

УДК 338.0

Методический подход к обоснованию капитальных вложений золоторудных месторождений на основе удельных затрат

А.Ю.ЗАЙЦЕВ, руководитель проектов
АО «Полиметалл Управляющая компания», Санкт-Петербург, Россия

Рассматриваются вопросы оценки капитальных затрат на ввод в эксплуатацию месторождений полезных ископаемых. Существующие методы обладают рядом достоинств и недостатков, но определяются для каждого типа основных фондов месторождения в отдельности. Предлагается простой метод, позволяющий быстро и просто определить размер капитальных затрат на ввод месторождения золота на основе данных о рудных запасах, а также удельных затрат с учетом степени инфраструктурного освоения месторождения.

Представленная методика позволяет определить реальную сумму первоначальных капитальных затрат месторождения золота, рассчитать их предельное (рекомендуемое) значение, а также оценить сбалансированность капитальных вложений в освоение конкретного месторождения с учетом уже имеющихся в инвестиционном портфеле компании.

Методика основана на анализе эмпирического материала, в качестве которого использованы реальные капитальные затраты на освоение месторождений золота (и сопутствующих металлов) компаний Polymetal International plc. В результате статистического исследования получен метод определения предельной стоимости месторождения.

Ключевые слова: оценка; капитальные затраты; инвестиции; стоимость месторождения; АО «Полиметалл»

Как цитировать эту статью: Зайцев А.Ю. Методический подход к обоснованию капитальных вложений золоторудных месторождений на основе удельных затрат // Записки Горного института. 2019. Т. 238. С. 459-464. DOI: 10.31897/PMI.2019.4.459

Введение. Достоверная оценка размера капитальных вложений в освоение месторождения имеет большое значение. Во-первых, от размера капитальных вложений будет зависеть стоимость месторождения при ее оценке доходным методом. Когда реализация проектов ориентирована на увеличение стоимости компании, важность этого фактора несомненна, что подтверждается значительным количеством публикаций, направленных на совершенствование методов стоимостной оценки месторождений [5-7].

Во-вторых, знание размера капитальных вложений позволяет инвестору принять обоснованное решение о целесообразности освоения месторождения или о привлечении сторонних инвесторов (или даже о продаже месторождения). Дело в том, что, несмотря на ожидаемый высокий доход от эксплуатации месторождения, капитальные вложения могут быть чрезмерно высокими для отдельного инвестора и создадут угрозу для устойчивости его бизнеса [2, 11];

В-третьих, знание необходимой величины капитальных затрат позволит избежать чрезмерных инвестиций в освоение месторождения и ограничиться только теми вложениями, которые действительно необходимы для его эффективной эксплуатации. Эта проблема весьма актуальна для нашей страны, где нередки избыточные инвестиции в освоение месторождений [3, 14, 15].

Постановка проблемы. Расчет суммы производственных инвестиций при оценке месторождений проводится с применением удельных показателей. Показатель удельных капитальных затрат рассчитывается по формуле

$$K_{уд} = KЗ/ТДО,$$

где КЗ – капитальные затраты в денежном выражении; ТДО – технические данные объекта в натуральном выражении (объем выпуска, производственные площади, производственные мощности, применительно к специфике горной промышленности – запасы полезного ископаемого на месторождении, для эксплуатации которого создается объект).

Если известно среднеотраслевое значение показателя удельных капитальных затрат и предполагаемые технические данные создаваемого объекта, можно с приемлемой степенью точности подсчитать капитальные затраты на создание этого объекта [4].

Капитальные затраты можно рассчитать двумя способами:



- с применением расчетных цен на основе каталогов сметных норм, цен и расценок;
- на основе эмпирических формул; на сегодняшний день разработано значительное количество эмпирических формул для разных видов полезных ископаемых, описывающих зависимость капитальных вложений от различных характеристик месторождения [8, 13].

