
Институт экономических проблем
им. Г.П. Лузина КНЦ РАН, г. Апатиты

Минерально-сырьевые ресурсы в стратегии развития регионов Севера

Ф.Д.Ларичкин, д.э.н., проф.
директор Института
тел.(815-55)79-310, 7-64-72
e-mail: lfid@iep.kolasc.net.ru

2008

Структура национального богатства России

Элементы национального богатства	% к итогу
Основные фонды отраслей, производящих товары и услуги	2,00
Запасы материальных оборотных средств, ценности	0,01
Домашнее имущество	0,40
Материальные непроизводственные активы	97,3
из них:	
- земля	0,70
- леса	8,90
- богатства недр	87,70
Нематериальные (производственные и непроизводственные активы)	0,19
из них:	
- производственные активы (нематериальные основные фонды)	0,18
в том числе:	
- геологоразведочные работы	0,10
- наукоемкие промышленные технологии, компьютерное программное обеспечение, искусство, литература и т.д.	0,08
- непроизводственные активы (патенты, лицензии, ноу-хау, торговые марки, гудвил и т.д.)	0,01
Финансовые активы /пассивы	0,10
Всего	100,00

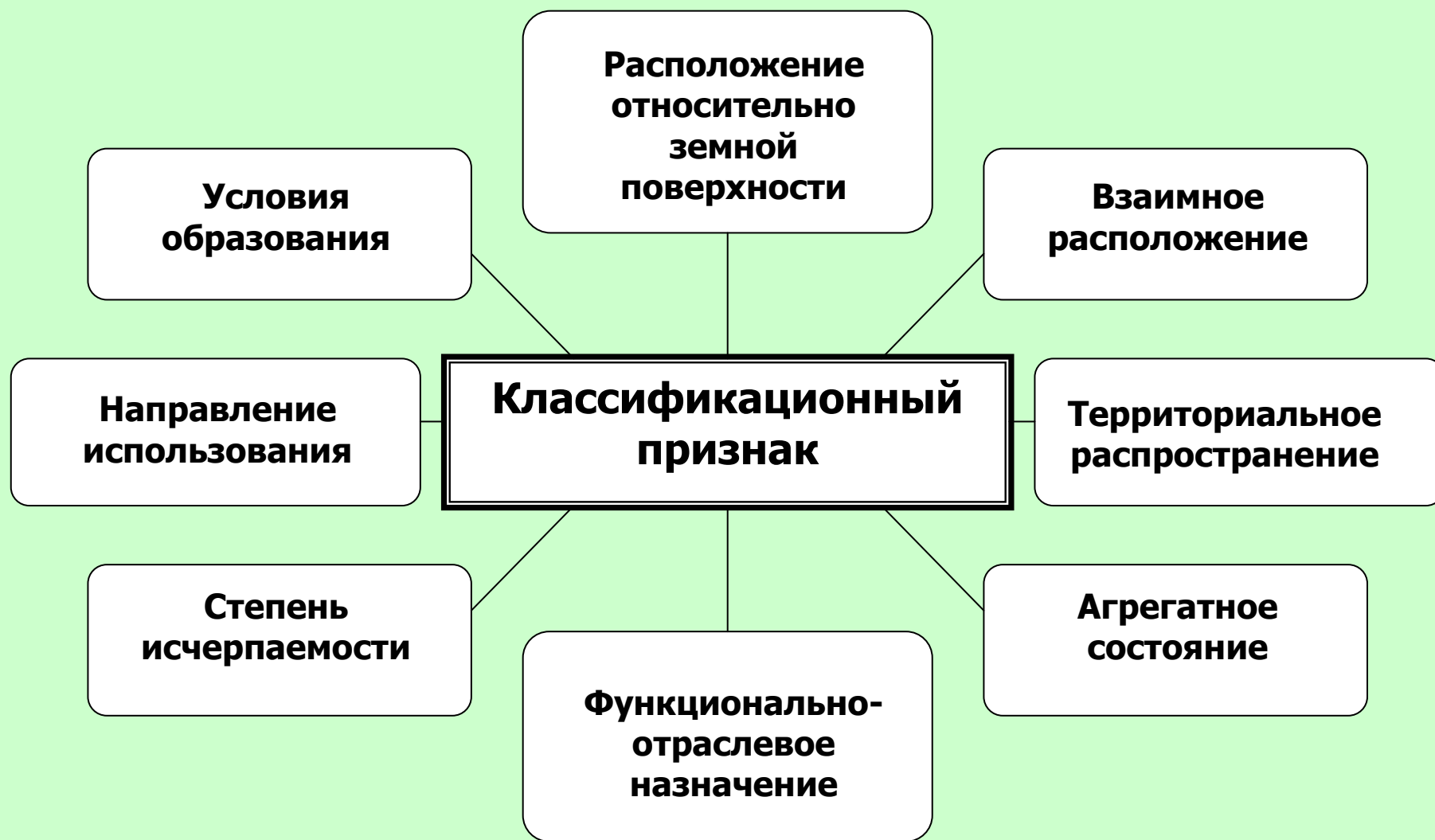
Динамика удельной добычи минерального сырья и народонаселения планеты

