© С.М. Рахимбеков, М.Т. Укшебаев, 2007

УДК 622.27.001.2

С.М. Рахимбеков, М.Т. Укшебаев

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Семинар № 1

Концепция горного дела, проектирования в горном деле, как горного искусства, в наибольшей степени согласуется с законами природы. Действительно значение опыта, знание специфики ведения горных работ, интуиция горняка, горняка-проек-тировщика непреходящи. Это и ложится в основу адаптивного, «мягкого» управления горными объектами, учитывающих специфику, с одной стороны процессов ввода и вывода, а с другой, характерных только для горных объектов потоков массы, энергии и информации. Такое видение закономерностей реализации горно-технологичес-ких процессов с позиций синергетики, высказанное Л.А. Пучковым, В.Д. Аюровым, совпадает с точкой зрения адаптационного подхода к выбору параметров горной технологии с учетом постоянно анализируемых в диалоговом режиме параметров природной среды [1, 2] .

Горный объект как объект эксплуатации и проектирования является весьма независимой, и «своенравной» системой, которая подлежит «мягкому» управлению, основанному на адаптивном подходе, с систематически проводимым прогнозом всей цепочки последствий горных разработок, оценки их будущего влияния, возможности их повторного использования в новом качестве.

Важнейший методологический принцип – расширение поля видения при проектировании, умение видеть целое и осознавать потребности в горном деле: «как», «правильно ли», «зачем» и «почему»; все, что добывается из земли, все, что проектируется с этой целью должно иметь осмысленное предназначение, и быть основными предпосылками в проектной деятельности.

Системное проектирование становится крайне необходимым, потому что мы решаем все большее количество технических задач для **части** с учетом **целого**, между тем усложнение техносферы, зачастую, происходит без учета последствий ее развития. Например, подземное выработанное пространство, особенно, в период интенсивного строительства рудников и шахт, просто непрерывно «разрастается». Разрастание, постепенно будет становиться просто невозможным, либо в ряде случаев, прямо наносит ущерб.

Системный взгляд, системный подход к проектированию предусматривает учет как можно большего количества наиболее существенных социально-технических связей создаваемого подземного сооружения с окружением. Он необходим и при определении истинной стоимости полезных ископаемых с охватом и учетом потребностей всех возможных потребителей и возможностей всех возможных производителей, т.е. формируемые по требованию адекватности финансово-экономические модели должны включать все ограничения, потребности как внутренней, так и внешней сред. Все более актуальным стано-

вится также необходимость правильного и ответственного определения общественной потребности в создании горных объектов с учетом их технико-экономических характеристик, расхода природных ресурсов, влияния на окружающую среду и общество. Изменение понимания потребностей неизбежно с течением времени, с изменением условий жизни.

Выявление системных признаков адаптивного механизма формирования горного объекта позволит осмысленно строить эффективную концепцию управления, планирования и проектирования горно-технологичес-кими процессами. Это естественным образом согласуется с законами природы, а не противоречит им.

Специфичность реальных условий разработки полезного ископаемого проявляется только в процессе ведения горных работ и их взаимо-действия. Отсюда обеспечение оп-тимального функционирования ви-дится либо в управлении технологи-ческими процессами в реальном масштабе времени, либо в опера-тивном использовании результатов всевозможных типов моделирования (натурных экспериментов, физиче-ского и экономико-математического моделирования, планирования экс-периментов и др.) горно-геологичес-ких условий. Первое, уже сегодня, все шире внедряется в производство благодаря использованию компьютерной техники и ее современного программного обеспечения, а также геоинформатики, приобретаемым программным средствам, правда, в меньшей степени это относится к средствам, разрабатываемым собственными силами.

Научный базис горной науки как комплекса наук об освоении ресурсов недр и первичной переработке добытых полезных ископаемых достаточно перспективен для постоянной трансформации и изменений складывающихся представлений о составе технологии подземной разработки рудных месторождений. В качестве примера можно привести расширяющуюся область геотехнологии, в частности методов бесшахтного извлечения полезных ископаемых, технологические методы раздельной (селективной) разработки, закладку, повторную разработку. Все эти методы во многих случаях выгодно указывают на возможности иного построения технологии, или на возможные пути преодоления недостатков существующей технологии.

