

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №6, Том 11 / 2019, No 6, Vol 11 <https://esj.today/issue-6-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/32ECVN619.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Анисимова А.Б. Глубокая и комплексная переработка минерального сырья: определение и экономический смысл // Вестник Евразийской науки, 2019 №6, <https://esj.today/PDF/32ECVN619.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Anisimova A.B. (2019). Deep and integrated processing of mineral raw materials: definition and economic sense. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 6(11). Available at: <https://esj.today/PDF/32ECVN619.pdf> (in Russian)

УДК 330.101.8

ГРНТИ 06.71.02; 06.71.63

Анисимова Алла Борисовна

ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе», Москва, Россия
Доцент

Кандидат экономических наук

E-mail: ug26@list.ru

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5856-6574>

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=984520

Глубокая и комплексная переработка минерального сырья: определение и экономический смысл

Аннотация. Цель работы. Основная цель работы провести текстуально-смысловой анализ понятийно-терминологического аппарата, связанного с комплексной переработкой минерального сырья. Исследовать, обобщить и дополнить имеющиеся сведения по комплексной переработке. Сформулировать универсальное определение глубокой и комплексной переработки руд месторождений полезных ископаемых. Формирование единой понятийной базы по любому направлению экономической деятельности является первоочередной задачей специалистов отрасли. Целесообразность и глубина извлечения полезных ископаемых в различные конечные продукты является первостепенным вопросом не только со стороны технологической обеспеченности данного вопроса, но и экономической обоснованности данного процесса.

Методология исследования базируется на совокупности теоретических и эмпирических методов исследования: описании, сравнении, анализе и синтезе исходного материала с итоговым обобщением полученных результатов и вынесением единого суждения.

Результатом работ является предложение определения глубокой и комплексной переработки минерального сырья, а также группировка попутных полезных ископаемых и компонентов на основе имеющихся нормативных документов. Предполагается доказать экономический смысл понятия «глубокой и комплексной переработки» и обосновать его значение в современном пополнении минерально-сырьевого потенциала страны.

Область применения результатов исследования связана с последующим формированием предложений и рекомендаций по разработке организационных, правовых, методических, технических, технологических, экономических и иных мер по управлению комплексной переработкой сырья.

Выводы. Федеральный бюджет Российской Федерации во многом зависит от эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов, особенно их экспортной

категории. Расчет потерь при переработке минерального сырья, увеличение глубины переработки и подсчет упущенных возможностей недополучения государственного бюджета необходимо осуществлять по единым требованиям нормативно-правовой базы и документов различного уровня и содержания.

Ключевые слова: переработка руд; твердые полезные ископаемые; технология обогащения; минеральное сырье; экспорт-импорт; минеральных продуктов; доходы федерального бюджета

Введение

Проблема истощения минерально-сырьевой базы и сокращения государственного финансирования на проведение геологоразведочных работ диктует новые требования к поискам и добыче полезных ископаемых, а именно принципиально меняют источники приращения минерально-сырьевой базы. Сегодня это не просто открытие и ввод в эксплуатацию новых минерально-сырьевых объектов, но экономически выгодные варианты полной отработки и самого глубокого передела получаемой продукции. При этом понимание комплексной переработки сырья расширяется в сторону совокупного восприятия экономической оценки данного процесса – от комплексной оценки всестороннего изучения до полноциклового отработки месторождения.

Методы исследования.

Впервые о комплексной переработке высказывался А.Е. Ферсман еще в 1931 году. Комплексная переработка базируется на генетических особенностях месторождений полезных ископаемых, которые всегда содержат несколько, иногда десятки ценных компонентов. При этом понятия «комплексности» и «глубины переработки» выходит за рамки геолого-технологического характера, т. к. цель функционирования предприятий минерально-сырьевой отрасли – добыча полезных ископаемых, получение товарных продуктов (разной степени их переработки) и реализация их потребителям [1].

Вопросу глубокой комплексной переработки посвящен ряд статей и монографий [2–4], при этом устоявшего общепринятого определения термина «глубокая переработка» до сих пор не принято.

В зависимости от вида сырья и производимого товарного продукта предприятия минерально-сырьевой отрасли могут включать: горное производство; горное и перерабатывающее (обогачительное); горное, обогачительное и металлургическое (химическое) производства.