Показатели	Ед. изм.	Годы					
		1900	1950	1970	1980	1986	1999
Народонаселение	млрд. чел.	1,57	2,49	3,68	4,42	4,94	6,0
Годовая добыча в том числе:	т/чел.год	10,1	17,8	40,56	79,75	113,2	148,0
- полезного ископаемого	т/чел.год	4,7	8,2	15,6	27,5	36,5	46,5
- пустой породы	т/чел.год	5,4	9,6	24,9	52,2	76,6	101,5

Наличие природных ресурсов в расчете на душу населения (полезных ископаемых, земель, лесов и др.)

Страны	Стоимость природных ресурсов, тыс. долл. США
Россия	160
Западная Европа	6
США и Канада	16
Япония, Австралия и Новая Зеландия	8
Страны Ближнего Востока	58

Классификационные признаки ресурсов недр



Многофакторная классификация ресурсов недр

Классификационный признак	Разновидности признака группировки	Характерные виды ресурсов, объектов
1	2	3
Условия образования	Природные Техногенные	
Расположение относительно земной поверхности	Поверхностные Заглубленные Подземные Нагорные Подводные	
Взаимное расположение	Пространственно обособленные Перебежающие Взаимосвязанные Взаимопроникающие	
Территориальное распространение	Общераспространенные Неравномерно Крайне неравномерно Единичное	
Функционально-отраслевое назначение	Одностороннее Двойное Многообразное (многоотраслевое)	

1	2	3
Агрегатное состояние	Почвенно-растительные Твердые (монолитные) Рыхлые (россыпные) Вечно мерзлые Сезонно мерзлые Озерно-болотные Жидкие Газообразные Виртуальные	Грязи, илы Различные модели, базы данных и т.п.
Степень исчерпаемости	1. Неисчерпаемые 2. Ограниченные 2.1. Возобновляемые 2.2. Невозобновляемые	Стройматериалы Геотермальные Пространственные Информационные Минерально-сырьевые Водные Микробиологические Водные Почвенно-растительные Микробиологические Техногенные Нетрадиционные Рециркуляционные Рудные Топливо-энергетические

