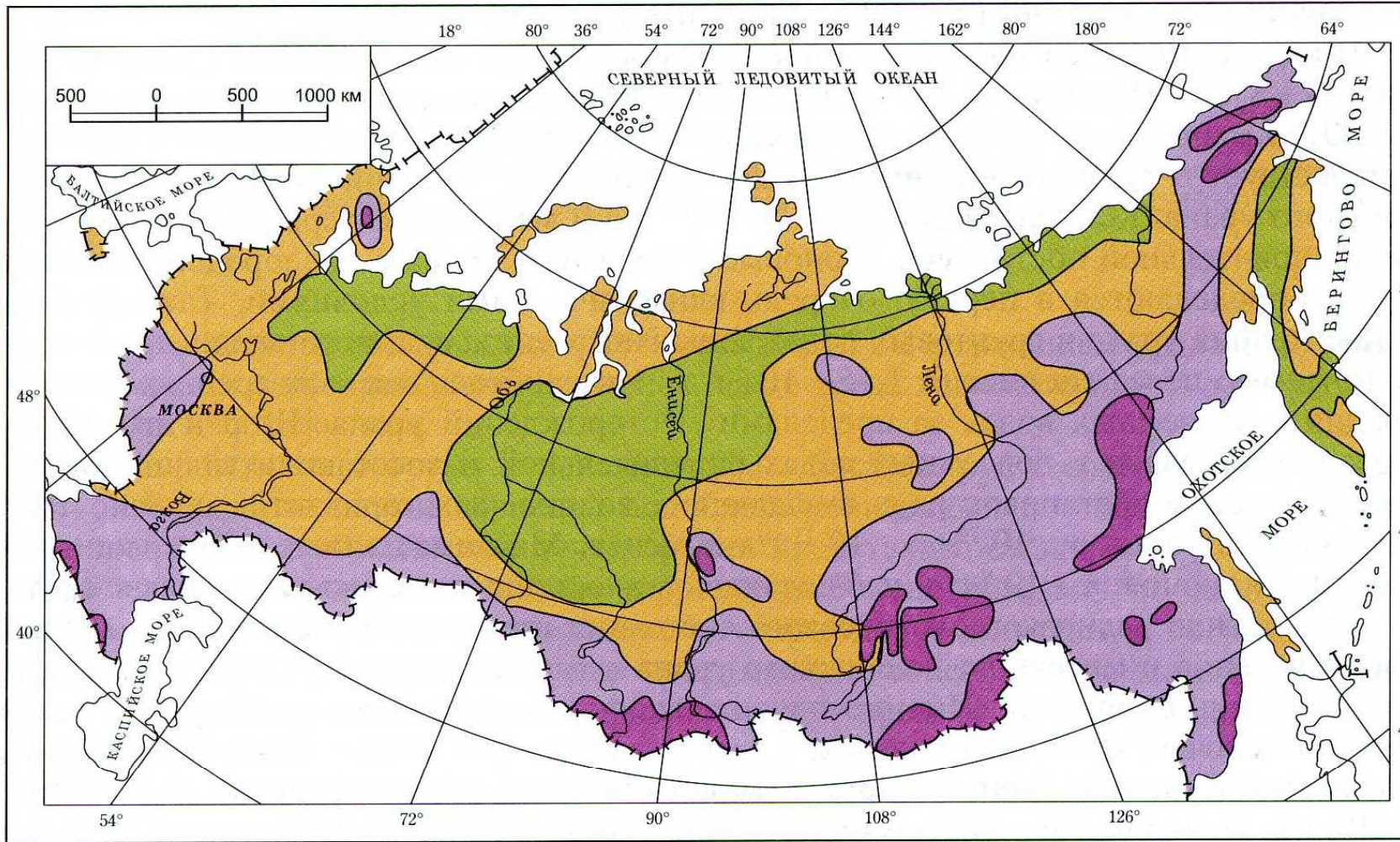
Зоны интенсивности землетрясений на средних грунтах, баллы (по шкале MSK-64):

1 – ≥ 10 ; 2 – 8; 3 – 7; 4 – 6; 5 – 5; 6 – ≤ 4

- Сейсмичность и активные разломы на территории Европейской части России, Западной Сибири и соседних стран (по Лаверову Н.П. и др., 2011, РАН)



Сейсмичность и активные разломы на территории европейской части России, Западной Сибири и соседних стран. Показаны эпицентры сильнейших землетрясений с магнитудой 6,0-6,9 (коричневые), 7,0-7,9 (черные), > 8,0 (красные), АЭС, главнейшие ГЭС и ТЭС



**Схема районирования территории России
в зависимости от дозы естественного γ -излучения**

Зоны природной радиации, 10^{-2} мЗв/год: 1 – пониженной (до 60), 2 – умеренной (до 60÷90),
3 – повышенной (до 90÷135), 4 – высокой (до 135÷500)

Мощность дозы гамма-излучения на поверхности земли формируется за счет

- ◆ космического излучения (около 0,04-0,06 мкЗв/ч)
- ◆ излучения естественных радионуклидов присутствующих в грунтах
- ◆ излучения естественных и искусственных радионуклидов в присутствующих строительных материалах

Радиоактивное поле

- Основная часть естественного радиационного фона обязана своим происхождением излучению радионуклидов, которые образовались вместе с Землей, вошли в состав ее пород и распределились в объеме земной коры.
- Радиоактивные газы радон-222 и радон-220 (торон) обеспечивают примерно 40% дозы облучения, с которым приходится сталкиваться населению планеты
- В районах, где распространены руды с большим содержанием естественных радионуклидов, радиационный фон, как правило, выше в 100-1000 раз

Радиоактивность

Самопроизвольное превращение (распад) атомных ядер, сопровождающееся ионизирующим излучением (α, β, γ)