В современных условиях большинство горнодобывающих предприятий входят в состав крупных горно-металлургических компаний: ГК «НОРНИКЕЛЬ» (крупнейших в мире производителей никеля и палладия – от месторождения – до готовой продукции); Уральская горно-металлургическая компания (УГМК) (основу компании составляет замкнутая технологическая цепочка по меди: от добычи сырья до производства готовой продукции на её основе); Металлоинвест (в состав компании входят ведущие горно-обогачительные предприятия России – Лебединский и Михайловский горно-обогачительные комбинаты, металлургические предприятия – Оскольский электрометаллургический комбинат и Уральская Сталь, компания по вторичной переработке металла «УралМетКом», а также активы, обеспечивающие сервисное обслуживание и поставку сырьевых материалов горнорудным и металлургическим предприятиям) и пр.

Применительно к горно-металлургическим предприятиям в целом, основная технологическая цепочка состоит чаще всего из трех звеньев, каждое из которых имеет свою номенклатуру продукции: добыча, обогащение (первичная переработка) и металлургический передел. Собственно, сама переработка ограничивается обогащением и металлургией (рис. 1 и 2).

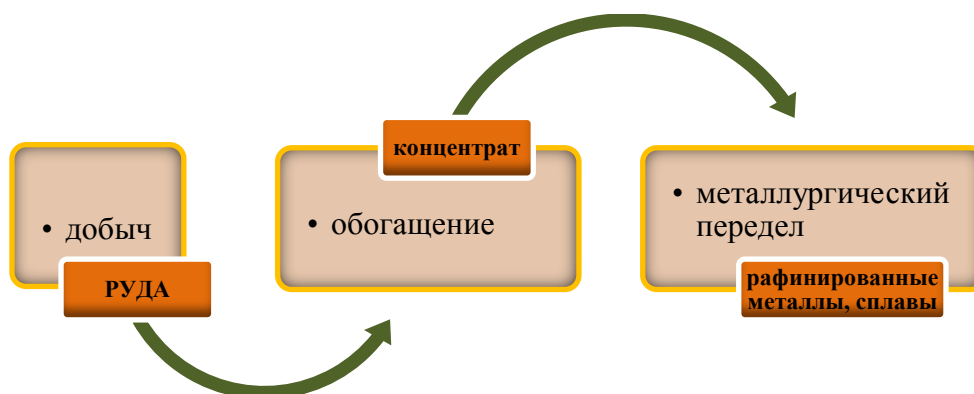


Рисунок 1. Схема технологической цепочки горно-металлургических предприятий цветной металлургии (составлено автором)

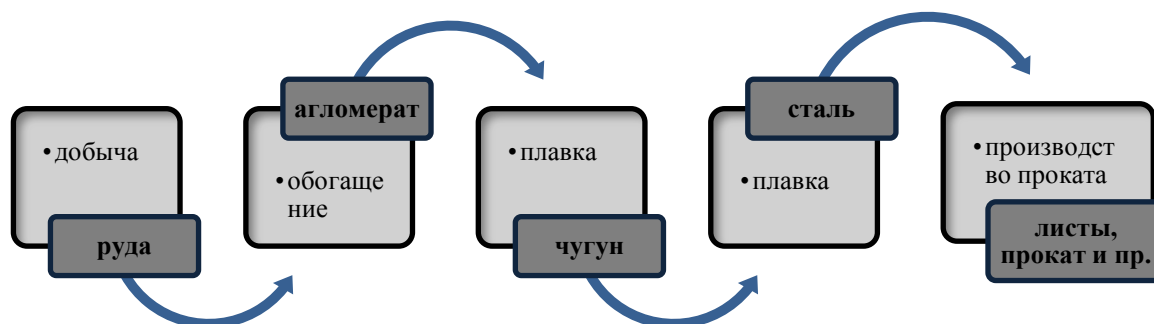


Рисунок 2. Схема технологической цепочки производства черной металлургии (составлено автором)

На каждом переходе между технологическими звеньями образуется горизонт для планирования «приращенного» экономического эффекта от успешности реализации операции, который необходимо закладывать в основные понятия комплексной переработки.

