



Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Институт природных ресурсов

## ***Экология горно-добычного и перерабатывающего комплексов***

### ***Лекция № 1***

***Стратегия развития минерально-сырьевой базы и  
горно-добывающей промышленности России***

# Горнодобывающая промышленность –

комплекс отраслей производства по разведке месторождений ПИ, их добыче из недр земли и первичной обработке - обогащению

горная промышленность

делится на:



## Топливодобывающая

(нефтяная, добыча природного газа, сланцевая, угольная, торфяная)



## Рудодобывающая

(железо-, марганцеворудная, добыча руд цв.мет., благородных и редких мет., радиоактивных элементов)



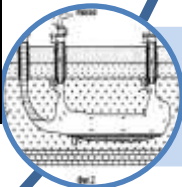
## Промышленность неметаллических ископаемых или строительных материалов

(добыча мрамора, гранита, асбеста, мела, доломита, кварцита, полевого шпата, известняка)



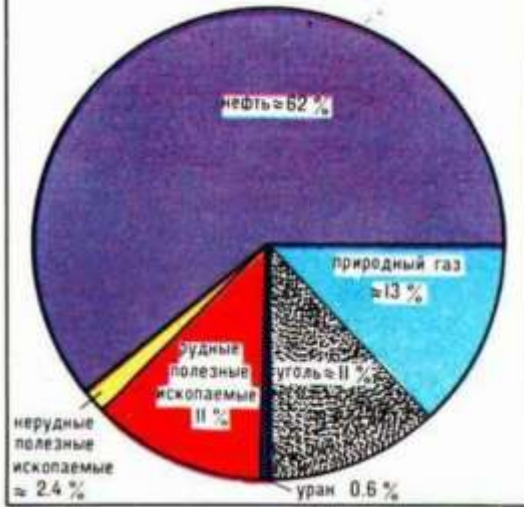
## Горно-химическая

(добыча апатита, калийных солей, нефелина, селитры, фосфатного сырья)



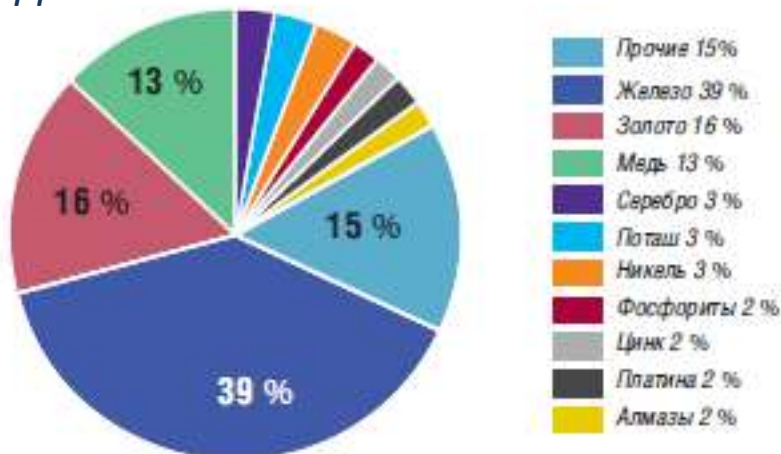
## Гидроминеральная

(минеральные подземные воды, вода для водоснабжения и др.целей)



Современная структура продукции мировой горной промышленности

Среди ведущих горнодобывающих стран находятся страны БРИКС: Китай, Бразилия, Россия, Южная Африка и Индия.



Стоимость мировой горной промышленности по видам металлов

Таблица 1 Крупнейшие страны мира по стоимости горной промышленности

Страна	Стоимость продукции в 2000 г. (млрд долл.)	Доля в мировом производстве в 2000 г., %	Доля в ВВП страны в 2000 г., %	Стоимость продукции в 2012 г. (млрд долл.)	Доля в мировом производстве в 2012 г., %	Доля в ВВП страны в 2012 г., %
Китай	10,6	8,2	0,9	123,1	15,8	1,5
Австралия	16,4	12,8	3,9	108,5	14,0	7,1
Бразилия	7,8	6,0	1,2	65,9	8,5	2,9
Россия	10,8	8,4	4,1	53,0	6,8	2,6
Чили	10,5	8,2	13,9	42,1	5,4	15,8
США	11,3	8,8	0,1	41,8	5,4	0,3
ЮАР	12,7	9,9	9,6	38,5	5,0	10,1
Канада	7,9	6,1	1,1	32,7	4,2	1,8
Индия	2,9	2,3	0,6	26,8	3,4	1,4
Перу	4,7	3,7	8,8	25,1	3,2	13,0
Мексика	2,4	1,9	0,4	17,7	2,3	1,5
Индонезия	4,9	3,9	3,0	14,9	1,9	1,7
Казахстан	2,4	1,9	13,1	12,5	1,6	6,2
Украина	1,8	1,4	5,8	12,2	1,6	6,9
Ирак	0,8	0,6	0,8	8,2	1,1	1,6
Турция	0,4	0,3	0,2	6,3	0,8	0,8
Узбекистан	1,2	0,9	8,8	5,7	0,7	11,1
Замбия	0,6	0,5	19,0	5,4	0,7	26,4
Филиппины	0,4	0,3	0,5	5,4	0,7	2,2
Аргентина	0,7	0,5	0,2	5,4	0,7	0,9

Источник: [2]

Практически во всех странах повышалась роль горной промышленности в национальной экономике. И только в России и Индонезии она снизилась почти в два раза, что, по-видимому, свидетельствует о процессах диверсификации производства в этих странах. Тем не менее экономика России продолжает в значительной степени зависеть от горной промышленности.

