

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ГРАНИЦ ВЕДЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ с учетом баланса интересов государства и недропользователя



М. Лесонен,
ведущий горный инженер
Фирма «Айрджерси Проект»



М. Сень,
ведущий экономист отдела
Фирма «Айрджерси Консалтинг»

В настоящее время при проектировании разработки месторождений открытым способом для экспресс-анализа границ открытых горных работ широко применяется метод построения трехмерных оболочек карьеров. Оригинальный вариант выбора оптимального контура карьера с помощью современных компьютерных технологий, разработанный компанией RJC Group, пригоден для проектирования разработки месторождений всех видов твердых полезных ископаемых. При этом под оптимальным контуром карьера понимаются границы открытых горных работ (ОГР), предлагаемые к исполнению с учетом текущих экономических условий. Авторы признают, что вопросы, затронутые в статье, имеют дискуссионный характер, поэтому готовы рассмотреть соответствующие замечания и дополнения специалистов в развитие данной темы.

породы, транспортировку руды и породы, переработку руды с целью получения из нее конечного продукта, доставку продукции потребителю, но не включают капитальные затраты и амортизацию и приводятся с учетом налогообложения. Операция диконтирования не проводится.

Данный критерий рассчитывается по формуле

$$\Delta P_{op} = I - C - R'_{нДПи}I - R'_{profit} \times$$

где I – доход от реализации товарной продукции; C – эксплуатационные затраты на производство конечной продукции; $R'_{нДПи}$ – ставка налога на добывчу полезных ископаемых; R'_{profit} – ставка налога на прибыль организации.

Преимущества использования критерия ΔP_{op} :

1) показывает соотношение «затраты/эффект от отработки запасов в контуре карьера», что позволяет сравнивать контуры между собой;

2) не требует обоснования ставки дисконтирования.

Недостатки использования критерия ΔP_{op} :

1) не учитывает временную стоимость денег, следовательно, некорректно сравнивает проекты с разны-

В зарубежной практике наибольшее влияние на выбор оптимального контура карьера оказывает показатель чистой текущей стоимости (NPV – net present value) [1, 2]. В качестве оптимального принимается, но с некоторыми корректировками и допущениями, контур, соответствующий максимальному значению NPV . Российская практика проведения подобных работ обусловила необходимость некоторого пересмотра группы показателей оптимальности. В первую очередь это связано с требованиями рационального недропользования.

В ходе выполнения работ по определению границ ОГР был установлен ряд критериев, на основании которых уточнялся оптимальный контур карьера. Необходимость в подобных исследованиях возникла при выполнении регламентируемых государством работ, например, при раз-

работке технико-экономического обоснования (ТЭО) кондиций для минерального сырья. Согласно методике составления ТЭО, в качестве оптимального варианта кондиций принимается «...наиболее полно учитывающий интересы государства (полнота использования недр, бюджетная эффективность проекта – чистый дисконтированный доход государства) и недропользователя (внутренняя норма доходности, чистый дисконтированный доход, чистая прибыль)» [3].

Критерии выбора оптимальной границы открытых горных работ

Денежный поток от операционной деятельности при отработке месторождения (ΔP_{op}) представляет собой разницу между доходом от продажи полезного компонента и эксплуатационными затратами, которые включают в себя затраты на выемку руды и

ми сроками отработки;

2) не учитывает капитальные затраты на сооружение горнодобывающего и перерабатывающего предприятия, т. е. некорректно сравнивает разные по производительности проекты;

3) не позволяет оценить эффект от реализации проекта с точки зрения государства.

Показатель $\Delta\Pi_{op}$ полезен при соотнесении различных границ ОГР при одинаковых производительности и сроке отработки месторождения, но, например, с разным соотношением богатых и бедных руд.

Дисконтированный денежный поток от операционной деятельности ($\Delta\Delta\Pi_{op}$) снимает проблему учета временной стоимости денег, однако требует построения вычислительной модели и обоснования ставки дисконтирования. Данный показатель рассчитывается по формуле

$$\Delta\Delta\Pi_{op} = \sum_{n=1}^{t=1} \frac{\Delta\Pi_t}{(1+E)^{n-1}},$$

где $\Delta\Pi_t$ – денежный поток от операционной деятельности t -го периода; n – горизонт расчета; E – ставка дисконтирования.

Преимущества использования критерия $\Delta\Delta\Pi_{op}$:

1) показывает соотношение «затраты/эффект от отработки запасов в контуре карьера», что позволяет сравнивать контуры между собой;

2) учитывает временную стоимость денег, т. е. позволяет достаточно корректно сравнивать разновременные денежные потоки.