На практике точный и объективный расчет капитальных затрат достигается комбинацией указанных методов. Использование укрупненных (агрегированных) параметров в 3-5 раз снижает трудоемкость подсчета капитальных вложений. Кроме того, оно позволяет проводить расчеты при отсутствии либо неполной готовности проектной документации, что особенно ценно на ранней стадии подготовки проекта.

Основными методами расчетов капитальных вложений с применением удельных показателей являются [12]:

- метод расчета основных элементов затрат строительства;
- метод Ланга – расчет стоимости строительства объекта в зависимости от стоимости технологического оборудования с применением переходных эмпирических коэффициентов;
- метод Хенда – расчет стоимости строительства объекта в зависимости от стоимости технологического оборудования с применением переходных эмпирических коэффициентов, дифференцированных по видам оборудования;
- метод эмпирической зависимости стоимости строительства предприятий от их производственной мощности;
- метод определения стоимости капитальных вложений на основе удельных показателей годовой производственной мощности, измеренной в натуральном выражении;
- метод расчета стоимости через укрупненные структурные группы капитальных затрат.

В ходе расчетов проводится разделение стоимости строительства объектов на укрупненные составляющие методом их исчисления по видам строительных работ и конструктивным элементам. Затраты на техническое перевооружение производства, не требующие выполнения монтажных и пусконаладочных работ, определяются исходя из коммерческих предложений фирм-изготовителей либо их торговых представительств.

Как правило, значение удельного показателя устанавливают по аналогии с действующими месторождениями сходного профиля, однако в процессе расчета оно может корректироваться в большую или меньшую сторону в зависимости от месторождения.

Как отмечалось ранее [1], капитальные затраты зависят от ряда факторов:

- сложности горно-геологических условий месторождения;
- неопределенности технологических и технических параметров освоения;
- экономико-географических характеристик (удаленность объекта, наличие инфраструктуры).

На горнодобывающих предприятиях могут быть и другие объекты капитального строительства (стволы, каналы, водоводы, мосты, дамбы). Состав и количество таких объектов зависит в первую очередь от особенностей освоения конкретного месторождения [9]. Расчет суммы капитальных затрат по типам основных фондов базируется на усредненных данных об удельных капитальных затратах.

Как показано в работе [9], основные капитальные вложения горнорудного предприятия можно выразить формулой

$$K = K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5, \quad (1)$$

где K_1 , K_2 и K_3 – капитальные вложения на строительство соответственно рудника (карьера), перерабатывающей фабрики и объектов вспомогательных подразделений; K_4 – затраты на ликвидацию месторождений; K_5 – капитальные вложения в транспортные и энергетические коммуникации (за пределами горного отвода месторождения).

Рассмотрим подробно каждый из типов затрат. Стоимость строительства добывающих мощностей – рудника (карьера) K_1 определяют как произведение удельных капитальных вложений $K_{уд1}$ и годовой производственной мощности рудника $Q_{руд}$:

$$K_1 = K_{уд1} Q_{руд}. \quad (2)$$

Удельный показатель затрат устанавливают на основе месторождений со схожими горно-геологическими условиями. При открытом способе добычи (карьере) удельный показатель $K_{уд1}$ умножают на производительность рудника по горной массе, а при подземной добыче – на производительность по руде [9].

Стоимость перерабатывающих мощностей K_2 , например для обогатительной или золотоизвлекательной фабрик, зависит от количества руды, поступающей в переработку, а также сложности технологической схемы, обусловленной характеристиками руд [9]. На практике удельные капитальные вложения на создание перерабатывающих мощностей устанавливают по аналогии с действующими фабриками со схожей технологической схемой [9]. Сумма капитальных затрат определяется по формуле

$$K_2 = K_{уд2} Q_{фаб}, \quad (3)$$

где $Q_{фаб}$ – годовая производственная мощность фабрики.

Альтернативным и более точным способом расчета капитальных затрат на создание перерабатывающих мощностей, т.е. обогатительной или золотоизвлекательной фабрик, является метод Ланга. Суть его заключается в определении стоимости строительных работ в процентном отношении к затратам на оборудование и материалы (табл. 1).