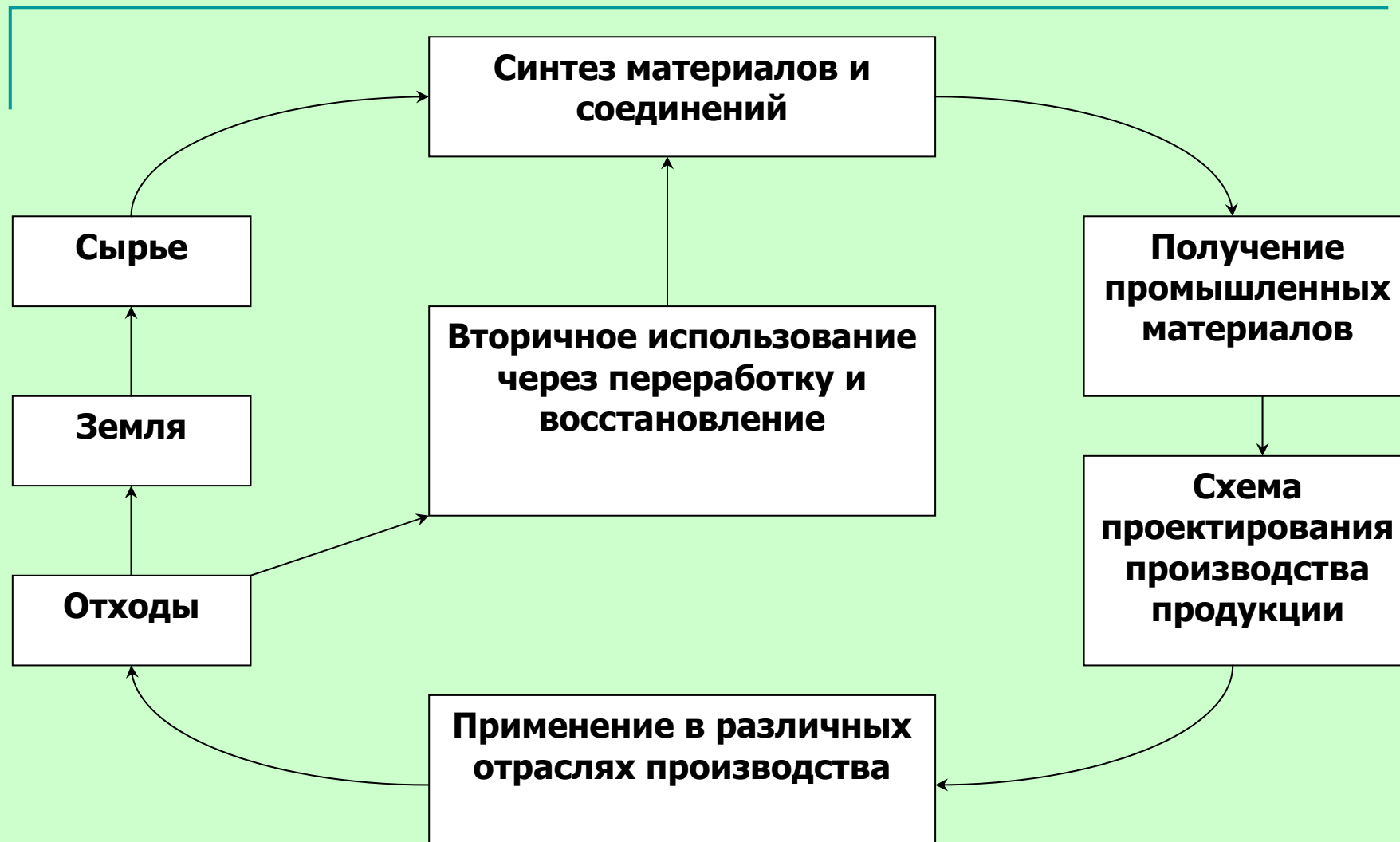
1	2	3
Направление использования	<p>Сырьевое Топливное Энергетическое Водоснабженческое Агро-био-техническое Инженерно-строительное</p> <p>Производственно-техническое</p> <p>Научно-исследовательское Образовательное Транспортно-коммуникационное</p> <p>Медицинское</p> <p>Культурно-рекреационное</p>	<p>(Сооружение подземных объектов различного назначения)</p> <p>(Подземное размещение заводов, фабрик, гидро- и атомных электростанций и т.п.)</p> <p>(Метро, авто-, железнодорожные тоннели, нефте-газо-водо-паро-проводы, кабели и т.п.)</p> <p>(Соляные шахты; родоновые, минерализованные воды; грязи и т.п.)</p> <p>(Карстовые пещеры, уникальные геологические, минералогические и др. объекты)</p>

1	2	3
Направление использования	<p>Торгово-сервисное Военно- (гражданско-) оборонное Противотеррористическое Резервационное</p> <p>Захоронительно – изоляционное</p> <p>Экологическое</p>	<p>(Нефте-газо-водо-хвостохранилища, гидро-тепло-аккумуляторы, холодильники, склады и т.п.)</p> <p>(Внутренние отвалы карьеров, закладочные комплексы рудников, отработанные воды нефтяных и геотермальных месторождений, могильники, подземное размещение бытовых отходов, хранилища особо вредных и радиоактивных отходов и т.п.)</p> <p>(Размещение различных объектов природоохранного назначения)</p>

