

# «Охрана и управление геологической средой и геологическое наследие» или «Охрана и рациональное использование геологической среды»

**Геологическая среда** включает и используется:

Ландшафты  
(рекреация,  
памятники,  
заповедники,  
сельское  
хозяйство,  
города,  
строительство,  
лесное  
хозяйство)

Месторождения  
полезных  
ископаемых  
(твердые, горючие,  
подземные воды,  
нефть и газ,  
техногенные)  
 $n \times 10 \text{ m} - n \text{ km}$

Геологические  
формации  
(в инженерной  
геологии, для  
прогноза  
месторождений)  
 $n \times 10 \text{ m} - n \times 100 \text{ m}$

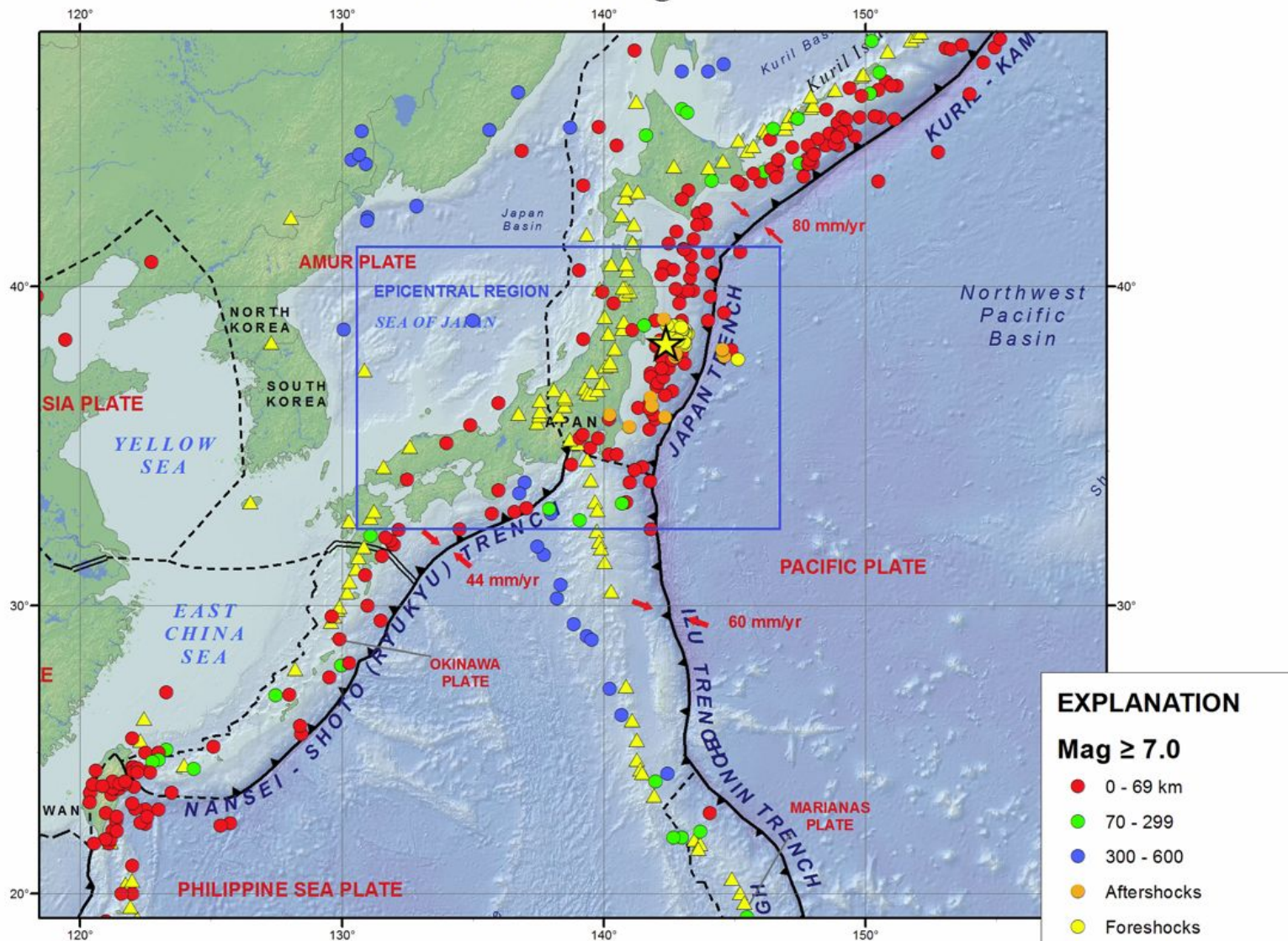
Природные  
и  
техногенные  
полости  
(спелеология и  
туризм,  
бальнеология,  
полигоны  
хранения и  
захоронения)

# Управление геологической средой

- *практически невозможно;*
- *использование эндогенной энергии находится в зачаточной степени (термальные воды);*
- *попытка использования сейсмотектонических сил опасна региональными катастрофами;*
- *большеобъемное извлечение полезных ископаемых (нефть, газ, подземные воды, разработка гигантских месторождений ( $P_2O_5$ , Fe, Cr, Mn, Au, U) может иметь триггерный эффект в условиях напряженного состояния горных массивов;*

*Можно управлять техногенезом, который по энергомассообмену сопоставим с современными геологическими процессами.*