Тесное взаимодействие, специфика взаимосвязей квартета «природа – человек – общество - технология» обуславливает зависимое друг от друга построение, состав и конструкцию собственной организации, не противоречащей, а дополняющей друг друга. Наилучшая, естественным образом взаимодействующая раскройка квартета представляется биполярными системами, содержащими элемент «технология»: природа - технология, человек - технология и др. Такое условное разделение позволяет четче поставить цели и формулировать задачи в горном деле по критериям экологии и охраны окружающей среды, комплексности освоения и др. Но каждая из биполярных систем испытывает все нарастающую взаимозависимость, выражаемую в ряде случаев разрушительными действиями и все более серьезную опасность для окружающей среды обитания человека представляют издержки и последствия ошибок проектирования в добывающих отраслях. Из-за непродуманных решений, неопределенности по внешней и внутренней среде (спроса и цены на продукцию, потребления ресурсов, фи-

нансового положения в будущем, условий разработки и т.д.) наиболее часто подвергается отказам и сбоям система «человек-техноло-гия». В биполярной системе «человек-технология» на определение проблемы влияет миропонимание лиц, принимающих проектные или технологические решения (ЛПР). Оно динамично развивается от «простого к сложному». Например, взаимоувязка и контроль очередности решения вопросов, стадий проектирования обеспечивается главным исполнителем проекта (ГИП). Понятно, что роль и значение влияющих факторов в миропонимании ЛПР претерпевают изменения: роль одних может быть уменьшена, значение же других, напротив, может приобрести решающее значение. Это связано с ускоряющимися темпами научно-технического прогресса, влиянием составляющих других биполярных систем – геологической среды, общества. После проектирования функционирование созданной конструкции, технологии на руднике по истечении многих лет может быть осложнено, принятые проектные решения в дальнейшем постоянно дорабатываются и более того пересматриваются «Каждый корабль устаревает раньше, чем он спущен на воду» - это образное выражение как нельзя кстати, подходит к данной ситуации. Адаптационный механизм как следствие непрерывного кибернетического метода работы с обратной связью при этом не действует. Вместе с тем, зачастую лица, принимающие решения, представляют свои интересы или ведомства, в законодательных органах может иметь место лоббирование, таким образом, формулируется чья-то стратегия, их определение проблемы, под углом воспринимаемых ими фактов реальности.

Следует отметить, что неизученность, а в ряде случаев игнорирование этого объективно существующего механизма на стадиях проектирования и дальнейшего функционирования горного предприятия привело и приводит к ряду серьезных последствий в освоении месторождений, в том числе социальных и экологических.

В этих условиях практическая реализация стратегии «выживания» кроется прежде всего в теоретическом разрешении идеи синтезирующего построения, а именно в рассмотрении адаптации технологии с позиций теории систем и системном формулировании проблемы, а затем уже применении аппарата реализации – методов системного анализа. Такой подход позволяет как в раздельности, так и во взаимосвязи между собой, значительно полнее и точнее учитывать все главные факторы, характеризующие специфику сегодняшней минерально-сырьевой базы, сущность процессов добычи и объекта управления в целом, диалектическую взаимосвязь триады "добыча - обогащение - металлургический передел” как между собой, так и со всем "окружением, в том числе всей окружающей экономической системой. Применение этого подхода показало, что в настоящее время устоявшиеся традиции, критерии, средства и техника реализации в горном производстве, в том числе, в конструировании современной технологии должны быть пересмотрены и ориентированы в большей степени на учет ущерба окружающей среде, на повышение полноты, качества и уровня комплексности использования, освоения месторождения, учет ухудшающихся горно-геологических условий, стохастику горного производства, изменение конъюнктуры в самых