# Этапы развития технологий и методологии освоения недр России и стран СНГ

Годы	Особенности этапов развития горного дела	Основные направления научных исследований
1945–1960 гг.	Послевоенный период восстановления и развития народного хозяйства	Научные основы проектирования и строительства комплексно-механизированных предприятий
1960–1975 гг.	Интенсивное развитие открытых горных разработок, строительство крупных горно-обогатительных комбинатов для обеспечения сырьем заводов черной и цветной металлургии, строительство угольных разрезов большой мощности	Научное обоснование приоритетного развития открытых разработок, зарождение методов экономико-математического моделирования, ЭВМ для планирования и управления производством на карьерах
1975–1987 гг.	На основе анализа опыта эксплуатации ГОКов установлено отставание фактических объемов добычи и вскрыши от проектных	Необходимость новых подходов к исследованию, проектированию и планированию горных работ, схем вскрытия, систем разработки, формированию транспортных систем карьеров с учетом роста их глубины



# Этапы развития технологий и методологии освоения недр России и стран СНГ

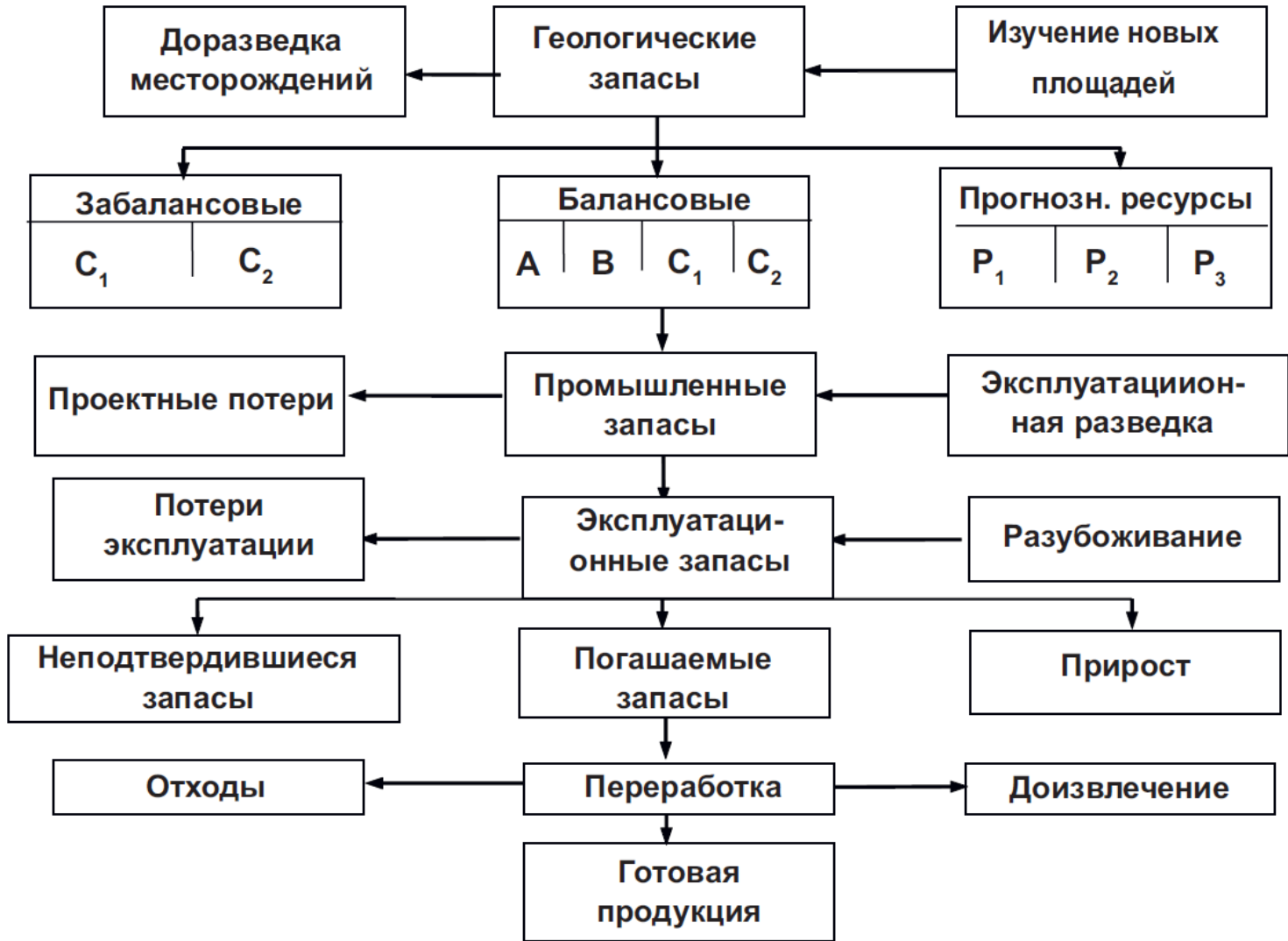
1987–1996 гг.	Изменение социально-экономических условий. Переход от плановой к рыночной экономике. Резкое снижение объемов добычных и вскрышных работ	Необходимость разработки принципиально новых подходов к исследованию и решению проблем горного производства
1997–2010 гг.	Восстановление объемов добычи полезных ископаемых на действующих ГОКах. Дефицит рудного сырья на Урале и необходимость завоза товарной руды на металлургические предприятия из других регионов	Новый этап в развитии горных наук – «Освоение и сохранение недр». Классификация горных наук
С 2010 г.	Освоение глубоких горизонтов на действующих горных предприятиях и новых месторождениях, в том числе в северных регионах УрФО и ДФО	Программно-целевые методы исследований на основе принципов системности, комплексности, междисциплинарности и инновационной направленности