Недостатки использования критерия $\Delta\Delta\Pi_{op}$:

1) не учитывает капитальные затраты на сооружение горнодобывающего и перерабатывающего предприятия, т. е. некорректно сравнивает различные по производительности проекты;

2) не позволяет оценить эффект проекта с точки зрения государства.

$\Delta\Delta\Pi_{op}$ применяется при сравнении между собой границ с одинаковой производительностью, но различными запасами, и, соответственно, сроками отработки.

Стоит отметить, что $\Delta\Pi_{op}$ и $\Delta\Delta\Pi_{op}$ являются вспомогательными показа-

телями, позволяющими проводить укрупненную оценку. Наиболее полно эффект от отработки месторождения характеризует показатель чистой текущей стоимости.

Чистый дисконтированный доход проекта (ЧДД, или англ. NPV) включает в себя показатель $\Delta\Delta\Pi_{op}$, с учетом инвестиционных затрат:

$$\text{ЧДД} = \sum_{n=1}^{t=1} \frac{\Delta\Pi_t}{(1+E)^{n-1}} - \Delta\Pi_{inv},$$

где $\Delta\Pi_{inv}$ – инвестиционные затраты.

При расчете NPV принимаются следующие упрощения:

- ◆ получение дохода и осуществление эксплуатационных расходов происходит равномерно как в течение года, так и в течение всего срока отработки месторождения;

- ◆ величина доходов и затрат с течением времени не индексируется;

- ◆ календарный график отработки запасов месторождения не составляется;

- ◆ доход от реализации конечной продукции предприятие начинает получать с первого года существования проекта;

- ◆ все инвестиционные затраты (включая поддерживающий капитал и затраты на формирование оборотного капитала) осуществляются в течение первого года, возврат части инвестированного капитала в конце проекта не учитывается;

- ◆ затраты на закрытие проекта и рекультивацию после его осуществления не учитываются;

- ◆ ставка дисконтирования принимается без развернутого обоснования;

- ◆ срок отработки запасов в контуре карьера определяется по формуле Тейлора [3].

Преимущества использования критерия:

1) показывает соотношение «затраты/эффект от отработки запасов в контуре карьера», что позволяет сравнивать контуры между собой;

2) учитывает временную стоимость денег, т. е. позволяет

достаточно корректно сравнивать разновременные денежные потоки;

3) учитывает капитальные затраты на сооружение горнодобывающего и перерабатывающего предприятия, т. е. корректно сравнивает различные по производительности проекты

Дисконтированная бюджетная эффективность проекта (ДБЭ) показывает величину дисконтированного дохода государства и служит для учета его интересов при определении границ ведения ОГР. Так как модель используется для проведения укрупненной оценки границ ведения ОГР, бюджетная эффективность включает в себя только платежи по налогу на прибыль и налогу на добычу полезных ископаемых:

$$\text{ДБЭ} = \sum_{n=1}^{t=1} \frac{H\Delta\Pi_t + H\Pi_t}{(1+E)^{n-1}},$$

где $H\Delta\Pi_t$ – величина налога на добычу полезных ископаемых; $H\Pi_t$ – величина налога на прибыль.

Важной особенностью всех рассмотренных показателей является наличие изменений их выраженных максимумов в зависимости от глубины карьера, что позволяет ограничить области рассмотрения границ ОГР (рис. 1).

Проведенные исследования показали, что граница ОГР, соответствующая максимуму ДБЭ, лежит гораздо ниже границы максимального ЧДД, что требует обоснования промежуточных границ ведения ОГР, которые должны дать возможность учесть интересы недропользователя, и принципы рационального недропользования. В качестве примера приведены параметры границ ОГР на золоторудном