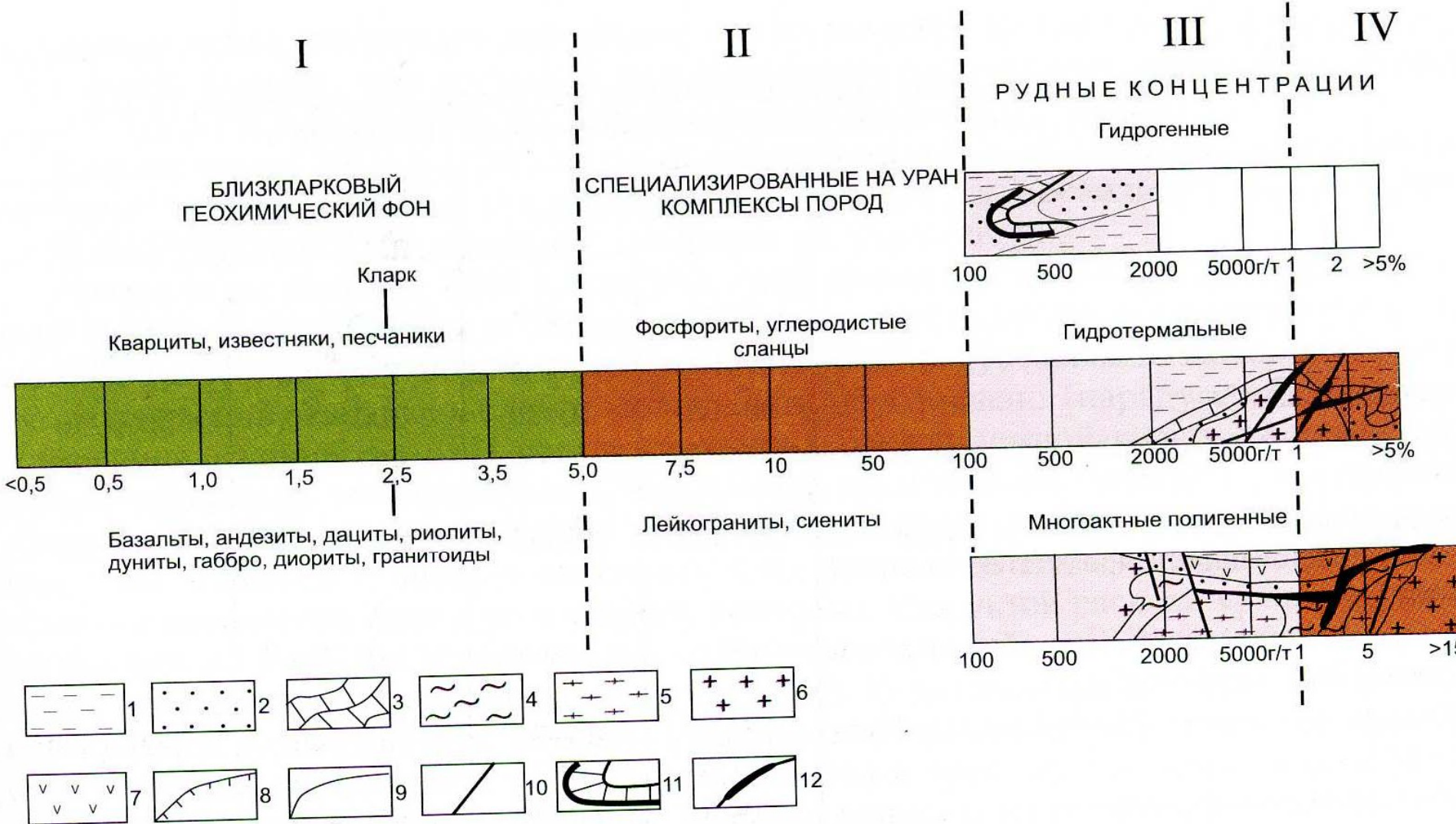
Виды радиоактивных превращений

- ◆ Альфа-распад – испускание ядер гелия (α -частиц)
- ◆ Бета-распад – испускание электронов или позитронов (β -частиц)
- ◆ Изомерный переход (γ -кванты)

Альфа и бета распад также сопровождается гамма-излучением

С точки зрения физики и электрохимии *человек* - это

- электролитическая батарея, состоящая на 70-75% из электролита (кровь, лимфа, различные жидкости и т.д.)
- открытая, динамическая, неравновесная, самоорганизующаяся система
- существует только при условии обмена с окружающей средой, веществом и энергией
- носитель биоэлектрических и биомагнитных полей



Уровни накопления урана и радиоактивность горных пород и руд

Уровни радиоактивности и радиационной опасности горных пород и руд: I – низкий, фоновый, экологически благоприятный; II – экологически опасный (радоноопасность); III – весьма экологически опасный; IV – чрезвычайно экологически опасный. 1 – глины и глинистые сланцы; 2 – пески и песчаники; 3 – известняки и доломиты; 4 – углеродистые сланцы; 5 – гнейсы; 6 – граниты; 7 – вулканиты; 8 – коры выветривания; 9 – границы между горными породами; 10 – тектонические нарушения; 11 – бедные руды; 12 – рядовые и богатые руды

**СОДЕРЖАНИЕ ЕРН В НЕКОТОРЫХ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТИПАХ
ГОРНЫХ ПОРОД РОССИИ И ИХ ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ**

