

УДК 662.013.3

DOI: 10.52531/1682-1696-2025-25-1-118-126

Научная статья

EDN: OURXRH

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ, ФОРМИРУЮЩИХ НЕИСЧЕРПАЕМУЮ СЫРЬЕВУЮ БАЗУ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОГО «СОЗИДАТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР»

М.Ж. БИТИМБАЕВ¹,
М.С. КУНАЕВ²

¹ НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН,
Г. АЛМАТЫ, РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

² «CASPIAN SERVICES INC» Г. АЛМАТЫ,
РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

Научное и статистическое подтверждение практической вероятности истощения запасов металлов в континентальной земной коре до глубины 5 км требует, исходя из безальтернативности существования человечества без металлов, создания управляемого формата ресурсовоспроизводящего и ресурсосберегающего «созидательного освоения недр» с одновременным сохранением качественной природной среды. В связи с этим определены источники производства металлов во всем их многообразии, неисчерпаемые в историческом масштабе времени. Решение основано на базе использования неизвестных и неуставленных ранее свойств совокупного взаимодействия геологической среды и техногенных систем, создаваемых и используемых в этой среде и вне нее.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сырьевая база металлов, источники производства, геологическая среда, техногенные системы, воссоздание георесурсов, созидательное освоение недр, циркулярное восстановление металлов вне недр

Original article

**NATURAL AND MAN-MADE SOURCES
OF METAL PRODUCTION, FORMING
AN INEXHAUSTIBLE RAW MATERIAL
BASE FOR CONTROLLED «CREATIVE
DEVELOPMENT OF SUBSOIL»**

M.ZH. BITIMBAYEV¹, M.C. KUNAYEV²

¹NATIONAL ENGINEERING ACADEMY OF
THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN, ALMATY,
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

²«CASPIAN SERVICES INC.», ALMATY,
REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Scientific and statistical confirmation of the practical probability of the exhaustion of metal reserves in the continental crust to a depth of 5 km requires, based on the lack of alternative to the existence of mankind without metals, the creation of a controlled format of resource-reproducing and resource-saving creative development of the subsoil with the simultaneous preservation of a high-quality natural environment. In this regard, sources of metal production in all their diversity, inexhaustible on a historical time scale, have been identified. The solution is based on the use of previously unknown and unidentified properties of the combined interaction of the geological environment and man-made systems created and used in this environment and outside it.

KEY WORDS: raw material base of metals, production sources, geological environment, man-made systems, recreation of georesources, creative development of subsoil, circular recovery of metals outside the subsoil

ВВЕДЕНИЕ

Стратегия устойчивого социального развития для мировой цивилизации в целом и для каждой отдельно

взятой страны строится на фундаменте освоения недр Земли как источника минерального сырья, которое, в свою очередь, состоит из металлов, химических удобрений, топливно-энергетических ресурсов и продуктов недр для повседневных нужд (строительные материалы). Прямая зависимость между состоянием благополучия и обеспеченностью минеральным сы-

© М.Ж. Битимбаев, М.С. Кунаев
Поступила в редакцию 03.02.2025

рьем, переработанным в готовый товарный продукт, является необсуждаемой аксиомой, поэтому тревожный сигнал о практической возможности исчерпания запасов металлов в континентальной земной коре до глубины 5 км должен быть воспринят как один из наиболее опасных ожиданий, могущих реально стать шлагбаумом на пути человечества к созданию своим трудом уверенного благосостояния.

Одновременно человечество должно устранить причины ускоряющегося, зачастую невосстанавливаемого разрушения сложившегося природного равновесия в недрах и вокруг них, сопровождающего производственные процессы по добыче и переработке руды.

Общезвестны следующие факты:

1. Фундаментом развития мировой экономики были и остаются природные ресурсы, в т.ч. в первую очередь металлы.
2. Часть континентальной земной коры, занимающая 25–30% общей ее площади как наиболее экономически выгодный и безопасный источник производства металлов до глубины антропогенно-технических возможностей человека в 5 км, исчерпает свои возможности через 30–150 лет в зависимости от вида металла.
3. В практике освоения недр рудные месторождения отрабатываются в 5–10 тысяч раз быстрее, чем они могут быть воссозданы в недрах действующими геохимическими закономерностями рудообразования.
4. Безвозвратно теряются металлы при добыче и переработке, разрушается природная экосистема самого массива недр и окружающей его биосферы, которая в результате действий человека эволюционирует в ноосферу с ухудшающимися условиями существования цивилизации.
5. Потребность в металлах непрерывно растет в геометрической прогрессии по отношению к росту населения (рис. 1).

В 1972 г. исследователи из Массачусетского технологического института во главе с профессором Джерри Фостером разработали статистическую модель, показывающую, что погоня за экономическим ростом без учета экологических и социальных издержек к 2040 г. приведет к краху общества.

