УДК 338.45

Э.М.ПРОНИН, *канд. техн. наук, доцент, angelp@spmi.ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

E.M.PRONIN, *PhD in eng. sc., associate professor, angelp@spmi.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

УСЛОВИЯ ЗАПУСКА МЕХАНИЗМОВ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО КОМПЛЕКСА

Для большинства горно-добывающих предприятий стабильный экономический рост, наращивание регионального валового продукта возможно только на инновационной основе при активном использовании современных научно-технических достижений и формировании и реализации собственного инновационного потенциала.

Процесс запуска инновации будет осуществляться тогда, когда текущий выигрыш от нее превысит ее цену, а реализация позволит снизить неопределенность в процессе деятельности предприятия. Получившие распространение в горной отрасли математические методы найдут применение в моделях опционного ценообразования при оценке активов горно-добывающей компании, а также корпоративных компаний, имеющих сырьевые активы.

Одно из возможных направлений инициирования и развития инновационной деятельности на горных предприятиях связано с применением на всех этапах разработки месторождений экологически чистых технологий добычи, обеспечивающих предварительную доразведку месторождений, контроль за качественными и количественными показателями, сохранение структуры производственного процесса, создание резервов, поддерживающих конкурентоспособность предприятия и влияющих на конечные показатели добычи.

***Ключевые слова*:** инновационные процессы, технология, организация, экология, исследования, методика оценки.

CONDITIONS POWER DEVICE INNOVATION AN ENTERPRISE MINERAL COMPLEX

For the majority of the mining enterprises stable economic growth, building of a regional gross product possibly only on an innovative basis under condition of active use of modern scientific and technical achievements, and also ability to formation and realization of own innovative potential.

Process of start of an innovation will be carried out when the current prize from it exceeds its price and realization allows to reduce uncertainty in the course of enterprise activity. The mathematical methods which have extended in mountain branch will find application in models of option pricing at an assessment of assets of mining company, and also the corporate companies having raw assets.

One of the possible directions of initiation and development of innovative activity at the mountain enterprises is connected with application at all development stages of fields of non-polluting technologies of production providing preliminary additional exploration of fields, control of quality and quantitative indices, preservation of structure of production, creation of reserves supporting competitiveness of the enterprise and influencing final indicators of production.

***Key words*:** innovative processes, technology, organization, ecology, researches, assessment technique.

Истощение ресурсной базы действующих горных предприятий и необходимость освоения новых месторождений в районах, удаленных от современных индустриальных центров, требуют разработки организационно-экономических механизмов и внедрения инноваций, способных обеспечить эффективную взаимосвязь отдельных областей и этапов инновационного процесса с учетом комплексного характера их воздействий и специфики отдельных отраслей. Отсутствие проработанных методик осуществления фаз инновационного процесса приводит к тому, что действующие предприятия отказываются от реализации новшеств. Ведущие горные гиганты с устойчивыми финансовыми балансами находятся под повышенным давлением акционеров, требующих ограничивать новые капитальные вложения. Небольшие и средние горные компании часто не в состоянии мобилизовать финансирование даже для горных проектов.

Консалтингово-аудиторская компания «Ernst&Young» (E&Y) выделяет основные бизнес-риски, создающие проблемы для запуска горных проектов. В своем докладе «Бизнес-риски, стоящие перед горно-металлургической промышленностью в 2012-2013 годах» (Business risks facing mining and metals 2012-2013) «Global Mining» E&Y и «Metals Group» указывают на 10 главных бизнес-рисков для горно-металлургических проектов в порядке убывания:

- ресурсный национализм;
- дефицит квалифицированных кадров;
- затрудненный доступ к инфраструктуре;
- инфляция издержек;
- изыскание проектного капитала;
- социальные лицензии на деятельность;
- волатильность цен и валют;
- доступ к капиталу и управление им;
- согласование выгод участников;
- мошенничество и коррупция.

Очевидно, что добывающие и металлургические компании имеют дело со специфическими рисками.

Перечисленные бизнес-риски условно можно отнести к макроэкономическим показателям, которые в той или иной степени влияют на запуск инновационных процессов, и, как указывается в вышеупомянутом докладе, эффективное управление ими в процессе запуска может смягчить возникающие проблемы. Наряду с этим для горнодобывающих предприятий возникают проблемы запуска инноваций и на микроэкономическом уровне (горно-металлургические комплексы, рудники, шахты).

