

- ного ствола рудника Удачный, установлению источников их выделения и разработке мер по предупреждению вспышек (воспламенений) и профилактике негативного влияния на здоровье работников». – Кемерово: ФГУП НЦ ВостНИИ, 2006. – 31 с.
2. Седурин Н.М., Дроздов А.В. Проблемы строительства подземного рудника «Удачный»// Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: МГУ, 2011. – №6. – С. 25 – 33.
3. АК «Алроса». Рудник «Айхал». Проходка вертикального клетового ствола. – Шахтспецпроект. – Чертеж 3024 – ГК. – 2003.
4. Прокопов А.Ю., Склепчук В.Л. Обоснование технологических параметров вертикальных стволов, проходимых в условиях нефтегазопроявлений// Записки горного института. Т. 199. Современные проблемы геомеханики, геотехнологии и маркшейдерского дела. – СПб. – 2012. – С. 90 – 94.
5. Прокопов А.Ю., Масленников С.А., Склепчук В.Л. О структуре затрат времени при сооружении скипового ствола подземного рудника «Мир» на участке нефтегазопроявлений// Збірник наукових праць НГУ № 34, Том 1 – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2010. – С. 75 – 81.

УДК622.243

АДАПТАЦИЯ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Рахимбеков С.М.

Казахский Национальный Технический Университет им.К.И.Сатпаева, г.Алматы, Республика Казахстан

В статье предпринята попытка детализировать и расширить понятие «адаптация», определить механизмы её формирования и изменения (динамики), а также поднять вопросы по её методологии анализа и идентификации, а также формальному описанию.

Горное производство отличается большим количеством элементов и связей между подсистемами, высокой степенью динамичности, наличием нефункциональных связей между элементами, воздействием различных по своему характеру помех. И самое главное процессы, происходящие в его подсистемах, особенно природно-технического и экономико-социального содержания плохо формализуемы.

Лица, принимающие решения (ЛПР) живут и действуют в объективно существующем реальном, природном мире. Но все свои решения они принимают в соответствии со своими представлениями об этом мире, которые формируются на основании личного опыта, опыта других специалистов. Понятно, что этот опыт приобретается в процессе их деятельности путем воздействия на соответствующие объекты и изучения, исследования результатов воздействия. Природно-технические объекты, о которых необходимо создать представление и наработать опыт, в силу их специфики, а именно, трудоемкости, сложности и опасности, относятся к классу весьма сложных систем и потому эти цели во многих случаях в требуемом

объеме и качестве не достигаются. Спецификой их изучения, исследования результатов воздействия, как было отмечено, является большая продолжительность во времени, значительные размеры объектов в пространстве, частичная или полная недоступность непосредственного изучения традиционными методами и средствами, например, породного массива, который сам представляет сложную систему, как, во-первых, сложное полиминеральное природное объединение, и главное, он постоянно находится в смене фазовых состояний, которые, в свою очередь, являются следствием многочисленных факторов природных, техногенных и антропогенных воздействий. Минимизация этих отрицательных воздействий самыми различными специальными методами и способами при ведении горных работ и является целью управления.

Имеет место качественное различие типов параметров, когда параметры в технических системах имеют, как правило, строго определенные физические размерности и их формализация при этом может происходить с помощью применения строго определенных физических и математических законов. Для подсистем природно-технического и экономико-социального содержания проведение формализации подобным образом трудно реализуемо вследствие возникающих сложностей точного описания элементов, их параметров и взаимосвязей между элементами, многие факторы трудноизмеримы и между многими существуют качественные отношения, имеет место влияние случайных факторов, неточности измерения, которые также сказываются на точности прогноза планируемых и регулируемых процессов. Множество комбинаций создается множеством переменных природных, техногенных, антропогенных и других факторов.

Адекватность такого описания полностью определяется наличием достоверно выявленной функциональной взаимосвязи между состоянием объекта и управлением объектом. Если мы можем указать такую функциональную взаимосвязь, то и возможно определить параметры системы управления по параметрам объекта управления. Проектирование и дальнейшее управление в горном деле страдает неточностью в силу недостаточных априорных знаний свойств среды, и в случае недр, породного массива, это положение еще более усугубляется. Поэтому адаптация, или в общепринятом смысле - приспособление, является именно тем средством для горняка с его опытом, интуицией, искусством ведения горных работ, с помощью которого удастся исправлять недостатки проектирования и управления объектом. В то же время несколько удастся ослабить требования к процессу проектирования горного предприятия и тем самым упростить и удешевить этот весьма трудоемкий и дорогой процесс.

