

## ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ДОСТИЖЕНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ УРАНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### INDUSTRIAL-ECONOMIC MODELING AS A BASIS OF ACHIEVING THE STRATEGIC OBJECTIVES OF URANIUM-BUILDING ENTERPRISES

*A. Mikhailovsky*

#### Annotation

In the conditions of modern economy, the issue concerning the necessity of determining the degree of influence of changes in the production process on the development scenario is gaining more and more importance and importance for uranium mining enterprises. Despite the existence of general methodological approaches, their effectiveness directly depends on the degree of adaptation to the specifics of the business of the companies in question. The article presents a methodical approach to the assessment of economic efficiency, developed and adapted to assess the results of changes in technological processes in the production of uranium mining enterprises and their impact on the financial result of companies, which in turn facilitates the adoption of management decisions in the current economic conditions of the world market for natural uranium. This methodology is based on recommendations on the formation of a model predicting production processes of the technological chain, which allows to evaluate the effectiveness of a management decision through monitoring of key financial and economic indicators. The variant of ranking innovative projects in the conditions of a limited financial resource and carrying out the subsequent factorial analysis for the forecast and establishment of key performance indicators promoting management decisions at all stages of the life cycle of the project is offered.

**Keywords:** Economic efficiency, innovative activity, economic-mathematical modeling, factor analysis.

*Михайловский Александр Александрович*

*Рук. направления,  
Урановый холдинг "АРМЗ",  
АО "Атомредметзолото"*

#### Аннотация

В условиях современной экономики все большую актуальность и значимость для уранодобывающих предприятий приобретает вопрос, касающийся необходимости определения степени влияния изменения производственного процесса на сценарии развития. Несмотря на существование общих методологических подходов, их эффективность напрямую зависит от степени адаптированности к специфике бизнеса рассматриваемых компаний. В статье приводится методический подход к оценке экономической эффективности, разработанный и адаптированный для оценки результатов изменения технологических процессов в производстве уранодобывающих предприятий и их влияние на финансовый результат компаний, что в свою очередь способствует принятию управленческих решений в сложившихся экономических условиях мирового рынка сбыта природного урана. В основе данной методики положены рекомендации по формированию модели, прогнозирующей производственные процессы технологической цепочки, что позволяет оценить эффективность того или иного управленческого решения посредством мониторинга ключевых финансово – экономических показателей. Предложен вариант ранжирования инновационных проектов в условиях ограниченного финансового ресурса и проведения последующего факторного анализа для прогноза и установления ключевых показателей эффективности, способствующих принятию управленческих решений на всех этапах жизненного цикла проекта.

#### Ключевые слова:

Экономическая эффективность, инновационная деятельность, экономико-математическое моделирование, факторный анализ.

**В** настоящее время главными особенностями геотехнологических методов добычи и переработки урановых руд является значительная минимизация отходов производства и практически полная безопасность работ при добыче урана. В переработку этими методами вовлекаются в основном руды с низким содержанием урана (сотые доли процента).

При скважинном подземном выщелачивании (СПВ) урана не образуются отвалы вскрышных пород и забалансовых руд.

Отсутствуют хвостохранилища гидрометаллургических заводов (ГМЗ). Персонал предприятий не контактирует с радиоактивностью, так как главный источник радиоактивности – радий-226 – остается в недрах, образуя трудно растворимое соединение с сульфатом серной кислоты. При этом уран, извлекаемый из недр, слабо радиоактивен, так как имеет очень большой период полураспада 4,6 млрд. лет. Дневная поверхность над подземным добычным комплексом не проседает и исключаются аварии, связанные с обрушением горных выработок.

При блочном подземном выщелачивании (БПВ) урана 70–80% горнорудной массы остается на месте залегания урановых руд и не извлекается на поверхность. Здесь необходимы меры по защите персонала от радиации.