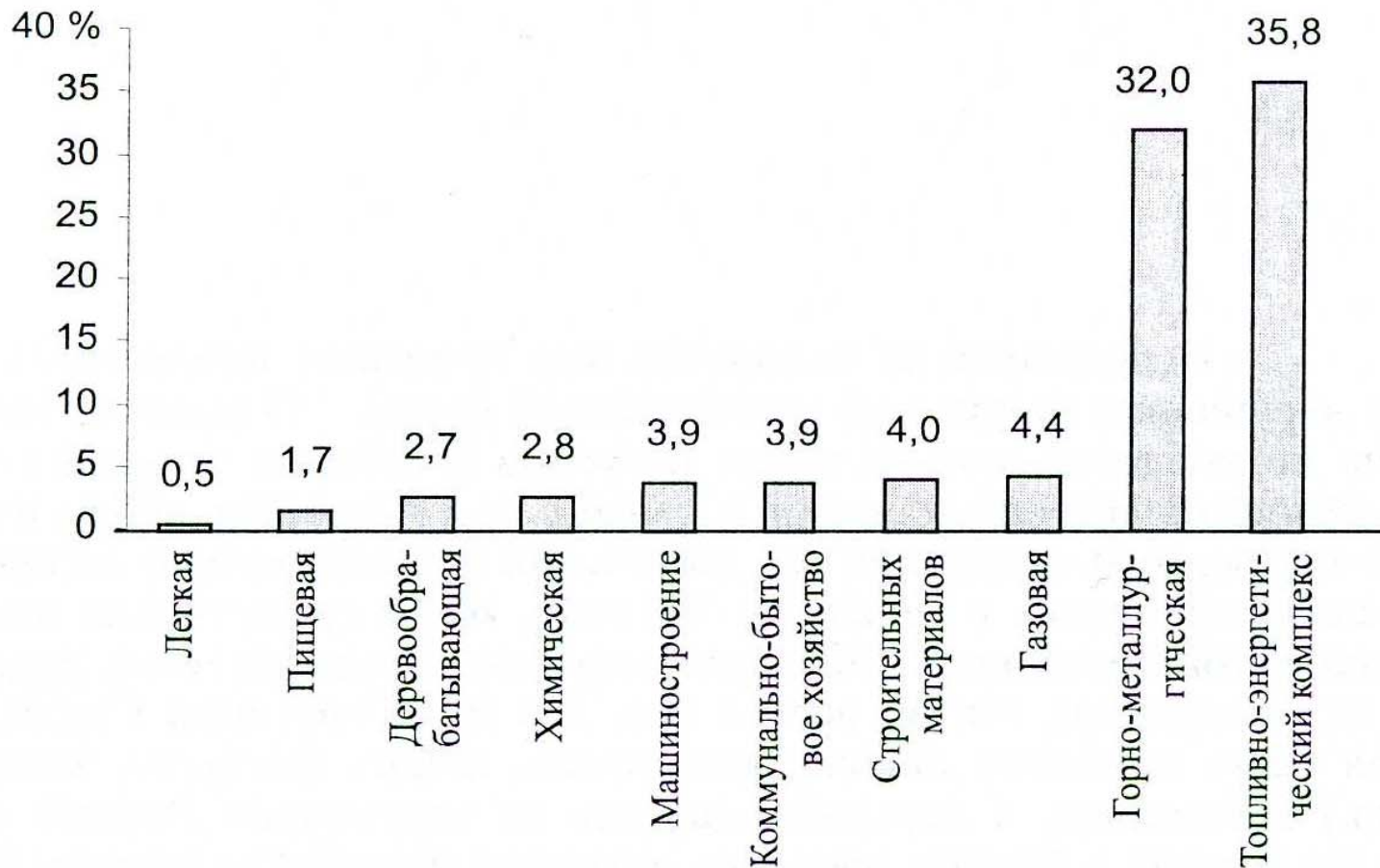
Порода (регион)	Содержание, г/т		Ориентировочная объемная активность 1 кг материала, Бк	
	урана	тория	без учета содержания калия	с учетом содержания калия
Фосфориты	20–120	10–30	300–450	500–750
Диктионемовые сланцы (Русская платформа)	150–170	5–10	1900–2050	2200–2950
Углеродисто-кремнистые, углеродисто-глинистые сланцы (Евразийский континент)	30–300	15–35	460–1200	800–1500
Битуминозные аргиллиты баженской свиты (Западная Сибирь)	23	8	330–350	750–800
Кислые вулканиты (Вост. Саян, Прибайкалье)	17–28	46–73	460–500	1000–1500
Фонолиты (Забайкалье)	20–30	60–90	570–900	1000–1500
Гранитоиды	7–20	30–60	250–800	1000–2000
Нефелиновые сиениты (Кольский полуостров)	10–20	25–50	260–500	700–950

Примечание. Норма объемной активности для строительных материалов, используемых для сооружения жилых зданий, ≤ 370 Бк/кг [Временные критерии для принятия решений и организации контроля. Ограничение облучения населения от природных источников ионизирующего излучения. М., 1990 г.].

Основные источники облучения населения.

- радиационный фон за счет космического излучения, присутствия естественных радионуклидов в грунте и в строительных материалах (19,5%);
- радон и продукты его распада в атмосферном воздухе и в помещениях (36%);
- радиоактивность питьевой воды и пищевых продуктов (6,5%);
- медицинское облучение – рентген, р/н диагностика, лечение (38%);
- аварийное облучение и облучение от локальных очагов загрязнения (0,002%).

Аномалии физических полей техногенного генезиса и здоровье человека



Примерное соотношение различных отраслей промышленности в загрязнении природной среды