Понятно, что представление о возможности организации управления горным производством и всевозможных средствах его автоматизации,

давно устоялось. В ней всегда присутствовала естественная для природно-технических систем (ПТС) трактовка, означающая организацию оперативного управления ею в соответствии со складывающейся текущей горно-геологической ситуацией (обстановкой). Для горняка – технолога это означает естественную реакцию. Очевидно и то, что оценка той или иной горнотехнической ситуации чаще всего опирается у него не на вероятностно-статистические представления, а, скорее, на здравый смысл.

Необходимо, чтобы это было также естественно и для проектировщиков, призванных заниматься своим основным делом, но уже в рамках системного анализа и кибернетического, адаптационного подхода в самом широком смысле этого слова. С этой целью мы детализируем, углубляем и пытаемся расширить само понятие «адаптация», определяем механизмы её формирования и изменения (динамики), а также поднимаем вопросы по её методологии анализа и идентификации, а также формальному описанию. Вместе с тем необходимо было разобраться с понятием «система», «информация», «неопределённость», а также вопросами определения (оценки) их значимости и вариантами их учёта, именно, при решении самых различных горногеологических задач и в целом, задач информационного обеспечения систем адаптивного управления горным производством. Следует отметить, что и для ПТС имеет место необходимость выполнения так называемых условий финитности управления всеми процессами, происходящими во всех ее подсистемах, которые в свою очередь предполагают не просто перевод объекта управления (управляемой системы) в требуемое состояние с требуемым качеством, но и, что очень важно во многих случаях, к строго заданному (определённому) моменту времени. Очевидно уже, что традиционное управление и планирование в форме «ручной», обратной связи не справляется со своими функциями.

Конечно, такой подход находит свое отражение в разработке, создании и внедрении автоматических и автоматизированных систем управления. С каждым годом уровень развития аппаратно-программных компонентов АСУ горным производством, как показывает обзор отечественных и зарубежных источников научно-технической информации, позволяет им медленно, но верно выполнять не только функции контроля и управления, связанные со сбором, хранением, обработкой, документированием поступающей информации и проведением относительно несложных расчётов по формированию управляющих воздействий, но также и осуществлять решение задач анализа состояния и качества функционирования управляемых подсистем в реальном масштабе времени, в режиме активного диалога с оператором. Именно, все более широкое использование методов оптимизации, адаптации и интеллектуализации при построении и организации функционирования АСУ позволит добиться удовлетворения постоян-

но возрастающих требований по устойчивости и эффективности их функционирования в различных условиях.

В целом, имеет место сложнейшая задача (изысканий, строительства, эксплуатации), создания единой системы, функционирующей в оптимальном, по некоторым фиксированным критериям, режиме.

Изменение любого из большого количества влияющих факторов, зачастую, приводит к нарушениям нормально запроектированного технологического режима. В этих условиях разработка и внедрение гибких управляемых, адаптированных технологических процессов, позволяющих быстро реагировать на происходящие изменения, является новым направлением в технической политике проектирования. Таким образом, в горной технологии изначально должны быть заложены элементы управления, элементы управляемости, адаптации, что в существующей практике не имеет места в основном, по экономическим и техническим причинам. Основная цель изучения процессов адаптации относительно горнотехнических комплексов должна состоять не в противопоставлении понятий, понятийных аппаратов биологов и социологов и горных инженеров, а в попытке отыскания причин и механизмов гибкости процессов адаптации в биологических и социальных системах с целью их перенесения в горнотехнические системы. По-существу, работа горняка в ряде практических случаев выработки технологических решений схожа с алгоритмом пошагового метода поисковой оптимизации в обстановке помех, связанных с неопределенностью среды и объекта. Без этой приспособленческой, постоянной стратегии поиска решений ему было бы совершенно невозможно эффективно управлять сложным горнотехническим объектом (простым - можно), т.е. цели не достигались бы. Конечно, проще ситуация при управлении простыми объектами, типа объектов автоматического регулирования проветриванием или водоотливом.

Поэтому единственным выходом является реагирование самих управляющих воздействий на изменения параметров объекта и характеристик внешней среды приспособлением, а именно, путем изменения структуры и параметров регулятора с целью обеспечения стабильности функционирования объекта. Это и есть адаптация. Это и происходит на горнотехнических объектах. Управление горнотехническим объектом эффективно настолько, насколько задействован этот механизм. Другими словами насколько точно, надежно и своевременно осуществлено прогнозирование возможных изменений состояния подсистем природно-технического и экономико-социального содержания для отклика или упреждающих воздействий со стороны управленческого звена предприятия. Насколько эффективно функционирование этого механизма на шахте, руднике, карьере, настолько устойчивее и производительнее их работа.