В 2021 г. компания KPMG (аудитор Гайя Херрингтон) проверила актуальность этих выводов сегодня. Исследование опубликовано в журнале «Yale Journal of Industrial Ecology» с выводом, что «человечество продолжает идти по пути, способном привести к нехватке ресурсов, и что необходимы срочные изменения, которые уже будут нелегкими и создадут проблемы переходного периода, решения которых определяют судьбу человеческой цивилизации на долгие годы».

Проблема была обозначена, но конкретно ничего не предложено, поэтому предлагаемый и разрабаты-

ваемый принцип «созидательного освоения недр» соответствует запросам действительности достоверно и конкретно и в идее, и в сущности, и в путях реализации.

Обстановка со складывающейся ситуацией с природным рудообразованием по времени и возможных источников производства металлов в данном контексте рассмотрена в работах выдающихся советских геологов В.И. Смирнова, Л.Н. Овчинникова, А.А. Саукова и подтверждена принятием Всемирной Концепции «Устойчивого развития» (Sustainability Development) в 1987 г. Международной комиссией по окружающей среде ООН. В статье на основании обозначенных направлений рассмотрены способы решения.

Использование части поля концентрации химических элементов, называемого «первичным геохимическим ореолом», привело к увеличению в несколько раз запасов золота и меди с переходом от подземного на открытый способ разработки (со снижением среднего содержания металлов в руде) в Казахстане на месторождениях Бакырчик и Большевик в Восточно-Казахстанской, Аксу и Бестобе в Акмолинской, Юбилейное в Актюбинской, Мынарал-Ргайтинской зоны и рудного поля Каратас-Майбулак в Жамбылской областях.

График на рис. 1 построен на основании выводов ООН о стабилизации роста народонаселения на уровне 11 млрд человек (уровень 8 млрд достигнут в 2023 г.) и уровня потребления металлов с увеличением в 7 раз к 2020 г. к 2100 г.

Изложенные факты требуют своего решения, поэтому нами была поставлена цель создания новой, неисчерпаемой в историческом масштабе времени, оцениваемой в несколько тысяч лет (в зависимости от развития цивилизации на Земле и устоявшегося ко-

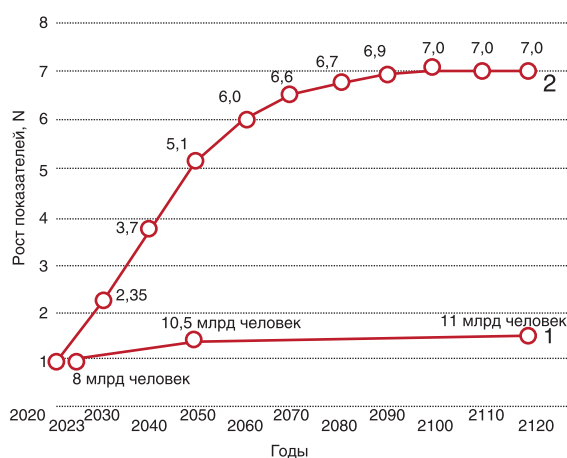


Рис. 1.

Динамика роста народонаселения Земли и производства металлов. 1 – рост численности населения; 2 – рост производства металлов из всех источников

личества ежегодного потребного металла), сырьевой базы и определения источников производства металлов во всем их многообразии.

Многообразие источников, в свою очередь, должно определяться не только геологической средой, в которой находится определенное количество каждого металла, зависящее от установленных человеком условий их определения, но и, что наиболее важно, максимально возможным позитивным техногенным воздействием по полному использованию ресурсов геологической среды, которое является многовариантным предметом научно-практических исследовательских работ.

Проведенная аналитическая работа определила источники создания достаточной сырьевой базы, используя неизвестные и неуставленные ранее свойства совокупного взаимодействия среды и техногенных систем, создаваемых и используемых в этой среде и вне нее.

Мы живем в эпоху развития общества, когда в развитии биосферы разумная деятельность человека становится определяющим фактором глобального развития. Это эпоха развития, названная В.И. Вернадским «ноосферой» и трактуемая им как результат человеческой деятельности по превращению «биосферы XX столетия в ноосферу, создается прежде всего развитием науки, научного понимания и основанного на ней социального труда человека». Главным выводом, определяющим как коренное отличие от действовавших до последней четверти XX века принципов освоения недр, так и сопровождаемых ими все более увеличенных масштабов добычи минерального сырья, является осознание необходимости осваивать недра технологиями воспроизводящего и сберегающего формата с обязательным управляемым техногенными системами сохранением и самовосстановлением пространства оруденения.

Комплекс необходимых в соответствии с применяемыми техногенными системами горных работ и минералургии должен быть технологически исполнимым и обеспечивающим сохранение природной среды во всем его материальном многообразии (флора и фауна, атмосфера, водные потоки подземные и поверхностные, рельеф местности и плодородный слой почвы, биосфера от микроорганизмов до человека).

