

А. В. ТЭЭДУМЯЭ

**ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СТРУКТУРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ
МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ПО СТЕПЕНИ
ИХ ИЗУЧЕННОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЯМ ОСВОЕНИЯ**

Проблемы обеспечения общественного материального производства минеральным сырьем имеют междисциплинарный характер. Для их решения требуется не только знание геологии месторождений и наличие технических и технологических возможностей добычи и переработки полезного ископаемого — не менее важен и учет экономических, географических, социальных и других факторов.

В условиях всевозрастающей занятости поверхности Земли и истощения месторождений с наиболее благоприятными возможностями разработки во всем мире наблюдается тенденция к постоянному росту затрат на производство минерального сырья [1—3, 7, 9, 14 и др.]. Причина не только в ухудшении технико-экономических условий эксплуатации месторождений, но и в необходимости во все больших масштабах осуществлять мероприятия, направленные на предотвращение, уменьшение или возмещение ущерба, который причиняется конкурирующим отраслям природопользования и природной среде. Хотя и предполагается, что можно несколько замедлить развитие этой негативной тенденции за счет повышения эффективности использования сырья и внедрения достижений научно-технического прогресса, однако все авторы уверены в том, что она носит объективный характер.

Минеральные ресурсы находятся в земной коре в определенных количествах и относятся к числу исчерпываемых, невозобновляемых природных ресурсов [14]. Восполнение ресурсного потенциала возможно лишь тогда, когда выявляются новые месторождения традиционного сырья, открываются принципиально новые типы нетрадиционного сырья, расширяется использование вторичных ресурсов и отходов производства. Изъятие из недр полезных ископаемых и их переработка непременно оказывают определенное влияние на окружающую среду, нарушая равновесие природных структур [4, 7, 14].

Нарушение природного равновесия допустимо лишь в контролируемых пределах — то есть в таких, когда после прекращения нарушения возможен обратный процесс — восстановление. Установить этот предел (назовем его пределом устойчивости), при котором изменения имеют еще обратимый характер, — сложная и ответственная задача. Нарушение равновесия природных структур в масштабах, превышающих предел устойчивости, безусловно, приводит к необратимым изменениям. Последствия в любом случае не прогнозируемы и могут иметь даже катастрофический характер.

Сложность и многогранность влияния добычи полезных ископаемых на природную среду заставляют искать решения, которые наилучшим образом устраивали бы все соприкасающиеся отрасли материального производства, а их реализация оказывала бы минимальное влияние на окружающую среду [5]. В этой связи наибольшее значение приобретает долгосрочное планирование минерально-сырьевой отрасли [3, 4, 6, 8, 12 и др.]. Ориентация стратегии освоения минерально-сырьевых ресурсов лишь на ближайшую перспективу и на достижение максимальной эффективности от использования только минеральных ресурсов уже дала негативные результаты и последствия, устранение которых (если оно вообще возможно) потребует значительных средств.

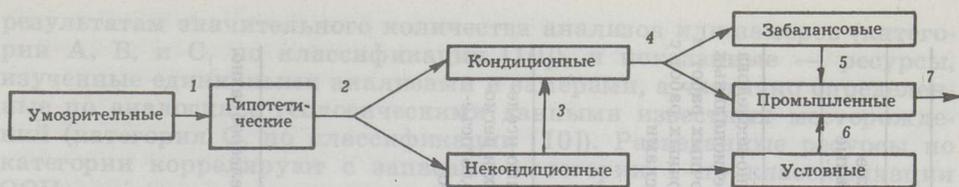
Специфической чертой всех отраслей, базирующихся на добыче и переработке минерального сырья, является долговременный характер их развития. Период времени от момента открытия месторождения до начала его промышленного освоения обычно превышает десять лет. Кроме того, даже открытым ресурсам всегда присуща некоторая неопределенность: технические, экономические, экологические и другие ограничения, которые существуют и могут появиться в будущем, способны перевести ресурсы из числа осваиваемых в неосваиваемые. Оптимальное долгосрочное планирование стратегии ресурсообеспечения предполагает наличие свободных резервов ресурсов как настоящего, так и будущего времени.

Однако между суммарными запасами, принятыми на баланс, и реальным количеством запасов, пригодных для эксплуатации, имеется существенная разница [13]. Нередки случаи, когда принятое на баланс месторождение из-за неполного учета социально-экономических, экологических и других факторов не может быть принято к освоению.