# Tectonic Setting



**EXPLANATION**

**Mag  $\geq 7.0$**

- 0 - 69 km
- 70 - 299
- 300 - 600
- Aftershocks
- Foreshocks

**Plate Boundaries**

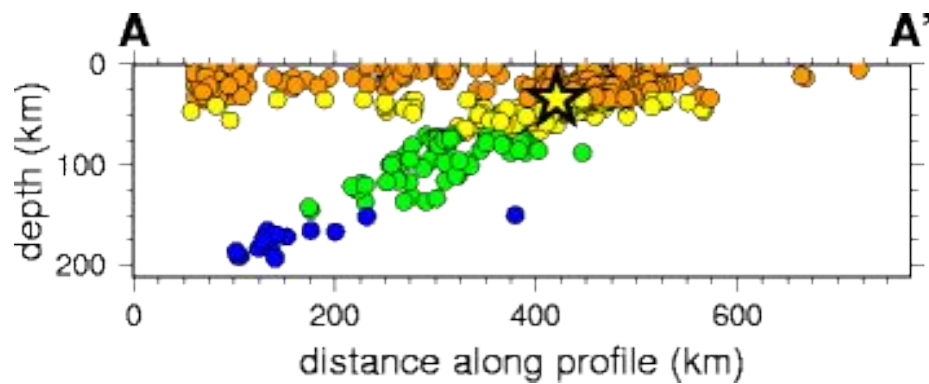
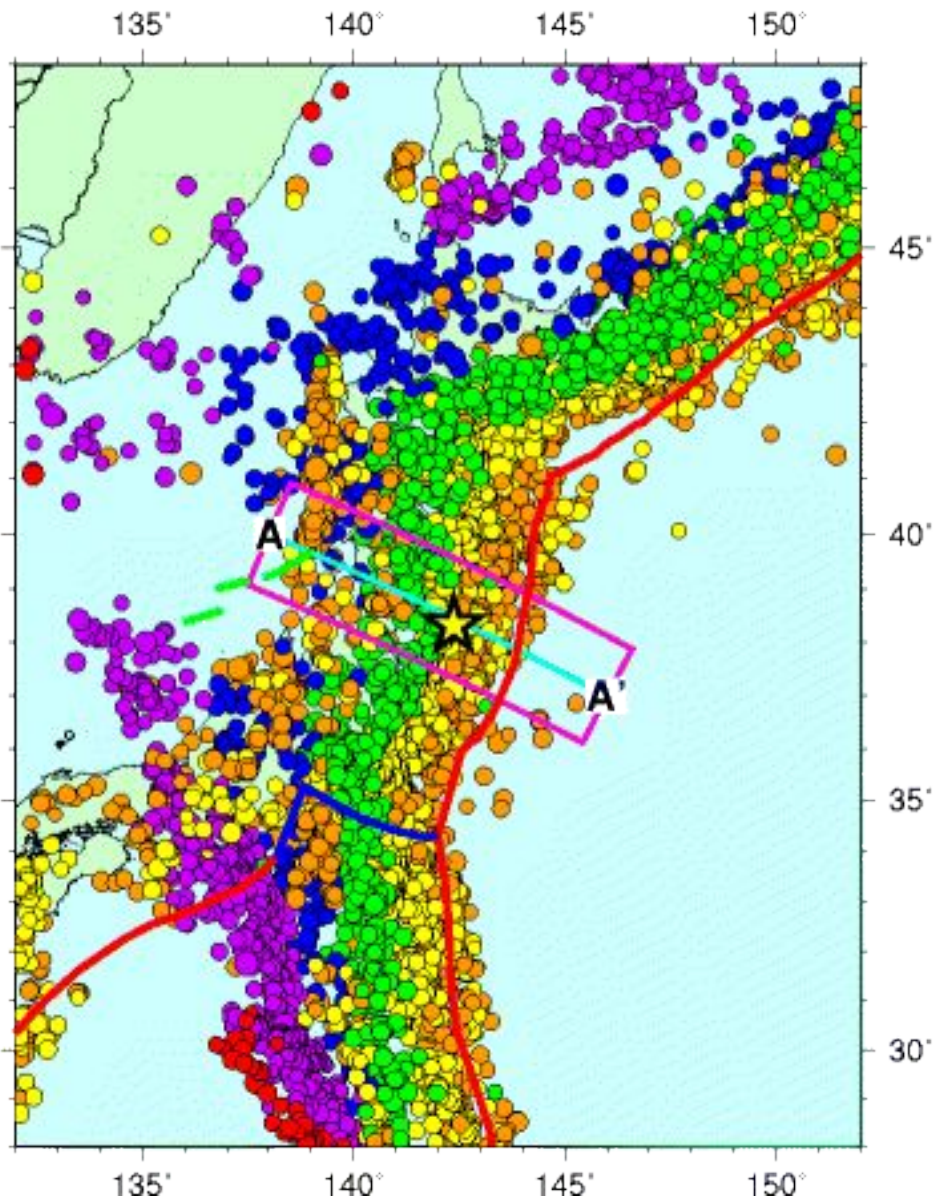
- ▲ Subduction
- Transform
- == Divergent
- - - Others

**RELATIVE PLATE MOTIONS**

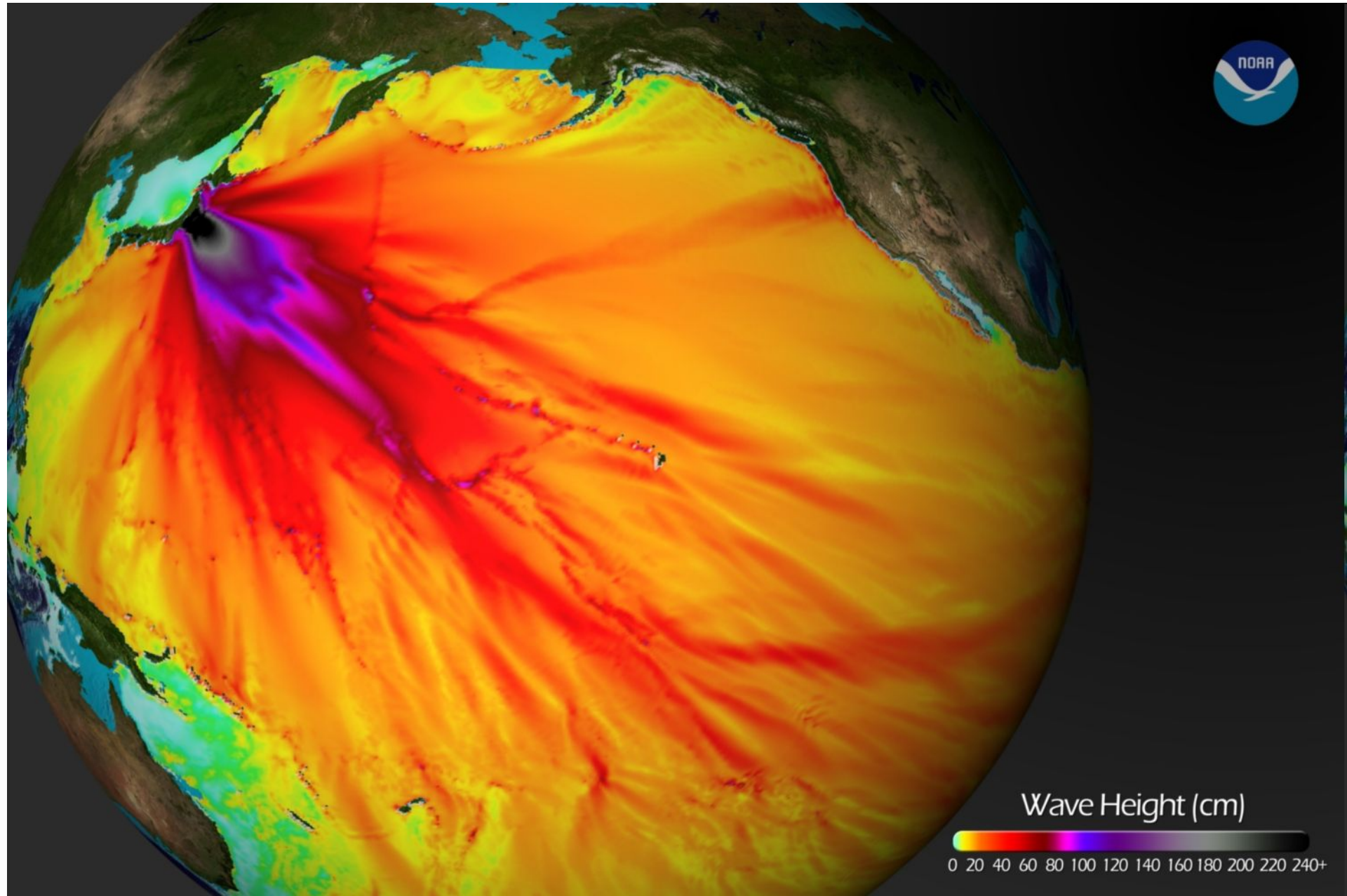
The red vectors represents the motion of the Pacific Plate relative to the Philippine Plate, and the Philippine Plate relative to the Eurasia Plate in the region. The motion of the Pacific Plate is generally 60 mm/yr north westward with respect to the Philippine Plate. The motion of the Philippine Plate is generally 44 mm/yr north westward with respect to the Eurasia Plate.



# Seismicity Cross Section



# NOAA Tsunami Wave Height



Каждому родившемуся американцу потребуется....



...3,6 млн. фунтов (1620 т) неметаллических, металлических и горючих полезных ископаемых на время жизни.