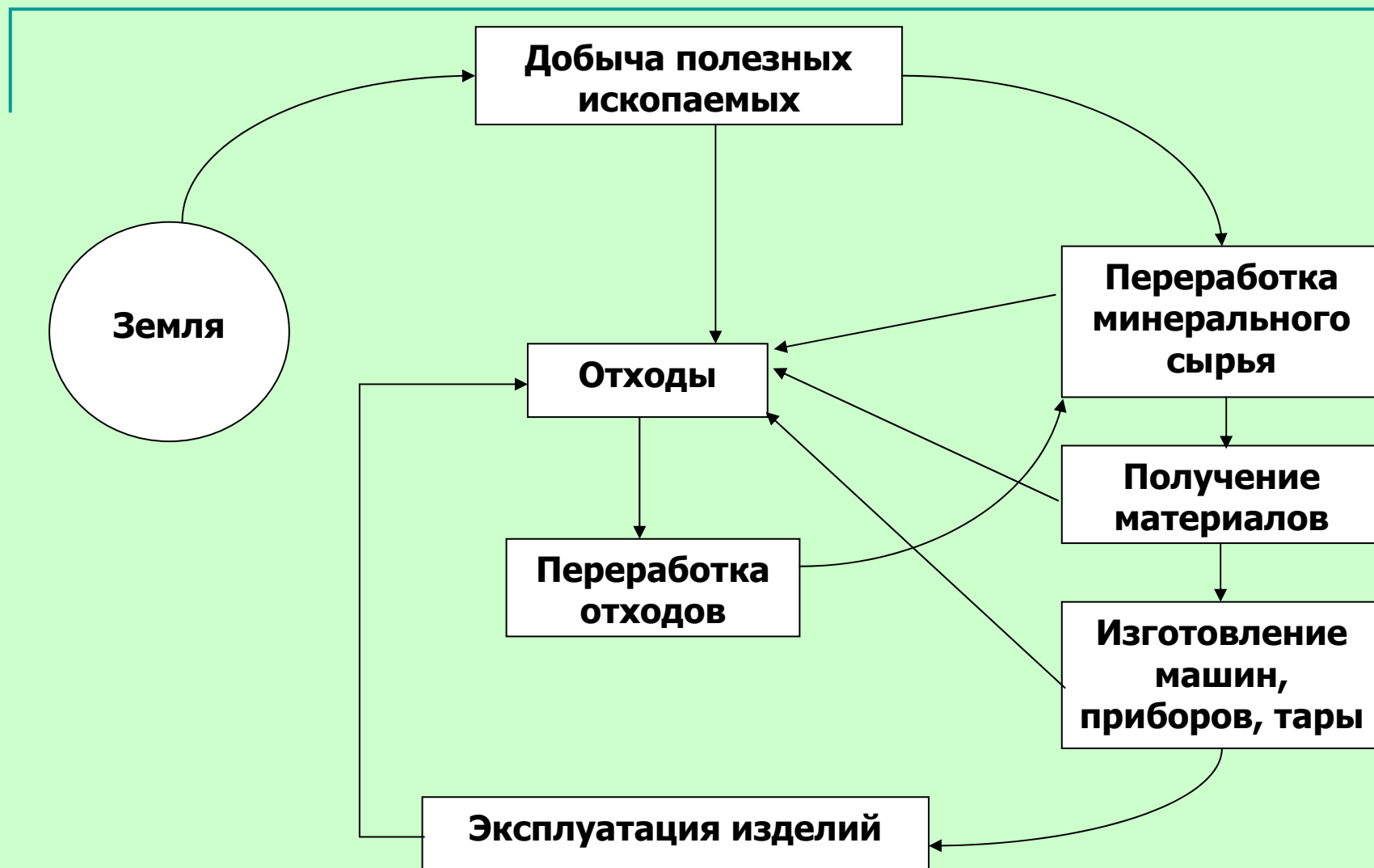
Эволюция парадигмы (модели) недропользования

№№ п/п	Авторы моделей	Краткое описание сущности
1	2	3
1.	В.И.Вернадский	Рециркуляция металлов и неметаллических полупродуктов, создание сплавов и материалов с учетом не только свойств, но и распространенности элементов в природе (на основе Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg, Ti). Рациональное сознательное преобразование биосферы в «ноосферу», сосуществование общества в гармонии с природой
2.	А.Е.Ферсман	Полное использование всех ценных компонентов минерального сырья, создание комбинированных межотраслевых производств, в которых технологические процессы подбираются к составу сырья
3.	И.П.Бардин	Отходы одних технологических переделов минерального сырья или производств должны служить сырьем для других
4.	Э.В.Брицке	Технология производства материалов сосуществует с окружающей средой, когда используется принцип комплексного использования сырья
5.	Н.В.Мельников, М.И.Агошков	Комплексное освоение недр: достижение оптимальных для народного хозяйства страны и интересов будущих поколений показателей полноты использования всех видов ресурсов недр и участвующих в процессе их освоения трудовых и материальных ресурсов