Используемая при проведении геологоразведочных работ классификация запасов [10] устанавливает принципы подсчета и государственного учета запасов (категории А, В, С₁ и С₂) твердых полезных ископаемых в недрах и условия, определяющие степень подготовленности разведанных месторождений к освоению, а также основные принципы оценки прогнозных ресурсов (Р₁, Р₂ и Р₃). Запасы категорий А, В, С₁ и С₂ практически составляют запасы сегодняшнего дня, то есть их вовлечение в эксплуатацию произойдет в ближайшие 10—15 лет.

Прогнозные ресурсы, представляющие собой объект для разработки вариантов долгосрочных планов геологоразведочных работ и размещения горнодобывающей промышленности, согласно упомянутой классификации [10], оцениваются только количественно и качественно. В то же время разведка в первую очередь должна быть направлена в те районы, освоение которых реально, что потребует оценки (классификации) прогнозных ресурсов с учетом всех аспектов (экономических, экологических, социальных и т. д.), которые могут ограничить их возможное освоение в будущем.

За рубежом наиболее распространена классификация минеральных ресурсов на основе диаграммы Мак-Кельви. В этой классификации совместно учитываются факторы экономической возможности освоения и степени геологической изученности. В 1979 г. экспертная группа Экономического и социального совета ООН предложила основные категории классификации минеральных ресурсов, которые выделены по уровню геологической изученности. В работе А. Арбатова и Г. Кузнецова [4] приведено описание этих классификаций и предложена принципиальная схема соотношения запасов минерального сырья различных категорий (рисунок). Среди слабоизученных и нерентабельных запасов конкретных категорий выделены те, которые



Принципиальная схема соотношения запасов минерального сырья различных категорий [4]: 1 — региональные геологические работы, 2 — поиск и предварительная разведка, 3 — появление новых технологий освоения, 4 — детальная разведка и экономическая оценка, 5 — изменение социально-экономических условий освоения, 6 — внедрение вторичных и третичных методов добычи, 7 — освоение месторождений и добыча

при определенных условиях могут перейти в категорию промышленных. Указаны условия, которые определяют время этого перехода.

В работе Г. Кузнецова [11] все потенциальные запасы минерального сырья подразделяются на две группы: активные — осваиваемые в настоящее время и маргинальные — освоение которых станет возможным после разработки новой технологии или изменения социально-экономических условий региона.

Необходимость структурного анализа минеральных ресурсов с выделением их категорий по перспективности освоения, то есть определения ресурсного потенциала, с полной остротой возникла в Эстонской ССР, где высокая степень занятости территории и концентрирование нескольких горно-промышленных отраслей производства в северной (в особенности в северо-восточной) части республики обусловили там неблагоприятное состояние окружающей среды и конфликтные ситуации в природопользовании. Планирование дальнейшего социально-экономического развития этого региона потребует разработки оптимальных направлений в области комплексного использования природных ресурсов на долгосрочный период.

Разработка стратегии освоения месторождений полезных ископаемых, будучи составной частью упомянутой выше оптимизационной задачи, в то же время весьма специфична. Оценка минеральных ресурсов для долгосрочного планирования (на период 30—50 лет) требует учета как имеющихся разведанных запасов, так и прогнозных ресурсов в аспекте возможностей их освоения, которые предопределяются геологическими, технико-технологическими, социально-экономическими и экологическими критериями.

В развитие рассмотренных выше классификаций в настоящей статье предлагается принципиальная структурная классификация минеральных ресурсов, базирующаяся на совместном учете степени их изученности и возможностей освоения (таблица). Она призвана обеспечить оценку ресурсного потенциала региона с учетом тех ограничений (условий), которые определяют возможность освоения каждого конкретного ресурса. При изменении или отмене ограничений изменяются позиции конкретных минеральных ресурсов в классификации. Динамичность классификации позволяет оценивать возможности освоения ресурсов во времени — в каждый рассматриваемый момент.

По степени изученности минеральные ресурсы разделены на три категории: 1) разведанные, 2) отмеченные, 3) гипотетические и умозрительные.

