

**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОВЛЕЧЕНИЯ
В РАЗРАБОТКУ ПЛОЩАДЕЙ С ПРОГНОЗНЫМИ РЕСУРСАМИ КАТЕГОРИИ
P₁, С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

**Черепанов Е.В., Макаров И.В., Фисенко В.Г.
Научный руководитель – профессор Косолапов А.И.
Сибирский федеральный университет**

Впервые с полезным ископаемым, которое можно оценить количественно и качественно геологические службы и недропользователи сталкиваются на завершении стадии поисково-оценочных работ. Завершение этой стадии характеризуется наличием прогнозных ресурсов категории P₁. Оценка этих ресурсов основывается на результатах геологических, геофизических и геохимических исследований площадей, а также на материалах единичных разведочных выработок (обычно 2-3 пересечения рудного тела) в пределах довольно сильно разряженной разведочной сети. На этой стадии недропользователи и инвесторы задаются рядом вопросов: Какой экономический эффект можно ожидать от этих прогнозных ресурсов, в случае подтверждения качества и количества полезного ископаемого? Какая из площадей с прогнозными ресурсами категории P₁ будет иметь наибольший экономический эффект в случае подтверждения геологической информации? Какой по масштабам и по качеству руды объект, должен располагаться на данной площади, что бы обеспечить минимальный уровень рентабельности?

В Российской практике отсутствуют единые подходы к решению данной задачи, существующие методы не обладают должной экспрессностью и гибкостью. В большинстве случаев предварительная экономическая оценка просто не проводится, имеют место случаи, когда недропользователь вложив средства в разведку, на стадии ТЭО временных кондиций получает отрицательные результаты, хотя этот объект был не перспективен даже на стадии ресурсов с “идеальными” по морфологии и качеству телами полезного ископаемого.

В данной работе описана методика оценки экономической привлекательности площадей с прогнозными ресурсами P₁ с применением блочного моделирования и современных систем определения границ ведения горных работ.

Последовательность операций:

- 1) Геометризация прогнозных ресурсов в 3D среде ГГИС. На первом этапе, для геометризации в ГГИС прогнозных ресурсов необходимо создать базу данных разведочных выработок с результатами опробования, оконтурить сечения рудных тел по природному бортовому содержанию, либо по параметрам кондиций месторождения аналога. Далее, на основании рудных сечений нужно создать каркасную модель рудной залежи (Рис. 1).

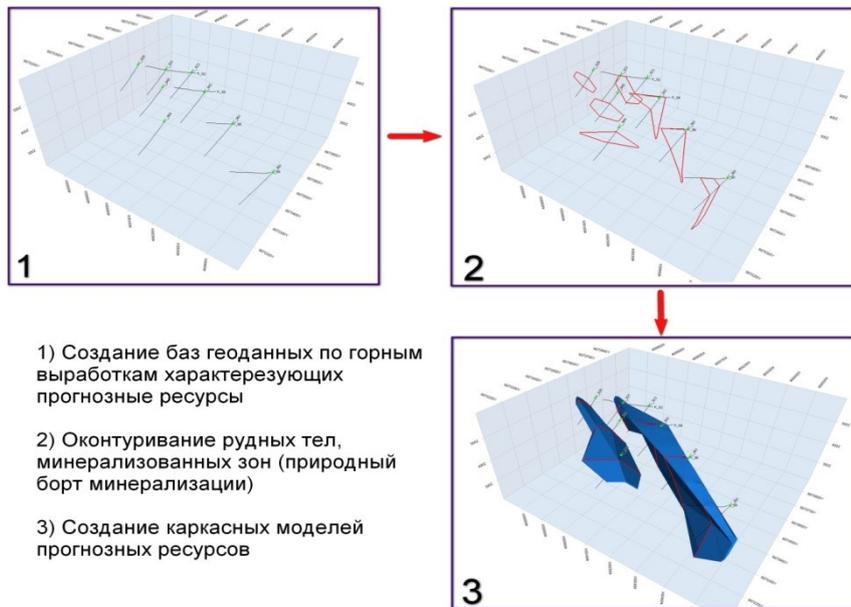


Рис. 1. Этапы создания каркасной модели рудной залежи в ГГИС

- 2) Создание блочной модели с содержаниями полезного компонента. На данном этапе создается пустая блочная модель, в которую интерполируются содержания полезного компонента (Рис. 2), используется метод обратных расстояний, при этом ориентировка и размеры осей эллипсоида выбираются в соответствии с представлениями о геологическом строении месторождения.

