

УДК 553.068.5

**О.Н. Голованова**

## **ОСОБЕННОСТИ ОКОНТУРИВАНИЯ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ**

*Мировой Океан и континентальный шельф рассматривается как источник минерально-сырьевой базы. Перспектива освоения морских месторождений зависит от рентабельности добычи, которую необходимо обосновать на стадии оконтуривания месторождения.*

*Ключевые слова: континентальный шельф, рентабельность, оконтуривание, запасы, План ГОК, полигон добычи.*

---

**O.N. Golovanova**

### **THE MAIN FEATURES OF THE PLACER DEPOSIT CONTOURING AT THE CONTINENTAL SHELF**

*The World Ocean and continental shelf is considered as a mineral-raw-material base source. The prospect of development of sea deposits depends on profitability of extraction which is necessary for proving at a deposit delimitation stage.*

*Key word: continental shelf, profitability, contouring, deposits, mining and concentration complex, mining traverse.*

**В** мире наблюдается неуклонный рост потребления минеральных ресурсов, одними из которых твердые полезные ископаемые. Однако запасы ограничены и невозполнимы. Последние десятилетия Мировой Океан и его континентальный шельф рассматриваются отечественными и зарубежными специалистами в качестве альтернативного источника минеральных ресурсов. Но в связи с тем, что геологоразведочные работы и добыча на дне морей, океанов и на континентальном шельфе требуют огромных капитальных вложений, подводная геотехнология пока не имеет широкого применения. Подводная разработка месторожде-

ний со дна морей и Океана пока не привлекательна для инвестирования, а в нашей стране ведется только по строительным горным породам. Решением данной проблемы может быть только привлечение государственных, а в большей степени даже частных инвестиций. Основной задачей для решения вопроса о перспективности освоения морских месторождений является обоснование рентабельности добычи уже на стадии оконтуривания. Оконтуривание полигонов осуществляется по кондиционным требованиям, при этом максимальное использование потенциала недр соответствует наиболее интенсивному и эффективному использованию таких технических средств как морской горнодобывающий флот. Проектирование и строительство флота требует значительных капитальных вложений, особенно, если судно предназначено для работы в климатических условиях арктического шельфа. Окупаемость инвестиций напрямую зависит от продолжительности работы морского горнодобывающего флота, т.е. срока эксплуатации месторождения. Количество запасов и содержание полезного компонента должно обеспечи-

вать продолжительность периода разработки, в которой инвестиции не только окупятся, но и принесут прибыль. Выявление таких крупных месторождений с единичным генезисом, как показывает отечественная и мировая практика, весьма редкий случай. Поэтому необходимо разработать такую систему норм и требований к месторождению полезных ископаемых, которая бы позволила при использовании единой флотилии отработать отдельные участки залежей различного генезиса как последовательно разрабатываемые полигоны одного предприятия. В принципе, это и определяет основную задачу разрабатываемой методики. Методика должна будет решать задачи экономической и технической целесообразности освоения месторождений Мирового Океана и континентального шельфа. Апробация методики производится на месторождениях последнего, так как это наиболее изученная часть морского дна. Наиболее привлекательными для добычи являются россыпи драгоценных камней и металлов и железомарганцевые конкреции.

Перспективы освоения континентального шельфа обусловлены не только необходимостью расширения минерально-сырьевой базы РФ, но также имеют ряд преимуществ по сравнению с добычей на суше:

- строительство судов плавучих горно-обогатительных предприятий осуществляется на современных судостроительных заводах, что значительно сокращает сроки ввода месторождения в эксплуатацию;

- в большинстве случаев обогащенный слой полезного ископаемого выходит на поверхность и не требует проведения вскрышных работ, а подготовительные работы выполняются в незначительном объеме;

- морские предприятия обладают высокой мобильностью;

- не требуется создание поселковой инфраструктуры.

Но все же, практическое освоение месторождений континентального шельфа требует разработки новых и более эффективных принципов и методик морской разведки и эксплуатации. В данной статье излагается краткое описание основных положений в соответствии, с которыми разрабатывается предлагаемая методика.

Главная идея разрабатываемой методики оконтуривания объектов состоит в том, чтобы объединить нескольких разобщенных месторождений, находящихся в одной или в разных акваториях и рассмотреть их как единое месторождение, разрабатываемое одним плавсредством. При этом срок окупаемости капитальных вложений должен быть меньше срока отработки одного объекта разобщенного месторождения или равен ему, при условии, что последующий, предназначенный для отработки этим же плавсредством, участок месторождения имеет срок отработки меньший или равный сроку полного износа оборудования судна:  $T_{от1} > T_{от1}$ ,  $T_{от1+1} = T_{от} \leq T_{из}$ .

Решение о контуре месторождения требует:

- оценки технологии и структуры механизации подводной разработки месторождения;

- оценки системы разработки и способа вскрытия подводного месторождения во взаимосвязи с возможным контуром полигонов, технологией и структурой механизации разработки;

- оценки экологических и многих других аспектов освоения месторождений шельфа;

- оценки масштабов и геологических характеристик месторождения, что позволяет оценить возмож-

ность максимального использования богатств недр.

