

УДК 338.45

ББК 65.9 (2р) 304.12+65.9 (2р) 23

Г 908

**Г 908 Групповая разработка малых золоторудных месторождений**

Н.Ю. Самсонов, М.А. Ягольницер / науч. ред. В.А. Крюков  
– Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2012. – 240 с.

ISBN 978-5-89665-246-5

В монографии изложена концепция технико-экономического моделирования совместной разработки групп территориально ассоциированных малых и средних золоторудных месторождений с целью достижения повышенной экономической рентабельности их эксплуатации. В модельных расчетах варьировались золоторудные запасы разных месторождений, их золотосодержание, технологии обогащения руд и извлечения из них золота, расстояния между месторождениями и технологическими центрами обогащения и извлечения золота.

Авторами проведено аналитическое исследование современного состояния минерально-сырьевой базы рудного золота применительно к золотосырым территориям Западной Сибири, Якутии и Дальнего Востока. Рассмотрены институциональные ограничения и возможности по реализации обсуждаемого методического подхода, проведено технико-экономическое моделирование совместной (групповой) разработки нескольких конкретных малых/средних месторождений Сибири и Дальнего Востока, разработаны программные модули проведения стоимостной оценки групповых проектов разработки месторождений, проведены сравнительные экономические оценки для нескольких сгруппированных месторождений.

Книга предназначена для руководителей, специалистов инвестиционного, стратегического и экономического планирования золотодобывающих предприятий, а также экономистов и студентов экономических факультетов вузов.

Программа VIII.76.2 «Теоретические и прикладные исследования стратегического развития микро- и мезосистем в социально-экономическом пространстве»

Проект «Теоретические и методические вопросы стратегического развития мезоэкономических систем»

Тема «Инновационные и институциональные пространства стратегического развития горнодобывающих комплексов Сибири и Дальнего Востока»

УДК 338.45

ББК 65.9 (2р) 304.12+65.9 (2р) 23

Г 908

ISBN 978-5-89665-246-5

© ИЭОПП СО РАН, 2012

© Самсонов Н.Ю., 2012

© Ягольницер М.А., 2012

Полная электронная копия издания расположена по адресу:

[http://lib.ieie.su/docs/2012/SamsonovYagolnitscr2012Grupповaya\\_razrabotka\\_malykh\\_zolotorudnih\\_mestorozhdenij.pdf](http://lib.ieie.su/docs/2012/SamsonovYagolnitscr2012Grupповaya_razrabotka_malykh_zolotorudnih_mestorozhdenij.pdf)

**Глава IV**  
**ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**  
**ВОВЛЕЧЕНИЯ В ГРУППОВУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ**  
**МАЛЫХ (И СРЕДНИХ)**  
**ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**  
**РАЗЛИЧНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ**  
**НА ТЕРРИТОРИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

**4.1. Сценарии освоения**  
**сгруппированных малых (и средних)**  
**месторождений золота**

Рассмотрим два типа эксплуатации малых золоторудных месторождений.

1. *Кустовая золотоизвлекательная фабрика (ЗИФ) и/или комплекс кучного выщелачивания (ККВ) с переработкой руды группы месторождений, рис.29:*

- на действующей ЗИФ/ККВ – ЗИФ/ККВ<sub>WORKING</sub>;
- на создаваемой ЗИФ/ККВ – ЗИФ/ККВ<sub>DEVELOPMENT</sub>.

Разработка несложных по геологическому строению и относительно богатых по золотосодержанию месторождений, но со сравнительно небольшими запасами руды (до нескольких сотен тысяч тонн) может осуществляться с применением модульных обогатительных комплексов (МОК). При освоении малых объектов в период активного освоения восточносибирских и дальневосточных районов золотодобычи в 1960–1980 гг. в Якутии, Иркутской области, Магаданской области – на богатых по содержаниям золота рудных месторождениях, на объектах типа кор выветривания – достаточно обширной являлась практика использования модульных обогатительных установок. В России имеется опыт использования МОК (месторождения Каральвеемское, Кедровское, Нерудненское и ряд других), однако он недостаточно распространен. За рубежом, в странах с благоприятным климатом, для освоения удаленных не крупных золоторудных месторождений (запасы руды – до 300–500 тыс. т) широко используются модульные передвижные фабрики [31]. Такие установки позволяют быстро и дешево вводить в эксплуатацию небольшие по запасам золота месторождения.