Горная промышленность, являясь одной из ключевых и самых наукоемких отраслей, в то же время сталкивается с проблемами разработки и внедрения инноваций. Это связано с особенностями горного производства, основной из которых является зависимость от природных условий, заставляющая предприятия работать в условиях неопределенности. Так возникают вопросы, когда, какие, в каком объеме и где нужны инновации. Решение этих вопросов должно базироваться на учете рисков горного производства, связанных с достоверностью данных геологоразведочных работ и постоянным изменением условий разработки как за счет изменения физико-механических характеристик массива пород с увеличением глубины горных работ, так и за счет техногенного воздействия. Эти риски проявляются на различных этапах отработки месторождений и вызывают необходимость корректировки принятых решений. К тому же содержание полезного компонента (компонентов) в массиве горных пород изменяется как по падению, так и по простиранию рудных тел, и распределение его в большинстве случаев не является закономерным. Это, в свою очередь, ставит вопросы как о выборе формы организации производства (концентрация или деконцентрация горных работ), так и о введении в производственный процесс дополнительного технологического звена – усреднения.

Вторая особенность связана с тем, что большинство горных предприятий изначально проектируется на определенную технологию ведения горных работ, которая коренным образом не меняется в течение длительного времени, а условия ведения горных работ в связи с их развитием (пони-

жением глубины работ) меняются постоянно. Внедрение технологических инноваций – весьма затратная и сложная процедура, зачастую невозможная, так как речь идет о воздействии на природные ресурсы и о большом масштабе производства. Кроме того, так как процесс производства состоит из отдельных взаимосвязанных технологических звеньев, то, изменяя параметры одного из них, необходимо изменять и все остальные. Таким образом, эффективность от инновационной деятельности достигается, когда она затрагивает весь комплекс технологических звеньев.

Условия запуска инноваций, могут быть определены, исходя из подхода, представленного в работе [2]. В качестве инновации рассматриваются новые технические решения и делается выбор: осуществить инновацию или отказаться от нее. Процесс выбора детерминируется соотношением трех величин: старыми (C_S) и новыми (C_N) текущими производственными издержками, которые соответствуют старому и новому экономическим укладам, а также капитальными издержками (K), возникающими при внедрении инновации. Иногда внедрение инноваций позволяет не сэкономить издержки, а получить более высокий доход. Логика принятия решения при этом никак не меняется: вместо выигрыша на издержках будет фигурировать выигрыш в доходе.

Условие инновационного равновесия записывается следующим образом:

$$\int_0^{\tau} [C_S(t) - C_N(t)]dt = K,$$

где t – время; τ – период времени, в течение которого предприятие предполагает окупить осуществляемые инновации (горизонт планирования).

Суть данного метода заключается в том, что внедрение инновации будет осуществляться тогда, когда текущий выигрыш от нее (левая часть уравнения) превышает ее цену (правая часть уравнения); в противном случае инновации блокируются. Таким образом, характер неравенства предопределяет запуск инновации. Само наличие в нем интеграла связано с тем, что текущие издержки (доход) относятся к категории перманентных (текущих) затрат, а цена инноваций – к категории единовременных. Следовательно, соизмерить данные величины можно только на некотором временном интервале τ.

При всей простоте и логичности данного метода применение его в условиях горных предприятий связано с определенными трудностями, обусловленными спецификой горного производства. Проблема заключается в расчете новых текущих и капитальных издержек на инновации, опирающемся на информациию, достоверность которой неоднозначна. Следовательно, запуск механизмов разработки и внедрения инноваций на горных предприятиях, по нашему мнению, возможен лишь в том случае, если будет обеспечено исключение в какой-то степени неопределенностей, возникающих на входе (получение достоверных данных для принятия решений), в процессе производства (оперативное управление) или на выходе (влияние внутренних и внешних факторов на показатели деятельности предприятия).

Отсутствие или несовершенство методов, не позволяющее с достаточной достоверностью оценивать внедрение инноваций в условиях неопределенности исходных данных, является существенным фактором, сдерживающим инновационный процесс в горной промышленности. Примером этому может служить практика внедрения новых технологий при разработке угольных месторождений [3]. Отклонения фактически достигаемых технико-экономических показателей от проектных оказываются значительными: по производительности до 1,5-2,0 раз; по объемам фактически отрабатываемых запасов до 2,5-3,0 раз; по удельным затратам до 3-5 раз. Такие отклонения приводят к экономическим потерям, сопоставимым с объемами капитальных вложений.

В настоящее время в решении вопросов управления инвестиционной деятельностью на горных предприятиях можно выделить два направления. Первое направление характеризуется применением ранее мало распространенных в горной отрасли математических методов, позволяющих разработать методический инструментарий, обеспе-

чивающий повышение достоверности экономической оценки инвестиционных проектов для принятия научно обоснованных инвестиционных решений в условиях неопределенности исходных данных. К ним относятся методы теории нечетких множеств и методы нейронных сетей.