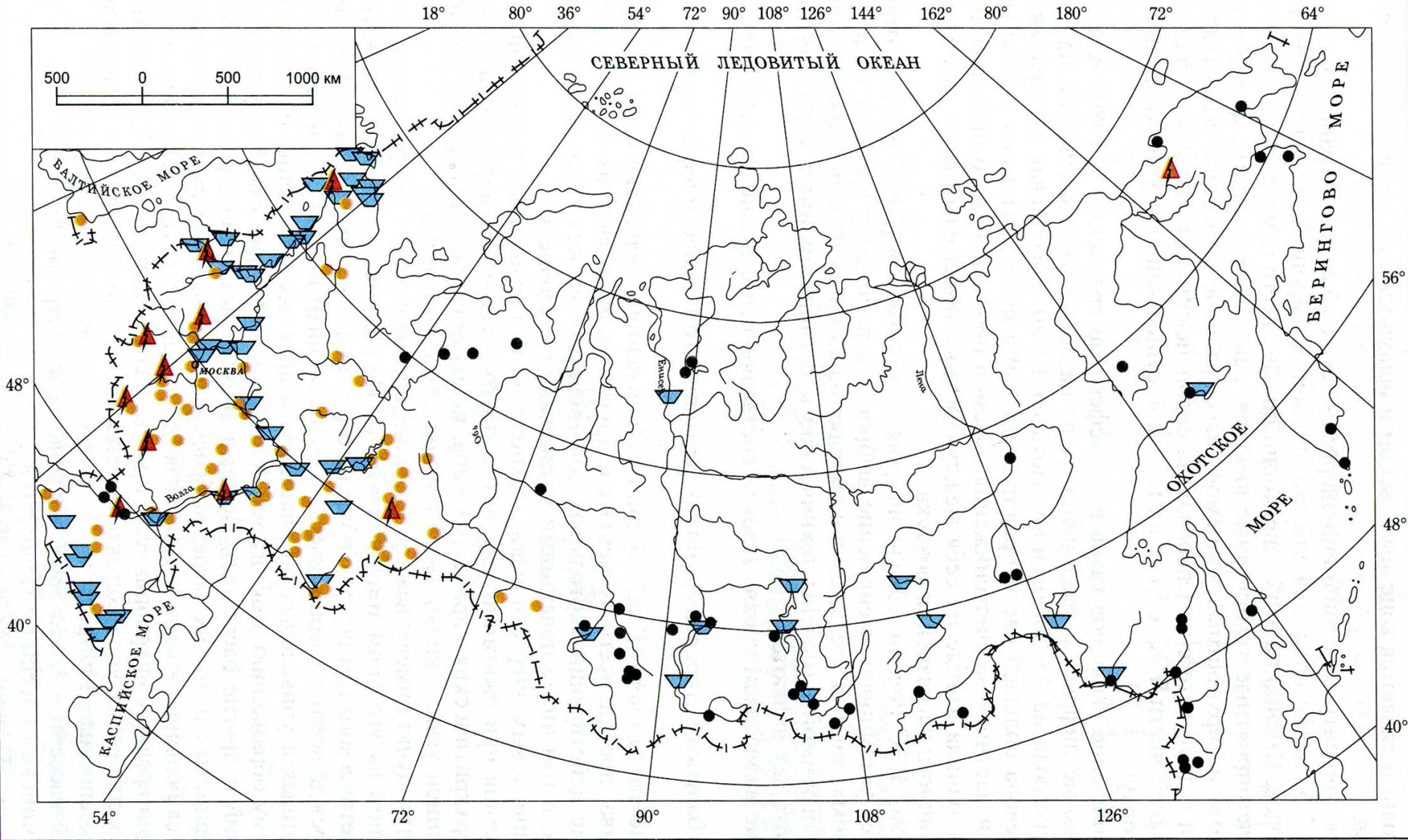
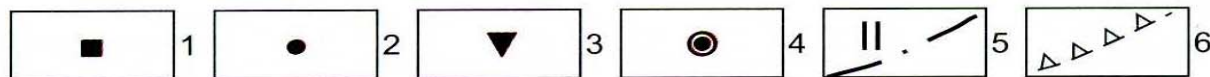
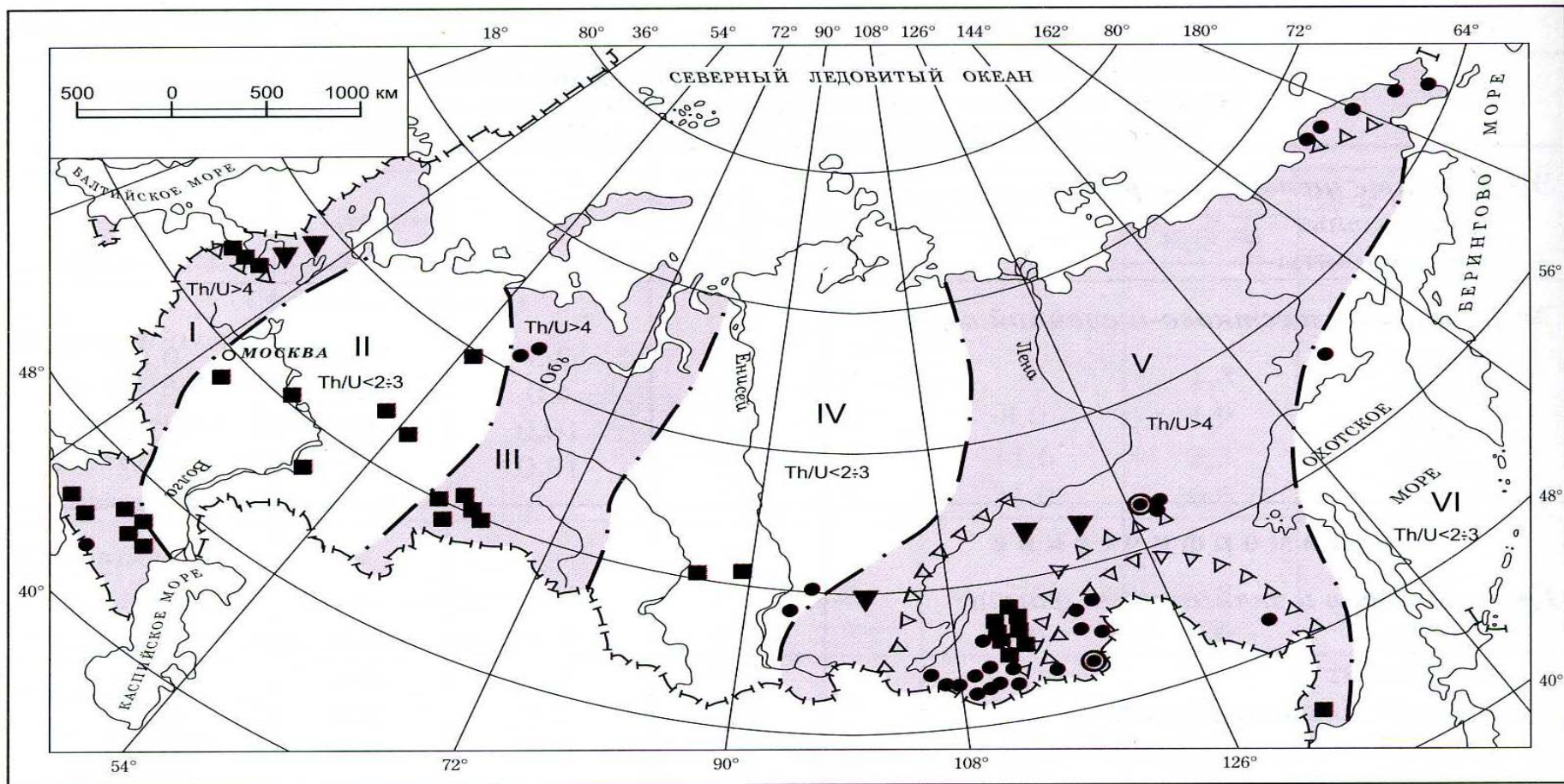