Расчетное потребление полезных ископаемых средним гражданином США за все время жизни. (©) 2002, Mineral Information Institute, Golden, Colorado

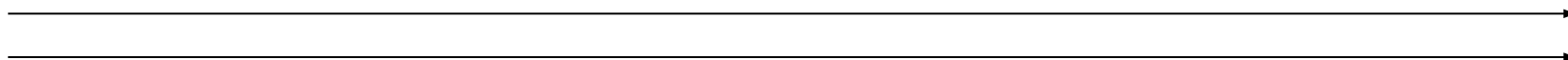
# **Четыре продукта в горном бизнесе**

**Лицензионная  
площадь** с  
реальными  
перспективами  
открытия  
месторождения  
(геолого-  
информационный  
продукт)

**Месторождение с  
ТЭО и ТЭД** (геолого-  
информационный  
продукт)

**Промышленный  
концентрат  
ГОКа**

**Металл от пиро- или  
гидрометаллургии**



**Экспоненциальный рост стоимости продукции**



**Распределение общей стоимости минеральных ресурсов России (29 трилл. долл.) США**

*[Старостин, 2012]*



Годы полного (100%) исчерпания

Доля (%) погашения к 2075 г.

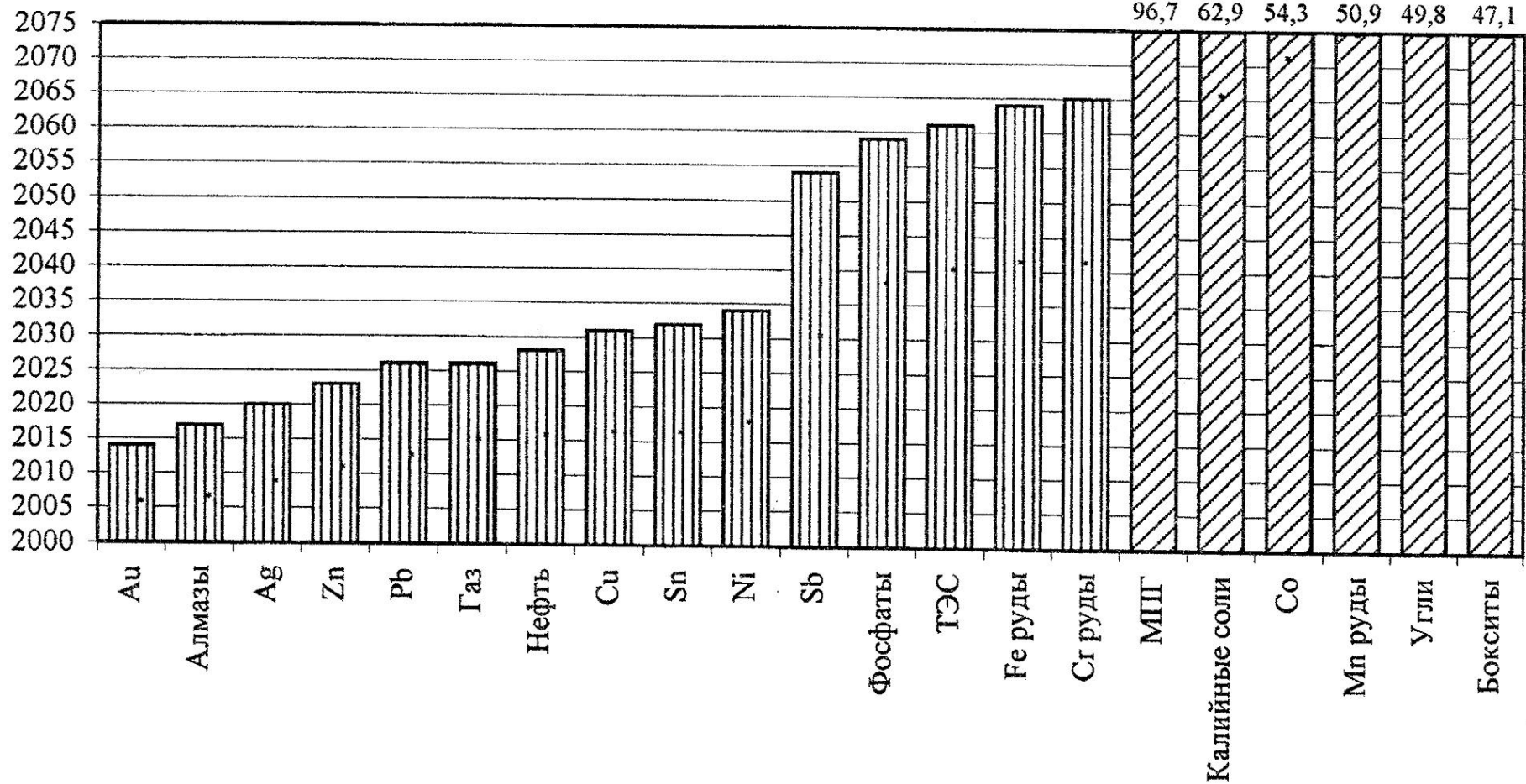
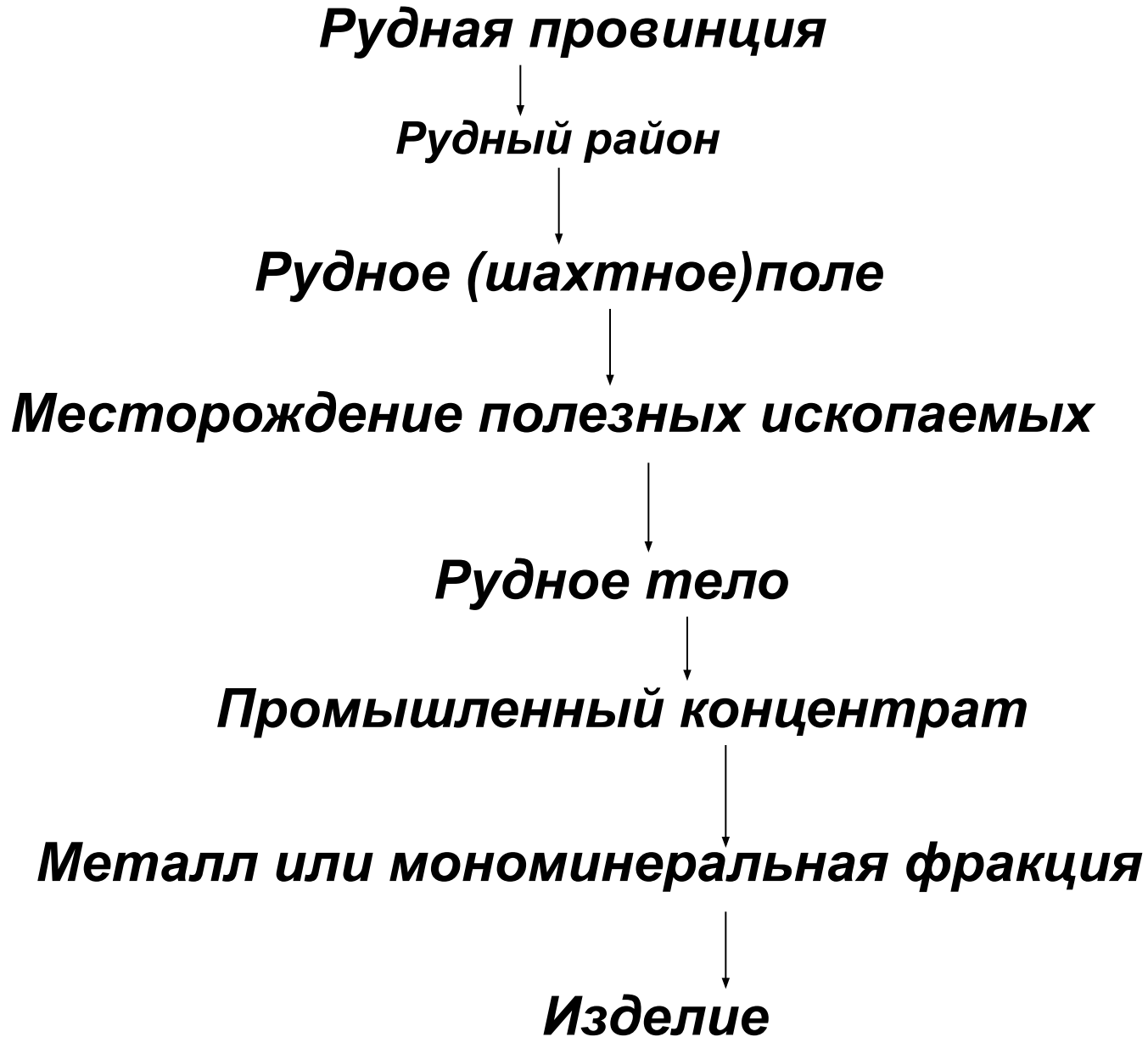
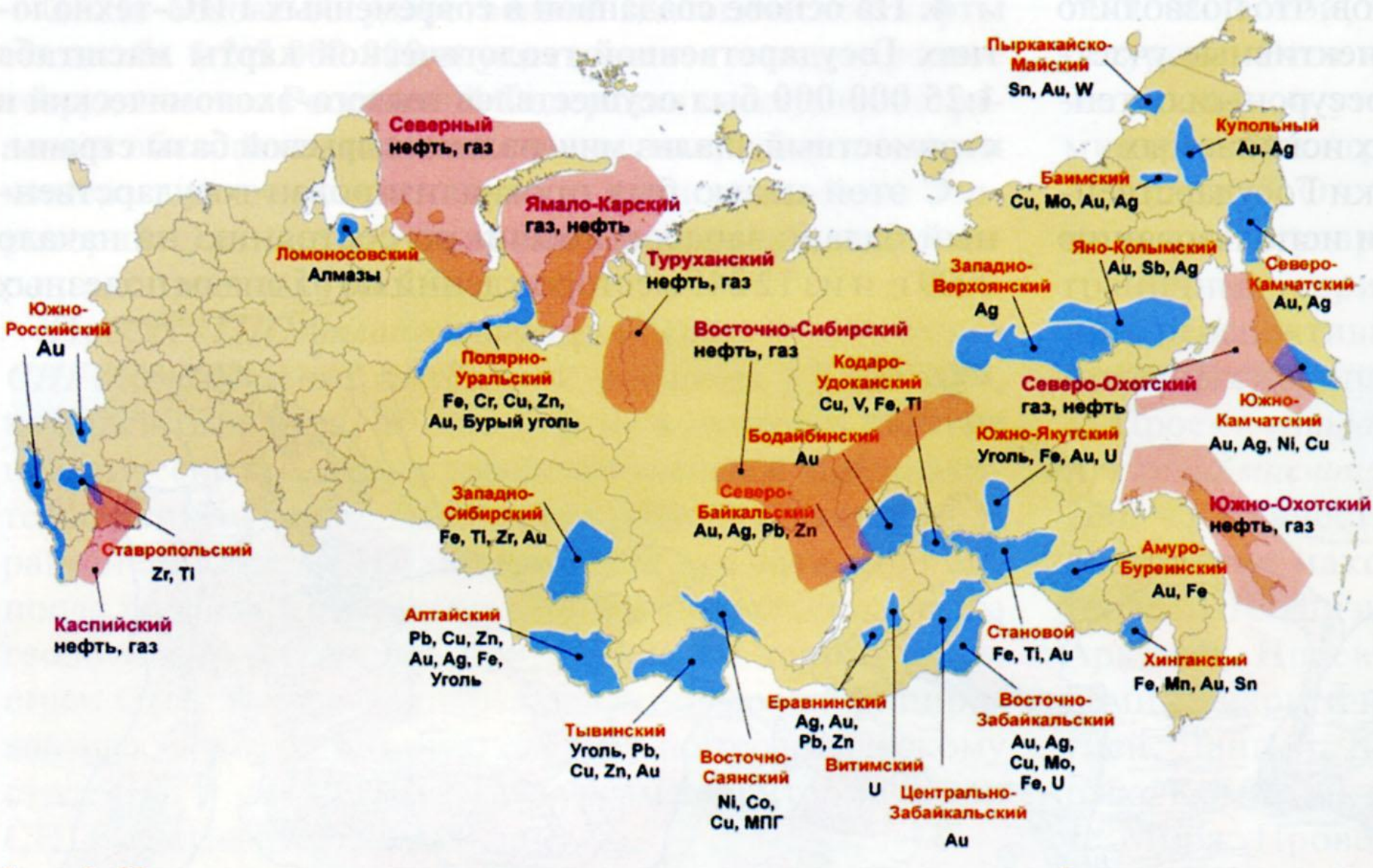