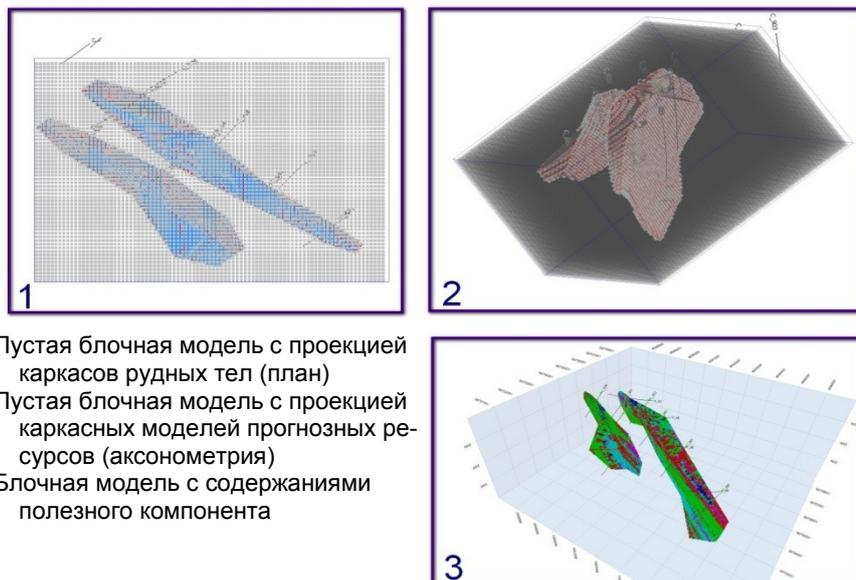


Рис. 2. Блочная модель прогнозных ресурсов с содержаниями полезного компонента

- 3) Определение отраслевых затрат. Определение отраслевых затрат преследует цель создания из блочной модели – экономической модели месторождения. Где каждому блоку модели будет присвоена информация о стоимости его добычи, стоимости переработки и другая горно-техническая и технологическая информация, и в совокупности уже с имеющейся информацией о содержании полезно-

го компонента может быть оценена потенциальная прибыль от добычи того или иного блока модели.

- 4) Создание экономической модели на основе блочной модели. С помощью оптимизатора ГГИС в систему вводятся количественные показатели следующих отраслевых затрат: затраты на добычу руды, затраты на добычу породы, себестоимость переработки руды, административные затраты. Так же в систему вводится информация о базовой цене готовой продукции
- 5) Оптимизация границ ведения горных работ в ГГИС, по алгоритму Лерча-Гроссмана. Метод Лерча-Гроссмана основан на теории графов. Для каждого блока модели месторождения рассчитываются экономические параметры (обычно – прибыль), а затем программа выбирает комбинацию блоков, которая дает максимальное значение прибыли. Этот метод также предполагает предварительное удаление материала, лежащего сверху каждого анализируемого блока руды.
- 6) Определение «предельного» карьера. После анализа блочной модели с помощью алгоритма Лерча-Гроссмана оптимизатор выдает оболочку «предельного» карьера и ряд, вложенный оболочек. Для каждой оболочки карьера в файле отчета есть информация о суммарном доходе, количестве полезного компонента, информация о количестве горной массы, количестве затрат на добычу, переработку и т.д. Вложенные оболочки карьера получаются за счет последовательного уменьшения цены на полезный компонент, и как следствие, могут быть использованы как этапы отработки карьера (без горно-технических ограничений), так как эти оболочки заключают в себе блоки, приносящие максимальную прибыль при данной цене на полезный компонент, что не противоречит методике проектирования горных предприятий (в первые годы существования рудника недропользователь старается отработать наиболее богатую часть месторождения, для того что бы как можно раньше окупить капитальные затраты на строительство рудника).