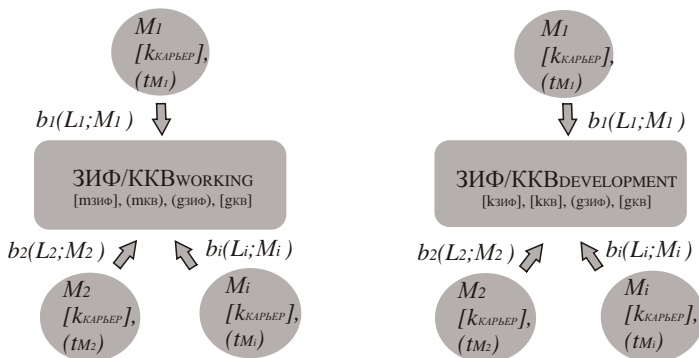


Рис. 29. Групповая разработка золоторудных месторождений на кустовой ЗИФ/ККВ

где  $b_i(L_i; M_i)$  – затраты на транспортировку руды от  $M_i$ -го месторождения до ЗИФ на расстояние  $L_i$ ;

$k_{M_i-КАРЬЕР}$  – капитальные затраты на строительство и обустройство карьера  $M_i$ -го месторождения;

$t_{M_i}$  – общие затраты на карьерную добычу руды, включая вскрышные работы, дробление и сепарацию руды (при КВ) на  $M_i$ -м месторождении;

$k_{ЗИФ}$  – капитальные затраты на строительство ЗИФ;

$k_{КВ}$  – капитальные затраты на строительство комплекса КВ (на месторождении);

$t_{ЗИФ/КВ}$  – затраты на модернизацию ЗИФ или ККВ (при имеющейся ЗИФ и/или ККВ);

$g_{ЗИФ}$ ,  $g_{КВ}$  – эксплуатационные расходы при работе ЗИФ и КВ соответственно.

Использование модульных установок по переработке руд малообъемных месторождений является зачастую единственной возможностью для достижения рентабельности их разработки [55]. Однако считать модульные установки полноценной альтернативой стационарной ЗИФ, имеющей развитые технологии обогащения, было бы неверно.

МОК имеют существенные ограничения технологического характера: перерабатываемые руды должны быть легкообогатимыми (например, золотокварцевыми) гравитационными и флотационными технологиями (в ряде случаев и химическими), не сульфидными или малосульфидными, с низкими содержаниями примесей и желательно с высоким содержанием золота (не менее 3–4 г/т).

Типичные МОК рассчитаны на небольшую производительность по руде, в пределах 40–120 тыс. т руды в год, но известно и об установках мощностью до 400 тыс. т (ПРОК-400). По данным проектировщика и производителя обогатительного оборудования ОАО «Машиностроительный завод «Труд» (Новосибирск) оптимальная производительность в зависимости от способа добычи руды, мощности карьера составляет от 60 до 120 тыс. т в год. Проектирование большей единичной мощности ведет к использованию более производительных, но и более дорогостоящих модулей (мощные мельницы измельчения руды, транспортеры, электроприводы и пр.), к внедрению дополнительных технологических циклов обогащения сырья. Все это приводит к существенному увеличению стоимости МОК. Поэтому при запасах руды на объекте или группе месторождений объемом 2–5 млн т, целесообразно формировать единый обогатительный центр в составе нескольких МОК средней или малой мощности.

В материалах ЦНИГРИ (Москва) приводятся следующие технологически показатели: использование МОК для добычи золота из легкообогатимых руд производительностью по руде 100 т/сутки (4,1–4,5 т/ч; до 36 тыс. т в год) при отработке месторождений с содержанием золота более 10 г/т гравитационной технологией обеспечивает извлечение золота не менее 80% [48; с. 36]. Такой коэффициент извлечения золота на МОК, принимаемый нами для последующих расчетов, является экономически и технологически минимальным, хотя в зависимости от состава и качества руд коэффициент извлечения на МОК может достигать 90–95%.

При групповой эксплуатации малообъемных золоторудных объектов на локальной территории (ориентировочно 50 км × 50 км) может применяться как маршрутное перемещение МОК для пошаговой разработки объектов (расстояние перемещения комплекса на десятки километров), так и переработка транспортируемой руды объектов на кустовом МОК (при относительно небольших расстояниях), а также комбинирование этих способов.

Требование к сгруппированности объектов является еще одним ограничением применения МОК для разработки месторождений. Необходимо учитывать, что многократное перемещение МОК по группе объектов не всегда является допустимым из-за особенностей условий лицензирования. Сроки начала разработки месторождений регламентированы лицензией: как правило,

недропользователь обязан приступить к освоению объекта не позднее чем через 3–5 лет с момента получения лицензии. Т.е. использование одного МОК для нескольких месторождений, период выемки рудных запасов которых превышает 4–5 лет, нивелирует преимущества МОК и принципа групповой эксплуатации, поскольку лицензии на поочередно разрабатываемые месторождения одним перемещаемым обогатительным комплексом, могут быть аннулированы из-за нарушения лицензионных обязательств. В данном случае целесообразно использовать принцип разработки кустовой группы на едином мощном МОК или нескольких МОК в одном центре.

2. Модульный обогатительный комплекс, рис. 30.

- маршрутная переработка руд месторождений группы на МОК;
- общая (кустовая) переработка руд в группе месторождений на кустовом МОК (или в составе нескольких МОК).