По сравнению с обычным горным способом добычи руды, блочное подземное выщелачивание имеет следующие преимущества: значительное сокращение объемов горных выработок, закладочных работ, транспортирования руды, ее обогащения, дробления, измельчения, отсутствие необходимости в строительстве и эксплуатации хвостохранилищ, существенное уменьшение загрязнения окружающей среды и снижение себестоимости производства урана. При этом, в процессе переработки замагазинированного в блоке уранового сырья выщелачиванию подвергаются не только бедные, но и забалансовые по содержанию урана руды, что существенно увеличивает эффективность процесса.

Кучное выщелачивание беднобалансовых и забалансовых урановых руд с себестоимостью ниже или близкой к себестоимости переработки рядовых и богатых руд на ГМЗ, за счет исключения из технологической цепочки процессов измельчения, сгущения и т.п., позволяет расширить сырьевую базу предприятий, ведущих разработку урановых месторождений подземным горным способом (ПГР).

Все эти преимущества геотехнологических методов проявляются в главном – себестоимость добычи и переработки убогих урановых руд этими методами ниже себестоимости добычи рядовых и бедных урановых руд подземным горным способом и переработки на гидрометаллургических заводах.

Привлекательность геотехнологических методов делает их в последнее время основными при освоении урановых месторождений. В период с 2005 по 2015 год доля добычи урана этими методами в мире выросла с 8 до 51%. Такая же тенденция отмечается и в развитии российской уранодобывающей отрасли.

Следует отметить, что в последнее десятилетие произошло интенсивное расширение области применения информационных (компьютерных) технологий на объектах СПВ урана в Российской Федерации. Из инструмента геометрического моделирования месторождений и подсчета запасов они превратились в инструмент оптимизации добычи и управления предприятием СПВ.

Кучное выщелачивание урана в России и за рубежом используется давно, но главным его недостатком является низкий уровень извлечения урана из руд. Повышению эффективности этого метода посвящена отдельная глава монографии.

В настоящее время вектор развития отрасли кардинально изменился как по объему производства природного урана, так и по набору методов добычи и переработки урановых руд.

В 2014 году согласно стратегии развития отечественных предприятий уранодобывающего сектора, соотношение подземного горного способа и геотехнологических методов добычи принимается примерно равным. Пересмотру стратегии способствовали изменившиеся внешние и внутренние факторы.

Внешний фактор: снижение спроса на природный уран из-за перепроизводства в последние 4 года и, как следствие, падение цен. В ближайшие 10 лет умеренная цена на уран будет определяться объемом производства богатых урановых руд при разработке месторождений подземным горным способом в Канаде и бедных руд гидрогенных месторождений скважинным подземным выщелачиванием в Казахстане.

Внутренние разнонаправленные факторы: 1) обеднение урановых руд на действующих рудниках, длительное время разрабатывающих урановые месторождения Стрельцовского рудного поля подземным горным методом (ПГР) в ПАО "ППГХО" и гидрогенные месторождения урана Хиагдинского рудного поля, пригодные для разработки методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ).

Глобальной целью стратегии развития действующих уранодобывающих предприятий АО "Атомредметзолото" (АРМЗ) на ближайшие 10 лет является: стабильное обеспечение внешних и внутренних потребностей Госкорпорации "Росатом" урановым сырьем; снижение себестоимости конечной продукции.

Снижение консолидированной средней себестоимости добычи урана по всем добывающим предприятиям холдинга достигается за счет снижения объема добычи урана дорогостоящим традиционным методом ПГР и увеличения доли добычи урана малозатратными геотехнологическими методами.

На увеличение выручки и прибыли направлена диверсификация производства, значительная часть которой нацелена на сокращение объемов золошлаков и хвостов сернокислотного производства (пиритные огарки), что позволит не только получить дополнительный доход, но и снизить техногенную нагрузку на окружающую природную среду.

Все технологии, используемые добывающими предприятиями АО "Атомредметзолото", объединены общим названием – "горно-геологические технологии".