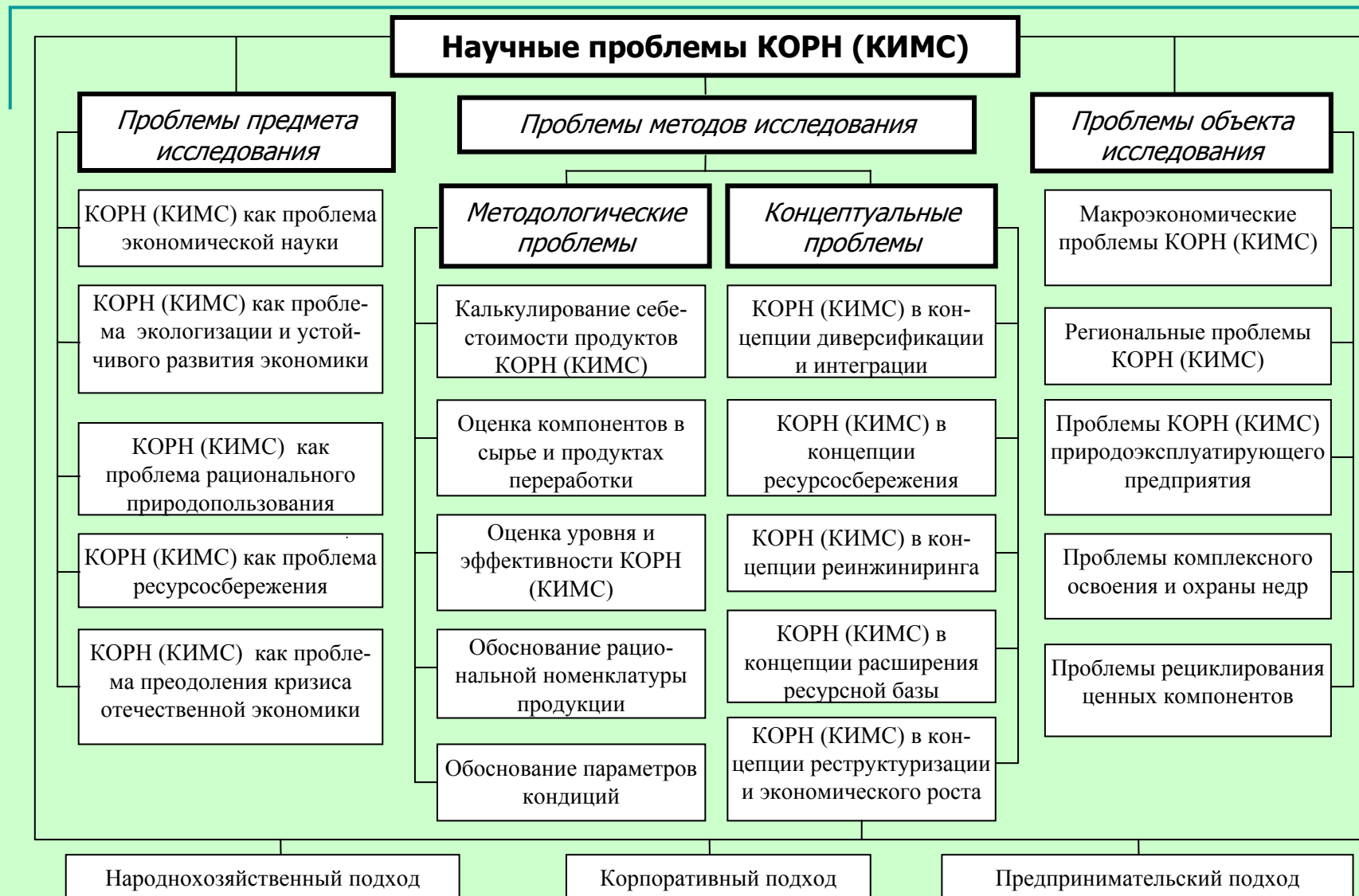
1	2	3
6.	В.А.Резниченко (рис. 1.)	Организация замкнутого комплексного производства: создание межотраслевых технологически замкнутых производств в рамках предприятий, месторождений, регионов, отраслей; рециркуляция материалов; разработка материалов с учетом распространенности элементов в природе, сохранение окружающей среды
7.	А.Д.Верхотуров (рис. 2)	Создание минизаводов в местах добычи сырья с использованием высоких технологий; идеальной схемой безотходного производства, ориентиром на будущие технологии, должна быть разомкнутая схема производства материалов, т.е. с полной переработкой отходов
8.	А.Д.Верхотуров	Разложение минералов, их восстановление и получение элементов, сплавов и соединений при воздействии на минералы (минеральное сырье) концен-трированных потоков энергии (высоких градиентов температур и давлений) в условиях лазерной, электронно-лучевой, электроискровой, электрошла-ковой, плазменной обработки, алюмотермии, экстремальных методов порошковой металлургии, а не пиро- и гидрометаллургические процессы
9.	К.Н.Трубецкой, В.А.Чантурия	Развитие минерально-сырьевого комплекса как составной части процесса устойчивого развития при сохранении естественной биоты Земли путем создания эко-, геотехнологий освоения недр на принципах поточности, малоотходности, ресурсосбережения, ресурсовоспроизведения, повышения контрастности свойств разделяемых компонентов с обеспечением экологической чистоты, аналогичной с функционированием биологических систем