«Приращенный» экономический эффект представляет собой показатель, характеризующий дополнительное максимальное увеличение годовой экономической эффективности за счет уменьшения общей совокупности затрат, связанных с производством годового объема продукции предприятия, в результате полного использования совокупности факторов производства на предприятии. Количество эффектов пропорционально количеству звеньев технологической цепочки, то есть суммарный общий «приращенный» экономический эффект (ОПЭ) рассчитывается по формуле:

$$\text{ОПЭ} = \sum_{n=1}^N (R_n - C_n) \quad (1)$$

где N – общее количество звеньев технологической цепочки, n – порядковый номер звена технологической цепочки, R (анг. results) – результат от использования совокупности факторов производства, C (англ. coast) – допустимая величина затрат (в идеале должна стремиться к нулю).

Определение «приращенного» эффекта по предлагаемой формуле возможно для мероприятий по повышению эффективности за счет имеющихся резервов, выявление и высвобождение которых возможно на базе имеющегося ресурсного обеспечения (материально-технической базы, кадров).

Расчет «приращенного» эффекта по формуле (1) целесообразно применять для предприятий в состоянии производственного кризиса, либо в качестве дополнительного показателя для организаций в стадии реорганизации, использующих санацию производственных направлений для восстановления общей финансовой устойчивости.

Для предприятий, пытающихся повысить конкурентоспособность, выходящих на новые рынки сбыта и потребления (для собственного производства) каждое технологическое звено и даже операцию целесообразно рассматривать как направление для внедрения новых мероприятий для повышения общей эффективности. Такие предприятия делают краткосрочные денежные вливания для улучшения определенных аспектов своей деятельности. Данные мероприятия не следует относить к инвестиционным проектам, требующим отдельного обоснования или составления бизнес-плана. Это меры, требующие определенных дополнительных вложений из имеющихся резервов (при условии их переориентации с других направлений) и расчет «приращенного» эффекта для них будет складываться с учетом использования нормативного коэффициента (K), известного как «нормативный коэффициент капитальных вложений» (по отраслям хозяйства колебался от величины 0,07 до 0,25). Использование данного коэффициента версии 1992 года для обоснования инвестиций в современных условиях безусловно не корректно, т. к. коэффициент не предусматривает всех аспектов рыночной экономики. В то же время, с учетом существующей практики его расчета каждым предприятием самостоятельно и периодически, его возможно применять для укрупненного анализа экономических возможностей в рамках оперативного планирования.

$$\text{ОПЭ} = \sum_{n=1}^N (R_n - C_n * K) \quad (2)$$

С увеличением глубины переработки накопление «приращенного» эффекта будет расти. Таким образом, с чисто технологических позиций, под глубиной переработкой минерального сырья обычно принимают количество переделов, направленных на получение продукции более высокой добавленной стоимости. И с этих позиций под *минимально достаточной глубиной переработки* для горно-обогатительных предприятий подразумевается – необходимый и достаточный набор переделов обогащения, обеспечивающий получение товарных концентратов и других продуктов, используемых как сырьё для дальнейшей металлургической обработки (дроблённая руда, агломерат, промпродукты); а для горно-металлургических предприятий – необходимый и достаточный набор металлургических переделов и операций, обеспечивающих максимальное, экономически целесообразное извлечение основных и попутных компонентов в конечную продукцию (чистые металлы и сплавы и др.).

Систематизируя доводы геологов, разработчиков и обогатителей горно-обогатительных комбинатов [5; 6], в общем случае под *глубокой переработкой* понимают переработку минерального сырья с целью наиболее полного его использования на основе комплексной переработки как на стадии добычи и обогащения для получения концентратов более высокого качества и другой продукции, так и на последующих этапах переработки минерального сырья и полученных на его основе продуктов более высокого передела (монография).

Конкретизируя вышеприведенное определение для благородных и цветных металлов, под глубокой переработкой руд благородных и цветных металлов понимается – оптимальный технологический цикл обогащения добытых товарных руд, включающий полный цикл конечной продукции обогащения по основному полезному ископаемому и попутным

извлекаемым компонентам – от процесса измельчения руды до получения концентратов, металла и хвостов обогащения с соответствующим технологическим балансом распределения металлов по операциям.

Обобщая приведённые определения термина предлагается следующее универсальное определение: *Глубокая и комплексная переработка руд месторождений полезных ископаемых* – это комплекс мероприятий, включающий добычу, обогащение, металлургический и иные переделы минерального сырья, направленный на достижение наиболее высокого уровня извлечения основного и попутных компонентов полезного ископаемого с получением «приращенного» эффекта на каждом этапе технологической цепочки.