Эти взаимосвязи показывают центральное положение проблемы оконтуривания месторождения в совокупности проблем морского горного дела.

Основной задачей для решения вопроса о перспективности освоения россыпных месторождений шельфа является обоснование рентабельности добычи уже на стадии оконтуривания, в соответствии с разрабатываемой методикой оконтуривания россыпей.

Необходимо установить ряд параметров, которые будут определять контур перспективных площадей добычи, в частности:

- Установление области горно-промышленных и экономических характеристик месторождений, перекрытых со дна вскрышными породами для определения наиболее перспективных месторождений пригодных для разработки одним плавсредством.

- Рассмотрение горно-геологических, горнотехнических и экономических характеристик как совокупных элементов одной системы.

- Установления критериев оценки системы.

- Разработка методических рекомендаций по оконтуриванию запасов россыпей континентального шельфа.

#### **Краткое описание блок-схемы методики:**

1. Принимаем, что объединенное множество есть система элементов  $S = \{\alpha \cup \beta \cup \gamma \cup \delta \cup \epsilon\}$

2. Система элементов есть структура процесса механизации, объединяющая несколько механизмов, являющихся одноэлементным множеством.  $\alpha$  – добыча: выемка (разрушение массива, подъем породы до установки предела);  $\beta$  - обогашение: получение товарного продукта и укладка хво-

стов;  $\gamma$  – транспортировка;  $\delta$  – перемещение судна. На первом этапе оценивается все процесса цикла, начиная от выемки полезного ископаемого заканчивая сбытом товарного продукта.

3. Каждое множество представляется параметрами, по которым рассчитывается доходная и расходная составляющие.

4. Описываем каждый процесс основными параметрами.

5. Выявленные параметры объединяем в систему внешних переменных.

6. Определяем аналитические зависимости внутри каждого одноэлементного множества. Все полученные одноэлементные множества объединяем в математическую модель.

7. На основе полученной математической модели разрабатываем финансово-экономическую модель, на основе отдельно разработанных аналитических зависимостей.

Основной принцип, на котором основана приведенная выше блок-схема, - это обоснование экономической эффективности реализации инвестиционного проекта разработки оконтуренного месторождения на континентальном шельфе. Повышение эффективности реализации такого инвестиционного проекта в современных условиях требует не только оценки, но и учета рисков.

Соответственно необходимо проследить динамику и структуру рисков на данной стадии изученности месторождения и связать с показателями эффективности. Основопологающей задачей является количественная оценка рисков инвестиционного горнодобывающего проекта.

В рамках данной задачи были проведены следующие исследования.

- Обобщение и анализ существующих рисков горнодобывающих проектов.

- Выявление особенностей добычи и обогащения в морских условиях и определение рисков влияющих на эффективность. Классификация рисков.

- Количественная оценка рисков.

- Разработка методики расчета общего риска проекта.

- Выявление функциональной зависимости доходности от общего риска проекта

В обычной практике количественная оценка риска основывается на анализе чувствительности, где оценивается степень влияния риска на доходность проекта, который проводится после расчета показателей экономической эффективности. Проект добычи на континентальном шельфе специфичен и в большей степени риски, которые надо учитывать, на стадии оконтуривания неизмеримы в стоимостном выражении (влияния количества штормовых месяцев в году или трудность добычи в зависимости от акватории). Поэтому количественная оценка производится по следующим категориям:

- По характеру последствий. Значительный, незначительный.

- По возможности количественной оценки. Измеряемые и неизмеряемые. К измеряемым рискам относятся те их виды, которые, используя имеющиеся математические методы и достоверную информацию, можно количественно оценить. К неизмеряемым относятся риски, количественная оценка, которых на текущий момент невозможна в связи с отсутствием необходимой информации либо методов их оценки.

- По масштабам проявления.

- По возможности управления.

Это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и приня-

тием решений, которые включают максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рисков событий.

8. Рассматриваем систему рисков в качестве одного из определяющих факторов.

- Природные условия (статистика, волнение моря, качка, рельеф дна, климат, условия залегания, геологические условия).

- Принятая механизация основных процессов и вспомогательных работ.

- Технология работ.

- Внешние экономические условия (цены на металлы и энергетические ресурсы).

Для определения количественного влияния каждого типа рисков методом экспертной оценки определяем балл сложности (по 5 бальной шкале), которые будут применяться посредством сложения по процессам умножением на соответствующие коэффициенты.

9. Величина общего риска проекта определяется в соответствии с «теорией

ошибок наблюдений» В.Д. Большакова по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{m_1 \times \sigma_1 + m_2 \times \sigma_2 + \dots + m_n \times \sigma_n}$$

где  $\sigma$  - общий риск проекта;  $\sigma$  - величина отдельного вида риска (в долях единицы или процентах);  $n$  - число индивидуальных рисков;  $m$  - доля влияния (вес) индивидуального риска.