Рис. 3.4. Возможные годы исчерпания запасов, учтенных на 1995 г. в зарубежных странах (без СНГ и РФ), при накопленной добыче, рассчитанной по прогнозу на 1995—2025 гг., по материалам А.И.Кривцова [4]:/Кривцов, 2008/

Уменьшение объема недр,  
примерно на порядок



Рост стоимости




**Минерально-сырьевые центры России (по Петрову и др., 2012)**

## Схема размещения перспективных объектов оцененных в результате ГСР в 2005-2011 гг.

Схема размещения перспективных объектов, выявленных и оцененных в 2005-2011 годах по результатам ГСР – 200 по состоянию на 01.01.2012 г

/Ставский и др.,2013/

- 
- - Черные металлы
  - - Нерудные строительные материалы (тугоплавкие глины)
  - - Марганец
  - - Редкие металлы (W, Mo, Sn, Ge)
  - - Благородные металлы (Au, Ag)
  - - Цветные металлы (Cu, Pb, Zn)
  - - Редкометалльно-редкоземельная группа
  - - Неметаллические ископаемые
  - - Горно-химическое сырье (фосфориты) барит
  - - Алмазы
  - - Титан-циркониевые россыпи
  - - Радиоактивные элементы (U, Th)

# Характеристика основных обогатительных процессов минерального сырья /по П.П. Ясковскому с изменениями/

Процесс	Главное свойство, реали	используемое при за ц и и	Допустимая крупность, мм
	Название	Величина (не менее)	
<b>Радиометрическое обогащение</b>	Контрастность по содержанию	0,5	300 – 1
<b>Промывка</b>	Пластическая прочность, МПа	0 – 0,8	300 - 0
<b>Разделение в тяжелых суспензиях</b>	Контрастность по плотности, т/м <sup>3</sup>	0,05	300 – 0,5
<b>Отсадка</b>	То же	0,5	60 – 0,8
<b>Гравитационная концентрация на столах</b>	То же	0,5	3 – 0,01
<b>Магнитное обогащение слабое</b>	Напряженность магнитного поля, кА\М	80 – 150	40 – 0,001
<b>сильное</b>	Индукция магнитного поля, Тл	0,8 – 1,1	0,2 – 0,001
<b>Электрическая сепарация</b>	Напряжение на электродах, кВ	2 – 50	5 – 0,074
<b>Флотация</b>	Избирательная смачиваемость	-	5 – 0,01
<b>Гидрометаллургическое извлечение</b>	Избирательное растворение, %	85 – 90	25 – 0,1
<b>Пирометаллургическое обогащение и извлечение</b>	Температура возгонки, С <sup>0</sup>	800 – 1200	0,1



**Карьер трубки Айхал. Якутия**



**Добыча алмазной руды в карьере трубки Айхал. Якутия.**



**Алмазоносные кимберлитовые туфы трубки  
Архангельская месторождения им. Ломоносова.**



**Алмазы в  
эклогите.**

Якутия

**Крупнопорфировый кимберлит из  
трубки Интернациональная с большим  
числом мегакристов оливина с  
вероятным возрастом 2,4 млрд. лет.  
Фото С.И.Костровицкого.**





# Классификация видов минерального сырья по их использованию (по И.Ф.Романовичу, 1990, Л.Ф.

Наркелюну, 1996 с доб.)