Цикл полного использования материалов



Незамкнутый цикл (идеальный) полного использования материалов



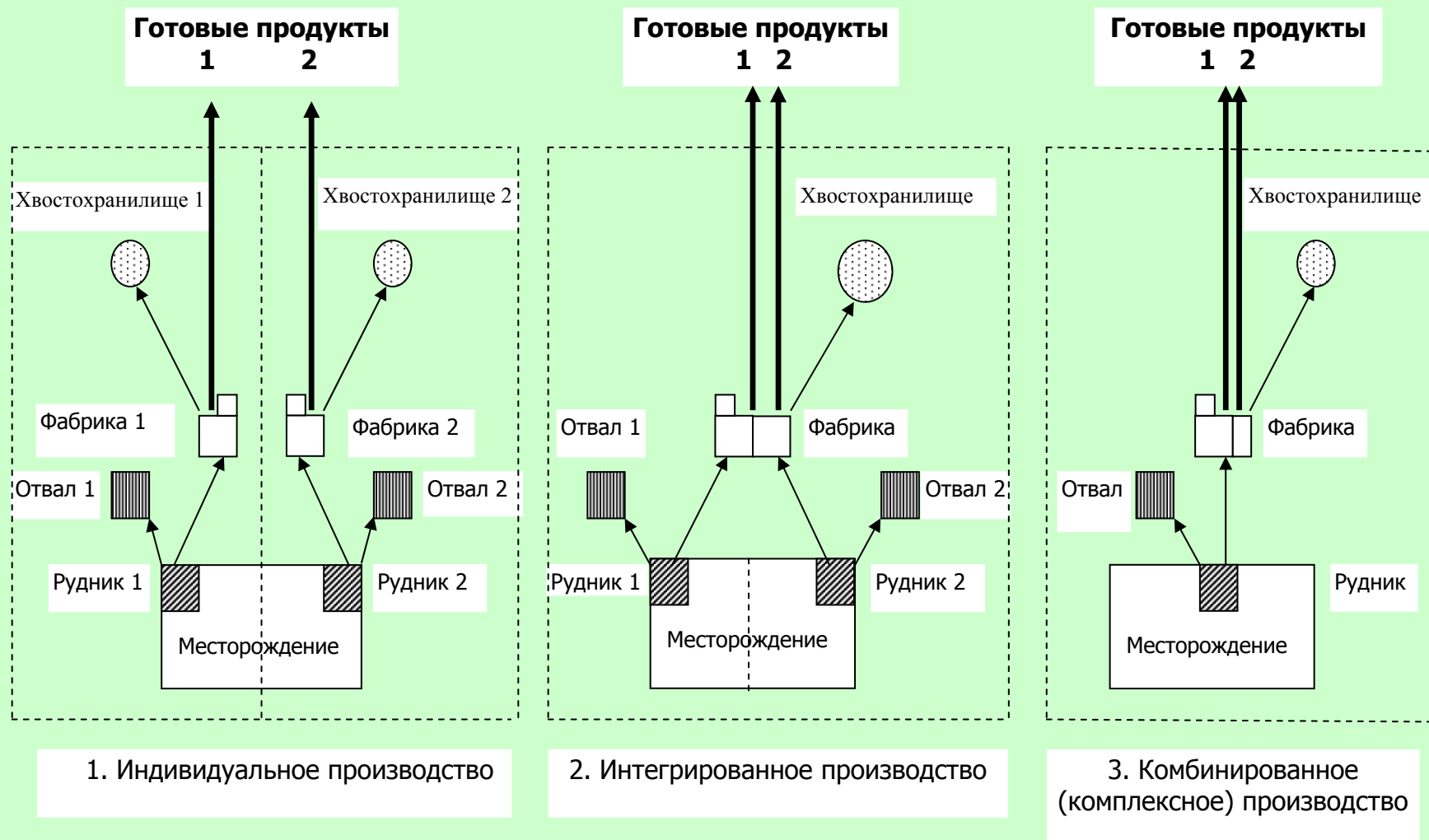
Вариант «дерева» научных проблем комплексного освоения ресурсов недр (КОРН) и комплексного использования минерального сырья (КИМС)

Исходные данные для оценки эффективности извлечения отдельных компонентов при комплексном использовании сырья (цифры условные)