В пользу развиваемого данного тезиса следует отнести развитие сегодняшних геотехнологий, которое можно также классифицировать как адаптивную эволюцию с выраженным приспособленческим характером. Результаты просматриваемых нами исследований в литературных и других источниках показывают дальнейшие перспективы путей прослеживания эволюции рудообразования от сформированного массива, от залежи полезного ископаемого к обеспечению доступности к обособленному полезному компоненту залежи, изменения самого характера добычи, от «куска» к частицам полезного минерального сырья. Тем более, что разделение многокомпонентных ископаемых на отдельные ценные составляющие (и пустую породу) принципиально осуществляется на разных стадиях его добычи и переработки.

Горняку приходится создавать систему, технологию, объект управления (как бы мы предмет исследования не называли), при значительной априорной неопределенности об условиях ее функционирования. Есть даже парадоксальная, изредка, но встречающаяся ситуация в управлении горными предприятиями, а сейчас и в управлении горнорудными компаниями. Повышение эффективности горным предприятием путем внедрения различных автоматизированных систем управления входит в ряде случаев в противоречие с прозрачностью функционирования предприятия, что часто выражается проблемой отсутствия оперативного доступа к данным о работе горнорудной компании или недостаточностью таковых. Чего греха таить, мы закрываем глаза на все это, проводя осреднение по этой неопределенности. Такое осреднение природной среды сродни оценке состояния больных в палате по средней температуре (высказано академиком АН СССР М.И. Агошковым на одном из горных форумов). В таком случае все принимаемые горнотехнические решения не оптимальны, не отвечают действительному состоянию объекта управления, среды. Вся система функционирует далеко не в оптимальном взаимодействии, начисто отсутствует синергетическое начало взаимодействующих подсистем.

Управление в указанных подсистемах горнотехнического объекта по усредненным характеристикам алогично, не дает должного эффекта: пока оно ведется для некоторого t -го момента времени, изменяются и сама система, и ее внешняя, окружающая среда, функционирующая в жестком нестационарном, стохастическом режиме. Четко определить и формализовать какие-то ограничения или выбрать целевую функцию просто невозможно на всей плановой траектории и таким образом математическая формализация процесса управления на всей плановой траектории при этом ведет к построению модели, не являющейся адекватной реальному функционированию горнотехнического объекта. Напрашивается итерационный подход к методу проектирования не на всей траектории, а на определен-

ных интервалах времени $[t_k, t_{k+1}]$. В каждый ее момент времени производится оценка значений ее параметров по данным входных и выходных переменных. Именно таким образом проектируется модель с гибкой структурой и параметрами, то есть, такая адаптивная модель, описывающая процесс, в которой изменяются структура и параметры в соответствии с изменениями характеристик процесса при функционировании.

Конструктивные параметры разработки и в целом применяемая технология даже в пределах одного очистного блока, должны определяться с учетом специфики горно-геологических условий. В каждом конкретном случае эту специфику необходимо не только выявлять, но и описывать в формализованном виде, удобном для внесения соответствующих корректив в планы ведения горных работ и выбор технологии.

Такое направление наших исследований позволили сформулировать тезис о том, что для идентифицирования свойств и специфики объекта, а также выбора основы для моделирования месторождения следует принять моделирование информации, служащей отображением всей физической конструкции месторождения. При этом было установлено, что наиболее сложный уровень выполнения функций лиц, принимающих проектные или технические решения (ЛПР) это построение новых видов процедур, позволяющих объединить прогнозы наиболее оптимальным образом и таким образом осуществить оптимальное конструирование всей цепочки технологии добычи полезного ископаемого.

В результате, для данной задачи оптимизации конструктивных параметров разработки очистного блока, было создано программное обеспечение, которое учитывает всю поступающую информацию и записывает ее в базу данных. В автоматизированном режиме производится моделирование изменчивости среднего содержания и мощности жил, а также поиск решения по оптимальной расстановке блоков на этаже с учетом природных факторов.

Анализируя существующие направления развития горной технологии мы посчитали, что все же следует выбрать в качестве отправной подсистемы для этих целей некоторую базовую – технологическую, содержащую основные, влияющие параметры горной технологии. Такая подсистема будет «ядром» оптимизации всей горнотехнической системы. В качестве практической апробации такой альтернативы, нами разработана модель оптимизации основных конструктивных параметров размещения блоков. Модель реализована для конкретного жильного месторождения. Решение данной задачи позволяет учесть любое информационное многообразие и нестабильность основных параметров оруденения в пространстве. В ней поставлена и решена задача, которая органично связана с проблемой оптимизации технических решений по обработке месторождений и, в частно-

сти, выбором наилучшего варианта размещения добычных блоков на отработываемом этаже с установлением наивыгоднейших их длин.