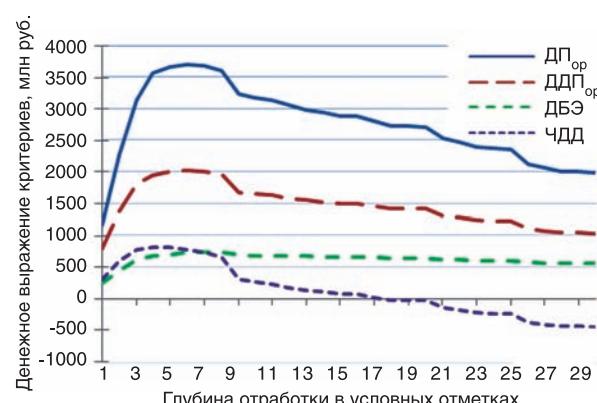


Рис. 1. Изменение показателей оптимальности при расширении границ ОГР

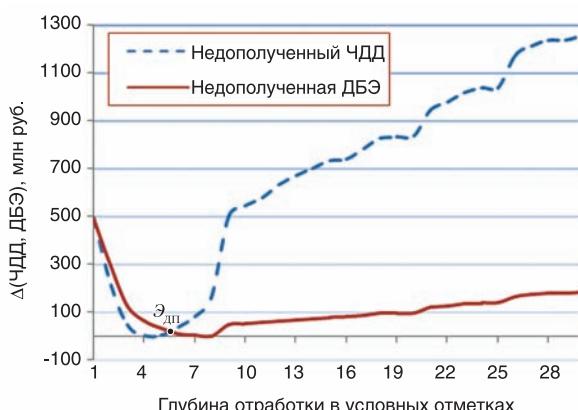


Рис. 2. Изменение недополученных сумм ЧДД и ДБЭ с увеличением границ ведения ОГР

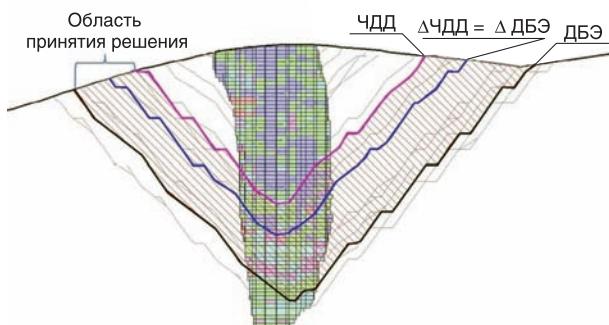


Рис. 3. Область принятия решения и контуры оптимальных карьеров при различных подходах к выбору критерия оптимальности границ ведения ОГР

Параметры границ ОГР на золоторудном месторождении при использовании различных критериев оптимальности

Критерий оптимальности	Запасы руды, млн т	Количество Au, т	Среднее содержание Au, г/т
Чистый дисконтированный доход (ЧДД)	7,00	14,24	2,04
Денежный поток от операционной деятельности (ΔP_{op})	8,29	16,63	2,01
Дисконтированный денежный поток от операционной деятельности ($\Delta D\Delta_{op}$)	8,53	16,89	1,98
Дисконтированная бюджетная эффективность (ДБЭ)	9,68	18,60	1,92

месторождении, полученные с использованием различных критериев оптимальности (см. таблицу).

Соблюдение баланса интересов недропользователя и государства при выборе оптимального контура карьера

Границы ОГР, оптимально соответствующие интересам недропользователя и государства, обосновываются результатами блочного моделирования месторождения с применением специального программного обеспечения. Итогом работы с блочной моделью является набор вложенных трехмерных оболочек карьеров (от минимально возможной до обеспечивающей максимальное извлечение за-

пасов полезного ископаемого) – оптимизационный набор.

При выполнении расчетов по определению границ ОГР с использованием блочной модели возникает проблема обоснованного выбора из оптимизационного набора такой оболочки, которая могла бы наилучшим способом сбалансировать интересы государства и недропользователя. Подобная проблема уже поднималась в ряде отечественных публикаций. В частности, В. А. Коткин [4] указывает на необходимость снижения ЧДД от его максимального значения с учетом приемлемой для недропользователя нормы прибыли.

На основе опыта работы с различными рудными месторождениями был

получен ряд решений, позволяющих определить оптимальные границы ведения ОГР (в том числе с учетом баланса интересов недропользователя и государства). Суть их состоит в выборе таких границ ведения ОГР, при которых государство, и недропользователь понесут эквивалентные денежные потери. Это возможно, например, в том случае, когда количество отрабатываемых запасов увеличивается с глубиной карьера до тех пор, пока, допустим, процент потерянного недропользователем ЧДД не станет равным проценту от недополученных государством платежей в бюджеты всех уровней, т. е. $L_{NPV} = L_{ДБЭ}$ (рис. 2, точка Э_{дп}). В процессе балансировки в обе части

АРДЖЕЙСИ
RJC

От возможностей к реальности

198216, г. Санкт-Петербург
пр. Народного ополчения, 2
Тел/факс (812) 622-13-84
rjc@rjcgroupt.ru

- Проектирование и управление геологоразведочными работами;
- ТЭО освоения месторождения;
- ТЭО кондиций (разведочных, постоянных, эксплуатационных, районных);
- Определение наиболее эффективного способа отработки месторождения с целью достижения определенных параметров;
- Определение наиболее эффективного способа отработки группы месторождений на базе одного перерабатывающего комплекса;
- Рейнжиниринг проектов с учетом существующих условий рынка;
- Управление освоением месторождения на основе собственного проекта;
- Аудит проектов и действующих предприятий, Due diligence;
- Правовая экспертиза в сфере недропользования.

