К.Н. Трубецкой, Ю.П. Галченко. Природоподобная технология комплексного освоения недр — проблемы и перспективы.

М.: Научтехлитиздат, 2020. 368 с.

© 2023 г. И. Ю. Рассказов^{а,*}

^аХабаровский федеральный исследовательский центр ДВО РАН, Хабаровск, Россия

*E-mail: rasskazov@igd.khv.ru

Поступила в редакцию 07.04.2023 г.

После доработки 07.04.2023 г.

Принята к публикации 26.04.2023 г.

Ключевые слова: комплексное освоение недр, антропосфера, техносфера, перспективные горные технологии, коэволюционная геоэкология освоения недр.

DOI: 10.31857/S0869587323050092, EDN: VXBRNW

Мы живём в эпоху ускоряющейся экологизации общественного сознания. Эта тенденция находит своё отражение, в частности, в непрерывно следующих друг за другом форумах самого разного уровня, посвящённых рассмотрению масштабных экологических рисков, обусловленных темпами развития антропосферы на нашей планете. Современная Россия полностью вписывается в мировой антикризисный сценарий поворота глобального и локального целеполагания к реализации принципов устойчивого развития на основе ограничений, которые диктует экологический императив. Однако при выборе путей достижения соответствующих целей необходимо ориентироваться на географические параметры и геоэкономические особенности нашей страны, а также на отраслевую специфику создаваемой техносферы.

Монография К.Н. Трубецкого и Ю.П. Галченко вносит существенный, а во многом и определяющий вклад в поиск перспективной и соответствующей требованиям быстро меняющегося мира технологической парадигмы освоения минеральных ресурсов недр. В ней современные особенности эколого-инновационного развития отечественного минерально-сырьевого комплекса отражены в трёх крупных смысловых блоках: обоснование и развитие общей теории техногенного преобразования литосферы с целью освоения её минеральных ресурсов (гл. 1, 2); создание когнитивной структуры перспективных горных технологий для различных морфологических ти-

пов месторождений (гл. 3–5); определение экологических условий внутреннего развития и энергоснабжения природно-технических систем освоения недр (гл. 6, 7).

Книгу открывает лаконичное авторское введение, в котором представлена содержательная постановка проблемы, раскрываются многоплановость труда и его методологическое единство, обосновываются пути реализации новых технологических идей, призванных обеспечить экологически приемлемое размещение элементов горной техносферы в структурах основных геосфер и естественной биоты Земли.

В материалах первого тематического блока дано чёткое представление о месте, масштабах и значении минеральных ресурсов литосферы для современной технократической цивилизации. Приведены абсолютные и относительные показатели динамики объёмов добычи твёрдых полезных ископаемых в соотношении с народонаселением Земли и общей биологической продуктивностью естественной экосистемы. Авторы убедительно показывают, что в настоящее время идеология общества потребления построена исключительно на опережающем (по отношению к народонаселению) росте экстенсивно развивающегося минерально-сырьевого комплекса с угрожающими темпами накопления твёрдых отходов на земной поверхности. Определено новое содержание понятия *коэволюционной геоэкологии освоения недр* в условиях устойчивого развития. Детально изучены механизмы локального изменения физического состояния литосферы в связи с извлечением полезного ископаемого. Впервые построены физико-техническая и геомеханиче-

РАССКАЗОВ Игорь Юрьевич — член-корреспондент РАН, директор ХФИЦ ДВО РАН.

ская модели техногенно изменённых недр как нового литосферного и экологического объекта. Введено и обосновано понятие *геофизического экотона* – содержательного аналога экотона биологического. Выполнен анализ системы причинно-следственных связей между техногенно изменёнными недрами и основными геосферами Земли, построена общая структура и иерархия значимости геофакторов, изменяющих состояние природной среды в процессе освоения минеральных ресурсов литосферы.

Нельзя не отметить в качестве важного результата предпринятый авторами комплекс фундаментальных исследований по раскрытию содержания современных императивов коэволюции человека и природы. На этой основе определены условия коэволюции антагонистических составляющих природно-горнотехнических систем освоения недр и обосновано биологическое содержание понятия *экологической безопасности* горной технологии. На основе методологии конвергенции биологических и технических знаний развиты основные положения теории создания *природоподобных горных технологий*. Выдвинута гипотеза о том, что уровень экологической безопасности технологических геосистем по отношению к системам биологическим пропорционален степени единообразия принципов функционирования каждой из них. В процессе разработки этой гипотезы были выделены принципы функционирования биологических систем, определяющих движение вещества и энергии, одновременное действие которых обеспечивает полную экологическую чистоту их взаимодействия с окружающей биотой. Учитывая антагонистический характер противоречий между техно- и биосферой, методические подходы к определению функциональной структуры новых конвергентных горных технологий построены на известных положениях гомеостатики о способах поддержания жизненно важных параметров несовместимых систем путём управления противоречиями с заменой содержательных элементов биологического гомеостата на их технологические аналоги. Предложена оригинальная трактовка понятия *комплексного освоения недр* и методика его количественной оценки через соотношение разделяющихся объёмов добытого вещества литосферы при бифуркации его потока на каждом технологическом уровне горно-обогажительного передела.