Так, в работе [3] отмечается, что при внедрении новых технологий на угольных месторождениях вариабельность исходных данных статистически неустойчива, поэтому невозможно установить вероятность для диапазона значений исходных данных и показателей эффективности. В связи с этим в качестве инструмента, позволяющего учитывать неопределенность получаемых результатов, а также количественно оценивать риск как вероятность отрицательного эффекта в случае недостижения запланированных показателей при реализации проекта, использована теория нечетких множеств. Применение нечетко-множественных моделей позволяет осуществлять количественную экономическую оценку применения новых технологий угледобычи в условиях дефицита информации, а также более объективно учитывать вариабельность исходных данных и получать значения планируемых результатов в виде диапазона значений.

В работе [1] при решении проблемы комплексного анализа технико-экономического состояния угольных предприятий и прогнозирования возможного изменения основных показателей их деятельности в перспективе предлагается использовать проблемно-ориентированные программные комплексы на основе метода нейронных сетей. Нейронные сети позволяют организовать высоко адаптивные нелинейные прогнозные модели, во многих случаях моделирующие и выполняющие прогнозы сложных временных зависимостей с большей эффективностью и точностью по сравнению с известными статистическими методами. В рамках инвестиционной деятельности метод нейронных сетей позволяет получить объективную оценку работы горного предприятия, необходимую как для возможной корректировки характера функционирования, так и для разработки программ перспективного развития на основании достоверной информации о его состоянии.

Оценивая применение математических методов для определения условий запуска инновационных процессов на горных предприятиях, следует отметить, что они могут использоваться только для прогнозной оценки и с определенным риском. Более того, нечетко-множественные модели могут лишь сузить диапазон возможных значений, не решая проблему выбора. Для метода нейронных сетей, наоборот, необходимы предыдущие результаты, динамика их изменения, и только в этом случае возможно выполнение прогнозов с высокой эффективностью и точностью.

Вероятнее всего, эти методы найдут применение в моделях опционного ценообразования при оценке активов горнодобывающих, а также корпоративных компаний, имеющих сырьевые активы. Это связано с тем, что в качестве активов в этом случае квалифицируют минеральные ресурсы, что позволяет учесть в стоимости имущества стоимость используемых природных ресурсов. В соответствии с методом оценки экономической эффективности инвестиционных проектов в сфере разведки и разработки полезных ископаемых [4] стоимость минерально-сырьевых активов напрямую зависит от влияния значительного количества горно-геологических, географических, экономических факторов, что, в свою очередь, определяет изменение влияющих на результаты финансово-экономической деятельности экономических характеристик осваиваемых и разрабатываемых участков месторождений. Долгосрочные инвестиционные проекты в минерально-сырьевом комплексе не могут оцениваться однозначно, так как при реализации проекта происходят различные события, существенно меняющие ситуацию. В этом случае метод нейронных сетей может создать предпосылки для принятий решений.

Опционы – активы с двумя специфическими характеристиками: стоимость актива есть производная от стоимости других активов, денежные потоки обусловлены наступлением определенных событий. При инвестициях в природные ресурсы в качестве базового актива выступает природный ресурс, а стоимость актива основана на оце-

ночном объеме и цене ресурса. Волатильность денежных потоков, их специфическая динамика и ценность минерального сырья связаны с влиянием большого количества факторов:

• горно-геологическими и горно-техническими условиями разработки;

• полной себестоимостью;

• изменениями в уровне производительности и затрат;

• типом, видами, структурой и ценами товарной продукции;

• циклическим характером товарных рынков и цен;

• состоянием инфраструктуры и доступом к ней;

• налоговой системой;

• реальными ставками на рынке капитала.

Опционным называется актив, ценность которого растет с увеличением базовой неопределенности и который характеризуется однонаправленной динамикой изменения стоимости актива и неопределенности. В отличие от методологии DCF (дисконтирование денежных потоков), методология ROV (опционное ценообразование) предполагает, что мировой рынок сырья характеризуется изменчивостью, неопределенностью и конкурентными взаимодействиями компаний. Это вызывает необходимость гибкости управления, позволяющей пересматривать будущие решения в ответ на изменяющиеся обстоятельства. Логика реальных опционов предусматривает право компаний или инвестора на отсрочку принятия решений об инвестициях до тех пор, пока не будет устранена неопределенность, в отличие от немедленных и часто необратимых инвестиций, которые могут при неблагоприятных обстоятельствах оказаться убыточными. Сокращение времени принятия решения, исходя из рассмотрения диапазона возможных значений, возможно при использовании моделей нечетких множеств.