Трансформация содержания и сущности горных наук из системы знаний об освоении недр в систему, обязывающую сохранять недра в управляемом режиме взаимодействия геологической среды и техногенных систем воздействия на нее, стала возможной в позитивном ключе вследствие системного анализа роли и места минерально-сырьевого комплекса в непрерывном развитии человеческой цивилизации и создания научно обоснованного баланса запасов металлов, которые возможно использовать в сберегающем и воспроизводящем режиме из недр и вне недр.

М.Ж. БИТИМБАЕВ, М.С. КУНАЕВ
ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ
ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ, ФОРМИРУЮЩИХ
НЕИСЧЕРПАЕМУЮ СЫРЬЕВУЮ БАЗУ
ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОГО «СОЗИДАТЕЛЬНОГО
ОСВОЕНИЯ НЕДР»

СОДЕРЖАНИЕ ФОРМАТА «СОЗИДАТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ НЕДР»

Месторождения полезных ископаемых формировались на разных условиях от поверхности Земли, что определяло исключительное разнообразие геологических и физико-химических условий их образования. Но все они образовывались на участках земной коры, в которых в результате тех или иных геологических процессов произошло накопление минерального вещества, пригодного для промышленного использования.

Значительные изменения в формировании понятия «месторождение полезного ископаемого» и в определении сущности освоения недр произошли из-за ухудшения всех составляющих окружающей человечество среды обитания, вызванных упущениями в создании единой системы позитивного взаимодействия геологической среды с техногенным воздействием на нее.

Такие природные классификаторы стандартной качественной окружающей среды, как жизнеобеспечивающее качество атмосферы, водный баланс, создаваемый поверхностными и подземными потоками, осадками и таянием ледников, сохранность неповторимой флоры и фауны, природного рельефа поверхности и почвенных возможностей, не должны терять свое естественное состояние по воле человека, т.е. искусственного техногенного вмешательства.

Но практически весь антропогенный материальный мир построен и функционирует за счет результатов прямого или косвенного разрушения определенных участков литосферы и последующего использования полученной при этом руды, которое дает исходные материалы и энергетическую основу производству 70% всей номенклатуры конечной продукции для существования и развития человеческого общества. Очистное пространство и подземные полости – горные выработки, объемы карьерных полей, хвостохранилищ и отвалов пустых пород и забалансовых руд, являясь последствием полезной казалось бы деятельности по производству металлов, одновременно становятся проблемами, усугубляющими будущее развитие.

Исходя из этой реальности, освоение недр и одновременно сохранение окружающей среды обитания должны решаться совместно на основе создания новой объективности, представляющей совокупное применение специфических естественных геологических закономерностей рудообразования и ранее неуставленных свойств техногенных систем, создаваемых для добычи и переработки руды.

Начатое с середины прошлого века переосмысление идеологии горных наук, отцами-основателями которого являются академик Академии наук СССР Н.В. Мельников, В.В. Ржевский, М.И. Агошков, академик Академии наук Казахской ССР О.А. Байконуров и ныне академик РАН К.Н. Трубецкой, транс-

формируется ныне в новую стадию совокупности научных идей и теорий, которая исходит из принципа совместного обеспечения полноты освоения и одновременного сохранения недр.

Воссоздание ресурсов недр рассмотрено в принципиальном плане в книге "Горные науки. Освоение и сохранение недр земли" под редакцией академика. Трубецкого К.Н. [8]. Этой составляющей нового создаваемого принципа «созидательное освоение недр» связываются понятия «ресурсовоспроизводящие» и «ресурсосберегающие» технологии и «ресурсовоспроизводящие» и «ресурсосберегающие» функции горного производства.

Если «ресурсосбережение» как понятие может быть соотнесено с прежней парадигмой понятия «комплексное освоение недр», то «ресурсовоспроизводство» представляет собой новый специфический техногенный тип обмена веществ с природой. Такой тип производства создает новые виды ресурсов или переводит потенциальные ресурсы в недрах и вне недр в реальные, то есть увеличивает ресурсы в недрах, учитываемые в традиционном месторождении, что теоретически может привести к состоянию производства металлов, когда потребности в них будут удовлетворяться, а ресурсы в недрах при этом могут увеличиваться. В таком содержании «ресурсовоспроизводство» как технология и функция производства характеризуется философским «принципом соответствия», когда смена одной естественнонаучной теории в отношении к освоению недр другой не обнаруживает различия и противоречия, но способствует преемственности между ними, которая может быть выражена математически и объяснена внутренним единством качественно различных уровней материи [15].

«Созидательное освоение недр» развивается на фундаменте освоения недр, сохраняющем качество природной среды, которая взаимодействует с техногенными процессами воздействия на нее, соблюдая как обязательные постулаты декарбонизацию и применение (с возможным созданием собственного производства) возобновляемых источников энергии.

Таковым должен быть сегодняшний облик горного производства, включающего добычу и минералургию, так как переработке полезных ископаемых и соответственно обогащению передель в создаваемой идеологии горных наук отводится особая роль. Поэтому управление отходами предполагает придание им необходимого качества по многим параметрам: объемным, вещественным, механическим, физико-химическим, санитарно-гигиеническим, экологическим и другим – в зависимости от технологии освоения и сохранения недр.