Таблица 1

Стоимость прямых затрат на строительство

| № п/п | Оборудование и материалы | Стоимость работ, отнесенная к общим затратам на оборудование и материалы, % |
|--------------|--|---|
| 1 | Трубопроводы | 50 |
| 2 | Электрические сети | 20 |
| 3 | Контрольно-измерительные приборы | 10 |
| 4 | Металлоконструкции | 10 |
| 5 | Материалы для железобетонных работ с учетом материалов и трудозатрат | 5 |
| 6 | Материалы для архитектурных (прочих) работ | 5 |
| Итого | | 100 |

Примечание. Непредвиденные расходы зависят от степени проработки проекта и составляют от –5 до + 25 % от прямых затрат на строительство

Капитальные вложения в объекты вспомогательных подразделений предприятия K_3 (энергетика, жилищно-коммунальное хозяйство, складские помещения, транспорт, ремонтно-механические цеха) составляют от 10 до 20 % затрат от суммы $K_1 + K_2$. На практике затраты по каждому объекту вспомогательных подразделений определяют на основе объекта-аналога со схожими техническими характеристиками.

Капитальные вложения на ликвидацию месторождения и природоохранные мероприятия K_4 включают затраты на снос зданий, демонтаж и утилизацию оборудования, рекультивацию земель и водных ресурсов, мониторинг окружающей среды. Как правило, размер капитальных вложений находится в пределах 3-5 % от суммы затрат $K_1 + K_2 + K_3$.

Сумма $K_1 + K_2 + K_3 + K_4$ характеризует капиталовложения, относящиеся непосредственно к месторождению.

Капитальные вложения на транспортные и энергетические коммуникации K_5 включены в формулу (1) для придания ей логической завершенности, однако на практике в сумме капитальных затрат частного инвестора на освоение месторождений они чаще всего не учитываются, поскольку развитие транспортной и энергетической инфраструктуры относится к прерогативам государства. Принятие соответствующих затрат на себя частным инвестором возможно в исключительных ситуациях, однако может создать нежелательные риски для его экономической устойчивости (как показал пример компании «Мечел», своими силами создавшей транспортную инфраструктуру для освоения Эльгинского месторождения).

Методика исследования. Вышеперечисленные методы имеют существенный недостаток, поскольку учитывают отдельно капитальные затраты по каждому виду фондов и опираются, как показывают формулы (2) и (3), на разные типы удельных затрат и на разные показатели произ-

водственных мощностей. Для определения суммы капитальных затрат золоторудного предприятия можно применить метод, построенный на зависимости капитальных вложений от запасов месторождения. Этот подход удобен тем, что он привязывает размер инвестиций в освоение месторождения к ключевой характеристике самого месторождения – его запасам. Метод получил определенное распространение в научной литературе, в частности, на его основе устанавливается связь между стоимостью месторождения и его запасами [10].

Компания Polymetal использовала этот метод для расчета удельных затрат на освоение нескольких золоторудных месторождений (табл.2). Средний удельный показатель $K_{уд.ср}$ равен 1 млн долларов США на тонну запасов. Таким образом, данный показатель является ориентиром при планировании суммы первоначальных капитальных вложений для запуска месторождения в эксплуатацию. Тогда капитальные затраты на освоение месторождения можно рассчитать по формуле

$$K = K_{уд.ср} Z, \quad (4)$$

где $K_{уд.ср}$ – удельные капитальные затраты на освоение месторождения; $K_{уд.ср} = 1$ млн долларов на тонну; Z – запасы месторождения, т.