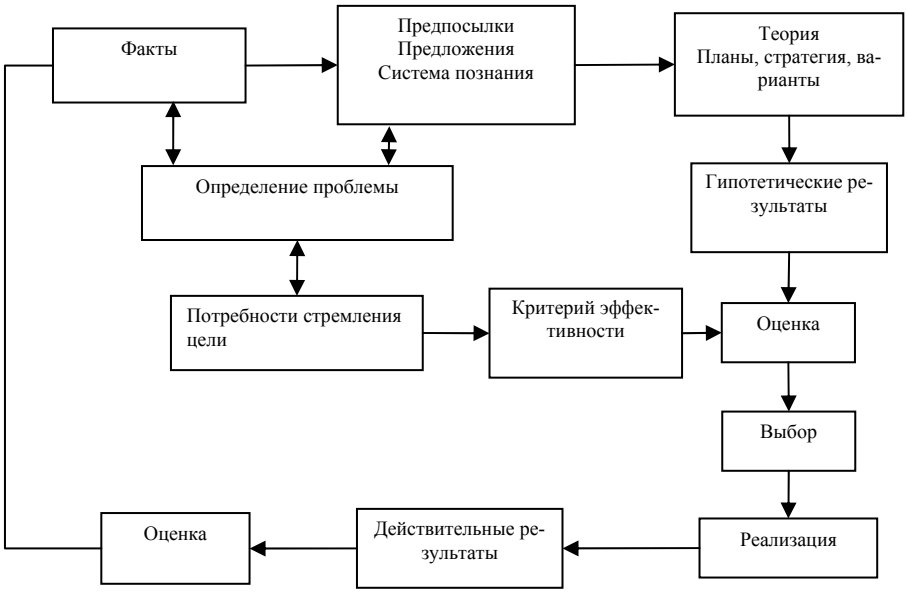

Рис. 1. Схема постижения сути решения и ее формирования

различных ее проявлениях и аспектах, в именно цены, потребностей, стимулов, мотивации, политической обстановки и др. Вместе о тем особо важным является определение путей их сохранения и "выживания".

Системный подход к решению поставленных проблем есть выработка определенного цикла постижения истины или цикла принятия решений: объективная реальность - миропонимание - система познания – истина [3, 4]. На рис. 1 схематично показан этот цикл, который дополнен циклом формирования решения.

О методе работы приведенной схемы можно сказать, что это непрерывный кибернетический метод работы, связанный с постоянными изменениями. Шагом, на котором базируется весь процесс принятия решений, является определение потребностей, которые преобразуются в цели. Следующим шагом является определение проблемы, на которое влияют сформированные цели с одной стороны и миропонимание лиц, принимающих решение (ЛПР), с другой стороны.

В результате работы цикла постижения истины могут быть выработаны различные версии истины, воплощаемые в разные формулировки одной и той же проблемы, стратегии, планы, варианты. На выходе же этого цикла концептуальной модели имеем гипотетические результаты, т.е. ожидаемые, не проверенные экспериментом. На выходе цикла формирования стратегии проектирования имеем критерий эффективности. Оба цикла, входящие в концептуальную модель благодаря обратным связям, тесно взаимодействуют друг с другом. Определение проблемы зависит от миропонимания ЛПР, потребности питают назначаемые цели, а цели опять влияют на определение проблемы и уже совместно производится формирование критерия

эффективности. Из схемы видно, что проблема правильной формулировки целей перед исследуемым объектом является далеко не простым процессом, так как на этой основе формируются далее критерии эффективности, критерии оптимальности и ограничения. Формируемые ограничения есть ре-зультат построения концептуальной модели, так как на этой стадии определяется, от каких факторов и харак-теристик окружения (внешней среды), а также параметров и переменных агрегата зависит тот или иной показатель или выполнение условия.

Именно на стадии построения концептуальной модели формируется правильность ответа на поставленные конкретные вопросы, именно такая схема «мозгового штурма» проблем позволяет избежать частного подхода к проектированию, которое игнорирует социально обоснованные критерии, например экологические, именно, такой анализ позволяет принять критерии с позиций оценки эффекта интеграции. Последнее заключается в том, что желаемые свойства целому будут приниматься во внимание при разработке каждой его новой части.

Проектирование или конструирование адаптивной горной технологии - многокритериальная задача. Многокритериальность есть количественная сторона феномена сложности. Качественная сторона кроется в слабой структуризированности задач проектирования, в наличии значительной доли неформализуемой информации.

Можно отметить следующие особенности слабо структуризированной проблемы, к числу которых относится в целом проектирование горных объектов.

1. Не всегда и не полностью поставленная задача может быть описана в терминах переменных, имеющих числовые значения, а цели не всегда могут быть определены с помощью ясной и четкой целевой функции. Критерия эффективности математической модели в принципе не существует из-за невозможности форма-лизации отдельных факторов.

2. Трудно сформировать ограничения, в которых одновременно фиксировались бы все свойства и отношения элементов системы, и ввести в рассмотрение именно существенные факторы.

3. Роль ЛПР приобретает превалирующее значение. При этом наиболее важная информация по принятию окончательных решений может быть получена только экспертами, а принимаемое решение всегда сопряжено с риском.

4. Информация о внешней среде никогда не бывает полной. Под внешней средой понимаем "природу" и ту часть внешней среды вне нашего объекта, изменение характеристик которых влияет на систему или (и) характеристики которых изменяются вследствие поведения системы.

5. Не всегда могут быть разработаны алгоритмы получения числового решения.

Изучение, анализ, системное представление процесса проектирования является шагом понять природу феномена сложности. С этой целью, естественно, стремление глубже вникнуть в суть возникающих проблем, охватить формализацией и структуризировать большую часть задачи, проблемы, четче сформулировать цели и ответить на правильно сформулированные конкретные вопросы в постановочной стадии. Во всем этом суть системного подхода, роль концептуальной модели.