Из этого следует, что стадия переработки и соответственно обогащения цикл горных наук ответственны за решение двух взаимосвязанных проблем: получение товарных продуктов для удовлет-

ворения общественного спроса на них, с одной стороны, и производство новых ресурсов в указанном смысле – с другой.

Предлагаемый принцип «созидательного освоения недр» обоснован как научное понятие, обобщающее существенные признаки познания законов природы, которые качественно воздействуют на поиск и определение способов производства, основанных на техногенных системах [4]. Взаимодействие геологической среды и техногенных систем принимается нами как часть понятия «созидательного освоения недр». Вторая часть этого понятия определяется техногенным процессом закономерного перехода используемого в производстве металлического продукта в первоначальное состояние металла, из которого готовится новый продукт без использования первичных георесурсов недр.

МЕТОДЫ И МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОЗДАНИЯ НЕИСЧЕРПАЕМОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОВ.

Достижение целей, определяющих сущность «созидательного освоения недр», составляющих основу неисчерпаемой в историческом масштабе времени сырьевой базы для производства металлов, берет свое начало из анализа и научного познания закономерностей рудообразования в недрах, физико-технических и физико-химических техногенных систем освоения недр и техногенной организации управляемого полного возвратного цикла использования однажды произведенного металла.

Анализ накопленного опыта и современной практической деятельности горнообогатительных предприятий, проводимых научных исследований, изучение и познание источников для производства металлов, причин и закономерностей их накопления в этих источниках, возможностей извлечения металлов из них, жизненного цикла использования однажды произведенного металла определил направления, которые полностью охватывают местонахождение объемов металлов, формы их накопления и возможности создания управляемого режима ресурсосохранения и ресурсовоспроизводства с сохранением качественной природной среды, являющегося сутью нового научного понятия «созидательного освоения недр».

Перечень источников производства металлов, которые могут в настоящее время использоваться в практической деятельности горнорудных предприятий с применением технологических схем и конструкций систем разработки на подземных горных работах в комбинации с открытым способом и без него:

1) Традиционный, обнаруженный и разведанный с утвержденными балансовыми и забалансовыми запасами, определенными принятыми бортовым содержанием и минимальным промышленным содержанием,

разрабатываемый с применением общепринятых способов нисходящего развития и системы разработки.

2) Обеспечение разработки каждого конкретного месторождения с полным циклом текущего освоения недр.

Такой вариант разработан в ИПКОН РАН [10] под названием «полный цикл текущего освоения недр», который может быть применен и для месторождений, ранее отработанных с выемкой первичных георесурсов по традиционной схеме (рис. 2).

3) Вовлечение в производство месторождений нового типа, формируемых на базе существующих в природе геохимических закономерностей, неучитываемых сегодня в балансе возможностей из-за отсутствия их учета как запасов, так как качественные характеристики относят их к окружению традиционных рудных тел, называемых «ореолами» и «барьерами» и являющихся только индикаторами поиска традиционных месторождений [2].

4) Создание и практическое использование новых, неизвестных ранее физико-технических и физико-химических, в том числе комбинированных, геотехнологий и способов минералургии, использующих ранее неуставленные свойства и явления геологической среды для максимально полного освоения первичных георесурсов недр с сохранением качественной окружающей среды и пространства оруденения [5, 6].

Применение их обосновано работоспособностью и управляемостью, экономической эффективностью, безопасностью и технологической исполнимостью подземных конструкций, способами развития очистной выемки, форматом деятельности в условиях декарбонизации и использования возможностей собственных возобновляемых источников энергии. Такие технологии представляют полное, исключаящее потери металла(ов), одностадийное освоение

первичных георесурсов без образования вторичных в период освоения недр применением ФТГТ и ФХГТ, в том числе комбинированных и в формате единого объединенного производственного процесса с минералургией [9, 13, 18].

5) Вовлечение в производство продуктивных скоплений металлов техногенной миграции, образующихся в результате воздействия тех же законов рудообразования на основе кларков, сопровождаемых дифференциацией, миграцией, рассеянием и концентрацией, которые действуют при природных геологических процессах («городские месторождения полезных ископаемых») [11].

6) Полное освоение недр на принципах ресурсовоспроизводства и ресурсосбережения, впервые высказанных и обоснованных в ИПКОН РАН [12], созданием циркулярной экономики производства металлов. Реализация такого производства позволяет вторичные георесурсы, образующиеся при использовании однажды произведенного металла, экономически эффективно многократно (теоретически бесконечно) возвращать в производство [3].

Этот источник при его реализации может позволить, во-первых, создать воспроизводящее производство металлов, при реализации которого производство будет гораздо больше, чем объем использования георесурсов недр. Во-вторых, как следствие этого феномена, уменьшатся доплаты на строительство новых предприятий и эксплуатацию новых и действующих месторождений. Результатом применения предлагаемого перечня источников производства металлов явится снижение цены готовой металлической продукции на мировом рынке.