<i>Группа минерального сырья</i>	<i>Отрасль промышленности</i>	<i>Классы и виды минерального сырья</i>
<b>Металлическое</b>	<b>Металлургия и гальваническая</b>	Металлы: черные и легирующие (Fe, Cr, Mn, Ti, V, Co, Ni, W, Mo); цветные (Al - бокситы, Mg, Cu, Mo, Pb, Zn, Sn, Bi, Sb, Hg, As); благородные (Au, Ag, Pt и платиноиды); редкие (Li, Be, Sr, Rb, Cs, Zr, Ta, Nb, Y, редкие земли, рассеянные (Hf, Re, Se, Te, Sc, Tl, Cd, Ga, In, Ge); радиоактивные (U, Th, Ra)
<b>Горнохимическое</b>	<b>Химическая</b>	Сера, серный колчедан, гипс и ангидрит, каменные соли (галит, сильвинит, карналлит, селитра, сода, трона, бишофит и др.), рассолы и рапа, фосфорит и апатит, бораты и боросиликаты, цеолиты, барит, каменные кислотоупоры и др.
<b>Горноиндустриальное</b>	<b>Машиностроение, электротехника, камнеобработка, ювелирное дело и др.</b>	Абразивы (технические алмазы, корунд, топаз, гранат, кварц); пьезооптическое сырье (пьезокварц, оптические кварц и флюорит, исландский шпат); тепло- и электроизоляционные материалы (асбест, мусковит, флогопит, тальк); сорбенты и отбеливатели (опоки, цеолиты, шунгит, мел, каолин, тальк,); смазочные материалы (графит, молибденит, битумы и битумоиды); драгоценные и полудрагоценные камни первого класса (ювелирный алмаз, изумруд, рубин, сапфир, александрит), второго класса (топаз, аквамарин, рубеллит и др.), третьего класса (благородные гранаты, кианиты, эпидоты и турмалины, аметист, жемчуг, коралл, янтарь и др, поделочные камни (нефрит, родонит, лазурит, малахит, чароит, агальматолит, обсидиан, офиокальцит, офит, амазонит, лабрадорит, мрамор, яшма, агат и др.); сырье для каменного литья (диабазы, базальты и др.).
	<b>Металлургия</b>	Флюсы (известняки, доломиты, плавиковый шпат), огнеупоры (магнезиты, доломиты, огнеупорные глины, кварциты, графит, пирофиллит, формовочные пески), высокоглиноземистое сырье (нефелиновые сиениты, алуниты, силлиманит, кианит, андалузит, диаспор, дюмуртьерит)
<b>Строительное</b>	<b>Строительная и керамическая</b>	Строительный камень (горные породы, дресва по ним, бутовый камень, галька, гравий, щебень), кровельные сланцы; цементное сырье (известняки, доломиты, мергели, глины); наполнители бетона (щебень, гравий, песок, вермикулит); вяжущие материалы (мергели, известняки, глины, гипс, ангидрит); гидравлические добавки (трассы, пемза, диатомиты, трепелы, опоки, перлит и др.); стекольно-керамическое сырье (стекольные пески, полевой шпат, пегматиты, разности гранитов, каолин, волластонит, легкоплавкие, тугоплавкие,, огнеупорные, керамзитовые, бентонитовые и кирпичные глины); облицовочные камни (мраморы, граииты, лабрадориты, габбро, лампрофиры и др.); минеральные краски (вивианиты, глауконитовые глины, охра, умбра и пр.).
<b>Каустобиолиты</b>	<b>Энергетика и химическая, сельское хозяйство</b>	Торф, лигниты, бурый и каменный уголь, горючие сланцы, битумы
<b>Газогидро-минеральное</b>	<b>Энергетика, химическая, медицина</b>	Нефть, метан и углеводородные газы; подземные воды (питьевые, технические, минеральные и бальнеологические, бор-, йод-, бром- и металлсодержащие рассолы); поверхностные воды (озерные и морские рассолы, морские воды (источник магния и сульфатов натрия); минеральные грязи и илы (торфогрязи, сапропель, нафталиновые и др.); негорючие инертные газы (He, Ar, Kr, Ne); сероводород.

**Друза берилла в слюдите из Малышевского м-ния. Урал.**



<b>Отрасли</b>	<b>Типы отходов</b>	<b>Полезные компоненты (виды техногенного сырья)</b>
<i>Горно-добывающая и газонефтедобыча</i>	<i>Отвалы вскрышных пород</i>	<p>Строительный бутовый камень и пески                      Строительный камень для дорожного покрытия                      Наполнители бетона                      Карбонатные и гипсовые породы - цементное сырье                      Мел как сорбент и отбеливатель                      Трепела и опоки как сорбенты и сырье для термолита                      Стеновые материалы (ракушечники, туфы, алевролитистые и глинистые породы для прессованных стеновых материалов)                      Глины (керамические, огнеупорные, кирпичные, для буровых растворов, тугоплавкие для формовочных материалов, для производства керамзита и минеральных красок)                      Облицовочные, поделочные и коллекционные камни                      Глауконитовые пески как калийные удобрения                      Мелиоранты – карбонатные и цеолитоносные породы                      Закладка горных выработок                      Золотосодержащие пески в зумпфах обогащения песчано-гравийных смесей                      Металлоносные рассолы</p>
	<i>Отвалы минерализованных пород и забалансовых руд</i>	Гидрометаллургическое производство (геотехнологическое извлечение) благородных, цветных, редких и радиоактивных металлов, прежде всего золота, серебра, меди и урана
	<i>Эфеля</i>	Кварцевые и полевошпатовые строительные и формовочные пески, глины кирпичные, материал для прессованных строительных материалов
	<i>Целиковые и техногенные россыпи. Отходы добычи россыпей</i>	Полезные компоненты россыпей Строительное сырье, поделочные камни

<b>Отрасли</b>	<b>Типы отходов</b>	<b>Полезные компоненты (виды техногенного сырья)</b>
	<i>Попутные подземные воды</i>	Стронций, литий, рубидий, цезий и другие компоненты соленых вод и рассолов Пресные подземные воды для хозяйственного и питьевого водоснабжения
<i>Горно-обогатительная Горно-химическая</i>	<i>Отходы обогащения шламы, хвосты</i>	Наполнители бетонов и вяжущие материалы для цементной промышленности Сырье для производства кирпича, керамической плитки и огнеупорной керамики Материал для дорожного покрытия, наполнители асфальта и дорожной краски Минераловата, керамзит, пеностекло, марблитовое стекло Пирит-марказитовые конкреции (отходы углеобогащения) для производства серной кислоты и как коллекционные камни Глауконит-содержащие породы (отходы обогащения фосфоритов) – калийные удобрения Отходы углеобогащения – удобрения, золошлаки – микроудобрения. Строительные материалы из отходов торфяного производства Закладка горных выработок Промышленные стоки, содержащие редкие и рассеянные элементы
	<i>Металлоносные хвосты</i>	Сырье для пиро- и гидрометаллургии благородных и редких металлов

