

Каширцева Александра Петровна

аспирант

ФГБОУ ВО «Московский государственный
технический университет им. Н.Э. Баумана»

г. Москва

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ
ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ФИНАНСОВЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ
ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Аннотация: в представленной работе рассмотрены факторы внешней и внутренней среды, оказывающие влияние на производственные мощности предприятия, а как следствие, и на финансовые результаты предприятия. В статье описана важность управления производственной мощностью золотодобывающего предприятия. Автор описал систему долгосрочного и ежегодного планирования производственных и горных работ, а также предложил способ учета факторов при прогнозировании финансовых результатов золотодобывающего предприятия.

Ключевые слова: золотодобывающее предприятие, прибыль, производственные мощности, факторы внутренней среды, факторы внешней среды, финансовый результат, экономико-математическое моделирование.

Основной целью работы золотодобывающего предприятия является получение максимально возможной прибыли и максимизация стоимости бизнеса за счет осуществления производственной деятельности. Успешная производственная деятельность связана с повышением эффективности производства. Поведенные исследования по проблеме эффективности производства, позволяют предположить, что эта проблема является важной для золотодобывающих компаний. Следует заметить, что эффективное функционирование золотодобывающей компании может быть достигнуто только при условии корректной оценки факторов внешней и внутренней среды, оказывающих влияние на деятельность компании.

Для решения проблемы повышения эффективности золотодобывающего компаний в данной работе выделены и классифицированы факторы, которые оказывают влияние на финансовые и производственные результаты [2]. Эти факторы включают в себя:

1. Горно-геологические факторы (в т.ч. содержание золота в балансовых запасах, группа сложности месторождения, условия залегания золота).

2. Технические факторы (в т.ч. возможность транспортировки руды с учетом имеющегося парка техники, наличие оборудования, ограничение пропускной способности оборудования по времени использования и объемам добываемой руды, коэффициент использования оборудования, коэффициент технической готовности оборудования).

3. Технологические факторы (в т.ч. коэффициент потерь, уровень извлечения при обогащении).

4. Экономические и рыночные факторы (в т.ч. издержки производства, цена на товарную продукцию, темпы роста отрасли).

5. Организационные факторы (в т.ч. организация горных работ, система контроля качества).

6. Экологические факторы (в т.ч. возможный ущерб земельным, воздушным, водным, рыбным ресурсам и экономическая оценка данного ущерба).

Вышеописанные факторы вызывают необходимость создания инструментов для оценки экономической эффективности разработки новых месторождений и существующего производственного процесса в золотодобывающей компании. Для учета данных факторов необходимо построение экономико-математической модели, которая позволит учесть влияние каждого фактора, на результаты работы предприятия. Данные факторы являются ограничениями при построении экономико-математической модели. В таком случае производственная мощность золотодобывающего предприятия может фигурировать в качестве результата оптимизационной модели.

Производительность предприятия по добыче золота определяется в момент его проектирования или его технического перевооружения и находит свое отражение в технико-экономическом расчете. При этом ежегодное производительность предприятия по добыче должна коррелировать с производительностью перерабатывающей фабрики. Эти два процесса взаимосвязаны и постоянно должны балансироваться друг с другом. На рисунке 1 представлена взаимосвязь годового и долгосрочного планирования объемов добычи и переработки с учетом расширения производственных мощностей, опережающей эксплуатационной разведки месторождения и стратегии развития предприятия.