По направлениям деятельности горнодобывающих предприятий АРМЗ горно-геологические технологии подразделяются на:

- ◆ геологоразведочные: прогнозные и рекогносцировочные работы; поиски и оценка месторождений; предварительная и детальная разведки; доразведка и эксплуатационная разведка;

- ◆ горные технологии добычи: скважинное подземное выщелачивание; подземный горный способ с переработкой руд гидрометаллургической технологией (ГМТ) и кучным выщелачиванием (КВ); блочное подземное выщелачивание (БПВ);

- ◆ технологии переработки руд и растворов: при геотехнологических методах добычи урана на месте залегания руд переработке методом сорбции-десорбции подвергаются только урансодержащие продуктивные растворы, выполняются также процессы концентрирования и фильтрования; при подземном горном способе добычи применяется сортировка, дробление, обогащение, истирание, выщелачивание в пачуках, сорбция-десорбция, аффинажная экстракция, концентрирование, прокаливание;

- ◆ природоохранные: мониторинг окружающей природной среды на объектах СПВ и горнорудных предприятиях; технологии рекультивации поверхности и недр на объектах СПВ, ПГР и КВ.

Технологии, обеспечивающие безопасное ведение горных работ и работ на поверхностном комплексе горнодобывающих предприятий, отдельно в инновационной программе развития (ИПР) АРМЗ не рассматриваются, поскольку при выборе базовых горно-геологических технологий, приоритет отдается тем из них, которые максимально обеспечивают безопасность горных работ и ответственуют передовому мировому уровню.

В ИПР АРМЗ используется также классификация по типу собственности на технологии:

- ◆ собственные технологии, на которые права на интеллектуальную собственность на основании договоров на НИОКР, патентов и ноу-хау принадлежат ДЗО (нематериальные активы);

- ◆ технологии, приобретаемые на рынке (в основном технические средства);

- ◆ сервисные технологии, как услуги сторонних организаций.

По приоритету технологии делятся на прорывные, обязательные (экологические и обеспечивающие промышленную безопасность) и поддерживающие.

При создании новых и развитии существующих технологий предусматривается возможность их сервисного использования на зарубежных объектах и продажи лицензий на их использование.

Динамика цен на рынках ядерно-топливного цикла и объемов добычи урана показывают, что в условиях снижения добычи урана и падения цен, необходим поиск новых технологических решений, направленных на повышение производительности добычи урана с низкой себестоимостью, и для оценки данных технологий необходимы новые подходы к экономической оценке эффективности учитывающие как макроэкономические параметры, так и технологические особенности производства.

К числу основных конкурентов АРМЗ в мировом масштабе относятся другие крупные производители урана. Ключевыми показателями, по которым производится их сопоставление, являются объем минерально-сырьевой базы и объем производства природного урана.

Лидирующие позиции по объему минерально-сырьевой базы в мире занимает австралийская BHP Billiton, которая эксплуатирует золото-ураново-медное месторождение "Олимпик Дэм" в Австралии.

Производство природного урана характеризуется высокой степенью концентрации. По итогам 2014 г. на долю 9 крупнейших компаний (НАК "Казатомпром", Cameco, AREVA, Uranium One, BHP Billiton, АРМЗ, CNNC и CGN, Навоийский ГМК и Paladin Energy) приходилось ~80% мирового производства урана.

По итогам 2014 г. НАК "Казатомпром" стала единственной компанией среди лидеров отрасли, увеличившей добычу урана на 4% к уровню 2013 г. Остальные компании продемонстрировали падение производства, которое оказалось наибольшим у Rio Tinto – почти в 2 раза к уровню 2013г. – из-за аварий, имевших место на обоих рудниках компании ("Рэйнджер" в Австралии и "Россинг" в Намибии), и оптимизации производственной программы. В результате Rio Tinto временно выбыла из числа лидеров по объему добычи урана. Рост показателей китайских компаний (CNNC и CGN) связан, прежде всего, с реализованной сделкой по вхождению в капитал предприятия Langer Heinrich в Намибии (приобрели 25% в 2014 г.).

НАК "Казатомпром" с 2009 г. является крупнейшей уранодобывающей компанией в мире (в 2014 г. объем производства составил ~13,2 тыс.т урана). Для НАК "Казатомпром" добыча урана является основным бизнесом (имеются активы в других стадиях ЯТЦ, а также по производству редких и редкоземельных металлов). Все добывающие активы компании расположены только в стране ее присутствия.