<i>Отрасли</i>	<i>Типы отходов</i>	<i>Полезные компоненты (виды техногенного сырья)</i>
<i>Энергетика</i>	<i>Золы-уноса и шлаки, включая продукты их магнитного обогащения</i>	<p>Вяжущие материалы для цементной промышленности  Аглопорит (искусственный пористый заполнитель легкого бетона)  Кирпичное производство  Производство шлакоблоков  Стеновые прессованные материалы  Шлаковата и шлаковая пемза  Коагулянты (вещества, собирающие дисперсные фазы в жидкостях)  Пропанты (минеральная основа буровых растворов)  Белитовые шламы (  Сырье для производства глинозема и синтетических цеолитов  Гидро- и пирометаллургическое производство цветных и редких металлов  Закладка горных выработок</p>
	<i>Дымы</i>	Производство гипса из сернистых газов
	<i>Тепло от вод охлаждения АЭС и радиоактивных отходов</i>	Возможна утилизация тепла в виде малых тепловых источников
<i>Метал-лургия</i>	<i>Шлаки</i>	<p>Дорожные покрытия и шлакоблоки  Золотосодержащие шлаки от переработки некоторых сульфидных руд  Бальнеологические шлаки и микроудобрения  Закладка горных выработок</p>
	<i>Дымы</i>	Производство серной кислоты, улавливание рения и других рассеянных элементов

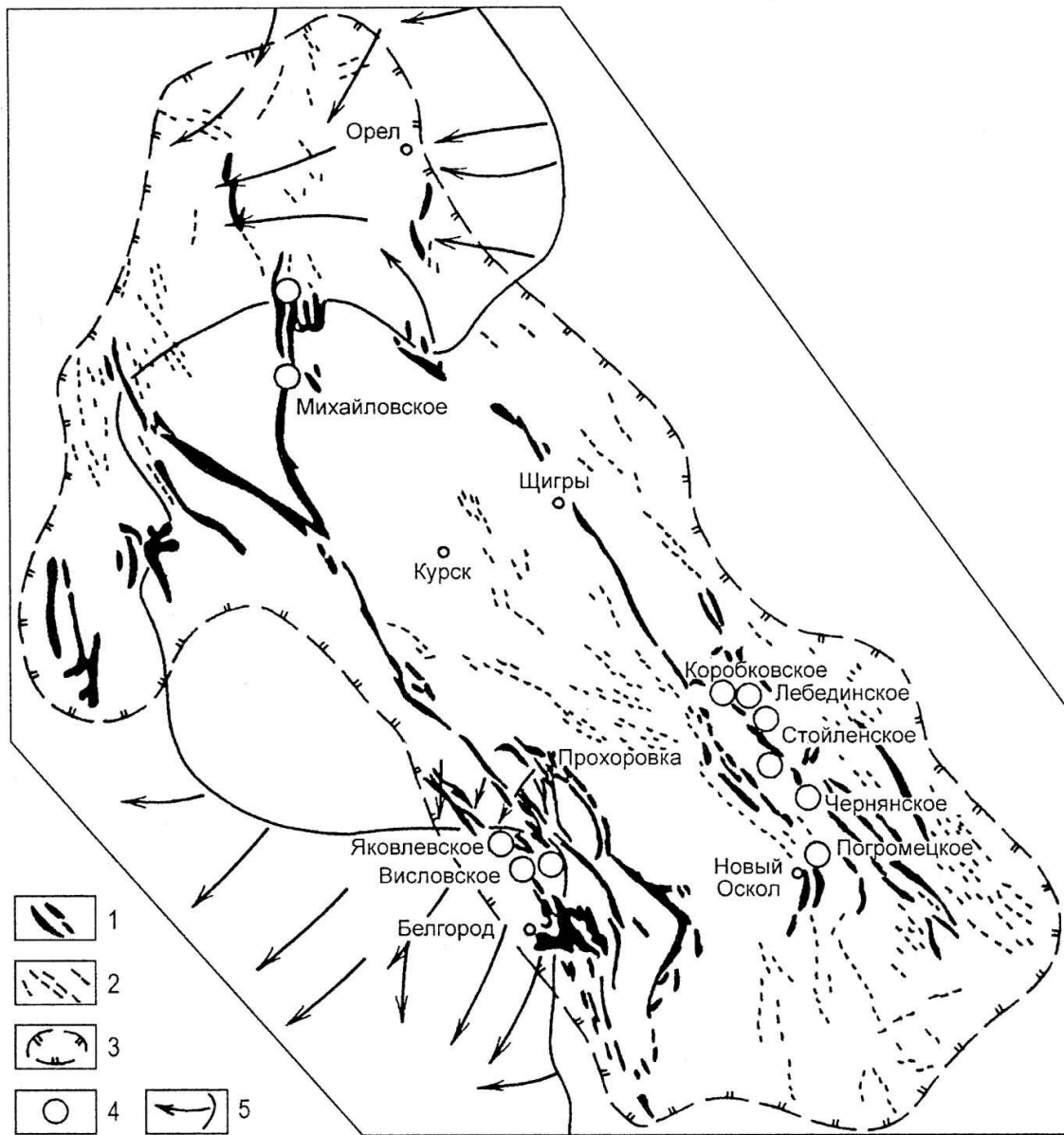
<i>Отрасли</i>	<i>Типы отходов</i>	<i>Полезные компоненты (виды техногенного сырья)</i>
<i>Машиностроение</i>	<i>Гальванические стоки Стружка и шлаки</i>	Никель, медь, цинк, свинец, кадмий и благородные металлы Металлургическое сырье
<i>Химическая</i>	<i>Шламы и промстоки</i>	Источники цветных металлов, ванадия и серебра
	<i>Резинотехнические отходы</i>	Дорожные покрытия
	<i>Отходы целлюлозно-бумажных комбинатов</i>	Сырье (скоп) для строительных и теплоизоляционных материалов Сырье для энергетических установок на биогазе Сырье для производства кормовых боидобавок и удобрений
<i>Стекольная</i>	<i>Шлаки</i>	Дорожные строительные материалы
<i>Сельское хозяйство</i>	<i>Органические отходы</i>	Основа для производства энергии на биогазовых установках Азотные удобрения и компоненты искусственных почв
<i>Деревообрабатывающая</i>	<i>Опилки, стружка и пр.</i>	Стеновые и теплоизоляционные материалы Сырье для химической промышленности
<i>Коммунальное хозяйство</i>	<i>Твердые и жидкие бытовые отходы</i>	Стройматериалы из зол и шлаков мусоросжигающих заводов Источники биогазовых энергетических установок Удобрения (после очистки от тяжелых металлов)