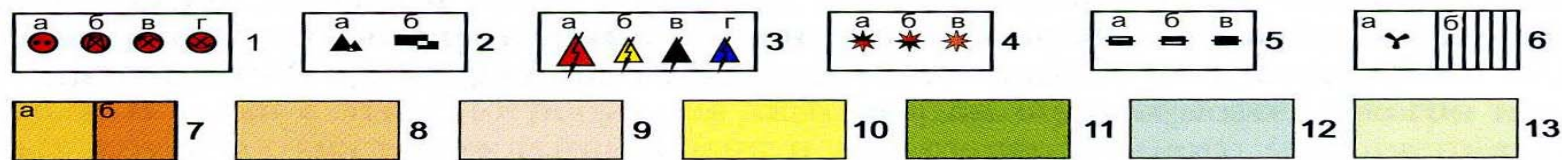
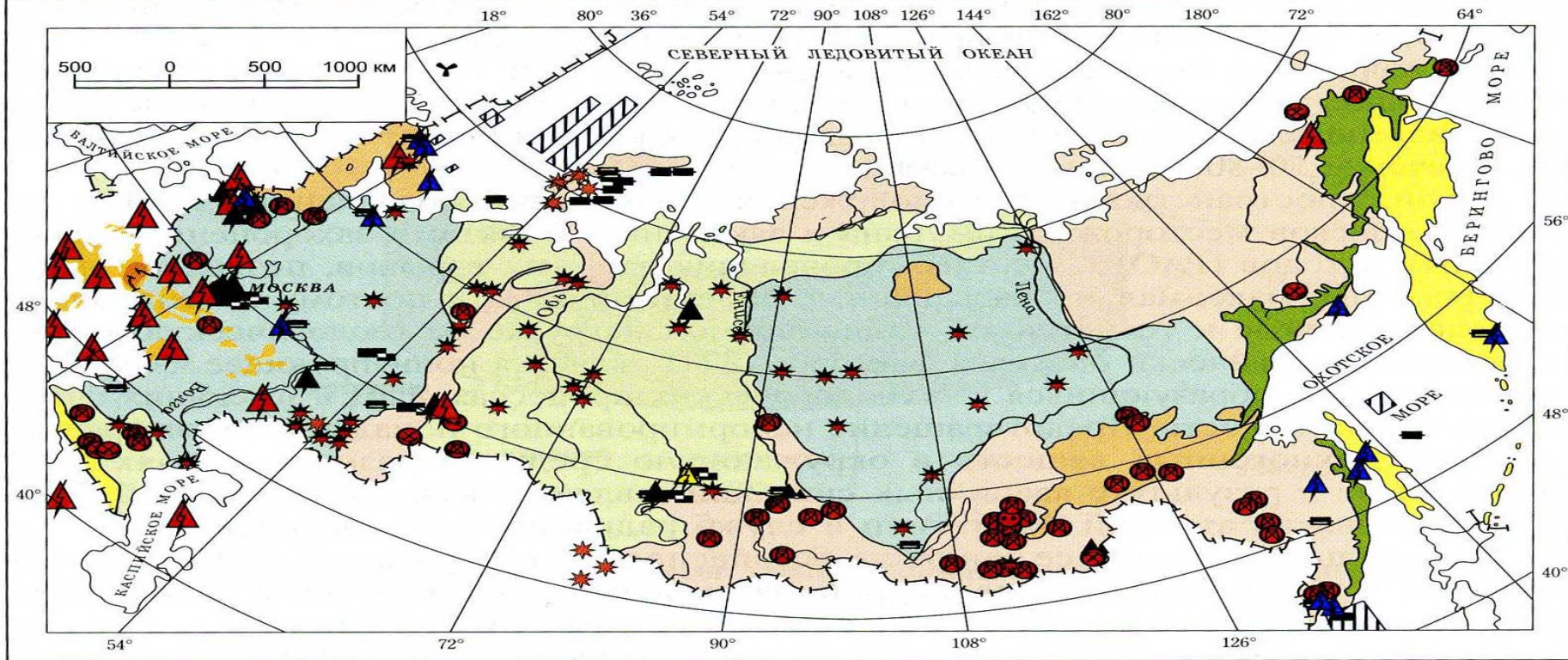
Схема расположения основных объектов топливно-энергетического комплекса России.
Составители А. А. Смыслов, И. М. Гашева, Е. А. Боталова

1 – атомные электростанции (АЭС); 2 – гидроэлектростанции (ГЭС); 3 – наиболее крупные теплоэлектростанции (ТЭС) и теплоэнергоцентралы (ТЭЦ), работающие на угле (б) и на газе (а)



Мегаблоки с разным уровнем содержания ЕРН и радиоактивности горных пород

Мегаблоки: I, III, V – с кларковой и повышенной радиоактивностью (закрашены) (I – Западно-Европейский, III – Западно-Сибирский, V – Забайкальско-Верхоянский); II, IV, VI – с пониженной радиоактивностью (II – Восточно-Европейский, IV – Сибирский, VI – Курило-Камчатский). 1–4 – месторождения урана: 1 – гидрогенные ($U \leq 0,02 \div 0,1 \%$), 2 – гидротермальные ($U \approx 0,05 \div 0,5 \%$), 3 – полигенные ($U \approx 0,1 \div 5 \%$), 4 – крупные и уникальные; 5 – границы мегаблоков и их номера; 6 – границы ураново-рудных провинций

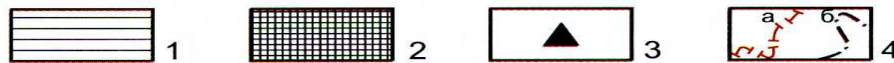
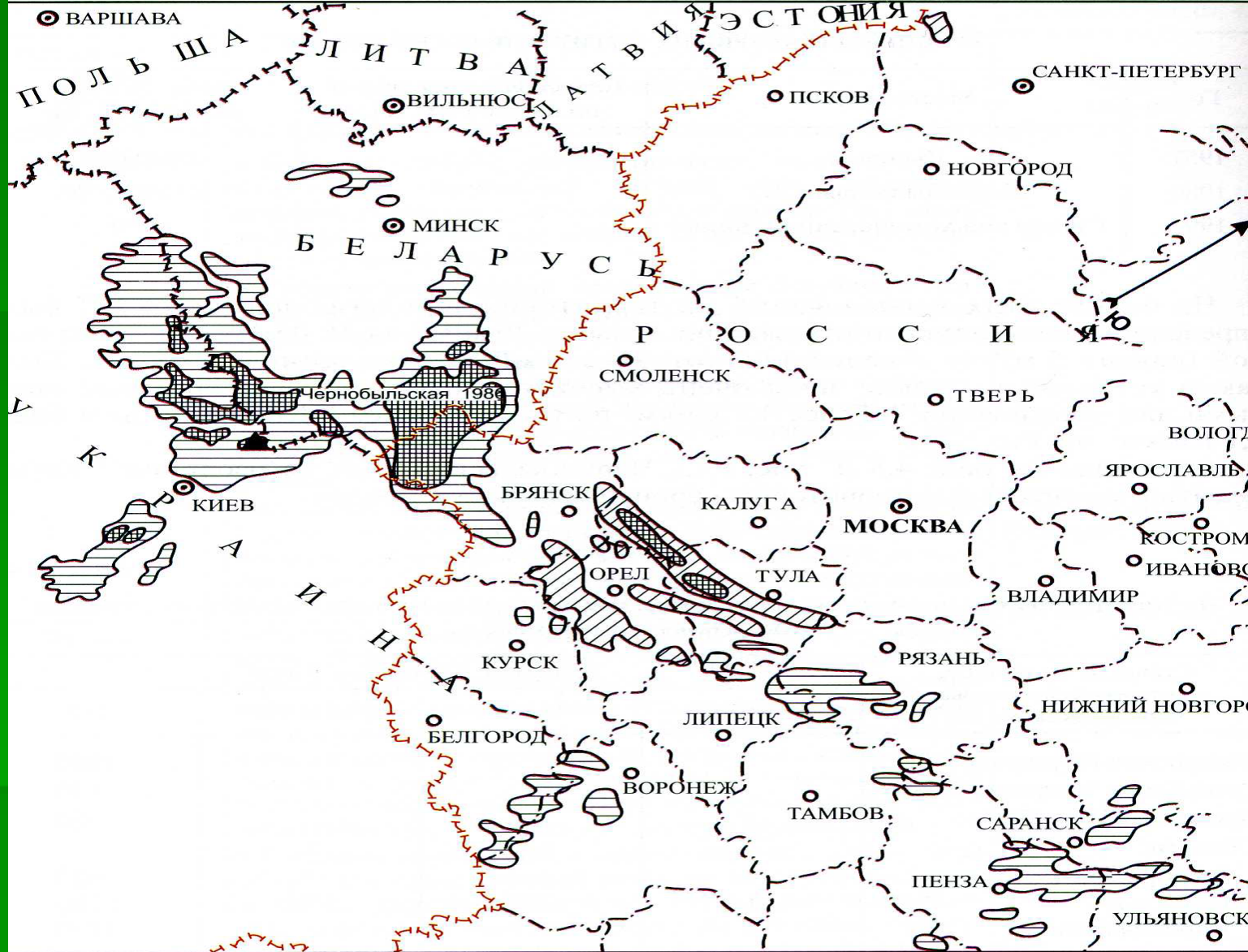