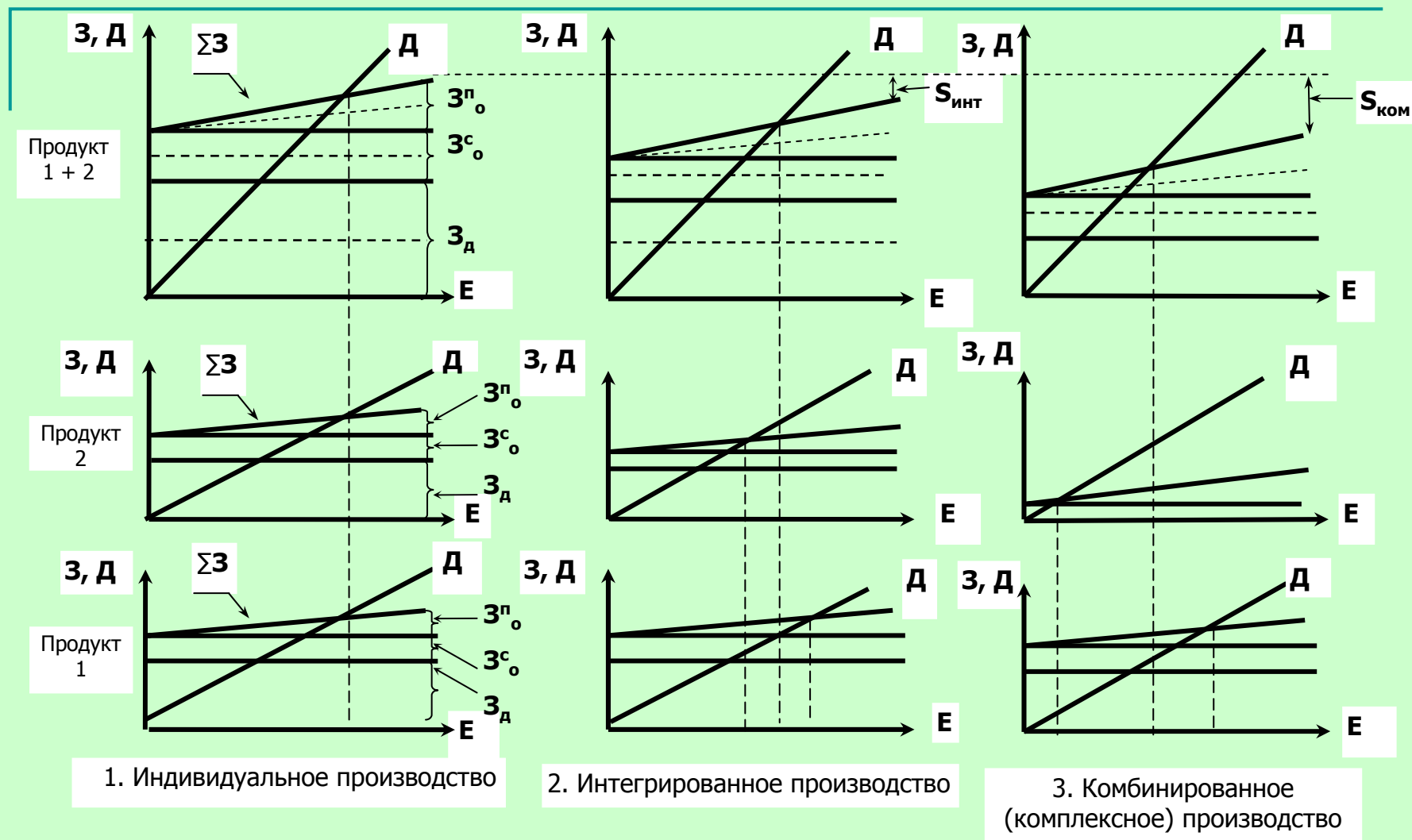
Показатели	Компоненты			Итого
	свинец	цинк	барит	
Объем добычи и переработки сырья, тыс. т	-	-	-	100
Содержание в руде, %	4,0	2,5	15,0	
Извлечение в одноименный концентрат, %	82	70	40	
Действующая оптовая цена 1 т компонента в готовой продукции, руб.	520	330	77,8	
Стоимость компонентов в готовой продукции тыс. руб., (%)	1705,6 (62)	577,5 (21)	466,8 (17)	2749,9 (100)
Затраты на производство, тыс. руб.:				
Всего, в том числе:				2115
косвенные (комплексные)				1600
прямые	140	175	200	515
Прибыль предприятия, тыс. руб.				634,9
Капиталовложения, тыс. руб.:				
Всего, в том числе:				2280
косвенные				1400
прямые	230	260	390	880
Коэффициент эффективности капиталовложений				0,278

Результаты оценки эффективности извлечения отдельных компонентов по традиционному методу (цифры условные)

Показатели	I этап оценки				II этап оценки			III этап оценки
	Извлекаемые компоненты			Итого	Извлекаемые компоненты		Итого	Извлекаемые компоненты
	свинец	цинк	барит		свинец	цинк		свинец
Затраты на производство, тыс. руб.:								
прямые	140	175	200	515	140	175	315	140
косвенные	992	336	272	1600	1195,2	404,8	1600	1600
суммарные	1132	511	472	2115	1335,2	579,8	1915	1740
Стоимость продукции, тыс. руб.	1705,6	577,5	466,8	2749,9	1705,6	577,5	2283,1	1705,6
Прибыль (+), убыток (-), тыс. руб.	+573,6	+66,5	-5,2	+634,9	+370,4	-2,3	+368,1	-34,4
Капиталовложения, тыс. руб.:								
прямые	230	260	390	880	230	260	490	230
косвенные	868	294	238	1400	1045,8	354,2	1400	1400
суммарные	1098	554	628	2280	1275,8	614,2	1890	1630
Коэффициент эффективности капиталовложений	0,522	0,12	-	0,278	0,290	-	0,195	-



Разновидности моделей производств при использовании многокомпонентного сырья



Синергетический эффект интегрированного ($S_{\text{инт}}$) и комбинированного ($S_{\text{ком}}$) производств