# Типы руд по содержанию

## металлов

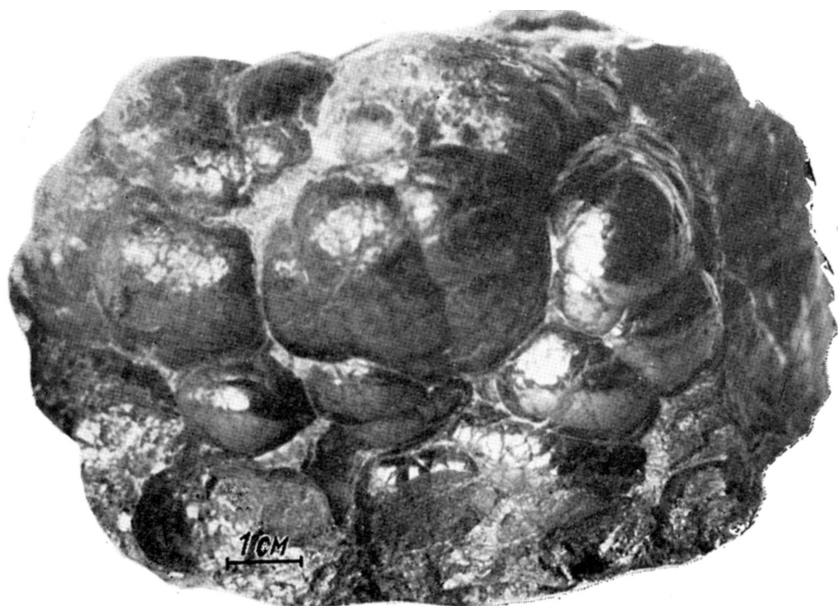
<i>Вид полезного</i>	<i>Содержание основного компонента в рудах</i>			<i>Примечание</i>
<i>ископаемого</i>	<i>богатых</i>	<i>рядовых</i>	<i>бедных</i>	
<p>Железо <b>Fe</b></p>	<p><b>&gt;45-57%</b></p>	<p>-</p>	<p><b>40-20%</b></p>	<p>Богатые руды поступают непосредственно в плавку, бедные требуют обогащения</p>
<p>Медь <b>Cu</b></p>	<p><b>&gt;3-5%</b></p>	<p><b>1-3%</b></p>	<p><b>0.7-1%</b></p>	<p>Богатые руды могут поступать в плавку</p>
<p>Молибден <b>Mo</b></p>	<p><b>&gt;0,2%</b></p>	<p><b>0,1-0,2%</b></p>	<p><b>0,1%</b></p>	<p>Руды требуют обогащения</p>
<p>Золото <b>Au</b></p>	<p><b>&gt;10г/т</b></p>	<p><b>5-10г/т</b></p>	<p><b>2-5г/т</b></p>	



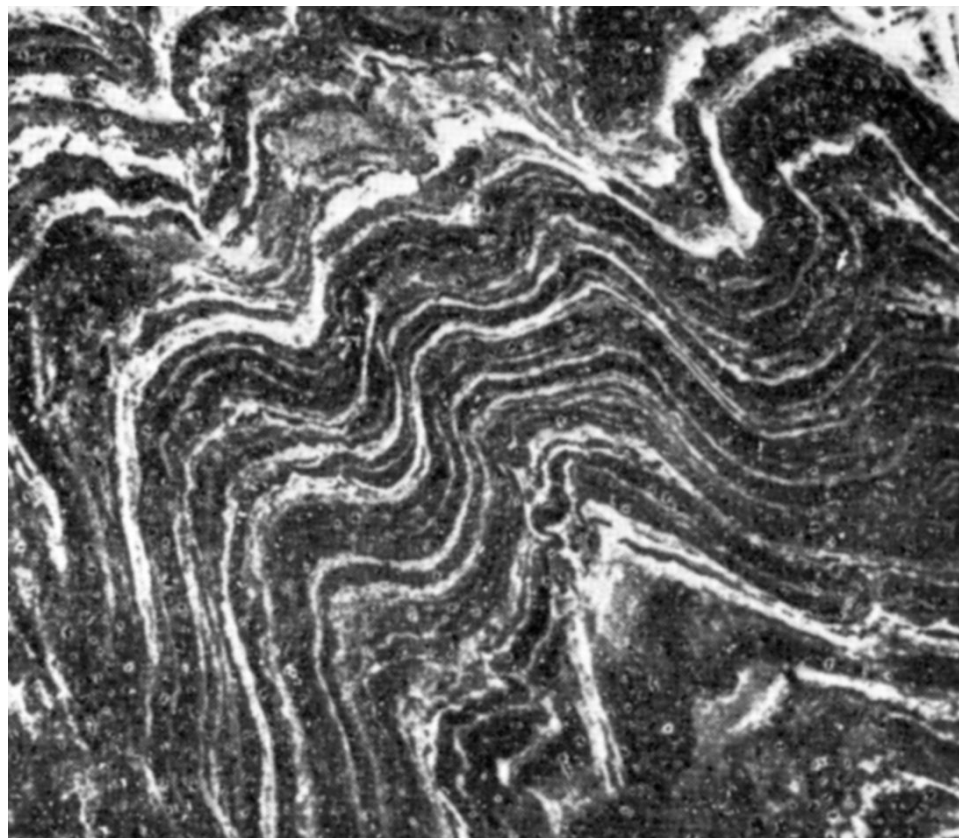


**Курская магнитная аномалия /Леоненко, 1959/**

1 — пласты железистых кварцитов, вызывающих интенсивные аномалии, 2 — пласты железистых кварцитов, вызывающих слабые аномалии, 3 — региональное аномальное поле, 4 — месторождения богатых железных руд, 5 — «Курская дуга», контрнаступление советских войск 12.07–23.08 1943 г.



**Настуран из жил Рудных гор**



**Магнетитовая руда в джеспилитах.  
КМА**



**Золотоносный  
конгломерат  
(богатая руда) м-  
ния  
Витватерсранд  
(ЮАР). Коллекция  
ВСЕГЕИ.**



**Богатая золотая руда м-ния Кубака. Северо-Восток России.**

## Основные виды ценных и вредных примесей

<i>Тип руд</i>	<i>Основные ценные примеси</i>	<i>Вредные примеси</i>
Железные	Mn, Cr, V *	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , S **
Медно-никелевые	Co, Pt, Pd	-
Медно-колчеданные	S, Co, Au, Ag, Se, Te, Bi, Jn, Cd, Ga, Ge	As, Sb***
Свинцово-цинковые	Aq, Cd, In, Au, Ge, Ga	As, Sb ***
Медно-молибденовые и молибденовые	Re	-
Золото-серебряные	-	As, Sb ***
Бериллиевые, литиевые	Rb, Cs, Sn	-
Тантал-ниобиевые	TR, Sc	-

\* Природно-легирующие примеси повышающие качество чугуна и стали.

\*\* Ухудшают свойства чугуна и стали.

\*\*\* Образуют при переработке вредные отходы (особенно нежелательны в золотосодержащих и серебряных рудах).