Разведанные ресурсы, в свою очередь, подразделяются на две группы: **измеренные** — фактически доказанные ресурсы, которые изучены по

Принципиальная структурная классификация минеральных ресурсов

Общие ресурсы (в недрах)		Степень изученности	Разведанные	Отмеченные	Гипотетические и умозрительные
Возможность освоения		Поисканные			
Активные		Измеренные	Поисканные		
Извлекаемые	Запасы ¹ настоящего времени ²	Объект геологической разведки, резерв запасов настоящего времени	Объект поисково-оценочных работ, возможный резерв запасов будущего ³	Объект научно-исследовательских и региональных геологических работ и геологических работ с общими поисками	
Неизвлекаемые	Потери в недрах при добыче	При изменении техники добычи — некоторый резерв запасов настоящего времени			
Пассивные	Экономически нерентабельные	В случае отмены ограничений переходят в запасы настоящего времени	В случае отмены ограничений — объект геологической разведки и резерв запасов рассматриваемого момента	После отмены ограничений — объект работ и возможный резерв запасов будущего	Объект научно-исследовательских и региональных геологических работ
	Экологически критические				
	Технически и технологически не осваиваемые				
	Недоступные по законодательным обстоятельствам				

¹ Здесь и далее — разведанная часть активных ресурсов, освоение которых в данный момент по всем критериям возможно и целесообразно.

² Период в 20 лет после рассматриваемого момента.

³ Период спустя 20 лет после рассматриваемого момента.

результатам значительного количества анализов или замеров (категории А, В, и С₁ по классификации [10]), и **показанные** — ресурсы, изученные единичными анализами и замерами, а частично определенные по аналогии с геологическими данными известных месторождений (категория С₂ по классификации [10]). Разведанные ресурсы по категории коррелируют с запасами категории 1 по классификации ООН.

Отмеченные ресурсы — это ресурсы, выявленные по проявлениям полезного ископаемого, а также по геофизическим и геохимическим аномалиям. К этой категории относятся ресурсы категорий Р₁ и Р₂ по классификации [10] и категории 2 по классификации ООН.

Гипотетические и умозрительные ресурсы охватывают ресурсы, возможность локализации которых предполагается на основании знаний о геологическом строении региона или по теоретической вероятности. Сюда входят и возможные ресурсы новых (нетрадиционных) видов полезных ископаемых. Ресурсы этой категории в принципе сопоставимы с ресурсами категории Р₃ по классификации [10] и категории 3 по классификации ООН.

По возможности освоения ресурсы разделены на две категории — активные и пассивные, в пределах которых выделено шесть групп.

Активные ресурсы — это ресурсы, или запасы*, в недрах, которые находятся в разработке или могут быть вовлечены в нее в рассматриваемый момент, причем имеются техника и технология отработки и переработки, свободная территория для создания горно-промышленного производства (возможность горного и земельного отводов), а также разработаны решения проблем предотвращения или возмещения ущерба природной среде и конкурирующим отраслям производства, гарантирована экономическая рентабельность производства с учетом того, что не все ресурсы (запасы) в недрах могут быть отработаны. В пределах категории активных ресурсов выделены группы извлекаемых и неизвлекаемых ресурсов. Извлекаемые ресурсы составляют ту часть общих ресурсов (запасов), которая может быть извлечена из недр доступными в данный момент способами разработки. Извлекаемые ресурсы — это потери при добыче в недрах при рассматриваемом способе разработки.

Пассивные ресурсы включают ресурсы, которые по каким-либо причинам не могут быть освоены, разработаны в рассматриваемый момент.

В соответствии с характером обстоятельств, которые ограничивают или исключают возможность разработки, выделяются следующие группы пассивных ресурсов:

— экономически нерентабельные — ресурсы, добыча и переработка которых в конечный продукт потребует затрат, превышающих допустимый в данный момент предел (с учетом затрат на возмещение ущерба природной среде и другим отраслям);

— экологически критические — ресурсы, влияние добычи или переработки которых приведет к разрушению природных или антропогенных структур, вызвав в какой-то части среды необратимые, невозместимые никакими средствами изменения;

— технически и технологически не осваиваемые — ресурсы, добыча или переработка которых в данный момент невозможна из-за отсутствия соответствующих технических и технологических решений;

* Под запасами здесь понимаются измеренные активные ресурсы, то есть та часть общих ресурсов, которая в данный момент может быть освоена без каких-либо ограничений.

— недоступные в силу законодательных ограничений — ресурсы, расположенные на территориях различных (природных, культурных и прочих) заказников и заповедников, в охранных зонах построек, сооружений и т. п.

Разделение ресурсов в соответствии с предложенной классификацией позволит оценивать действительный ресурсный потенциал конкретного региона в конкретное время, что будет содействовать оптимизации стратегических решений по развитию минерально-сырьевой отрасли. Активные ресурсы составляют поле действия в каждый конкретный момент (см. таблицу) как в плане освоения месторождений, так и в плане проведения геологоразведочных и научно-исследовательских работ. Периодический пересмотр классифицированных ресурсов в свете новых геологических данных, достижений науки и техники, экономических и социальных факторов (в результате чего позиции ресурсов в классификации могут меняться) позволит своевременно выявлять новые тенденции и соответственно корректировать стратегию развития рассматриваемой отрасли.