В условиях рынка принципиально пересматривается концептуальная модель, в котором цели упорядочиваются в соответствии с новыми потребностями,

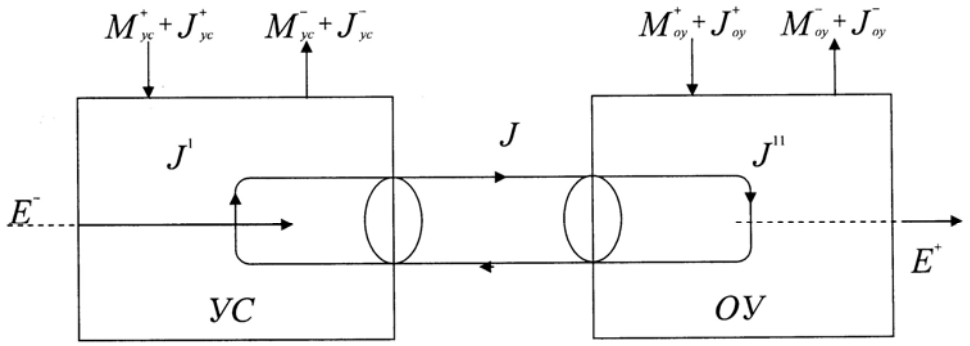

Рис. 2. Схема системной структуризации управления

приоритетами, стремлениями т.д., образующими иерархическую лестницу. На нижнем уровне иерархии находятся такие адекватные к новым условиям цели, как "выживание", "конкурентоспособность" и др. По мере перехода системы в область гомеокинетического плато, когда цель "выживание" обеспечено, актуальными становятся новые.

Как в управляющей системе (УС), так и в объекте управления (ОУ), а также между ними циркулируют материальные (масса m и энергия e) и информационные потоки (информация J^{11}, J , J^1) и др., что изображено ниже в виде схемы.

Получаемая положительная результирующая составляющая $E = E^+ - E^- > 0$ достигается тем успешнее, чем эффективнее применение УС к ОУ. Такое применение предполагает, прежде всего, улучшение качества функционирования динамического информационного процесса, а именно, постоянно повторяющихся процедур сбора, накопления, обработки и передачи информации J , J^1 и J^{11} без существенных потерь. Какие-то потери всегда будут, в результате постоянного возрастания энтропии, что определено законом термодинамики.

Использование этих потоков информации прежде всего позволяет лучше распознавать потребности и правильно управлять расходованием массы m и энергии e. Отдельную важную проблему представляет проблема уменьшения потоков массы $m^-_{ус}$, $m^-_{оу}$ и энергии $e^-_{ус}$, $e^+_{оу}$ в потоках $M^-_{ус}+J^-_{ус}$ и $M^-_{оу}+J^-_{оу}$, рассеивающихся по самым различным причинам в процессе добычи полезных ископаемых и использования энергетических процессов. Постепенно, рассеяние массы и энергии становится опасным: выработанное пространство, терриконы и другие отходы, в том числе различное вторичное сырье, потери энергии, загрязнения как побочный продукт производства, самое опасное загрязнение радиоактивными отходами процесса производства ядерной энергии, все это превращается в трудно разрешимые проблемы.

В рамках приведенных построений видна необходимость синергии, т.е. согласованности действий различных систем, яснее видна необходимость в более полном замыкании кругооборота материи, энергии и информации.

Рассмотренные проблемные вопросы должны быть как можно скорее стать первостепенными решаемыми задачами системного проектирования горного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Пучков Л.А., Аюров В.Д.* Синергетика горнотехнологических процессов. – М.: Изд. МГГУ, 1997-264 с.
2. *Рахимбеков С.М.* Адаптация горной технологии на месторождениях с неравномерным оруденением. – Алматы: КазгосИНТИ, 2000. – 147 с.
3. *Van Gigch J.P., Pipino L.L.* Management Information Decision Experiments, School of Business and Public Administration, California State University at Sacramento, Sacramento, Calif., 1977.
4. *Месарович М., Такахара Я.* Общая теория систем: математические основы /Пер. с англ. М. 1978. 308 с. ГИАБ

Коротко об авторах

Рахимбеков С.М. – КазНТУ им. К.И. Сатпаева, Казахстан,
Укшебаев М.Т. – генеральный директор, Алматымстрокурылыс, Казахстан.

ДИССЕРТАЦИИ

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	Название работы	Специальность	Ученая степень
УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КУБАРЕВ Михаил Сергеевич	Научно-методические основы разработки стратегии предприятия в условиях экологизации производства	08.00.05	к.э.н.
МАНОХИНА Ирина Викторовна	Формирование механизма межрегионального рынка квот на эмиссию углекислого газа	08.00.05	к.э.н.