## Классификация в системе Российской Академии наук

Горные науки. Добыча твердых полезных ископаемых
Свойства горных пород и массивов
Исследование закономерностей проявления горного давления и сдвижения горных пород и массивов
Научные основы совершенствования отбойки горных пород при открытой и подземной разработке полезных ископаемых
Электрофизические методы и другие методы разрушения и обработки горных пород и руд
Технология разработки месторождений угля и руд открытым способом
Технология разработки месторождений угля и руд подземным способом
Развитие теоретических основ геотехнологических методов разработки и эффективных технологических процессов
Развитие теоретических основ и методов борьбы с рудничными газами и пылью
Развитие научных основ оздоровления атмосферы глубоких карьеров
Теория проектирования открытой разработки месторождений
Теория проектирования подземной разработки месторождений
Рациональное использование минеральных ресурсов и охрана недр

<b>ГОРНОЕ НЕДРОВЕДЕНИЕ</b>
Горнопромышленная геология
Геометрия и квалиметрия недр
Геомеханика
Разрушение горных пород
Рудничная аэрогазодинамика
Горная теплофизика
<b>ГОРНАЯ СИСТЕМОЛОГИЯ</b>
Теория проектирования освоения недр
Экономика освоения георесурсов
Горная информатика
Горная экология
<b>ГЕОТЕХНОЛОГИЯ</b>
Физико-техническая геотехнология
Физико-химическая геотехнология
Строительная геотехнология
Геотехника
<b>ОБОГАЩЕНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</b>
Технологическая минералогия
Дезинтеграция и подготовка минерального сырья к обогащению
Физические и химические процессы разделения, концентрации и переработки минералов

В настоящее время из недр извлекается около 200 видов полезных ископаемых, объединяемых, согласно геолого-экономической классификации минерального сырья, в 8 групп и 35 подгрупп. В структуре общей стоимости добываемого ныне минерального сырья на первом месте стоит топливно-энергетическое сырье (около 70 %), на втором — цветные, на третьем — черные металлы.

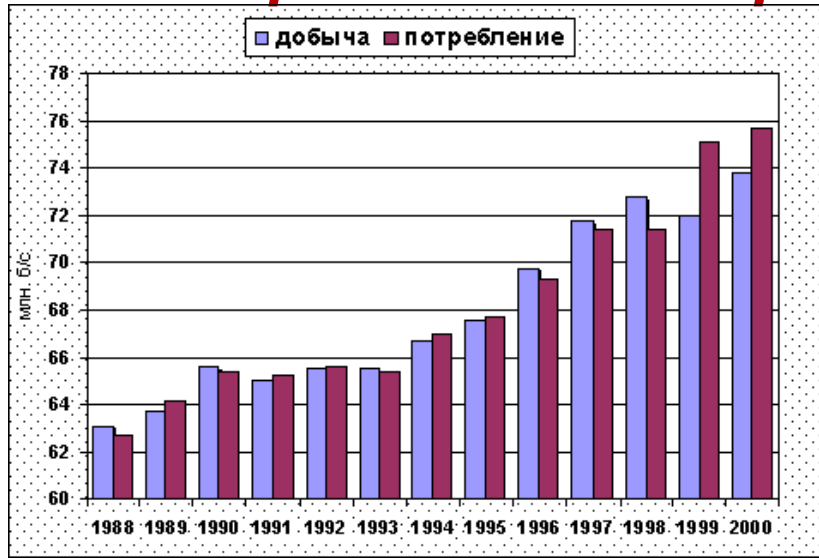


Структура разведываемых и погашаемых запасов

# Основные тенденции

## развития горнодобывающей промышленности: **1) рост масштабов добычи и потребления минерального и энергетического сырья**