этого равенства могут быть введены коэффициенты, характеризующие предпочтительность одного показателя перед другим. Стоит отметить, что данный критерий используется при экспресс-оценке границ ведения ОГР, поэтому для его расчета были приняты следующие ограничения и допущения:

- ◆ ЧДД результирующего контура не должен быть отрицательным;
- ◆ ставка дисконтирования проекта не должна превышать внутреннюю норму доходности;
- ◆ индекс доходности проекта не должен быть меньше единицы;
- ◆ для расчета ДБЭ принимаются только налог на добычу полезных ископаемых и налог на прибыль;
- ◆ платежи в бюджет производятся равномерно в течение всего расчетного периода;
- ◆ платежи в бюджет не индексируются;
- ◆ возврат/зачет налогов не рассматривается.

Identification of the optimal boundaries of surface operations with due account for the balance of interests of the state and mining companies.

M. Lesonen, M. Sen

The article discusses some applicable methods for the identification of the optimal boundaries of surface operations with due account for the balance of interests of the state and a mining company. The original computer-aided method proposed by the RJC Group intended for the selection of the optimal mining envelope is applicable for the planning of all types of solid mineral development. The authors also propose to view the boundaries of surface mining operations based on the current economic situation as the optimal mining envelope.

Key words: *boundaries of mining operations, optimal mining envelope, net operating value, net discounted profit, discount percentage rate, discounted budget efficiency, balance of interests of the state and a mining company.*

Очевидно, что полученный таким образом контур карьера будет находиться в так называемой области принятия решений – между контуром, соответствующим максимальному ЧДД, и контуром, соответствующим максимальной ДБЭ (рис. 3). Выбор таких границ ОГР позволит в достаточной мере удовлетворить требованиям рационального использования недр с наименьшим ущербом экономической эффективности отработки запасов месторождения.

Подобный способ рассуждений и данный подход к решению задачи по выбору оптимальных границ карьера лучше всего отражает справедливое распределение доходов от отработки месторождения между собственником и государством. При отсутствии ограничивающих условий со стороны недропользователя он может применяться в любых работах, связанных с определением оптимальных границ ведения ОГР. ■■■



Список литературы = References

1. Cai Wen-Long. Some practical aspects of open pit mine planning / Cai Wen-Long, Banfield A. Federick // 26-th Proceedings of the Application of Computers and Operations Research in the Mineral Industry, 2006.
2. AIME. Ore Reserves And Mine Design // Computer-Assisted Mineral Appraisal and Feasibility, 1980.
3. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Утв. распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р. М.: ФГУ ГКЗ, 2007.
4. Коткин В. А. Баланс интересов государства и недропользователя при выборе бортового содержания полезного компонента // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2006. № 5.



28-29 сентября 2009 года

1-й научно-практический семинар

Общества экспертов России по недропользованию

«Современные технологии нефтеизвлечения на месторождениях России»

С докладами о создании и внедрении эффективных технологий нефтедобычи, применении современных методов увеличения нефтеизвлечения выступят ведущие специалисты в области повышения нефтеизвлечения из недр – представители крупнейших нефтяных компаний ОАО «ВНИИнефть», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «ААНК «Башнефть», ОАО «Газпром нефть», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Татнефть», ОАО «ТНК-ВР Менеджмент», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Самаранефтегаз», ОАО «РИТЭК», ЗАО «Самара-Нафта», ООО «НТЦ-РуссНефть», ООО «Центр компьютерных нефтяных технологий», Halliburton, Schlumberger.

Организатор семинара

НП «Саморегулируемая организация «Национальная ассоциация по экспертизе недр»

Поддержка семинара

ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых»
Центральная комиссия по разработке месторождений полезных ископаемых Роснедра

Контактное лицо: Желдаков Дмитрий Игоревич zheldakov@naen.ru, info@naen.ru

Тел.: (495) 780-30-54 доб. 162. Тел/факс: (499) 238-62-35

Информационный спонсор

научно-технический журнал «Недропользование–XXI век»

Место проведения семинара

ФГУ «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых»
Адрес: Москва, ул. Большая Полянка, д. 54, стр. 1