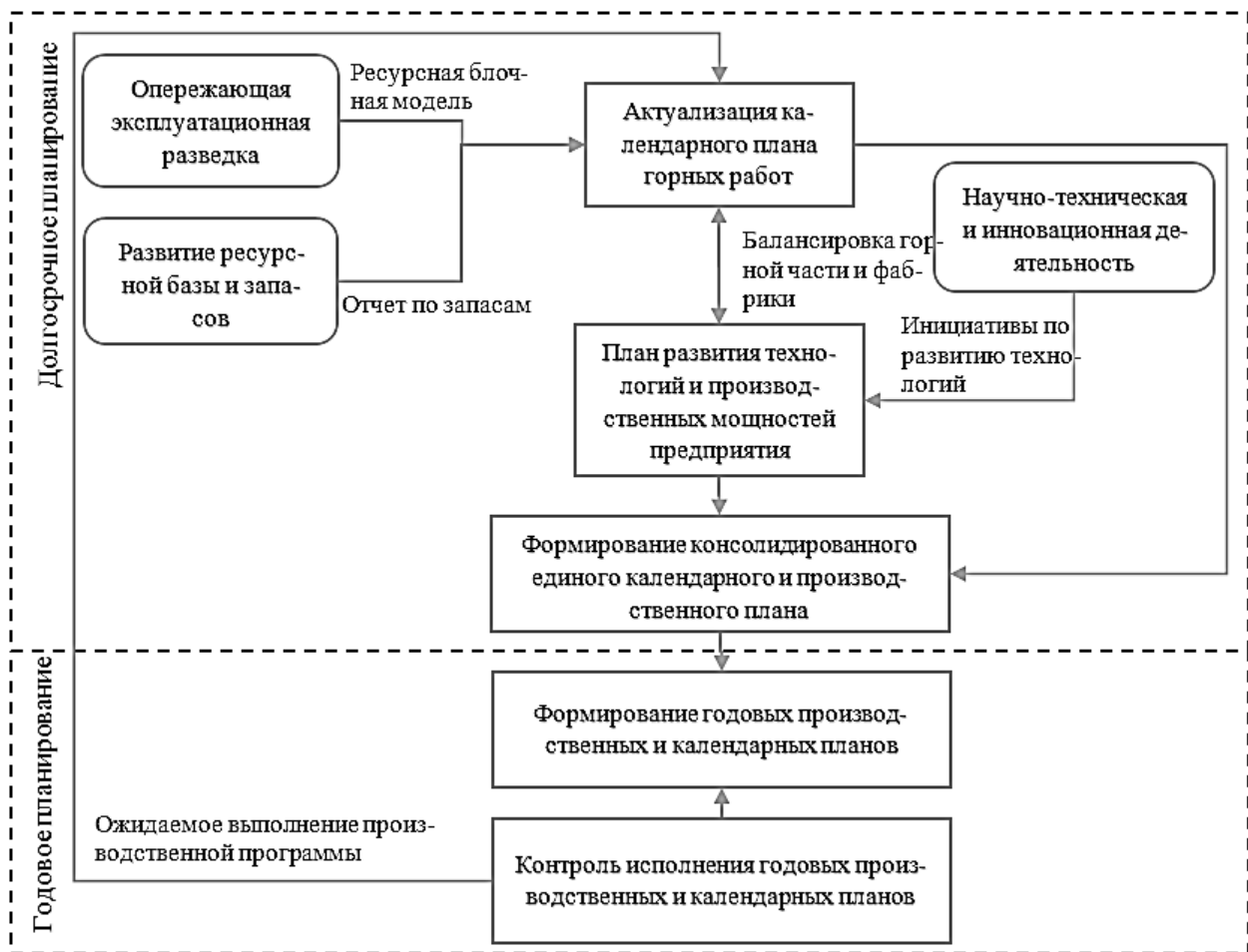


Рис. 1. Долгосрочное и годовое планирование на золотодобывающем предприятии

Расчет значения производственной мощности золотодобывающего предприятия необходимо проводить на основе исследования всего многообразия влияющих факторов.

яющих факторов. Целевой функцией модели представляет собой функцию максимизации прибыли при условии оптимального использования производственных мощностей: $P(\text{производственная мощность}) \rightarrow \max$.

Наиболее важными показателями, оказывающими влияние на итоговый финансовый результат модели расчета производственной мощности, являются среднее содержание золота в руде, коэффициент извлечения золота, мощность рудника по добыче руды, фактическая производительность рудника по руде, рыночная цена золота, потери руды.

Ежегодную прибыль золотодобывающего предприятия будем определять по формуле:

$$P = C_t - Z_t,$$

где C_t – стоимость реализованной продукции, руб.;

Z_t – текущие затраты, руб.

Стоимость реализованной продукции или выручка для золотодобывающей компании определяется по формуле:

$$C_t = C_t * M_t,$$

где M_t – количество извлекаемого золота, г;

C_t – цена реализации золота, руб/г;

Сделаем корректировку по выручке на величину затрат на реализацию продукции, которые включают в себя затраты на аффинаж, охрану, транспортировку и страхование слитков:

$$C_t' = M_t * (C_t - Z_{реал}^{удел}),$$

где $Z_{реал}$ – затраты на реализацию продукции, руб/г.