**Схема объектов ядерного топливного цикла
и радиоактивного загрязнения на территории России.
По А. А. Смыслову и др. [1995], с дополнениями**

Объекты топливного цикла: 1 – месторождения урана (а – разведываемые, б – подготовленные к эксплуатации, в – эксплуатируемые, г – отработанные); 2 – горнохимические (а), радиохимические и металлургические комбинаты (б); 3 – атомные электростанции (а), технологические (б) и исследовательские (в) атомные реакторы, базы атомного флота (г); 4 – места проведения атомных взрывов (а – подземных в мирных целях, б – приповерхностных в мирных целях, в – в военных целях); 5 – пункты захоронения радиоактивных отходов (а – подземного, б – приповерхностного, в – подводного); б – локальное радиоактивное загрязнение местности (а) и места слива жидких радиоактивных отходов в морях (б); 7 – площадное радиоактивное загрязнение местности, Ки/км²: а – > 1, б – > 5; 8–13 – тектоническое районирование: 8 – щиты (докембрийские складчатые области), 9 – фанерозойские складчатые области и обрамление щитов, 10 – современные подвижные области, 11 – вулканические пояса, 12–13 – чехлы платформ (12 – древних; 13 – молодых)

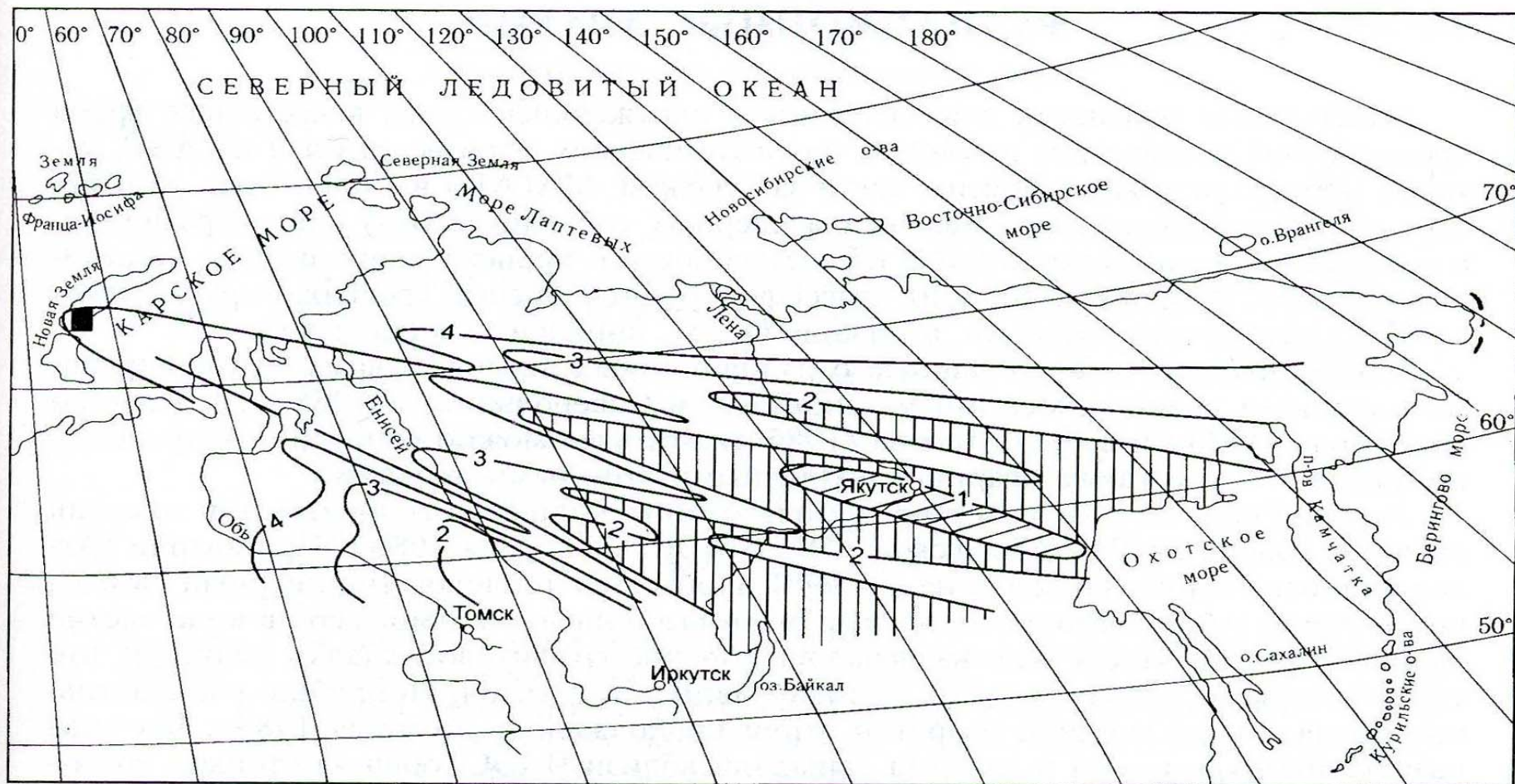
- В период с 1965 по 1988 годы в СССР было проведено порядка **124 мирных** ядерных взрыва, в интересах народного хозяйства, 117 из которых были осуществлены вне границ ядерных полигонов. Из них 3 (в Ивановской области и в Якутии) сопровождалась авариями, при которых произошла утечка продуктов радиоактивного распада. Однако в печати данная проблема освещена очень фрагментарно.
- Уровни гамма-фона выше фоновых зарегистрированы на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате прошлых радиационных аварий, локальных выпадений ядерных взрывов, в санитарно-защитных зонах потенциально опасных радиационных объектов, а также в отдельных местах добычи и переработки полезных ископаемых, местных очагах загрязнения в результате локальных аварий.
- Высокое содержание радионуклидов фиксируется преимущественно в пробах из мест локальных загрязнений и природных аномалий. В настоящее время концентрации цезия-137 и стронция-90 в большинстве поверхностных вод значительно ниже допустимых уровней для населения.
- Наиболее загрязнённой **остается р. Теча**, куда попадают сбросы технологических вод производственного объединения «Маяк». Среднегодовая удельная активность стронция-90 в 2005 г. в воде р. Течи (п. Муслюмово) составляла 11,0 Бк/л. Это значение примерно на 3 порядка выше фонового уровня для рек России.