Второе место по объему производства урана (~9 тыс. т в 2014 г.) занимает канадская Cameco Corp. Компания ведет добычу урана на предприятиях в Канаде, Казахстане и США. В частности, совместно с AREVA она эксплуа-

тирует рудник "Макартур-Ривер" – крупнейшее уранодобывающее предприятие в мире. В 2014 г. она начала добычу на руднике "Сигар Лэйк" в Канаде (потенциально один из крупнейших в мире, с выходом на полную мощность – более 6,9 тыс. т урана в год – после 2018 г.). Компания контролирует также перспективные проекты в Канаде, США и Австралии. Самесо является интегрированным производителем в начальной стадии ЯТЦ, однако урановый сегмент бизнеса является для нее ключевым.

На третьем месте находится французская AREVA, которая в 2014 г. произвела 6,5 тыс. тонн урана. Она ведет добычу урана в Канаде (совместно с Самесо), Казахстане (совместно с НАК "Казатомпром") и Нигере (является оператором 2 СП, доли в которых принадлежат правительству Нигера и другим игрокам). Компания также контролирует перспективные проекты в Канаде, Австралии, Нигере, Намибии и Монголии. AREVA является вертикально интегрированной компанией и присутствует во всех переделах ЯТЦ (от добычи урана до вывода АЭС из эксплуатации).

Долгосрочной целью крупнейших урановых компаний является формирование сбалансированного портфеля активов, диверсифицированного по географии и стадиям жизненного цикла и обеспечивающего эффективный уровень себестоимости. С этой целью ими активно используется механизм создания совместных предприятий (в Казахстане, Канаде и других странах), позволяющий обеспечить разделение затрат и рисков.

В целом, сложившаяся структура мировой уранодобывающей отрасли и состав ее ключевых игроков являются достаточно стабильными, а их изменение происходит в основном при реорганизации бизнеса. В долгосрочной перспективе положение ключевых компаний-производителей представляется устойчивым (с учетом реализованных ими мероприятий по оптимизации). Под их контролем находится лучшая часть разведанных ресурсов урана – месторождения с самой низкой себестоимостью и крупные перспективные проекты с наиболее высоким потенциалом.

Помимо крупнейших компаний, на мировом рынке урана представлены еще 2 группы участников – национальные производители и юниорные компании. Национальные производители (из Китая, Индии, Пакистана, Украины и Ирана), находясь "вне рынка", решают задачу повышения обеспеченности ураном собственного производства – в ряде случаев не только в интересах гражданской атомной энергетики, но и в целях развития ядерного оружейного комплекса. Для выполнения этой задачи они получают поддержку в виде гарантий по объемам закупки урана и дотаций (через установление цен на уровне, необходимом для покрытия их издержек и не привязанном к ситуации на рынке).

К числу юниорных относятся небольшие компании в Канаде, США, Австралии и других странах, которые занимаются поиском и развитием проектов, не входящих в "поле зрения" крупнейших игроков. Такие проекты в основном характеризуются следующими признаками (одним либо несколькими): низкое и крайне низкое содержание урана; расположение в труднодоступных регионах либо в нестабильных регионах с высоким уровнем риска; ограниченный доступ к инфраструктуре и ресурсам (подключение к э/сети, существенное ограничение или отсутствие водных ресурсов, нехватка подготовленных кадров); начальная либо ранняя стадия развития; комплексный состав руд; высокая себестоимость добычи и переработки, в т.ч. из-за отсутствия необходимых технологий. Целью самих юниоров, как правило, выступает не самостоятельное выстраивание бизнеса "с нуля" (оно требует колоссальных инвестиций и наличия широкого спектра компетенций и опыта), а "предпродажная" подготовка проектов, представляющих наибольший потенциальный интерес. Она осуществляется до стадии, когда проект либо вся компания могут быть куплены крупными игроками или консорциумом, в состав которого входят и производители, и потребители урана.