Для текущих расчетов примем, что

$$Z_{реал}^{удел} = \lambda * C_t,$$

где λ – коэффициент, показывающий долю затрат на продажу готовой продукции от цены ее реализации.

Получаем:

$$C_t' = M_t * (C_t - \lambda * C_t) = M_t * C_t * (1 - \lambda)$$

Текущие затраты – агрегационный показатель, представляющий собой:

$$Z_t = Z_{доб_t} + Z_{пер_t} + Z_{транс_t} + Z_{управ_t},$$

где $Z_{доб_t}$ – затраты на добычу ГРМ (горнорудной массы). При полном производственном цикле в затраты на добычу входят такие затраты, как затраты на буровзрывные работы, экскавацию, бульдозерные работы, затраты на общепроизводственные переделы. При этом работы по добыче ГРМ представляют собой вскрышные работы и работы по добыче руды;

$Z_{транс_t}$ – затраты на транспортировку руды с месторождения до золотоизвлекательной фабрики и транспортировку вскрышной породы в отвалы;

$Z_{пер_t}$ – затраты на рудоподготовку и первичную переработку руды. При полном производственном цикле затраты на рудоподготовку и первичную переработку руды включают в себя затраты по следующим переделам: дробление, измельчение, гравитация, сгущение, флотация, цианирование, интенсивное цианирование, сорбция, обезвреживание, десорбция, электролиз, плавка, затраты на хвостовое хозяйство, затраты на общепроизводственные переделы;

$Z_{управ_t}$ – административно-управленческие расходы, в которые входят затраты на содержание офиса и автотранспорта, затраты на аренду, обучение персонала, банковские и юридические услуги, благотворительность, затраты на ФОТ с учетом отчислений административно-управленческого персонала и т. д.

Расчет затрат на добычу, транспортировку и переработку будем производить по удельным показателям затрат, таким образом получаем:

$$Z_{доб_t} = M_{доб} * Z_{доб}^{удел},$$

$$Z_{транс_t} = M_{транс} * Z_{транс}^{удел},$$

$$Z_{пер_t} = M_{пер} * Z_{пер}^{удел}.$$

Примем, что вся добываемая руда транспортируется на фабрику и идет на переработку (т.е. складов с рудой не образуется)

$$M_{\text{доб}} = M_{\text{пер}} = M_{\text{транс}} = M_{\text{ДПТ}}$$

Количество извлекаемого золота посчитаем исходя из объема добываемой/перерабатываемой руды с учетом содержания в руде и сквозного извлечения золота на фабрике (формула без учета потерь при добыче):

$$M_t = M_{\text{ДПТ}} \cdot \alpha \cdot \varepsilon,$$

где α — содержание золота в золотосодержащих рудах, г/т;

ε — коэффициент сквозного извлечения, %.

Учитывая вышеописанные выкладки, получаем:

$$Z_t = M_{\text{ДПТ}} * (Z_{\text{доб}}^{\text{удел}} + Z_{\text{транс}}^{\text{удел}} + Z_{\text{перер}}^{\text{удел}}) + Z_{\text{управ}_t}$$

$$C_t' = M_{\text{ДПТ}} * \alpha * \varepsilon * C_t * (1 - \lambda)$$

Легко увидеть, что прибыль предприятия можно выразить следующим образом:

$$\Pi = M_{\text{ДПТ}} * \alpha * \varepsilon * C_t * (1 - \lambda) - M_{\text{ДПТ}} * (Z_{\text{доб}}^{\text{удел}} + Z_{\text{транс}}^{\text{удел}} + Z_{\text{перер}}^{\text{удел}}) - Z_{\text{управ}_t}$$

Отсюда следует, что:

$$\Pi = M_{\text{ДПТ}} * \left[C_t * (1 - \lambda) * \alpha * \varepsilon - Z_{\text{доб}}^{\text{удел}} - Z_{\text{транс}}^{\text{удел}} - Z_{\text{перер}}^{\text{удел}} \right] - Z_{\text{управ}_t}$$

Собственник компании определяет уровень роста основных ключевых показателей компании и транслирует их в виде стратегических целей и задач ТОП менеджменту. К одному из таких ключевых показателей можно отнести EBITDA. EBITDA (Earnings before interest, taxes, depreciation and amortization) – аналитический показатель, равный объёму прибыли до вычета расходов по выплате процентов, налогов и начисленной амортизации.