Создание циркулярной экономики в производстве металлов в развитии своего восстановительно-циклического характера, несмотря на кажущуюся максимальную полезность и ценность практической реализации, при внимательном изучении оказывается достаточно проблемным в качестве источника производства металлов. Такая принципиальная оценка стала результатом поиска формата созидательного взаимодействия циркулярной экономики в новых возникающих горнодобывающих границах на основе ранее неуставленных свойств и явлений. Она становится понятной как следствие обязательного действия всеобщего закона «единства и борьбы противоположностей». Но в то же время этот закон в своем познании учит, что никакую ступень развития, никакое достижение, в том числе научно-технологическое, нельзя рассматривать как окончательное, и ориентирует как бесконечное творчество. Такой образ мыслей в данном случае позволяет создать абсолютно полезное взаимодействие техногенных процессов освоения недр и восстановительно-циклического характера экономики производства и потребления металлов [15].

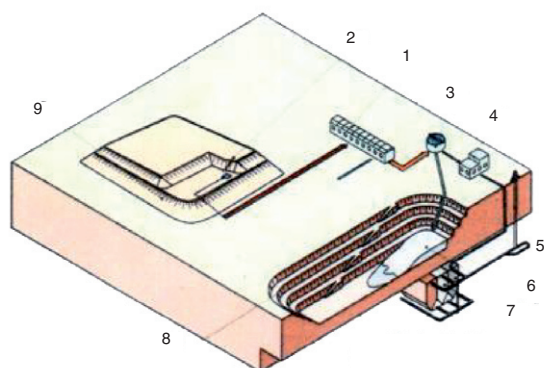


РИС. 2.

Горнотехническая система комбинированной геотехнологии с полным циклом комплексного освоения месторождений: 1 – обогатительная фабрика, 2 – гидромонитор, 3 – сгуститель, 4 – закладочный комплекс, 5 – подземные вскрывающие выработки, 6 – складирование отходов в карьере, 7 – закладочный массив, 8 – карьер, 9 – гидромониторная разработка старогодного хвостохранилища [10]

Обязательной составной частью освоения недр в свете современных требований к взаимодействию массива недр и технологического вмешательства в его равновесное состояние являются ресурсовоспроизводящий и ресурсосберегающий характер этих действий в содружестве с сохранением качественной природной среды. Ценность и значимость разработанных и предлагаемых источников производства металлов заключаются в создании возможности практического преобразования объективного материального мира в виде недр Земли в пределах континентальной земной коры в неисчерпаемый источник ресурсов металлов в историческом отрезке времени.

Отдельно от изложенной практически возможной системы источников на основе объективных законов действительности метод анализа существующего материального мира позволяет предложить новые источники производства металлов.

Методологическое содержание дополнительного перечня связано с критическим пересмотром существующих понятий, связанных с процессами рудообразования, на основе системного подхода к изучению действующих в недрах Земли в области земной коры геохимических закономерностей, состава и строения океанического дна, прибрежного шельфа и донной части вулканов.

Системное изучение и анализ создают отчасти общеизвестную и в дополнение новую парадигму выбора источников производства металлов:

- 1) необходимость отдельно развивать технологии освоения россыпей, в т.ч. шельфовых и континентальных;
- 2) проведение научно-исследовательских работ на уровне опытно-промышленных испытаний по определению существования скоплений металлов (если они существуют, то наверняка в виде горячих расплавов) в геофлюидах вулканогенных потоков.

В настоящее время более 40 исследовательских институтов из 11 стран планируют организовать бурение 4,5-километровую скважину чуть выше магматического очага вулкана Монтсеррат в Карибском море. Если скважина будет пробурена и обсажена материалом, выдерживающим температурные условия в очаге расплава, можно организовать получение металлов, в т.ч. критических, в качестве, сопоставимом с объемом мирового производства. Извлекая геофлюиды из-под спящих вулканов, можно одновременно получать металлы в растворах использовать геотермальную энергию;

- 3) создание технологий освоения океанической земной коры и железо-марганцевых конкреций на океаническом дне. На эту тему имеются интересные доклады геологических служб Китая, Южной Кореи и Норвегии, которые были представлены на 37-ом Всемирном Геологическом Конгрессе в августе 2024 г. в г. Бусан;

- 4) и, наконец, нами рассматривается научная идея теоретических аспектов возможности создания техногенных способов ускорения управляемым воздействием на природные геохимические закономерности процессов рудообразования.

Учитывая длительные сроки рудообразования, речь может идти о 10000–1000000-кратном ускорении, которое может быть распределено на несколько этапов.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) Выполнен анализ и определена принципиальная схема природно-техногенных систем «созидательно-го освоения недр», действующего в формате управляемого ресурсосберегающего и ресурсовоспроизводящего режима, построенного на основе сохранения качественной природной среды (рис. 3).