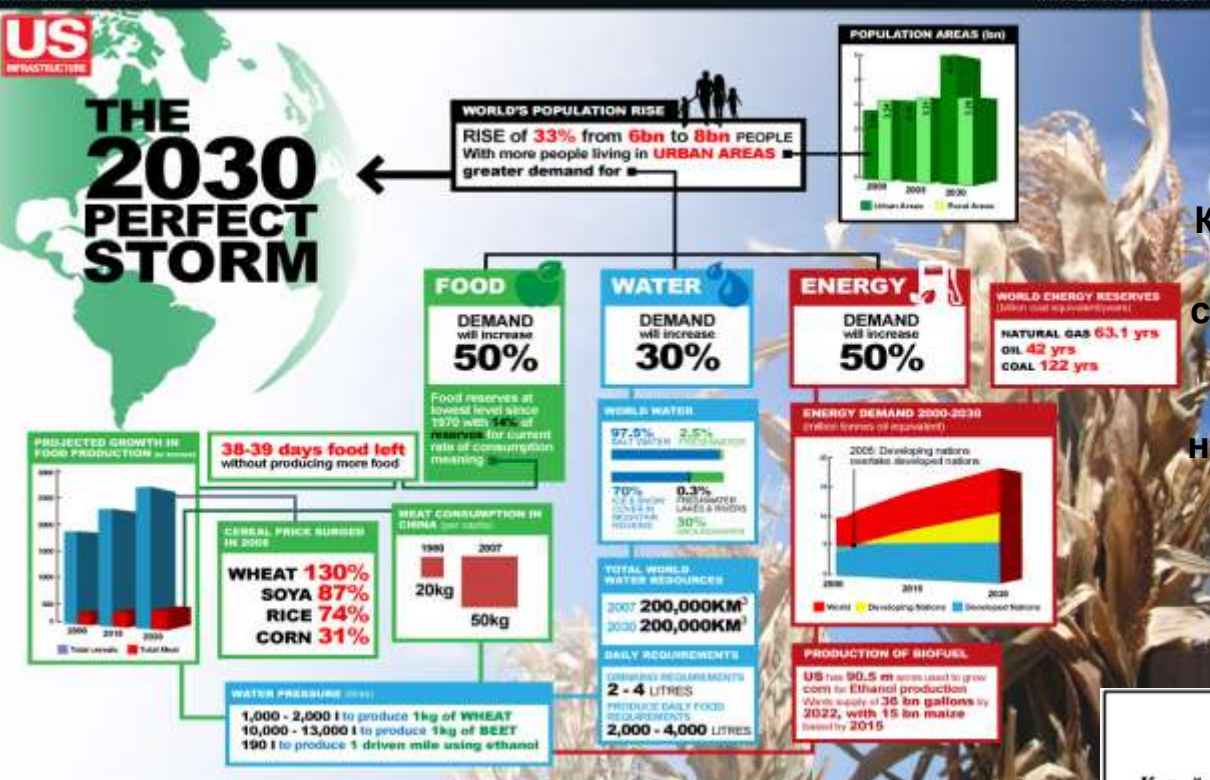
*Государственная программа Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов»  
 Этапы и срок реализации Программы  
 - 1 января 2013 г. - 31 декабря 2024 г.*



Динамика добычи минерального сырья и народонаселения планеты

Показатели	Единицы	Годы					
		1900	1950	1970	1980	1986	1999
Народонаселение	млрд чел.	1,571	2,486	3,682	4,415	4,936	6,0
Годовая добыча сырья	т/чел. в год	10,1	17,8	40,56	79,75	113,15	148,0
в том числе:							
полезного ископаемого		4,7	8,2	15,6	27,5	36,5	46,5
пустой породы		5,4	9,6	24,9	52,25	76,55	101,5





К 2030 году численность населения в мире увеличится на одну треть и составит 8 миллиардов человек. Рост численности населения приведёт к увеличению спроса: на продукты питания на 50%, воды на 30%, а энергии на 50%.