Таблица 2

Удельный показатель капитальных вложений на месторождениях компании Polymetal

| Месторождение | Запасы, т | Капитальные вложения, млн долларов | Удельные капитальные вложения, млн долларов на тонну |
|-----------------|-----------|------------------------------------|--|
| Майское | 151 | 205 | 1,36 |
| Кубака | 55 | 55 | 1,00 |
| Ольча | 22 | 15 | 0,68 |
| Сопка Кварцевая | 43 | 42 | 0,98 |
| Светлое | 34 | 51 | 1,50 |
| Варваринское | 113 | 81 | 0,72 |
| Кызыл | 349 | 320 | 0,92 |
| Среднее | 767 | 769 | 1,00 |

Отклонение $K_{уд}$ от $K_{уд.ср}$ на месторождениях Майское и Светлое может быть объяснено значительной удаленностью от действующей инфраструктуры. В то же время месторождения Варваринское и Кызыл, наоборот, находятся в более выгодном положении и имеют не только подключение к энергосистеме Республики Казахстан, но и автомобильное и железнодорожное сообщение. Таким образом, неизбежные отклонения фактических значений удельных капитальных затрат от установленного нами нормативного значения 1 млн долларов на тонну имеют под собой объективную причину. Данные табл.2 позволяют откорректировать нормативные значения удельных капитальных затрат с учетом реальных характеристик месторождения (табл.3).

Таблица 3

Классификация месторождений по удельным затратам

| Категория | Удельные капитальные вложения, млн долларов на тонну | Тип месторождений |
|-----------|--|---|
| 1 | 0,7-1 | Месторождения низкой капиталоемкости с доступной инфраструктурой |
| 2 | 1-1,2 | Месторождения средней капиталоемкости, требующие вложения в инфраструктуру |
| 3 | 1,2-1,5 | Месторождения с высокими инфраструктурными затратами |
| 4 | >1,5 | Месторождения с очень высокими инфраструктурными затратами, решение по разработке которых требует дополнительного обоснования |

На основе данных табл.3 можно рассчитать значения четырех поправочных коэффициентов A_i . Для четвертой категории месторождений значение коэффициента A_4 задается нормативно, для месторождений первых трех категорий значения $A_1 = 1$, $A_2 = 1,2$ и $A_3 = 1,5$. Они позволят установить предельные нормативные значения удельных капитальных затрат с учетом категории месторождения. Для четвертой категории месторождений формулу (1) нужно использовать в полном виде, с учетом компонента K_5 .



Результаты. С учетом сказанного можно ввести следующее условие целесообразности освоения месторождения:

$$K_1 + K_2 + K_3 + K_4 \leq (1 \text{ млн долларов / т}) A_i Z.$$

Наконец, мы можем оценить сбалансированность Θ капитальных вложений в освоение месторождений. Для этого мы предлагаем использовать следующую формулу:

$$\Theta = \frac{\sum_{i=1}^n K_i K_{уд.i}}{\sum_{i=1}^n K_i}, \quad (5)$$

где K_i – капитальные затраты на освоение i -го месторождения; $K_{уд.i}$ – фактические удельные затраты на освоение i -го месторождения; n – число месторождений в инвестиционном портфеле компании.

При помощи формулы (5) можно определить среднее значение удельных капитальных затрат с учетом распределения инвестиций между разными месторождениями. Очевидно, что значение Θ должно стремиться к единице, т.е. к нормативному значению удельных капитальных затрат. Отклонения вверх будут указывать на то, что инвестиционный портфель компании смещен в сторону месторождений с более высокими значениями удельных капитальных затрат, что может создавать для нее дополнительные риски. Напротив, смещение вниз говорит о том, что компания инвестирует преимущественно в месторождения с низкой капиталоемкостью.

Если мы применим формулу (5) к компании Polymetal, т.е. подставим в нее значения из табл.2, то мы получим $\Theta = 1,06$, тогда как среднее значение удельных капитальных затрат для данной компании равно, как было сказано выше, единице. Это означает, что инвестиции в освоение месторождений компании Polymetal смещены в сторону месторождений с более высокими удельными капитальными затратами.

Ограничением для нашей модели выступает тот факт, что она была построена на основе данных только одной компании. Возможно, привлечение информации о других предприятиях позволит откорректировать предложенное нами нормативное значение удельных капитальных затрат.