2) «Созидательное освоение недр» как новая сущность обратного воздействия техногенных систем на объективный материальный мир геологической среды создает такой режим деятельности, обеспечивая из определенных источников производства металлов запросы цивилизации неисчерпаемой сырьевой базой в историческом масштабе времени.

3) Созданные новые техногенные системы «созидательно-го освоения недр» позволяют обеспечивать потребности человечества экономически эффективно, безопасно, технологически исполнимо, действуя в условиях декарбонизированной атмосферы и использования собственных возобновляемых источников энергии [1, 7].

4) Предложено работоспособное технологическое решение организации в формате государственно-частного партнерства теоретически бесконечного возвратного цикла производства металлов, являющегося основой новой экономической системы и бизнес-стратегии, называемой циркулярной экономикой [12, 17, 19, 20, 21].

5) Циркулярная экономика, основанная на возврате однажды произведенного металла в первоначальное состояние товарного продукта после амортизации, аварийного износа или поломки, технологической непригодности, создает условия обеспечения потребностей человечества в глобальном масштабе и/или отдельно взятой страны в металлах с уменьшением освоения первичных георесурсов из недр или даже периодическим отказом от эксплуатации недр.

Таким образом, поставленная цель формирования неисчерпаемой в историческом масштабе времени сырьевой базы металлов решается в управляемом режиме, одновременно устраняя в позитивном ключе все накопившиеся проблемы с охраной окружающей среды, сохраняя эксплуатируемую природную среду.

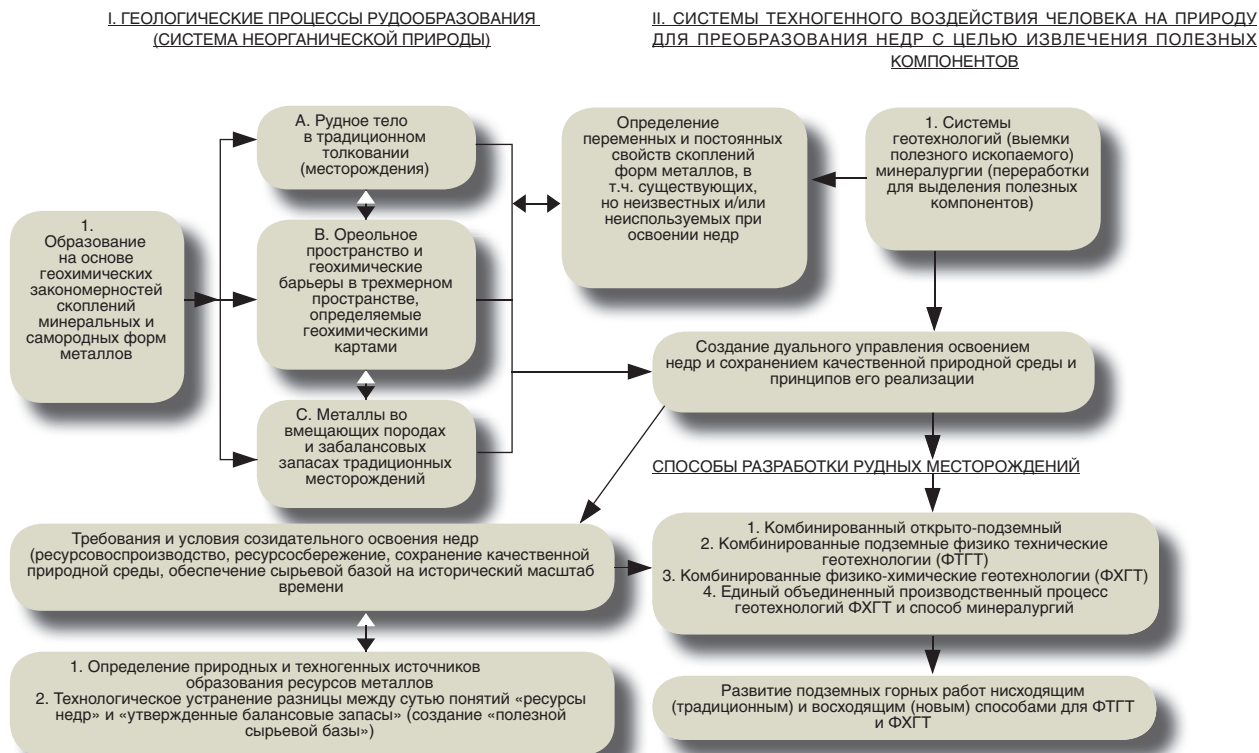


РИС. 3.

Принципиальная схема природно-техногенного созидательного освоения недр

Практическая реализация технологических схем жизнеспособности каждого источника производства металлов будет ускорена и безошибочна в результате использования цифрового кодирования и роботизации, основанных на базовом искусственном интеллекте.