Рис. 1.1. Обеспеченность зарубежных стран разведанными запасами



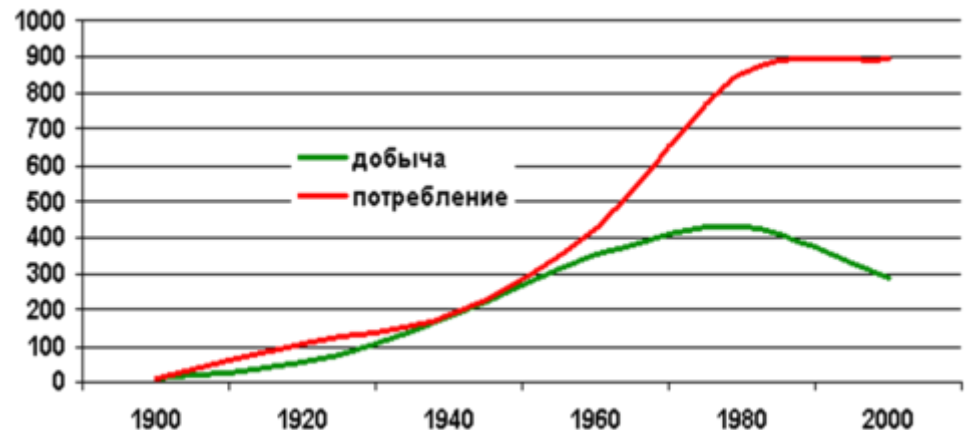
# Мировое потребление минерального сырья и важнейших продуктов его переработки постоянно возрастает и почти удваивается каждые 15 лет!

Среднегодовые темпы прироста мирового использования составляют:

- первичных источников энергии (нефть, газ, уголь, уран) - **4,9 %**,
- металлосодержащего сырья - **4 %**
- нерудного сырья - **5,3 %**.

Потребление минерального сырья в мире достигло 12 млрд. т в год. При современном уровне добычи из недр Земли **ежегодно извлекается около 100 млрд. т горных пород.**

Соотношение роста добычи и потребления минерально-сырьевых ресурсов



## 2) увеличение мощности горного производства

Это обобщающее понятие включает:

- повышение удельного веса добычи **ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**;



Рис. 1 Объемы производства нерудных строительных материалов

Динамика добычи нефти по Группе предприятий "ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ"

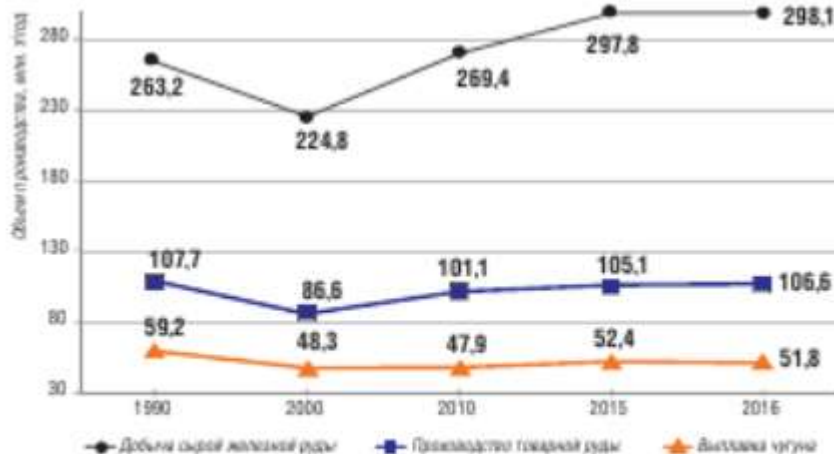
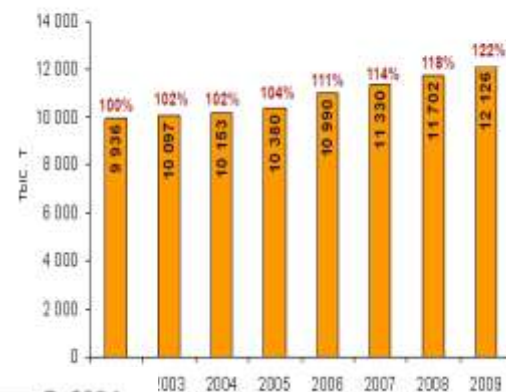


Рис. 1 Динамика добычи сырой железной руды, производства товарной руды и выплавки чугуна в России за период 1990-2016 гг.

- увеличение производственной мощности горных предприятий;
- применение в горном производстве оборудования со все возрастающей мощностью, позволяющего резко повысить производительность труда на горных предприятиях.



Роторный экскаватор



Ленточный конвейер

- необходимо учитывать реально существующую стадийность развития горнодобывающего предприятия и характер распределения во времени и пространстве добываемого из литосферы материала

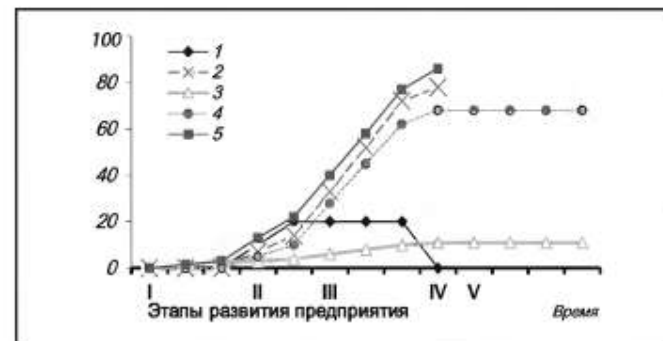


Рис. 3.4.1. Качественная картина распределения во времени материала, добываемого при подземной разработке месторождений. I – вскрытие месторождения; II – наращивание производственной мощности; III – отработка основных запасов; IV – затухание предприятия; V – постэксплуатационный период. 1 – полезное ископаемое (ед./год); 2 – полезное ископаемое (ед.); 3 – пустая порода (ед.); 4 – пустая порода (ед./год); 5 – пустая порода (ед./год).