E – извлечение полезных компонентов, %; D – доход (выручка); Z_A – затраты на добычу сырья; Z^c_o , Z^p_o – постоянные и переменные затраты на обогащение; ΣZ – суммарные затраты на добычу и обогащение

Обоснование параметров кондиций

Минимально-промышленное содержание условного (в пересчете на основной) компонента в комплексном сырье:

$$\bar{b}_{\text{усл}} = \frac{Z_{\text{полн}}}{e_{\text{усл}} \times C_{\text{усл}} \times (1 - R)} = \frac{Z_{\text{косв}} + \sum_i (Z_{\text{п}} + P)_i}{e_{\text{усл}} \times C_{\text{усл}} \times (1 - R)}$$

Предлагаемые предельные (браковочные) содержания каждого полезного компонента в комплексном сырье:

$$\bar{b}_{i \text{ пр}} = \frac{(Z_{\text{п}} + P)_i}{e_i \times C_i \times (1 - R)}$$

где $Z_{\text{полн.}}$ - суммарные (полные) затраты на добычу и комплексную переработку (обогащение) 1 т многокомпонентного сырья;

$Z_{\text{косв.}}$ - косвенные затраты в расчете на 1 т сырья;

$(Z_{\text{п}} + P)_i$ прямые ($Z_{\text{п}}$) затраты на производство только i -го компонента и связанные с ним ресурсные платежи (P) в расчете на 1 т комплексного сырья;

$\varepsilon_{\text{усл.}}$ и ε_i - соответственно извлечение условного (основного) и i -го компонента в готовую продукцию, доли единицы;

$C_{\text{усл.}}$ и C_i - соответственно рыночная цена 1 т условного (основного) и i -го компонента в готовой продукции (концентрате);

R - коэффициент разубоживания руды при добыче, доли единицы.

Пределные (браковочные) и минимально-промышленные содержания ценных компонентов в рудах Мурманской области

Предприятие, ценный компонент	Пределное содержание		Минимально-промышленное содержание (проектное)	Среднее содержание в добытой руде
	по предлагаемой методике (прямые затраты)	по имеющейся методике (полные затраты)		
ОАО «Апатит»				
P_2O_5	2,1	9,0	9,5	13,8
Al_2O_3	3,4	10,8	22,9	14,6
ОАО «Ковдорский ГОК»				
$Fe_{общ}$	2,0	27,8	34,7	24,2
P_2O_5	1,1	6,2	13,1	7,0
ZrO_2	0,016	0,08	1,1	0,15

Оптимизация комплексного использования минерального сырья на основе ресурсной модели вида:

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T D_t \left[\sum_i \alpha_{it} \varepsilon_{it} C_{it} - (Z_{kt} + \sum_i Z_{nit}) - (K_{kt} + \sum_i K_{nit}) \pm \mathcal{E}_{st} \right] (1 + E)^{-t} \rightarrow \max$$

при ограничениях:

$$\sum_{t=0}^T D_t (\alpha_{it} \varepsilon_{it} C_{it} - Z_{nit} - K_{nit} \pm \mathcal{E}_{it}) (1 + E)^{-t} \geq 0,$$

$$0 \leq (M_{it} = D_{it} \alpha_{it} \varepsilon_{it}) \leq \gamma_i \sum_{\gamma} M_{irt},$$

$$\sum_t K_t = \sum_t (K_{kt} + \sum_i K_{nit}) \leq K_{\max}.$$

В модели использованы следующие обозначения:

D_t – годовой объем добычи многокомпонентного минерального сырья рассматриваемого (оцениваемого) месторождения в году t ;

α_{it} – содержание i -го ценного компонента в добытой руде в году t , доли единицы, ;

ε_{it} – извлечение i -го компонента из исходного сырья в готовую товарную продукцию (сквозное) в году t , доли единицы;

C_{it} – цена i -го ценного компонента в готовой продукции в году t ;

Z_{nit}, K_{nit} – прямые, соответственно, текущие и единовременные затраты, связанные с производством только i -го ценного компонента в расчете на единицу исходного сырья в году t ;

Z_{kt}, K_{kt} – косвенные, соответственно, текущие и единовременные затраты в расчете на единицу исходного сырья в году t ;

$\mathcal{E}_{it}, \mathcal{E}_{st}$ – экологическая составляющая, соответственно, связанная с производством только i -го ценного компонента и комплексным использованием сырья в целом в году t ;

E – норма дисконта;

$M_i, \sum_r M_{rit}$ – годовой объем, соответственно, производства i -го ценного компонента в готовой продукции (не может быть отрицательным) и суммарного рыночного спроса r -потребителей в году t ;

γ_i – планируемая доля предприятия на рынке i -го ценного компонента.

K_{\max} – максимально возможный объем инвестиций (лимит капиталовложений) по проекту комплексного использования сырья конкретного месторождения.