ЛИТЕРАТУРА

1. АРЕНС В.Ж., ИСМАГИЛОВ Б.В., ШПАК Д.Н. Скважинная гидродобыча твердых полезных ископаемых. М.: Недра, 1980.
2. БИТИМБАЕВ М.Ж., КУНАЕВ М.С. Научное открытие «Свойство ореольного рудного пространства формировать самостоятельные рудные месторождения». Диплом №538 на научное открытие. М. 2023.
3. БИТИМБАЕВ М.Ж., КУНАЕВ М.С., ДЖУМАБАЕВ Е.И. Созидательное освоение недр природно-техногенными системами в замкнутом цикле на основе циркулярной экономики // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения недр. Под редакцией ак. РАН К.Н. Трубецкого. М.: ИПКОН РАН, 2024. С. 327–332.
4. БИТИМБАЕВ М.Ж., КУНАЕВ М.С., КОНАКБАЕВ А.С. Геологическое и техногенное обеспечение совокупного освоения и сохранения недр при разработке рудных месторождений. Доклад на 37-ом Всемирном Геологическом Конгрессе. Бусан, Республика Корея: 28 августа 2024. 18 с.
5. БИТИМБАЕВ М.Ж., КУНАЕВ М.С., ЮСУПОВ Х.А., АЛИШЕВА Ж.Н. Созидательная роль геохимических закономерностей в воспроизводстве ресурсов металлов на основе неиспользуемых уровней // Геология и охрана недр. Алматы: Каз. ГЕО. 2023. №1. С. 95–104.
6. БИТИМБАЕВ М.Ж., КУНАЕВ М.С., ЮСУПОВ Х.А., ДЖУМАБАЕВ Е.И. Физико-химическая геотехнология полного ресурсовоспроизводящего и ресурсосберегающего освоения недр подземным восходящим развитием горных работ / Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения недр. Под редакцией ак. РАН К.Н. Трубецкого. М.: ИПКОН РАН, 2024. С. 182–186.
7. Гидродинамические и физико-химические основы горных пород. Под ред. Н.П. Веригина. М.: Недра, 1992.
8. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. Под редакцией академика РАН К.И. Трубецкого. М.: Изд-во Академии горных наук. 1997. 478 с.
9. КАЛИЦУН В.И., ДРОЗДОВ Е.В. Основы гидравлики и аэродинамики. М.: Стройиздат, 1980. 247 с.
10. КАПЛУНОВ Д.Р., РЫЛЬНИКОВА М.В. Принципы проектирования и реализации горно-технических систем с полным циклом освоения рудных месторождений // Проблемы проектирования техноло-

- гии подземной и комбинированной разработки рудных месторождений. М.: ГИАБ. 2013. №5. С. 3–11.
11. Овчинников А.Н. Прикладная геохимия. М.: Недра. 1990. 248 с.
 12. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Ветрова М.А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. 2017. Т. 33, В. 2. С. 244–268.
 13. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. Изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Недра, 1978. 390 с.
 14. Трубецкой К.Н., Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В. Проблемы и перспективы развития ресурсосберегающих и ресурсовоспроизводящих геотехнологий комплексного освоения недр Земли // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. Новосибирск. 2012. №4. С. 116–124.
 15. Философский словарь. Под. Ред. И.Т. Фролова. 6-ое изд., перераб. и доп. М.: Политиздат, 1991. С. 135–136.
 16. Философский словарь. Под. Ред. И.Т. Фролова. 6-ое изд., перераб. и доп. М.: Политиздат, 1991. С. 418–419.
 17. Фильченкова О.А. Переход Российской Федерации к циркулярной экономике с учетом международного опыта. Актуальные вопросы экономики и управления. Мат-лы VII Межд-ой науч. конф. (Санкт-Петербург, апрель 2019 г.). С. 11–16.
 18. Хомченко Г.П., Севастьянова К.И. Окислительно-восстановительные реакции. М.: Просвещение, 1989. 141 с.
 19. BURDENKO E.V., BYKASOVA E. Circular Economy Experience: A Russian Perspective // Handbook of Research on Entrepreneurship Development and Opportunities in Circular Economy.-IGI Global, PA, USA, 2020. P. 167–194.
 20. CHERTOV M.R. "Uncovering" Industrial symbiosis// Journal of Industrial Ecology. 2007, December, -https://doi.org. 10.11625/jiec.2007.1110.
 21. STAHEL W.R. The circular economy. Nature 2016, 531, P. 435–438.
 2. development and conservation of mineral resources. Edited by Academician of the Russian Academy of Sciences K.N. Trubetsky. Moscow: IPKON RAS, 2024:327–332. (In Russian).
 4. BITIMBAEV M.ZH., KUNAEV M.S., KONAKBAEV A.S. Geological and technogenic support for the combined development and conservation of subsoil during the development of ore deposits. Report at the 37th World Geological Congress. Busan, Republic of Korea: August 28, 2024:18. (In Russian).
 5. BITIMBAEV M.ZH., KUNAEV M.S., YUSUPOV KH.A., ALISHEVA ZH.N. Creative role of geochemical patterns in the reproduction of metal resources based on unused levels. *Geologiya i okhrana nedr*. Almaty: Kaz. GEO. 2023;1:95–104. (In Russian).
 6. BITIMBAEV M.ZH., KUNAEV M.S., YUSUPOV KH.A., DZHUMABAEV E.I. Physicochemical geotechnology of complete resource-reproducing and resource-saving development of subsoil by underground upward development of mining operations. Problems and prospects of integrated development and conservation of subsoil. Edited by Academician of the RAS K.N. Trubetsky. Moscow: IPKON RAS, 2024:182–186. (In Russian).
 7. Hydrodynamic and physicochemical foundations of rocks. Edited by N.P. Verigin. Moscow: Nedra, 1992. (In Russian).
 8. Mining sciences. Development and conservation of the Earth's interior. Edited by Academician of the RAS K.I. Trubetsky. Moscow: Publishing house of the Academy of Mining Sciences. 1997:478. (In Russian).
 9. KALITSUN V.I., DROZDOV E.V. Fundamentals of hydraulics and aerodynamics. Moscow: Stroyizdat, 1980:247. (In Russian).
 10. KAPLUNOV D.R., RYLNKOVA M.V. Principles of design and implementation of mining and engineering systems with a full cycle of development of ore deposits *Problemy proyektirovaniya tekhnologii podzemnoy i kombinirovannoy razrabotki rudnykh mestorozhdeniy*. Moscow: GIAB. 2013;5:3–11. (In Russian).
 11. OVCHINNIKOV L.N. Applied geochemistry. Moscow: Nedra. 1990:248. (In Russian).
 12. PAKHOMOVA N.V., RICHTER K.K., VETROVA M.A. Transition to a circular economy and closed supply chains as a factor in sustainable development. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika*. 2017;33;(2):244–268. (In Russian).
 13. RZHEVSKY V.V., NOVIK G.YA. Fundamentals of Rock Physics. 3rd ed., revised and enlarged. Moscow: Nedra, 1978:390. (In Russian).
 14. TRUBETSKOY K.N., KAPLUNOV D.R., RYLNKOVA M.V. Problems and Prospects of Development of Resource-Saving and Resource-Reproducing Geotechnologies for Integrated Development of the Earth's Interior. *Fiziko-tekhnicheskiye problemy razrabotki poleznykh iskopayemykh*.