### **3) Ухудшение естественных и горно-технических условий функционирования технологических процессов добычи и переработки минерального сырья вследствие уменьшения среднего содержания полезных компонентов в добываемом сырье**

В XIX в. содержание меди в извлекаемых рудах в составило свыше 5 %.

В настоящее время основное количество этого металла в мире получают из месторождений с содержанием меди в руде **0,7-1,5 %**.

В ряде стран промышленными считаются руды с содержанием меди **0,5-0,4** и даже **0,3 %**.

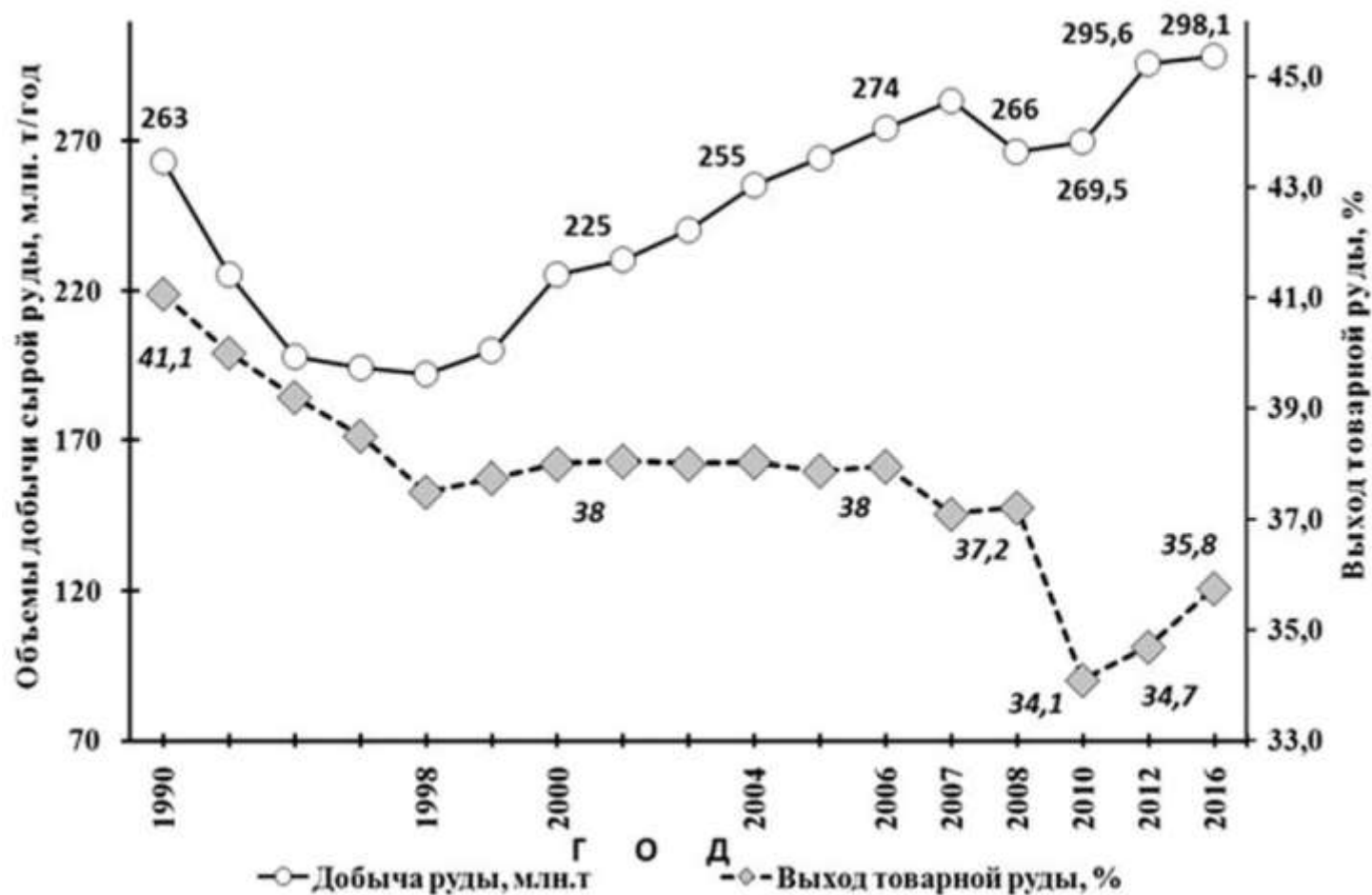
Зольность добываемых донецких углей повысилась с **26,3 %** в 1980 г. до **29 %**.