Отдельное место в определении глубокой комплексной переработки уделено понятию комплексной отработки месторождений.

Согласно «методическим рекомендациям по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов» [7] к попутным полезным ископаемым относятся горные породы, руды, рассолы, подземные воды, не имеющие самостоятельного промышленного значения, но добыча которых при разработке основного полезного ископаемого может быть экономически целесообразной. К попутным компонентам относятся заключенные в полезных ископаемых минералы, металлы и другие химические элементы и их соединения, которые, как правило, не имеют определяющего значения для промышленной оценки месторождения, но при переработке основных полезных ископаемых могут быть рентабельно извлечены и использованы.

Разделение на попутные и основные компоненты всегда условное и подвержено постоянной трансформации под влиянием конъюнктуры рынка¹.

Обозначим под основным полезным компонентом металлы и другие химические элементы, их соединения или минералы, определяющие промышленную значимость месторождения, возможность его рентабельной отработки без учета стоимости прочих (попутных) компонентов.

Выделение попутных компонентов в группы (таблица 1) осуществлено для разделения подходов к геологическому изучению и геолого-экономической оценке попутных полезных ископаемых и компонентов на всех стадиях геологоразведочных работ и в процессе освоения месторождений. Кроме того, такая градация может служить основой для разработки планирования «приращенного» экономического эффекта.

Попутные компоненты могут стать источником «приращенного» экономического эффекта при определенной степени их концентрации в продуктах обогащения, металлургического или химического передела, а также при наличии (либо экономически целесообразной разработке), технологии последующей переработки данных продуктов, которая обеспечит извлечение этих компонентов на экономически рациональной основе² [9].

¹ На Ковдорском месторождении, введенном в эксплуатацию как железорудное месторождение, сегодня основной выпуск продукции приходится на апатитовый и бадделейтовый концентраты (более 60 % товарной продукции).

² Минеральное сырье: Краткий справочник / Под ред. В.П. Орлова; Сост. А.Н. Еремеев, А.Е. Лисицын, П.Е. Остапенко. – М.: ЗАО Геоинформмарк, 1999. – 309 с.

Таблица

Группы попутных компонентов³

Наименование группы	Характеристика	Примеры ⁴
Группа I	Самостоятельные пласты, залежи или рудные тела в породах, вмещающих основные полезные ископаемые	- на марганцевых месторождениях – железные руды; - на медноколчеданных месторождениях – серный колчедан, барит-полиметаллические руды, золотосодержащие кварциты; - на полиметаллических месторождениях – серный колчедан, баритовые и флюоритовые руды; - на месторождениях бокситов – железные руды и огнеупорные глины; - на угольных месторождениях – огнеупорные глины, каолины и т. д.
Группа II	Не образующие самостоятельных залежей. Могут быть выделены в результате обогащения в самостоятельные концентраты или промпродукты	- в железных рудах – титановые, медные и ванадийсодержащие минералы, золото- и кобальтсодержащий пирит, иногда апатит, гатчеттолит, баделеит, самородное золото; - в медноколчеданных рудах – сера (пирит и другие сульфиды), минералы свинца, цинка, серебра, самородное золото, кобальтсодержащий пирит; - медно-никелевые руды – золота, минералы металлов платиновой группы (МПГ), кобальт, серебро; - в полиметаллических рудах – минералы меди, висмута, серебра, барит, флюорит и др.; - в месторождениях хрома – минералы платиновой группы; - в месторождениях марганца – самородное золото и пр.
Группа III	Различного рода примеси в минералах основных и попутных компонентов II группы (изоморфные, механические, микровключения собственных минералов и др.); органические, металлические или металлоорганические соединения в углях и углистых породах	Рассеянные элементы с весьма низкими содержаниями, широко распространены в различных твердых полезных ископаемых: - в полиметаллических рудах – золото, серебро, сурьма, кадмий, теллур, таллий, галлий, иногда германий; - медноколчеданные руды – золото, селен, кадмий, теллур, реже – таллий и индий, иногда – кобальт, висмут, галлий и германий; - тантал-ниобиевые руды – уран и торий. В свою очередь, урановые руды нередко характеризуются наличием скандия, рения, редких земель, молибдена и др.