Для золотодобывающего предприятия имеем:

$$EBITDA = \Pi = M_{\text{ДПТ}} * \left[C_t * (1 - \lambda) * \alpha * \varepsilon - Z_{\text{доб}}^{\text{удел}} - Z_{\text{транс}}^{\text{удел}} - Z_{\text{перер}}^{\text{удел}} \right] - Z_{\text{управ}_t}$$

Пусть уровень роста ключевых показателей представляет собой безразмерную величину, обозначаемую $K_{\text{роста}}$.

Отсюда следует, что:

$$EBITDA_{\text{прог}} = EBITDA_{\text{баз}} * K_{\text{рост}},$$

в таком случае получаем:

$$EBITDA_{\text{прог}} = \left(\begin{array}{l} M_{\text{ДПП}} * \left[C_t * (1-\lambda) * \alpha * \varepsilon - Z_{\text{доб}}^{\text{удел}} - Z_{\text{транс}}^{\text{удел}} - Z_{\text{перер}}^{\text{удел}} \right] \\ - Z_{\text{управ}_t} \end{array} \right)_{\text{баз}} * K_{\text{рост}}$$

В рамках данного исследования рассмотрим влияние коэффициента роста на объем добываемой и перерабатываемой руды:

$$M_{\text{ДПП}}_{\text{прог}} = M_{\text{ДПП}}_{\text{баз}} * K_{\text{рост}}.$$

С другой стороны, объем добычи/переработки можем представить с учетом влияния факторов внешней и внутренней среды, как:

$$M_{\text{ДПП}}_{\text{прог}} = M_{\text{ДПП}}_{\text{баз}} * I_{ag},$$

где I_{ag} – интегральный показатель, отражающий влияние факторов внешней и внутренней среды (таких как: горно-геологические, технические, технологическое, экономические и рыночные, организационные, экологические) на объемы добычи и производства на золотодобывающем предприятии. Влияние факторов подлежит измерению и оценке.

Интегральный показатель предполагается рассчитывать, как среднегеометрическое показателей влияния каждого фактора. В данном расчете применяем среднегеометрическое, так как вычисляем среднее изменение показателей, которые изменяются с течением времени. Интегральный показатель – совокупность безразмерных величин. Таким образом интегральный показатель воздействия факторов предлагается рассчитывать по следующему алгоритму:

$$I_{ag} = \sqrt[6]{I_1 * I_2 * I_3 * I_4 * I_5 * I_6},$$

Где $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5, I_6$ – агрегированные по группам локальные показатели, отображающие состояние воздействия факторов на производственные мощности золотодобывающего предприятия [4, с. 134]. Локальные показатели предлагается рассчитывать, как темпы роста каждого фактора по сравнению к соответствующему фактору в прошлом (базисном) периоде. В таблице 1 представлены варианты расчеты локальных показателей. Так же необходимо учесть, что локальные показатели могут быть рассчитаны и на основании изменения других показателей или суммы показателей, определяющих фактор.

Таблица 1.

Система локальных показателей, влияющих на производственные мощности золотодобывающего предприятия

Локальный показатель	Фактор	Методика расчета локальных показателей
I_1	Горно-геологический	$I_1 = \frac{B^1}{B^0}$ <p>B^0, B^1 – балансовые запасы полезных ископаемых в базовом и прогнозируемом периоде, т. В группу балансовых запасов полезных ископаемых включаются запасы категорий А, В, С1 и С2, удовлетворяющие требованиям кондиций по качеству, количеству, технологическим свойствам минерального сырья и горнотехническим условиям эксплуатации месторождения с учётом степени изученности месторождения и его географо-экономические условия [1].</p>
I_2	Технический	$I_2 = \frac{n^1}{n^0}$ <p>n^0, n^1 – парк горнотранспортного оборудования необходимый для добычи и транспортировки заявленного объема ГРМ в базовом и прогнозируемом периоде, шт.</p>
I_3	Технологический	$I_3 = \frac{\varepsilon^1}{\varepsilon^0}$ <p>$\varepsilon^0, \varepsilon^1$ – уровень извлечения в базовом и прогнозируемом периоде, %.</p>