*Таким образом, по мере истощения богатых месторождений, с развитием науки и техники стали пригодными для использования значительно более бедные руды. Запасы, которые раньше не считались промышленными стали относиться к таковым*

Возобновлена, например, отработка ранее списанных запасов Алапаевского хромитоносного массива, а также бедных титан-циркониевых песков.



# Динамика добычи сырой железной руды и выхода товарной руды в процентах по Российской Федерации за 1990–2016 гг.



**4) резкое ухудшение и усложнение горно-геологических и экономико-географических условий разработки месторождений, рост глубины разработки.**

Решающая зависимость технико-экономических показателей работы горных предприятий от природных условий разработки.

В эксплуатацию вовлекаются месторождения, расположенные в сложных географических (суровый климат, труднодоступные районы размещения и т.д.) и горно-геологических (глубокое залегание полезного ископаемого, повышенное горное давление и газоносность и т.п.) условиях.



*Общее состояние отечественных минерально-сырьевых ресурсов определяется тем, что происходит интенсивное обеднение промышленных запасов руд практически на всех горно-рудных предприятиях*

**5) Удорожание геологоразведочных работ, рост себестоимости добычи 1 т полезных ископаемых и цен на минеральное сырье**



**6) Усиление отрицательного воздействия горного производства на окружающую среду**



*В качестве основного принципа размещения рудоподготовительного комплекса, как звена, повышающего эффективность переработки сырой руды, следует предусматривать его **максимальное приближение к местам выемки.***

*Для карьеров — размещение в приобортовой зоне или в непосредственной близости к отвалам пустых пород, для подземных рудников — организация подземных рудоподготовительных комплексов.*

*Изменение порядка образования и мест складирования отходов предварительной рудоподготовки приводит к сокращению общего объема перевозок и перегрузок руды, а также уменьшению нагрузки на ДОФ, что ведет к существенному снижению уровня загрязнения атмосферы.*

- 7) *Расширение и смена номенклатуры источников минерального сырья и направлений его использования.*
- 8) *Изменение характера взаимодействия горного дела и естествознания под воздействием научно-технического прогресса.*
- 9) *Необходимость комплексного использования добываемого сырья и сложность реализации этого важного источника минеральных ресурсов вследствие имевшего место долгие годы отраслевого подхода к освоению недр, когда все технологические процессы от забоя до товарной продукции горно-обогатительных комбинатов были нацелены на извлечение основного полезного компонента (железа, меди, асбеста и др.).*





# Воздействие горного производства на окружающую среду

Источники воздействия на окружающую среду, связанные с деятельностью геолого-разведочных и добывающих производств, вызывают следующие виды воздействий на окружающую среду:

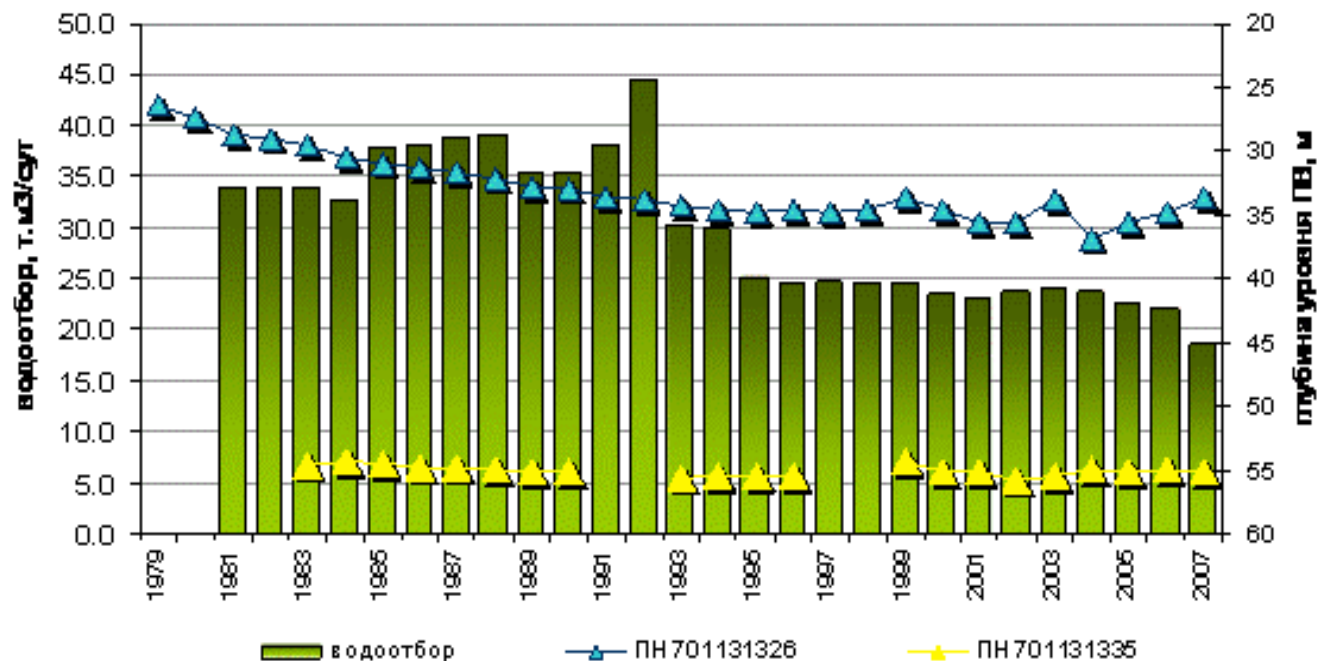
- 1) Механическое воздействие** - проявление природных и технологических процессов, снижающих прочностные свойства горных пород и нарушающие целостность геологического массива.