Второй тематический блок монографии (гл. 3–5) посвящён путям воплощения биогенных принципов построения конвергентных горных технологий в конкретные технологии разработки реальных месторождений. Это своего рода методологическое пособие по превращению знаний об экологически эффективном функционировании биологических систем в умение вести добычу полезных ископаемых в режиме коэволюционного

параллельного развития. Созданные базовые конструкции можно рассматривать как концепт дальнейшего инновационного развития геотехнологий при наличии ограничений экологического императива. Форма раскрытия созидательного смысла этого концепта полностью зависит от особенностей геологического строения разрабатываемых объектов литосферы. Для изометрических рудных тел большой мощности предложены “каркасная” и “сотовая” схемы конвергентной горной технологии. Для месторождений жильного типа – схемы построения геотехнологии с выемкой руды прирезками по простиранию рудных тел крутого и пологого падения. Для разработки трубкообразных рудных тел созданы схемы конвергентной горной технологии с выемкой руды вертикальными слоями с закладкой, которые, в зависимости от наличия флюидонесущих горизонтов, предусматривают опережающее возведение оконтуривающего искусственного массива. Использование при этом активных методов управления вторичным напряжённым состоянием горных массивов в техногенно изменённых недрах позволяет сбалансировать интенсивность техногенных воздействий с устойчивостью биоты природных экосистем на уровне сохранения её способности к самовосстановлению после снятия техногенной нагрузки в связи с полной отработкой балансовых запасов месторождения.

В третьем тематическом блоке (гл. 6 и 7) авторы обращаются к проблемам нормативного и энергетического обеспечения добычных работ при использовании конвергентных горных технологий. В отличие от остальных разделов книги, здесь только обоснован круг проблем, без разрешения которых перевод функционирования техносферы на принципы устойчивого развития останется красивым, но не достижимым намерением, особенно в сфере недропользования. Показано, что изменение целеполагания в направлении экологического императива делает совершенно необходимым создание принципиально новой системы нормирования и оценки степени экологической опасности горного производства для окружающей среды, которая учитывала бы не только разнообразие форм техногенных воздействий, но и различия в функциональном назначении и биологической структуре нарушаемых экосистем. В качестве одного из возможных решений этой проблемы предложена методика дифференцированной оценки экологического вреда в экосистемах “второй природы” – через потерю их хозяйственной продуктивности, а в экосистемах естественной биоты Земли – через величину неденежного универсального показателя экологической цены конечного продукта горного производства.

Понимая, что кардинальное разрешение современного экологического кризиса невозможно

без развития методов эффективного использования энергии природных возобновляемых источников, К.Н. Трубецкой и Ю.П. Галченко достаточно детально рассмотрели эту перспективу для минерально-сырьевого комплекса. Оценив в общем виде очевидную возможность привязки горных предприятий к локальным системам отбора энергии природных водотоков различного масштаба, авторы сосредоточились на новых способах использования возобновляемой энергии, связанных с особенностями предлагаемых конвергентных технологий. Утверждается, что использование “каркасных” горных технологий открывает совершенно новую, причём вполне реальную перспективу возврата к массовому применению гравитационной отбойки руды в режиме управляемого самообрушения со всеми вытекающими отсюда экологическими и экономическими преимуществами. Обозначена также перспектива компенсации энергозатрат на добычные работы за счёт отбора энергии встречных нисходящих потоков шахтных вод, раздробленной горной массы и закладочных смесей.

Совершенно по-новому рассмотрены в книге и возможности использования “отрицательной” разницы теплового баланса территорий в качестве возобновляемого источника энергии при освоении месторождений в криолитозоне. Показано, что использование криогеоресурса районов дислокации месторождений открывает новые возможности для применения технологий с замкнутым циклом обращения вещества литосферы и восстановлением в выработанном пространстве массива многолетней мерзлоты, нарушенного при извлечении полезного ископаемого. Впечатляет и широта замысла, который можно охарактеризовать как стремление создать общую

теорию и методологию совместного развития горной техносферы и литосферы без вывода региональной биосферы из области гомеостаза, и диапазон охвата рассматриваемых проблем от доказательства биологического антагонизма человека и природы до раскрытия механизмов управляемого самообрушения руды и возможностей использования криогеоресурса многолетней мерзлоты. Главным достоинством книги является скрупулёзная проработка каждой научно-технической задачи от гипотезы, через анализ ограничений и синтез новых подходов до патентоспособных технологических решений.

В целом монография К.Н. Трубецкого и Ю.П. Галченко подводит промежуточный итог двадцатилетних фундаментальных исследований по обоснованию путей экологизации технологической парадигмы недропользования, поддержанных 9 грантами РФФИ и 2 грантами РНФ. Впервые горная технология рассматривается не как обыденная причина экологических проблем освоения недр, а как деятельная часть коэволюционного единства антагонистов, в котором свойства и параметры технической составляющей определяются характеристиками и условиями самовосстановления биоты нарушаемых добычными работами экосистем.

В методологическом плане результаты этой работы можно рассматривать как возможное решение ноосферной задачи академика В.И. Вернадского применительно к проблеме комплексного освоения ресурсов литосферы. Поэтому монография представляет собой когнитивную и отчасти социальную институционализацию конвергентной горной технологии в качестве нового научного направления в системе горных наук.