В концепции опционного подхода в работе [4] предлагается оценивать полную стоимость инвестиционного актива суммой, которая складывается из NPV, рассчитанной по методу DCF, и так называемой стоимости гибкости (стоимости опциона):

$$NPV_{\text{SUM}} = NPV_{\text{STAND}} + \text{ROV},$$

где NPV_{SUM} – полная стоимость проекта; NPV_{STAND} – стоимость проекта, рассчитанная по методу DCF; ROV – стоимость гибкости (реальный опцион).

Стоимость гибкости обусловлена существованием определенной ценности развития инвестиционного проекта, управлением риском получаемых новых знаний. Снижение степени неопределенности в этом случае вполне может быть реализовано посредством моделей нечетких множеств. Выделение в полной стоимости проекта ROV дает возможность добывающим компаниям применять реальные опционы для оценки проектов освоения месторождений, которые недостаточно полно изучены.

Второе направление связано с ускорением научно-технического прогресса в области подготовки к добыче запасов месторождений полезных ископаемых и включает развитие научно-технических средств и методов проведения геологоразведочных работ, повышение достоверности разного рода геологических прогнозов, создание детальных количественных геологических моделей для проведения геофизических исследований с целью повышения их эффективности, а также создание методов получения исходных данных, необходимых для совершенствования планирования направлений поисков, включая выбор этих направлений. Значительная часть исходных данных, основанных на геологических материалах, носит экономический характер. Геологические условия глубоких недр, знание которых необходимо для оценки затрат на освоение той или иной группы ресурсов, а также для определения технических возможностей освоения, приходится по большей части прогнозировать.

По нашему мнению, недостающим звеном в обоих направлениях является применение на всех этапах разработки месторождений технологии добычи, которая, с одной стороны, обеспечит получение достоверной информации о запасах месторождения, о содержании и распределении полезного компонента в горном массиве, о физико-механических свойствах руды и вмещающих по-

род, элементах залегания рудных тел и т.д., а с другой стороны, обеспечит полноту выемки и извлечение полезного компонента из добываемого сырья, а также возможность возвращения отходов в выработанное пространство месторождений. Такая технология должна обеспечить предварительную доразведку месторождений, контроль за качественными и количественными показателями, экологическую чистоту, сохранение структуры производственного процесса, создание резервов, поддерживающих конкурентоспособность предприятия и влияющих на конечные показатели добычи. Причем подобная технология должна быть универсальной, не требующей пересмотра по мере развития предприятия. Тогда инновационная деятельность будет связана в основном с управлением производительностью труда. Из существующих способов подземной добычи руд наиболее приемлема и универсальна в этом смысле технология с закладкой выработанного пространства твердеющим материалом, которой в настоящее время должно быть уделено особое внимание. Развитие этой технологии должно идти как по пути поиска новых видов дешевого закладочного материала, учитывающего особенности региона, так и по пути создания новых способов выемки руды при различных видах закладки.

Таким образом, именно технология добычи позволит определить условия запуска инноваций на горных предприятиях, обеспечивая полноту информации для дальнейшего прогноза деятельности организации и оперативного принятия решений при ее функционировании.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алферов М.В.* Разработка алгоритмов комплексного анализа деятельности угольных предприятий с применением метода нейронных сетей: Автореф. дис. .... канд. экон. наук / Ин-т угля и углехимии СО РАН. Кемерово, 2004.

2. *Балацкий Е.В.* Инновационные стратегии компаний на развивающихся рынках // Общество и экономика. 2004. № 4.

3. *Осадчая М.А.* Экономическая оценка применения новых технологий угледобычи в условиях неопределенности исходных данных: Автореф. дис. .... канд. техн. наук. Челябинск, 2006.

4. *Сергеев И.Б.* Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов в сфере разведки и разработки полезных ископаемых: развитие доходного подхода / И.Б.Сергеев, М.Ю.Шкатов // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление, 2007. № 1.

REFERENCES

1. *Alfyorov M.V.* Development of algorithms of the complex analysis of activity of the coal enterprises with application of a method of neural networks: Dissertation author's abstract. Kemerovo, 2004.

2. *Balatsky E.V.* Innovative of strategy of the companies in emerging markets // The Society and economy, 2004. N 4.

3. *Osadchy M.A.* An economic assessment of application of new technologies of coal mining in the conditions of uncertainty of basic data: Dissertation author's abstract. Chelyabinsk 2006.

4. *Sergeyev I.B., Shkatov M.Yu.* An assessment of economic efficiency of investment projects in the sphere of investigation and development of minerals: development of a profitable approach // Mineral resources of Russia. Economy and management, 2007. N 1.