REFERENCES

1. ARENS V.ZH., ISMAGILOV B.V., SHPAK D.N. Hydraulic borehole mining of solid minerals. Moscow: Nedra, 1980. (In Russian).
2. BITIMBAEV M.ZH., KUNAEV M.S. Scientific discovery "The property of the halo ore space to form independent ore deposits". Diploma N 538 for a scientific discovery. Moscow, 2023. (In Russian).
3. BITIMBAEV M.ZH., KUNAEV M.S., DZHUMABAEV E.I. Creative development of the subsoil by natural and man-made systems in a closed cycle based on a circular economy. Problems and prospects of integrated

- Novosibirsk. 2012;4:116–124. (In Russian).
15. Philosophical Dictionary. Ed. by I.T. Frolov. 6th ed., revised and enlarged. Moscow: Politizdat, 1991:135–136. (In Russian).
 16. Philosophical Dictionary. Ed. by I.T. Frolov. 6th ed., revised and enlarged. Moscow: Politizdat, 1991:418–419. (In Russian).
 17. **FILCHENKOVA O.A.** Transition of the Russian Federation to a Circular Economy Taking into Account International Experience. Actual Issues in Economics and Management. Proc. of the VII Int. Sci. Conf. St. Petersburg, April 2019:11–16. (In Russian).
 18. **KHOMCHENKO G.P., SEVASTYANOVA K.I.** Oxidation-reduction reactions. Moscow: Education, 1989:141. (In Russian).
 19. **BURDENKO E.V., BYKASOVA E.** Circular Economy Experience: A Russian Perspective. Handbook of Research on Entrepreneurship Development and Opportunities in Circular Economy.-IGI Global, PA, USA, 2020:167–194.
 20. **CHERTOV M.R.** “Uncovering” Industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*. 2007, December. <https://doi.org/10.11625/jiec.2007.1110>.
 21. **STAHEL W.R.** The circular economy. *Nature* 2016;531:435–438.

Битимбаев Марат Жакупович,
 д.т.н., профессор, академик Национальной инженерной
 академии Республики Казахстан, академик Академии ми-
 неральных ресурсов Республики Казахстан, главный редак-
 тор «Горного журнала Казахстана»

☎ 050010, Респ. Казахстан, г. Алматы,
 ул. Бөгенбай Батыра, 80–20,
 050010, Rep. Kazakhstan, Almaty, st. Bogenbai Batyr,
 80-20,
 тел.: +7 (701) 744-9508, e-mail: mbitimbayev@mail.ru

Кунаев Миргали Сапаргалиевич,
 д.г.н., председатель Совета Директоров «Caspian Services
 Inc.»

☎ 050010, г. Алматы, ул. Керей Жанибек хандары 135,
 050010, Almaty, st. Kerey Zhanibek khандары 135