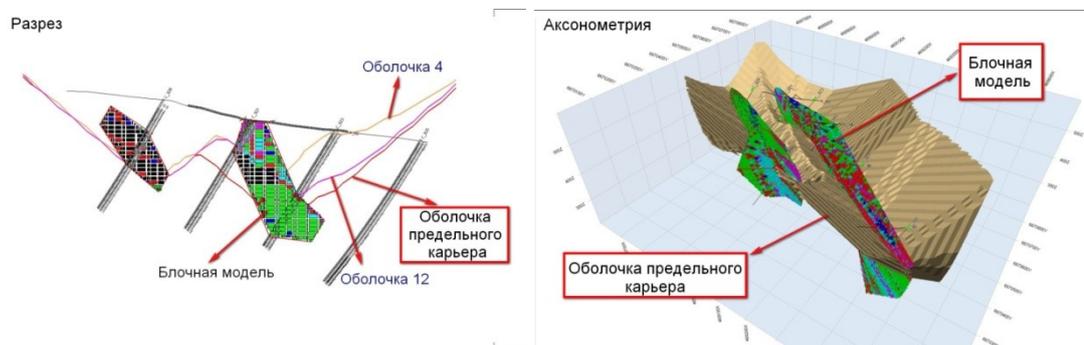


Рис. 3. «Предельная» оболочка карьера с рядом вложенных оболочек

- 7) Определение производительности предполагаемого карьера по Тейлору. Определение предполагаемой производительности будущего карьера по Тейлору. Тейлор в 1977 г исследовал много реальных проектов с самыми разными горно-геологическими условиями, для которых запасы месторождений были хорошо известны. Он обнаружил, что производительность рудника оказалась пропорциональной запасам в степени $\frac{3}{4}$. Таким образом, получена простая и полезная формула для расчета срока отработки запасов: $T_m \cong 0,24 Q_r$, где Q_r – количество руды выраженное в млн. т.

- 8) Определение капитальных затрат на строительство рудника. После определения производительности предполагаемого карьера, для анализа инвестиционной привлекательности проекта необходимо оценить величину капитальных затрат на строительство рудника. Оценка капитальных затрат производится по месторождению аналогу или прямым счетом, в случае высокой детальности работ.
- 9) Анализ оболочки «предельного» карьера. Оболочка «предельного» карьера и ряд вложенных оболочек анализируются с учетом величины капитальных затрат на строительство и определенной ставки дисконтирования (Рис. 4).

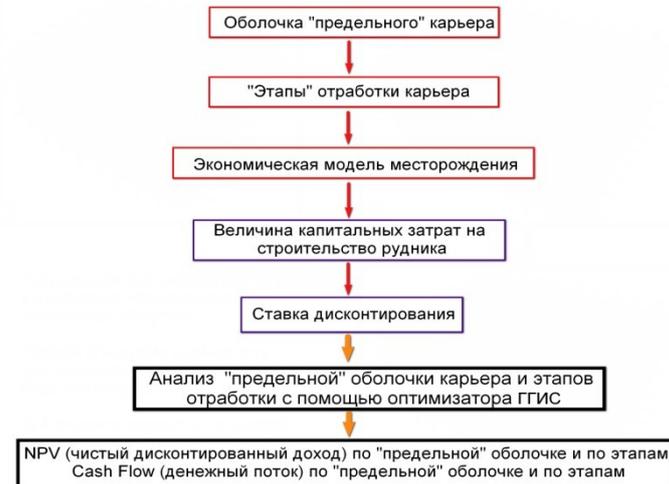


Рис. 4. Блок-схема реализации вывода NPV проекта с применением ГГИС

- 10) Вывод инвестиционных показателей (NPV, IRR, PB). Программа для «предельной» и вложенных оболочек выдает значения NPV (чистого дисконтированного дохода) и величины денежного потока для каждого этапа. Определение IRR (внутренней нормы доходности) является итерационной процедурой. «Предельная» оболочка карьера анализируется с помощью оптимизатора ГГИС с последовательным увеличением ставки дисконта до момента, когда NPV сравнивается с 0. Процент ставки дисконтирования, при которой NPV сравнивается с 0 – является значением IRR. Показатели NPV и IRR не дают информацию о сроке окупаемости проекта, но в силу того что некоторые компании устанавливаются для себя предельный срок окупаемости капиталовложений, есть необходимость определения этого показателя. Срок окупаемости капиталовложений, это время с начала существования рудника, до того момента когда отрицательные денежные потоки сравниваются с положительными. Для того что бы получить срок окупаемости капиталовложений достаточно проанализировать в оптимизаторе ГГИС вложенные оболочки карьера, как этапы отработки «предельного» карьера, в результате оптимизатор выдаст информацию о соотношении денежных потоков для каждого этапа, и в совокупности с информацией о годовой добычи можно оценить срок окупаемости капиталовложений.
- 11) Сравнение альтернатив

Преимущества использования данной методики:

- а) Использование максимального количества имеющейся информации, что позволяет получать более точные оценки рентабельности.
- б) Наличие инвестиционных показателей для различных цен на металл.
- в) Наличие цифровой, трехмерной основы для проектирования геолого-разведочных работ и последующей разработки ТЭО.

г) Возможность быстрой разработки «примитивов», с целью определения минимально «рентабельного» объекта на той или иной площади.