- *Наибольший вклад в коллективную дозу облучения населения России наряду с природными источниками ионизирующего излучения вносят источники, используемые для медицинских диагностических рентгенорадиологических процедур, на долю которых приходится более 90% коллективной дозы, в т. ч. за счет «медицинского» облучения около 24% (рис. 16.17). В ряде субъектов Российской Федерации особенности радиационной обстановки до сих пор определяются радиоактивным загрязнением, **обусловленным последствиями аварии на Чернобыльской АЭС (1986 г.), деятельностью ПО «Маяк» и Семипалатинского полигона** в предыдущие годы.*
- К зонам *радиоактивного загрязнения в результате Чернобыльских выпадений* относятся в настоящее время территории расположенные в **14 субъектах Российской Федерации**:
 - Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Орловской, Пензенской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ульяновской областей.
- В соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 18 декабря 1997 г. № 1582 «Об утверждении перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» к зонам радиоактивного загрязнения (зоны отчуждения, отселения, с правом на отселение и социально-экономическая) отнесены 4343 населенных пункта, **где проживало более 1,5 млн. человек.**



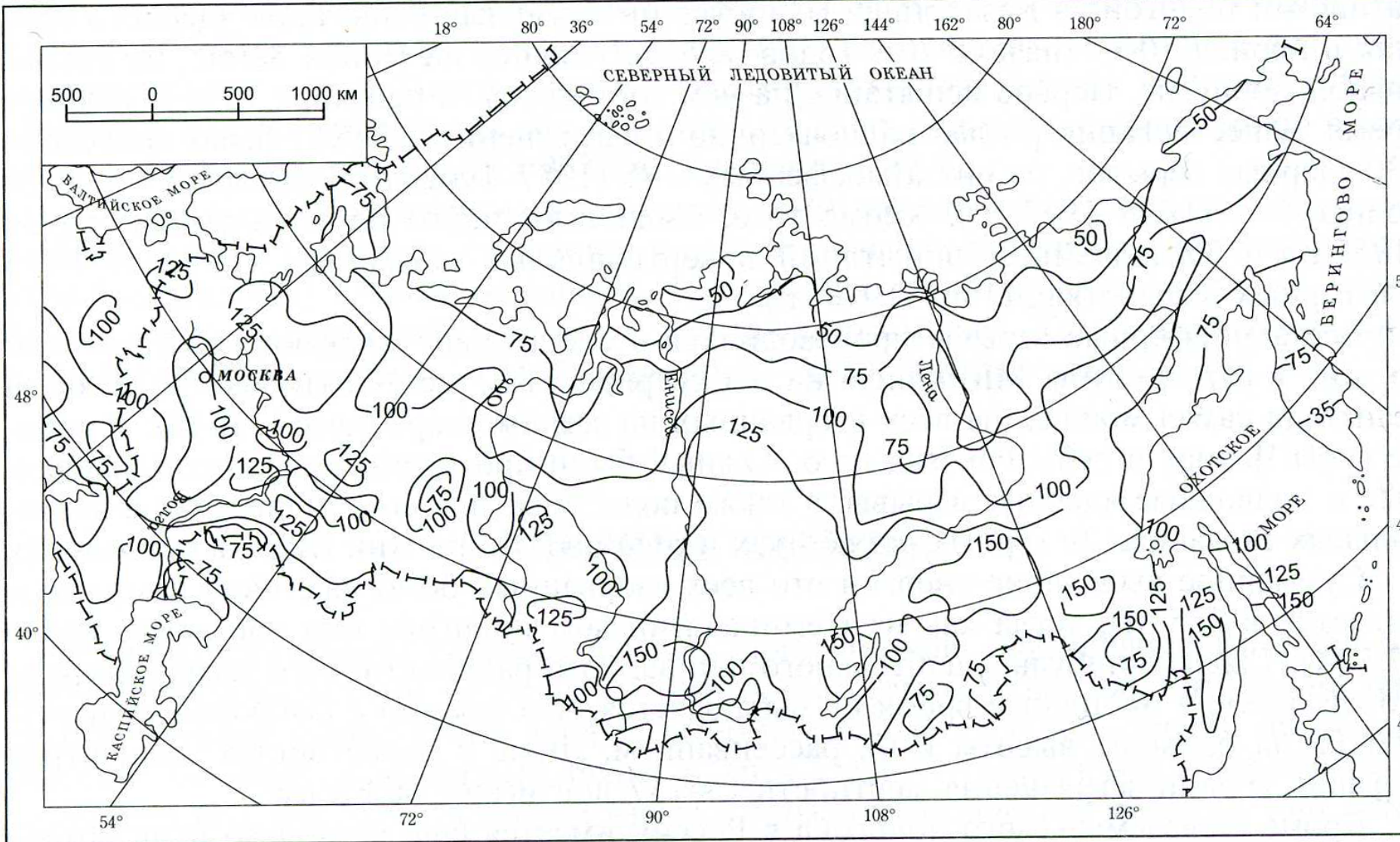
Радиоактивное загрязнение территории европейской части России, Белоруссии и Украины после Чернобыльской аварии 1986 г.