Его индикаторы: пустоты в недрах, отвалы горной массы.



Добыча алмазов из коренного месторождения в Якутии

**2) Гидродинамическое воздействие** - проявление природных и техногенных источников, изменяющих структуру потоков подземных вод. Его индикатор - изменение напора подземных вод (понижение и повышение их уровня).



**График изменения уровня подземных вод упинского водоносного горизонта на Обидимском участке**

**3) Гидрохимическое воздействие** - проявление природных и техногенных источников, вызывающих изменения состава природных вод привносимыми компонентами растворенного вещества, несмешивающимися жидкостями и механической взвесью.

**Его индикаторы:**

повышенные концентрации характерных для конкретного источника устойчивых в растворе нормируемых компонентов.





**4) Газово-аэрозольное воздействие** - проявление природных и техногенных источников, вызывающие изменение состава воздуха газами, дымами, жидкостями и пылью.

**Его индикаторы:** загрязнение воздушного бассейна и поверхности земли



## 5) Отчуждение и изъятие земель

характеризуется невозможностью или ограниченностью последующего использования земель в иных целях без принятия реабилитационных мер.



**6) Нарушение природного ландшафта** -  
разного рода механические нарушения  
окружающей среды, размещение отходов и т.д.

















## Основные виды и результаты воздействия горного производства на биосферу (Певзнер М.Е. и др.)

Элементы биосферы	Воздействие на элементы биосферы	Результат воздействия
<b>воды подземные</b>	Осушение месторождения, сброс сточных и дренажных вод	Уменьшение запасов подземных, грунтовых и поверхностных вод. Нарушение гидрогеологического и гидрологического режимов водного бассейна.
<b>воды поверхностные</b>	Осушение и перенос поверхностных водоёмов и водотоков, сброс сточных и дренажных вод, водозабор для технических и бытовых нужд предприятий. .	Загрязнение водного бассейна сточными и дренажными водами. Ухудшение качества вод в результате неблагоприятных изменений гидрохимических и биологических режимов поверхностных и подземных вод.



## Основные виды и результаты воздействия горного производства на биосферу (Певзнер М.Е. и др.)

Элементы биосферы	Воздействие на элементы биосферы	Результат воздействия
<b>Воздушный бассейн</b>	Организованные и неорганизованные выбросы в атмосферу пыли и газов.	Загрязнение (запыление и загазовывание) атмосферы.
<b>Природный ландшафт</b>	Проведение горных выработок, сооружение отвалов, гидроотвалов, хвосто- и водохранилищ.  Строительство промышленных и гражданских зданий и сооружений. Прокладка дорог и других видов коммуникаций.	Деформация земной поверхности. Нарушение почвенного покрова. Сокращение площадей продуктивных угодий различного назначения. Ухудшение качества почв. Изменение облика территории. Изменение состояния грунтовых и поверхностных вод. Осаждение пыли и химических соединений вследствие выбросов в атмосферу. Эрозионные процессы.

## Основные виды и результаты воздействия горного производства на биосферу (Певзнер М.Е. и др.)

Элементы биосферы	Воздействие на элементы биосферы	Результат воздействия
<b>Недра</b>	<p>Проведение горных выработок.                      Извлечение полезных ископаемых, вмещающих и вскрышных пород.                      Осушение месторождения.                      Обводнение участков месторождения.                      Возгорание полезных ископаемых и пустых пород. Захоронение вредных веществ и отходов производства.                      Сброс сточных вод.</p>	<p>Изменение напряжённо-деформированного состояния массива горных пород. Снижение качества полезных ископаемых и промышленной ценности месторождений. Загрязнение недр. Развитие карстовых процессов.                      Потери полезных ископаемых</p>
<b>Флора и фауна</b>	<p>Промышленное и гражданское строительство. Вырубка лесов.                      Нарушение почвенного покрова.                      Изменение состояния грунтовых и поверхностных вод. Запыление и загазовывание атмосферы.                      Производственные и бытовые шумы.</p>	<p>Ухудшение условий обитания лесной, степной и водной флоры и фауны.                      Миграция и сокращение численности диких животных. Угнетение и сокращение видов дикорастущих растений. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур.                      Снижение продуктивности животноводства рыбного и лесного хозяйства.</p>

# Открытый способ отработки МПИ





# Подземный способ отработки МПИ





# Геотехнологический способ отработки МПИ