Составлено автором

³ Таблица сформирована на основе Методических рекомендаций по комплексному изучению месторождений и подсчету запасов попутных полезных ископаемых и компонентов [Электронный ресурс] (Рекомендованы к использованию протоколом МПР России от 03.04.2007 №11-17/0044-пр, утвержденным Заместителем Министра природных ресурсов Российской Федерации А.И. Варламовым – Режим доступа: URL: <http://gkz-rf.ru/tverdye-poleznye-iskopaemye> (дата обращения 13.11.2019).

⁴ При формировании таблицы использовался Сборник руководящих материалов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых. Том 1. – М., ГКЗ СССР, 1985 г. – 576 с.

Глубокая переработка минерального сырья предусматривает увеличение извлекаемой ценности руд с максимально достижимым сортовым составом и номенклатурой товарной рентабельной продукции, полученной в процессе полного цикла обогащения, пиро-, гидро- и биометаллургического передела и минимизацией затрат на переделы.

Основным фактором решения проблемы глубокой и комплексной переработки добываемого из недр минерального сырья является уровень возможностей существующих технологических схем [10] и необходимых технических средств их реализации. Выбор технологических комплексов переработки (обогащение, металлургия) минерального сырья зависит от типов и технологических сортов руд во всем их большом разнообразии, наличием в рудах многих ценных попутных компонентов [4].

С технологической точки зрения, глубокая переработка руд металлов (расширительно – любого минерального сырья) означает максимально возможное извлечение всех ценных компонентов оптимальным сочетанием методов и аппаратных средств на данном этапе развития науки, техники и технологии. С другой, экономической точки зрения, достижение этой цели за счет увеличения количества переделов влечет за собой существенное увеличение стоимости полного технологического цикла и поэтому, в каждом конкретном случае возникает необходимость оценки экономической целесообразности получения товарных минеральных продуктов глубокой степени переработки с учетом уровня доходности (безубыточности) всего промышленного производства от применения глубокой переработки минерального сырья [7; 8].

«Приращенный» экономический эффект от глубокой переработки минерального сырья на российских предприятиях можно также дополнительно определить как разницу в цене на первичную продукцию минерально-сырьевого комплекса (руда сырая и товарная, концентраты) и минеральную продукцию высокого передела металлургических производств (первичные и рафинированные металлы и профильные изделия из них). Кроме того, сокращение потерь полезных ископаемых приобретает не только экономическое, но и общественно значимое и социальное значение, поскольку нарушение экологического равновесия за счёт скопления промышленных отходов горно-обогатительного и металлургического производства создает реальную угрозу для здоровья и благополучия населения, а также является фактором увеличения себестоимости продукции за счет исполнения нормативов и предписаний надзорных органов по безопасному ведению деятельности и мер по рекультивации в случае завершения производства.

Увеличение минерально-сырьевого потенциала в аспекте глубокой и комплексной переработки минерального сырья понимается как получение дополнительного минерального потребительского продукта в процессе добычи, первичной обработки и обогащения руд месторождений полезных ископаемых.

Результаты

Обозначая проблему отсутствия теоретической базы вопроса глубокой комплексной переработки минерального сырья, экономическая эффективность представлялась изначально как предмет исследования. По результатам работы произошло переосмысление и эффективность столь многогранного вопроса перешла фактически в разряд «объекта» исследования. А это означает, что «глубина» и «комплексность» инструменты по повышению экономической эффективности добычи и использования минерального сырья.

Первичный анализ проблемы глубокой комплексной переработки сырья показал целесообразность продолжения работ по заданному направлению в части проработки мер, обеспечивающих:

- условия глубокой и комплексной переработки минерального сырья на предприятиях минерально-сырьевого комплекса;
- повышение уровня переработки в разрезе отношений экспорт-импорт, т. е. на уровне международной деятельности и внутри страны;
- построение системы мониторинга за состоянием работ по глубокой и комплексной переработке минерального сырья.