Заключение. Представленная модель на основе удельных затрат позволяет сравнительно просто оценить первоначальные капитальные вложения в освоение золоторудного месторождения с учетом степени его инфраструктурного освоения. На основе полученной формулы (5) мы можем оценить сбалансированность капитальных вложений в освоение конкретного месторождения с учетом уже имеющихся в портфеле компании.

Полагаем, что этот результат будет полезен для всех, кто занимается разработкой технико-экономических обоснований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ампилов Ю.П. Экономическая геология / Ю.П.Ампилов, А.А.Герт. М.: Геоинформмарк, 2006. 344 с.
2. Заернюк В.М. О роли рисков и неопределенности при осуществлении инвестиций в горнодобывающую отрасль / В.М.Заернюк, Л.И.Черникова // Финансовая жизнь. 2017. № 3. С. 47-54.
3. Заернюк В.М. Тенденции, проблемы и перспективы развития золотодобывающей отрасли России / В.М.Заернюк, Л.И.Черникова, Ю.В.Забайкин // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2017. Т. 10. № 9. С. 972-986.
4. Исаченко В.М. Оценка проектной капиталоемкости разработки нефтяных месторождений: Автореф. дис. ... канд. экон. наук / Тюменский гос. нефтегаз. ун-т. Тюмень, 2004. 26 с.
5. Мининг С.С. Совершенствование геолого-экономической и стоимостной оценок месторождений полезных ископаемых – одно из актуальных направлений стратегической геологии // Горный информ.-аналитический бюллетень. 2007. № 1. С. 215-221.
6. Косовцева Т.Р. Управление ценностью горной компании при реализации стратегических инвестиционных проектов / Т.Р.Косовцева, Т.В.Пономаренко // Записки Горного института. 2014. Т. 208. С. 124-131.
7. Котляров И.Д. Методика учета рисков при геолого-экономической и стоимостной оценке месторождений / И.Д.Котляров, С.В.Петров // Горный журнал. 2014. № 9. С. 94-99.
8. Пасынков Д.В. Определение граничных показателей при проектировании открытой разработки рудных месторождений: Автореф. дис. ... канд. тех. наук / Санкт-Петербургский горный ин-т им. Г.В.Плеханова. СПб, 2009. 20 с.



9. *Поротов Г.С.* Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых / Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет). СПб, 2004. 244 с.
10. Прогнозирование цены золота в недрах / С.В.Петров, И.Д.Котляров, А.Б.Кацнельсон, М.С.Сень // Обогащение руд. 2016. № 2. С. 3-8.
11. Практика управления рисками в компаниях золотодобывающего сектора / В.Т.Борисович, Н.Х.Курбанов, В.М.Заернюк, Б.М.Сейфуллаев // Горный журнал. 2018. № 11. С. 70-75.
12. Управление проектами / И.И.Мазур, В.Д.Шапиро, Н.Г.Ольдерогге, А.В.Полковников. М.: Омега-Л, 2010. 960 с.
13. *Терехина Ю.В.* Обоснование оптимальных параметров малых карьеров на предпроектной стадии оценки: Автореф. дис. ... канд. тех. наук / Ур. гос. горный ун-т. Екатеринбург, 2006. 23 с.
14. *Ericsson M.* E&M's annual survey of global mining investment / M.Ericsson, V.Larsson // Engineering & Mining Journal. 2013. Vol. 214. № 1. P. 28-33.
15. *Kreuzer O.P.* Risk and Uncertainty in Mineral Exploration: Implications For Valuing Mineral Exploration Properties / O.P.Kreuzer, M.A.Etheridge // AIG News. 2010. № 100. P. 20-28.

Автор А.Ю.Зайцев, руководитель проектов, azaitsev72@mail.ru (АО «Полиметалл Управляющая компания», Санкт-Петербург, Россия).

Статья поступила в редакцию 05.02.2019.

Статья принята к публикации 03.06.2019.