Совершенно новым является исследование закономерностей взаимодействия горных работ в сложных изменчивых условиях природной среды с учетом основных, влияющих горно-геологических и горнотехнических параметров и создания на ее основе вполне конкретных научно-методических положений по оптимизации ведения горных работ. Научный вклад обозначен также в впервые применяемом приеме моделирования рудного месторождения с позиций уточнения периодического, либо почти периодического характера изменчивости основных параметров оруденения и использования этих выявленных закономерностей для практической задачи формирования рациональных вариантов технологических решений.

Есть еще одна целевая сторона данного исследования. В настоящее время практически во всех сферах человеческой деятельности все шире ощущается потребность в высококвалифицированных управленческих кадрах. В соответствии с этой потребностью в вузах страны в рамках той или иной специальности, постоянно ищутся варианты увеличения качества выпускаемых специалистов по оптимизации, моделированию и близких к ним направлений. Регулярно издаются книги по управлению, оптимизации, моделированию и, в особенности, в разрезе развивающихся современных информационных технологий. В то же время мы все лучше понимаем необходимость целостного охвата различных технических задач. Анализ традиционных программ высших технических учебных заведений дает достаточное основание утверждать, что в них преобладает частный подход в изучении технических проблем. В них недостает таких общетехнических дисциплин, которые могут быть основой комплексного поиска необходимых решений в процессе оптимизации техносферы – непрерывно расширяющегося и усложняющегося комплекса технических средств.

Умение составлять и исследовать адекватные математические модели реальных ситуаций и, в целом реализация математического подхода, есть результат совместной работы математика и горняка-пользователя. Таким образом, качественная подготовка горного инженера в современных условиях предусматривает освоение знаний по моделированию горнотехнологических процессов и больших природно-технических систем, способам адаптации всевозможных теоретических построений (моделей) к практическим горнотехнологическим задачам и их применимости к особенностям тех или иных месторождений. Вместе с тем есть еще одна важная сторона подготовки специалистов.

Методологии творческой деятельности горного инженера в техническом и технологическом планах не придается какого либо серьезного внимания, она недостаточно хорошо представлена и описана, несмотря на

повышение интереса к этой области науки, в целом. Наше внимание объясняется, прежде всего, тем, что мы считаем, что полноценная инженерная деятельность горняка в наше время может быть обеспечена лишь на базе широкого образования, включающего не только чисто фундаментальную техническую и физико-математическую, но и столь же основательную методологическую подготовку в области горной техники и технологии. Методологическая подготовка позволяет должным образом ориентироваться в непрерывно обновляющемся многообразном мире горной техники и технологии, позволяет привлечь наиболее удачные решения межотраслевых задач.

Понятно, что для подготовки и повышения квалификации горных инженеров в методологическом плане, для преодоления неудовлетворительного положения в этой области необходима соответствующая научная и учебная литература.

Другими словами необходимо более энергично вводить учащихся горняков в круг понятий о сложной системе, определений и методов теории моделирования, управления и адаптации, показать их возможности для анализа и синтеза природно - технической системы с обязательным учетом ее специфики.

УДК 622.271.332

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОПЕРАТИВНЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ УСТУПОВ И БОРТОВ КАРЬЕРОВ

Семёнова М.В., Ганцовский Е.И.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В статье рассматриваются вопросы прогнозирования и анализа устойчивости откосов уступов и бортов карьеров.

При добыче рудного и нерудного сырья немаловажную роль играют значения величины углов откосов уступов, отвалов и склонов. Нахождение оптимальных параметров откосов уступов остаются актуальными и сегодня. При решении вопросов выбора рациональной конструкции бортов карьеров часто возникает необходимость в оперативной оценке устойчивости их откосов. Степень устойчивости бортов карьеров характеризует безопасность работ и тесно связана с технологией отработки месторождения.

Решение таких задач является комплексным и трудоемким, поэтому очевидна необходимость в применении современных средств для оперативного анализа и прогноза устойчивости. Несомненным лидером в данной сфере является программный продукт GeoStudio, а в частности программный модуль GeoSlope.

Используя данную программу, был смоделирован ряд ситуаций, отражающих сложные горно-геологические условия.