Нам представляется, что целесообразно в первую очередь оценить на основе предложенной в статье классификации ресурсы горючих сланцев и других видов минеральных полезных ископаемых (торф, фосфориты, стройматериалы) северо-восточной Эстонии, чтобы обеспечить разработку оптимальных сценариев для решения узловых проблем социально-экономического развития этого региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арбагов А. А. Особенности функционирования минерально-сырьевого сектора в различных типах хозяйств // Экономика и математические методы, XIX. М., 1983. № 2. С. 197—206.
2. Арбагов А. А. Комплексные проблемы обеспечения экономики минеральным сырьем: Сб. тр. Вып. 7. — М., 1984. С. 7—19.
3. Арбагов А. А. Проблемы обеспечения экономики СССР минеральным сырьем // Вопросы экономики. 1987. № 1. С. 33—42.
4. Арбагов А. А., Кузнецов Г. Н. К оценке фактора времени при классификации ресурсов минерального сырья // Достижения и перспективы. Вып. 23. Природные ресурсы и окружающая среда. М., 1981. № 8. С. 60—67.
5. Войко В. И. Многокритериальная оценка экологических последствий эксплуатации месторождений полезных ископаемых при принятии решений об освоении (на примере фосфатного сырья) // Системный подход в геологии (теоретические и прикладные аспекты): Тез. докл. 2-й Всесоюз. конф. М., 1986. С. 170—171.
6. Гольд Г. С. Оптимизация долгосрочного планирования развития минерально-сырьевых отраслей. — М., 1985.
7. Гофман К. Г. Природопользование и макроэкономические показатели развития народного хозяйства // Экономические проблемы природопользования. М., 1985. С. 3—9.
8. Данилов-Данильян В. И., Рывкин А. А. О долгосрочных аспектах экономики природопользования // Комплексные проблемы обеспечения экономики минеральным сырьем. М., 1984. С. 7—19. (Тр. ВНИИСИ).
9. Каполюц Л. Системный и функциональный анализ использования минеральных ресурсов. — М., 1985.
10. Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. — М., 1983.
11. Кузнецов Г. Н. Маргинальные ресурсы и процесс освоения новых минерально-ресурсных регионов // Комплексные проблемы обеспечения экономики минеральным сырьем. С. 103—108.

12. Новиков Э. А. Ресурсная система региона и прогнозирование научно-технического прогресса // Мат. 2-й Всесоюз. конф. «Системное моделирование социально-экономических процессов». Таллин, 1983. С. 247—248.
13. Тээдумяэ А. В. Минерально-сырьевые ресурсы Эстонской ССР для промышленности строительных материалов. — Таллин, 1987.
14. Хачатуров Т. С. Экономика природопользования. — М., 1982.

Представил А. В. Раукас

Институт геологии
Академии наук Эстонской ССР
г. Таллин

Поступила в редакцию
10.09.1987

A. V. TEEDUMÄE

PRINCIPAL STRUCTURAL CLASSIFICATION OF MINERAL RESOURCES BASED ON EXPLORABILITY AND POSSIBILITIES OF EXPLOITATION

The structural classification of estimating mineral resources is based on the extent of exploration on the one hand technical, technological, economic, ecological as well as legislative criteria on the other. According to the former mineral resources are divided into three categories: measured, estimated and inferred reserves (Table).

Measured reserves are subdivided into explored and blocked-out reserves, i. e. practically proven reserves which have been explored by numerous analyses and measurements, and prospected reserves. The latter have been investigated by single analyses and measurements, partly estimated on the basis of similarity with geological data about the known deposits.

Estimated (indicated) reserves are those which have been discovered by manifestations of mineral resources, as well as by geophysical and geochemical anomalies.

Inferred (hypothetical) reserves include reserves whose localization (occurrence) may be suggested on the basis of knowledge of the geological structure or possibility of deposition.

The other factor to be taken into account is the extent of exploitation that enables mineral resources to be classified into active and passive ones.

Active resources are such which are currently being exploited or whose exploitation may begin at any moment. They are in their turn subdivided into recoverable and unrecoverable reserves.

Passive resources are those which cannot be exploited at a given moment for one reason or other. According to the character of circumstances limiting or excluding exploitation of mineral resources four groups of passive resources can be distinguished economically nonprofitable and ecologically critical resources and those unexploited for technical and legislative limits.

The proposed classification should enable us to estimate resource potential of a given area in a given moment and to better carry out geological exploration and deposit development.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Geology
Tallinn