Риск ( $\sigma$ ) определяется как величина погрешности измерения того или иного параметра. Общий риск проекта учитывается при расчете ставки нормы дисконта.

10. Строительство горно-добывающего предприятия и разработка месторождений на базе ПлавГока рассматриваем как инвестиционный проект. Экономическая эффективность

оценки инвестиционного проекта определяется методом дисконтированием денежного потока DCF. При принятии решения об эффективности внедрения новой технологии и реализации горнодобывающего проекта «с нуля» наиболее подходит метод DCF. В рамках проведения данного анализа включается и анализ чувствительности экономических показателей к физическим параметрам. Полученная модель не статична. Привязка к основным вводным горно-геологическим, технологическим параметрам учитывает возможность оптимального управления.

**Методика предусматривает следующие этапы исследования:**

1. Первый этап предполагает установление основных исходных характеристик, описывающих одно оконтуренное месторождение. На основе параметров исходных характеристик и аналитических зависимостей создаем математическую модель, описывающую систему элементов  $S = \{ \alpha U \beta U c U d U e U f \}$ , в денежном выражении. С помощью нее определяем экономическую эффективность разработки месторождения при заданных значениях основных исходных характеристик, описывающих одно оконтуренное месторождение.

Все вводимые характеристики подразделяются на параметры, значения которых вводятся или рассчитываются и на параметры, значения которых являются постоянными или переменными. Рассчитывается базовый вариант и его экономическая эффективность.

2. Второй этап предполагает варьирование переменными параметрами, и анализ степени влияния на экономическую эффективность и определение диапазона оптимальных значений, которые в третьем этапе методики будут служить граничными условиями.

3. Третий этап методики предусматривает сокращение шага варьирования в пределах установленных условий. Дальнейший перебор результатов выявляет область оптимальных вариантов показателей месторождений данного типа на континентальном шельфе.

4. Заключительный этап предполагает расчет различных сценариев.

5. Третий и четвертый этап выполняется при условии, что переменные параметры при расчете в первых 2 этапах экономически не целесообразны.

**Расчет базового сценария. Основные выводы:**

1. Расчет базового варианта показал, что оконтуривание в одно месторождение нескольких объектов добычи обосновано экономической эффективностью.

2. При оконтуривании месторождения на континентальном шельфе все параметры по степени влияния на ЧДД можно разделить на 3 категории (с высокой, средней и низкой степенью влияния).

3. Требования к среднему содержанию полезного компонента в оконтуренном месторождении регламентируется динамикой цен на данный компонент.

4. Последовательность отработки полигонов зависит от текущей динамики цен на полезный компонент. При максимальной цене обрабатывается объект с наименьшим содержанием полезного компонента и наоборот.

5. Выбор требований к критериям отбора по категориям 2 и 3 при оконтуривании месторождения должен основываться на принципе: максимальный чистый дисконтированный доход при минимальных эксплуатационных затратах.

6. Значение показателей производительности имеет две точки безубыточности.

7. При оконтуривании месторождений выбор оптимального значения производительности эффективнее проводить по трем экономическим факторам: чистый дисконтированный доход, эксплуатационные затраты и срок окупаемости капитальных вложений.

8. При оконтуривании нескольких объектов в один полигон добычи необходимо проанализировать максимально возможное количество параметров, которыми можно описать это месторождение.

9. Количество запасов и минимальное промышленное содержание экономически могут быть обоснованы выбором оптимальных значений глубины разработки и расстоянием перемещения между объектами.

10. Анализ влияния различных видов рисков на показатели эффектив-

ности инвестиций свидетельствуют о том, что наибольшее влияние оказывает климатический фактор и ценовой риск, доля их влияния составляет 25% и 20% соответственно. Риски, вызванные ошибками определения среднего содержания полезного компонента в руде, оказывают меньшее влияние и количество запасов – 14%. Относительно сильное влияние несут экологические риски – 10%. Самая малая степень влияния у горнотехнических рисков – 5%, так как предполагается, что при проектировании технологии добычи в параметрах учитывается большинство рисков.

11. При формировании нескольких объектов в одно промышленное месторождение необходимо учитывать глубину залегания, удаленность от современной береговой линии и расстояние перемещения между объектами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айнемер А.И., Коншин Г.И. Россыпи шельфовых зон мирового океана. – Л.: Недра, 1982.

2. Технология добычи полезных ископаемых со дна озер, морей и океанов / Г.А. Нурок, Ю.В. Бубис, Н.Г. Кафидов, Б.М. Одоева и др. – М.: Недра, 1979.

3. Бубис Ю.В. Состояние работ по созданию научных основ морского горного дела и роль академика В.В.Ржевского в их становлении // Вопросы теории открытых горных работ. - М.: Издательство МГТУ, 1994. **ГИАН**

#### Коротко об авторе

Голованова О.Н. – аспирантка, кафедра ТО, Московский государственный горный университет, golovanova.olga@mail.ru