В течение последних лет юниоры продолжали искать возможности для развития своих проектов в Канаде, США, Австралии, странах Африки и Южной Америки в расчете на улучшение ситуации на рынке в долгосрочной перспективе (в т.ч. с учетом того, что почти все их проекты ориентированы на запуск не ранее чем в 2025–2030 гг.). Тем не менее, темпы их реализации снизились из-за сложностей с привлечением внешнего финансирования (вплоть до приостановки работ).

Из выше изложенного следует, что для достижения основных стратегических целей уранодобывающих предприятий необходим инструмент для оценки экономической эффективности изменения технологических процессов производства для обоснования принятия управленческих решений. В качестве данного инструмента авторами предлагается использовать финансово-экономические модели (ФЭМ).

Основу методического подхода составляют рекомендации для построения финансово-экономических моделей проектов инвестиционной деятельности уранодобывающих предприятий. Модели имитируют производственные процессы технологической цепочки и тем самым позволяют оценить эффективность того или иного инновационного решения методом мониторинга ключевых финансово – экономических показателей: себестоимость, выручка, NPV, IRR и т.д., как это делается при стандартном подходе к оценке эффективности инвестиционной деятельности на этапах инициации, реализации, внедрения и мониторинга использования результатов разработки, но с учетом этапов жизненного цикла проекта.

Жизненный цикл инвестиционных проектов делится на четыре этапа (инициация, реализация, внедрение и мониторинг), для оценки экономической эффективности применялся метод дисконтирования денежных потоков. Необходимо отметить, что мониторинг экономической эффективности производится на каждом этапе жизненного цикла инвестиционного проекта, что в свою очередь является необходимым для принятия оперативных управленческих решений, например: выделение денег на проект на этапе инициации, что наиболее актуально в условиях ограниченного бюджета. При данном условии невозможно принять эффективное решение, основываясь исключительно на положительном NPV проекта: необходимо иметь представление о том, за счет чего получается данное NPV (снижение себестоимости или увеличение выпуска готовой продукции и т.д.). В этом случае предлагается использовать сравнение плановых и фактических показателей прибыли до налогообложения (далее – EBIT), т.к. данный показатель ак-

кумулирует в себе эффект оказываемый на выручку, себестоимость и т.д.

Разработанный методический подход к отбору инвестиционных проектов и мониторинга их реализации в уранодобывающей отрасли, позволяющий обеспечить прибыльность добывающих предприятий в условиях высокой волатильности рынка природного урана при заданных корпоративных ограничениях на принятие управленческих решений. Также необходимо отметить практическую значимость, проводимых исследований, которая заключается в обосновании методического инструментария, позволяющего совершенствовать механизм оценки управления экономической эффективностью инвестиционной деятельности в уранодобывающей отрасли для обеспечения её прибыльности в условиях экономических рисков, связанных с неустойчивыми ценами на рынке природного урана при заданных корпоративных ограничениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гришковская С.В., Драчев А.А., Исыянов О.А. "Создание технико-экономических моделей для планирования производства", Горный журнал №8 (2), 2013, с. 52
2. Лобанова М. А. Управление стоимостью промышленного предприятия // Вестник московской академии рынка труда и информационных технологий. – М.: Изд-во МАРТИТ, 2006, № 15
3. Лобанова М.А. Применение методов доходного подхода для оценки стоимости российских предприятий в процессе приватизации // Вестник московской академии рынка труда и информационных технологий. – М.: Изд-во МАРТИТ, 2006, № 15
4. Марголин Е. М. Быстрыков А.Я. Экономическая оценка инвестиций. – М.: ЭКСМОС, 2010
5. Скотт М. К. Факторы стоимости: руководство для менеджеров по выявлению рычагов создания стоимости. – М.: "Олимп-Бизнес", 2012
6. Bernard Marr. Key Performance Indicators // Financial Times. Pub. Date: June 21, 2012
7. Donald L. Gusfa, Daniel J. Stanley. The Balanced Scorecard: A Practical Primer to enhance your performance through strategic goals. – CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011, 37 p.
8. Eugene F. Brigham, Joel F. Houston. Fundamentals of Financial Management, Concise Edition. – Cengage Learning; 8 edition, 2014. 688 p.

© А.А. Михайловский, [ alexandr29.91@mail.ru ], Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»,