Выводы

Глубокая и комплексная переработки сырья является сферой интересов не только геологов, технологов и инженеров-экономистов, но и специалистов по внешнеэкономической деятельности. Учитывая нарастающую значимость ресурсосбережения и сырьевую ориентированность экономики России, закрепление понятийной базы глубокой и комплексной переработки сырья на законодательном уровне является первоочередной мерой, т. к. позволит определить единые прежде всего технологические требования работы для всех предприятий, осуществляющих свою деятельность в минерально-сырьевой отрасли на территории Российской Федерации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шумилин М.В., Алискеров В.А., Денисов М.Н., Заверткин В.Л. Бизнес в ресурсодобывающих отраслях: Справочник. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001, – 268 с. – ISBN 5-8365-0080-0.
2. Кусевич В.И., Алискеров В.А., Григорьева М.В., Данильянц С.А., Заверткин В.Л. К вопросу глубокой и комплексной переработки минерального сырья // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2013 г. – №2, с. 55–59.
3. Быховский Л.З., Воропаев В.И. Комплексная оценка месторождений – основа рационального использования минерально-сырьевых ресурсов // Минеральные ресурсы России. 2004 г. – №2, с. 16–20.
4. Кусевич В.И., Данильянц С.А., Анисимова А.Б. Глубокая и комплексная переработка минерального сырья / Монография. В. Кусевич, С. Данильянц, А. Анисимова – Издательство: LAP Lambert Academic Publishing, 2014, 124 с. – ISBN: 978-3-659-51749-5.
5. Hayato Sato, Hiroshi Nakazawa, Yasuo Kudo. Effect of silver chloride on the bioleaching of chalcopyrite concentrate // Int. J. Miner. Process. – 2000. – 59, № 1. – P. 17–24.
6. Perek K.T., Arslan F. Effect of mechanical activation on pressure leaching of Küre massive rich copper ore // 9 International Mineral Processing Symposium, Cappadocia, 18–20 Sept., 2002: Extended Abstract. – Ankara, 2002. – P. 188–189.
7. Башлыкова Т.В. Технологический ресурс устойчивого развития минерально-сырьевой базы страны // Рациональное природопользование: Материалы Международного Форума, Москва, 6–8 сент. 2005. – М.: ЗАО «ПИК «МАКСИМА», 2005. – С. 232–234.
8. Бочаров В.А., Манцевич М.И., Седельникова Г.В. Комбинированные технологии комплексной переработки минерального сырья // Современные проблемы комплексной переработки природного и техногенного минерального сырья «Плаксинские чтения»: Материалы Международного совещания. Санкт-Петербург, 05–09 сент. 2005. – СПб.: Роза мира, 2005. – С. 31–35.
9. Сечевица А.М. Геолого-промышленная оценка попутных полезных ископаемых в комплексных рудных месторождениях. М.: Недра, 1989, 126 с.
10. Седельникова Г.В., Рогожин А.А., Лыгина Т.З., Левченко Е.Н. Современные технологии переработки минерального сырья, обеспечивающие полноту и комплексность освоения месторождений ТПИ // Разведка и охрана недр. 2013 г. – №4, с. 62–67.

Anisimova Alla Borisovna

Russian state geological prospecting university n.a. Sergo Ordzhonikidze, Moscow, Russia
E-mail: ug26@list.ru

Deep and integrated processing of mineral raw materials: definition and economic sense

Abstract. Objective. The main goal of the work is to conduct a textual and semantic analysis of the conceptual and terminological apparatus associated with the complex processing of mineral raw materials. Investigate, summarize and supplement the available information on integrated processing. To formulate a universal definition of deep and complex processing of ores of mineral deposits. The formation of a single conceptual framework for any area of economic activity is a priority for industry experts. The feasibility and depth of the extraction of minerals into various final products is a paramount issue not only from the technological support of this issue, but also from the economic feasibility of this process.

The research methodology is based on a combination of theoretical and empirical research methods: description, comparison, analysis and synthesis of the source material with a final generalization of the results and a single judgment.

The result of the work is a proposal to determine the deep and complex processing of mineral raw materials, as well as a group of associated minerals and components based on existing regulatory documents. It is supposed to prove the economic meaning of the concept of “deep and integrated processing” and justify its importance in the modern replenishment of the country's mineral and raw material potential.

The scope of the research results is associated with the subsequent formation of proposals and recommendations for the development of organizational, legal, methodological, technical, technological, economic and other measures for managing integrated processing of raw materials.

Conclusions. The federal budget of the Russian Federation largely depends on the efficient use of mineral resources, especially their export category. Calculation of losses during the processing of mineral raw materials, increasing the depth of processing and calculating the missed opportunities for shortfalls in the state budget must be carried out according to the uniform requirements of the regulatory framework and documents of various levels and contents.

Keywords: ore processing; solid minerals; enrichment technology; mineral raw materials; export-import; mineral products; federal budget revenues