I_4	Экономический и/или рыночный	$I_4 = \frac{I^1}{I^0}$ <p> I^0, I^1 – инвестиции в развитие добывающего и перерабатывающего комплекса в базовом и прогнозируемом периоде, руб. К примеру, локальный показатель влияния «экономического и рыночного фактора» может быть рассчитан на основании изменения рыночной стоимости предприятия: </p> $I_4 = \frac{MVA^1}{MVA^0},$ <p> где MVA^0, MVA^1 – рыночная стоимость предприятия, руб. Если же при определении локального индекса будет принято решение учитывать и объем инвестиций, и рыночную стоимость предприятия, то локальный индекс предполагается рассчитывать по следующей формуле: </p> $I_4 = \sqrt{\frac{I^1}{I^0} * \frac{MVA^1}{MVA^0}}.$
I_5	Организационный	<p> Оценить влияние организационных факторов затруднительно, в связи с этим предполагается сравнивать базовый и прогнозный период по затратам на АСУ (автоматизированную систему управления) промышленным комплексом. </p> $I_5 = \frac{Z_{АСУ}^1}{Z_{АСУ}^0}$ <p> Z_3^0, Z_3^1 – затраты на АСУ в базовом и прогнозируемом периоде, руб. </p>
I_6	Экологический	<p> Оценить влияние экологических факторов затруднительно, в связи с этим предполагается сравнивать базовый и прогнозный период по затратам на снижение воздействия на окружающую среду, в том числе затрат на рекультивацию. </p> $I_6 = \frac{Z_3^1}{Z_3^0}$ <p> Z_3^0, Z_3^1 – затраты на экологию в базовом и прогнозируемом периоде, руб. </p>

Руководству предприятия на основании текущего положения на предприятии необходимо задать границы уровней/ограничения для идентификации каждого локального показателя.

Факторы внешней и внутренней среды были объединены в мультипликативную модель. Факторы собирались и группировались для формирования агрегированного показателя воздействия на производственную мощность. Необходимо

помнить, что в зависимости от уровня влияния локального показателя на интегральный показатель предлагается использовать прямую или обратную зависимость влияния.

Отсюда следует, что:

$$I_{ag} = \sqrt[6]{\frac{B^1}{B^0} * \frac{n^1}{n^0} * \frac{\varepsilon^1}{\varepsilon^0} * \sqrt[2]{\frac{I^1}{I^0} * \frac{MVA^1}{MVA^0} * \frac{Z_{ACU}^1}{Z_{ACU}^0} * \frac{Z_{\varepsilon}^1}{Z_{\varepsilon}^0}}}$$

Учитывая все вышесказанное имеем следующее равенство:

$$K_{рост} = I_{ag},$$

а это значит, что, имея заданный уровень роста производственных мощностей предприятия, ТОП менеджмент компании имеет возможность управлять факторами внутренней и внешней среды с целью достижения показателей.

Таким образом имеем, что:

$$K_{рост} = \sqrt[6]{\frac{B^1}{B^0} * \frac{n^1}{n^0} * \frac{\varepsilon^1}{\varepsilon^0} * \sqrt[2]{\frac{I^1}{I^0} * \frac{MVA^1}{MVA^0} * \frac{Z_{ACU}^1}{Z_{ACU}^0} * \frac{Z_{\varepsilon}^1}{Z_{\varepsilon}^0}}}$$

Погружение в производственную систему позволяет проводить факторный анализ влияния факторов внешней и внутренней среды на конечные показатели деятельности предприятия, в том числе и на производительность предприятия, а также видеть отклонения в зависимости от каждого фактора. Проводя факторный анализ ТОП менеджмент компании имеет возможность оказывать влияние на факторы, в том числе минимизировать/максимизировать уровень их воздействия, а также выполнять поставленный план с учетом воздействия факторов. Исходя из расчетов компонентов мультипликативного показателя принимаются управленческие решения допуская негативное и позитивное влияние факторов. Финансовый результат золотодобывающего предприятия определяется как агрегирование компонентов, влияющих на производственную мощность предприятия. При планировании величины производственной мощности можно задавать значения мультипликативного множителя.

Список литературы

1. Горная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/>
2. Казинова А.А. Обоснование производственной мощности горнодобывающего предприятия при проектировании // Рациональное освоение недр. – 2015. – №3. – С. 64–68.
3. Открытые горные работы: Справочник / К.И. Трубецкой [и др.]. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.
4. Филобокова Л.Ю. Модель инновационного развития и управленческие инновации в малом предпринимательстве: Монография. – М.: Ваш полиграфический партнер, 2014. – 191 с.