1-2 – площадное радиоактивное загрязнение местности, Ки/км²: 1 – от 1 до 5, 2 – > 5;
 3 – Чернобыльская АЭС. Барабощина И.Д., 2015 – государственная, б – областей



Ориентированное по направлению максимального радиоактивного загрязнения распределение доз γ -излучения от радиоактивных выпадений, накопленных с начала испытаний на Северном полигоне (Новая Земля) и до полного распада радионуклидов. По данным инструментальных измерений весной 1962 г. и по результатам математического моделирования. По материалам Л. П. Рихванова [1997]

Доза γ -излучения, мР: 1 – 20 000; 2 – 1000; 3 – 100; 4 – 10



**Распределение содержания Cs-137 на территории России, мКи/км²,
в результате проведенных ядерных взрывов.
По Л. Г. Болтневой и др. [1977]**

ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОНУКЛИДА

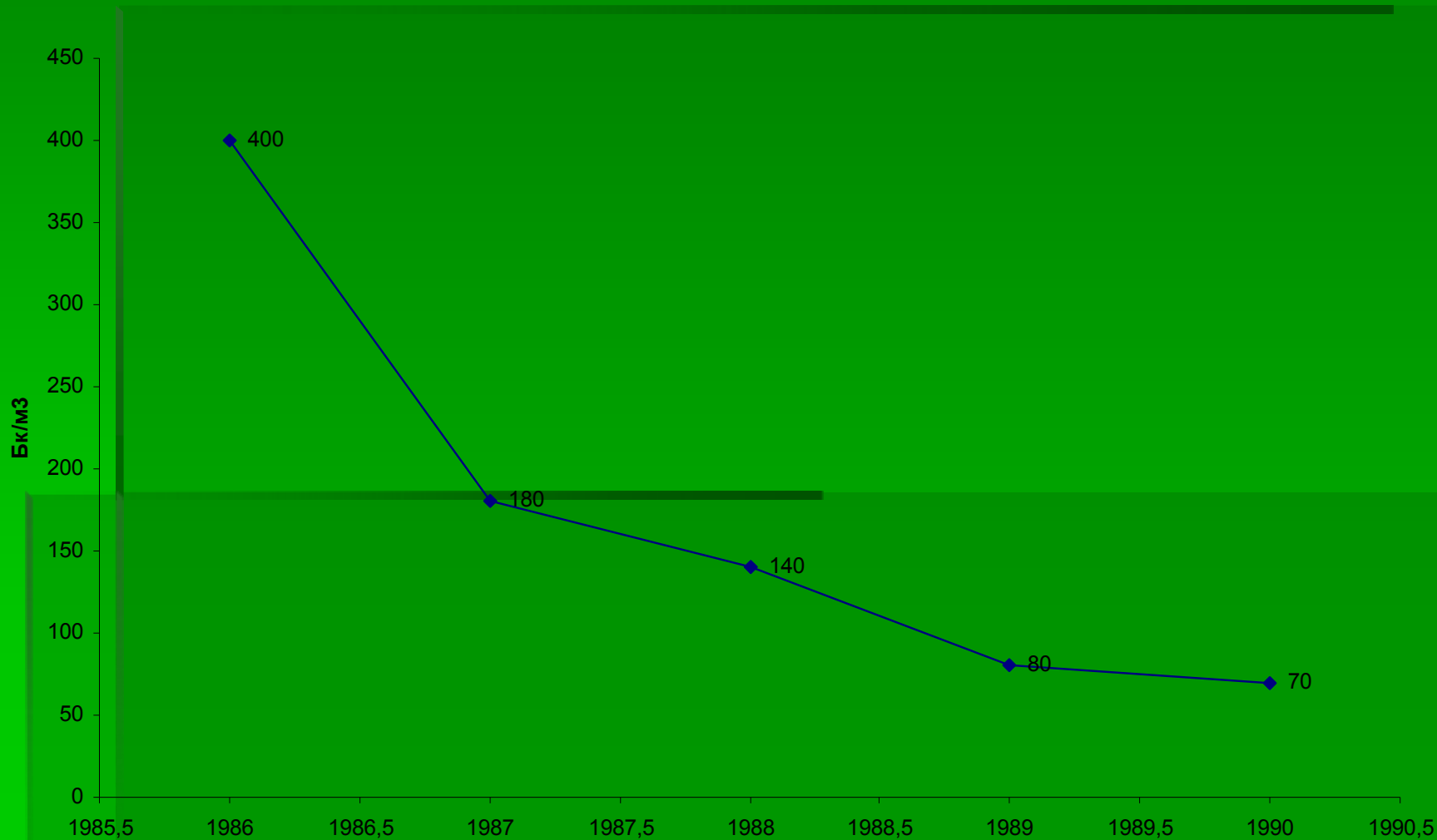
ЦЕЗИЯ-137 (Cs^{137})

Радионуклид	$T_{1/2}$, лет	T_b , сут	$T_{эф}$, сут	ПДК, Бк/л
Cs-137	30,17	70	65-100	0,002

ПДК для ^{137}Cs составляют (Бк/л): $PДК_{pз}$ 0,027, в воздухе санитарно-защитных зон 0,002, населенных пунктов 0,002.

Попадая в почвы, ^{137}Cs образует труднорастворимые соединения, однако под влиянием повышения кислотности (кислотные дожди) вновь переходит в растворимую форму. Большая подвижность цезия-137 определяется тем, что это радиоизотоп щелочного элемента, химического аналога биогенно важного элемента K , который является в природных системах химическим носителем цезия

УРОВЕНЬ РАДИОНУКЛИДА Cs-137 ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС



- Анализ данных исследований воды хозяйственно-питьевого водоснабжения показывает, что превышения уровней по содержанию техногенных радионуклидов ни в одном из субъектов Российской Федерации не зарегистрировано.
- Превышения уровней по удельным активностям отдельных природных радионуклидов в питьевой воде отмечены в 13 субъектах Российской Федерации (Белгородская, Ивановская, Костромская, Ленинградская, Магаданская, Московская, Самарская, Свердловская область; Республики Алтай, Кабардино-Балкарская, Удмуртская; г. С.-Петербург).

- За последние пять лет в целом по Российской Федерации радиационно-гигиеническая ситуация улучшилась. Удельный вес проб продуктов питания, не отвечающих гигиеническим нормативам по содержанию радионуклидов, уменьшился в два раза. На территории субъектов Российской Федерации выявлялись единичные случаи превышения гигиенических нормативов по содержанию радионуклидов, как правило, в лесных дикорастущих продуктах.
- По-прежнему сохраняются случаи превышения допустимого содержания радионуклидов в продуктах питания местного производства в двух областях – Брянской и Калужской – в основном в мясомолочных продуктах, производимых в частном секторе, а также продуктах леса – грибах, ягодах (О санитарно-эпидемиологической обстановке..., 2006).
- Наши полевые исследования в пределах Тульского региона, фиксировали так же (2002 г) в целом по пройденным профилям удовлетворительные характеристики гамма-фона, однако для грибов нормативные характеристики были превышены в 2-3 раза.