**Типы месторождений по запасам /Шумилин,  
1998/**

<i>Вид полезного ископаемого</i>	<i>Масштаб запасов в 10<sup>m</sup> тонн</i>		
	<i>крупный</i>	<i>средний</i>	<i>мелкий</i>
<b>Fe (руда)</b>	<b>n млрд т</b>	<b>n.10<sup>8</sup></b>	<b>n.10<sup>7</sup></b>
<b>Cu, Pb, Zn, Ni (металл)</b>	<b>n 10 млн т</b>	<b>n.10<sup>6</sup></b>	<b>n.10<sup>5</sup></b>
<b>Sn, Mo, W (металл)</b>	<b>n 100 тыс. т</b>	<b>n.10<sup>4</sup></b>	<b>n.10<sup>3</sup></b>
<b>Au (металл)</b>	<b>50 – 100 т</b>	<b>10 -50</b>	<b>1 - 10</b>

**Соотношение рудных месторождений различной крупности (по А.  
Соловову)**

<i>Месторождения</i>	<i>Относительное соотношение</i>	<i>Соотношение, %</i>	<i>Запасы, %</i>
<b>Крупные</b>	<b>1</b>	<b>0,25</b>	<b>46</b>
<b>Средние</b>	<b>7</b>	<b>1,75</b>	<b>32</b>
<b>Мелкие</b>	<b>49</b>	<b>12,25</b>	<b>22</b>
<b>Рудопроявления</b>	<b>343</b>	<b>85,75</b>	<b>-</b>

**Товарная стоимость запасов и ресурсов минсырья России на 1993 г. - 11,84 трлн. долл. США** /Нежинский, Павлова, 1995/

<i>Вид сырья</i>	<i>Стоимость, трлн. долл.</i>	<i>Процент от суммы</i>
Угли	4,5	38
Каменные соли и пр. неметаллические	2,7	23
Черные металлы	1,5	13
Природный газ	0,95	8
Нефть с конденсатом	0,59	5
Валютное и радиоактивное сырье	0,8	7
Цветные металлы	0,7	6
Всего	11,84	100

**Стоимость экспорта минсырья из России составила 1997 г., в т.ч.:**

<i>Вид сырья</i>	<i>Стоимость млрд. долл. США</i>	<i>Процент от суммы</i>
Природный газ	15,8	35,0
Сырая нефть	13,7	30,9
Цветные металлы	7,1	16,1
Валютное и радиоактивное сырье	5,1	11,5
Черные металлы	1,2	3,2
Уголь	0,9	2,5
Неметаллические п. и.	0,3	0,8
Всего	44,1	100

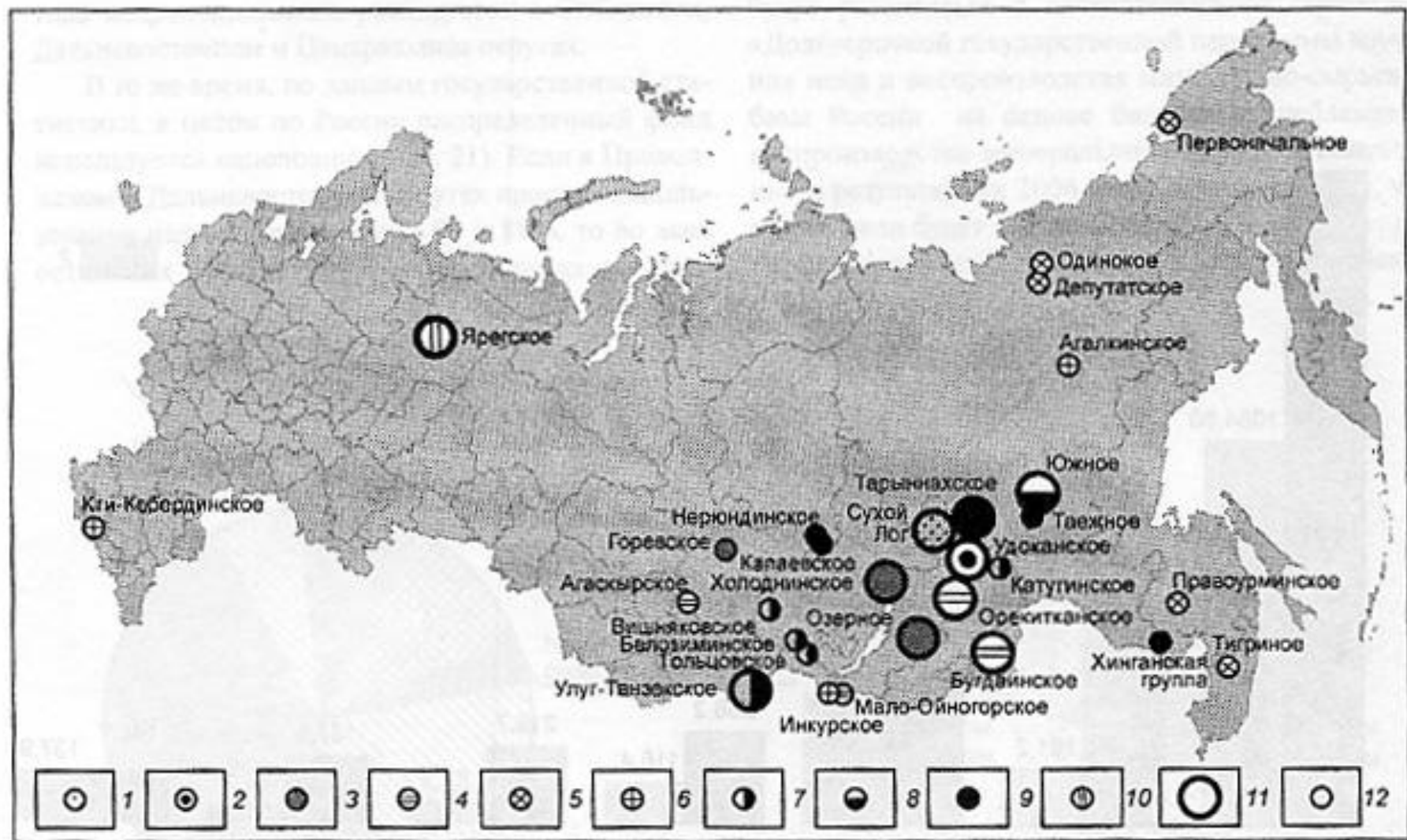


Рис. 19. Стратегические месторождения России: (Михайлов, РИМ, № 1, 2007)

1 — золото, 2 — медь, 3 — свинец, цинк, 4 — молибден, 5 — олово, 6 — вольфрам, 7 — редкие металлы, 8 — уран, 9 — железо, 10 — титан; месторождения: 11 — уникальные, 12 — крупные



## Стоимость валового продукта России в 2008 г. (Портнов,2008)

Вид сырья	Всего, добыто	Ед. стоимость долл. за т	Сумма, млрд долл.	Экспорт, млрд долл.
<i>Нефть («Urals»)</i>	630 млн. куб.м	1000	<b>400</b>	210
<i>Газ</i>	220 млрд.куб.м	400 и 220 куб.м	<b>260</b>	
<i>Уголь</i>	281 млн т (2006)	60	<b>16-18</b>	
<i>Fe</i>	281 млн т (2006)		<b>60 (сталь)</b>	22,6 млн т
<i>Ti</i>	32000 т металла (2006)	23000	<b>7,4</b>	
<i>Al</i>	3,7 млн т	3000	<b>4,2 (+вторсырье)</b>	12,5
<i>Ni</i>	270000т (2006)	20000	<b>5,5</b>	5,2 (2006)
<i>Cu</i>	943000 т (2007)	7200	<b>6,8</b>	1,9 (2007)
<i>Au</i>	162,8 т (2007)	26,6, г	<b>4,5</b>	
<i>ЭПГ</i>	156,4 т	9,6(Pd), 64,3 (Pt), 964 (Rd), г	<b>3,5</b>	3,46
<i>Ag</i>	1468,8 т (2007)	0,45, г	<b>0,7</b>	
<i>U</i>	3300 т (2006)	200	<b>0,7</b>	0,7
<i>Алмазы</i>	40 млн кар.(2006)	80, карат	<b>3,5</b>	1,7 (2006)
<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	4,8 млн т (2006)	360-500	<b>1,5</b>	1,5
<i>K<sub>2</sub>O</i>	7 млн т		<b>3</b>	3
<i>Стройматериалы и цемент</i>			<b>40</b>	
<i>Итого минресурсов</i>			<b>811,9</b>	