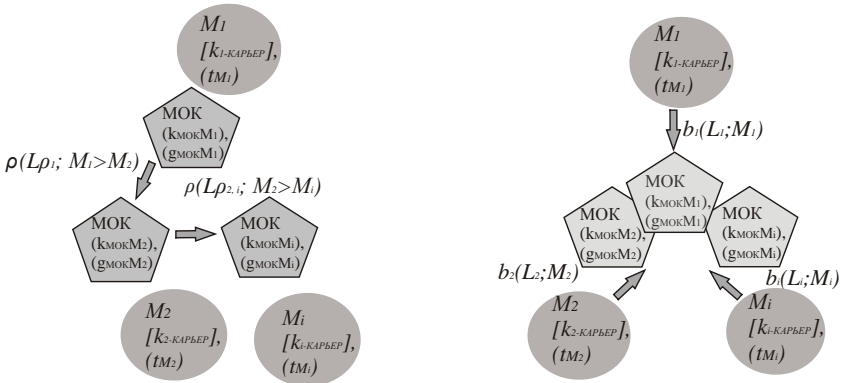


Рис. 30. Групповая разработка золоторудных месторождений на МОК

где  $b_i(L_i;M_i)$  – затраты на транспортировку руды от  $M_i$ -го месторождения до МОК на расстояние  $L_i$ ;

$\rho_i$  – затраты (разбор/доставка/монтаж/пуск) на перемещение МОК на  $M_i$ -е месторождение на расстоянии  $L_{\rho i}$ ;

$t_i$  – общие затраты на карьерную добычу руды, включая вскрышные работы, на  $M_i$ -м месторождении;

$g_{МОК}$  – эксплуатационные затраты МОК по обогащению золота;

$k_i$  – капитальные затраты на разработку карьера  $M_i$ -го месторождения;

$k_{МОК}$  – капитальные затраты на МОК.

Представим некоторые преимущества и недостатки модульных комплексов в сгруппированном виде:

### **Преимущества**

1. Удельные капитальные затраты составляют 20–25% от общих затрат на строительство стационарной золотоизвлекательной фабрики ЗИФ (стоимость типовой МОК с производительностью 60 тыс. т руды в год, составляет около 60 млн руб., в зависимости от полноты комплектации).

2. Удельные эксплуатационные затраты сопоставимы с показателями стационарной ЗИФ со схожей технологией золотоизвлечения.

3. Низкие сроки строительных, монтажных/демонтажных и пусконаладочных работ (менее 12 мес.).

4. Применение на удаленных территориях (сибирские и дальневосточные районы золотодобычи) с ограниченной инфраструктурой (в том числе при отсутствии ЛЭП).

5. Применение на малых объектах с запасами руды не более 1000 тыс. т. При запасах объекта (или группы объектов) более 1000 тыс. т возможна комплектация проекта несколькими МОК с переработкой в кустовых центрах.

6. Размещение МОК в непосредственной близости от места выемки руды для снижения транспортных расходов.

### **Недостатки**

1. Золотосодержание на разрабатываемых месторождениях должны быть не менее 3–4 г/т.

2. Золотосодержащие руды должны быть легкообогатимыми (золото кварцевыми, малосульфидными), с низким содержанием примесей (железо, теллур, мышьяк и т.д.).

3. Производственная мощность по переработке руды ограничена (обычно, не более 120 тыс. т руды в год).

4. Зависимость от сезонного фактора.

#### **4.2. Модельные параметры и условия для проведения экономико-математического моделирования и расчетов индивидуальной и групповой оценки экономической эффективности разработки месторождений**

Ставится задача проведения модельной стоимостной оценки эксплуатации группы месторождений, находящихся в заданных геологических, экономических и географических условиях. Результатом оценки является сравнительная экономическая эффективность разработки объектов разными способами как индивидуально по каждому месторождению, так и при их совместной разработке. Введем необходимые для проведения экономической оценки технико-экономические параметры и модельные условия индивидуальной и групповой эксплуатации малых (и средних) золоторудных объектов применительно к реальным условиям отобранных инвестиционных проектов.

Как можно видеть из предыдущих экономико-математических моделей (Глава 3), условием обеспечения приемлемой рентабельности проекта с использованием кустовой ЗИФ в существующих экономических условиях является задействование золоторудных объектов, расположенных на расстоянии не более 100 км от ЗИФ при минимальном золотосодержании 3 г/т. Для проекта, разработка которого может вестись с применением МОК, расстояние перевозки руды от карьера до обогатительного комплекса всегда невелико, 2–30 км, что придает такому проекту некоторые преимущества. Технология золотодобычи с использованием кучного выщелачивания характеризуется малыми дистанциями между карьером и комплексом КВ, и она обычно применяется для разработки руд с низким золотосодержанием (менее 2–2,5 г/т).

Рассмотрим 3 инвестиционных проекта по эксплуатации территориально сгруппированных малых (и средних) золоторудных месторождений (информация об их основных геолого-промышленных характеристиках приведена в табл. 24):

1) Проект «Магаданский» (Магаданская область; кустовая ЗИФ «Кубака»): месторождения Цоколь, Биркачан (дополнительно имеющий ККВ), Ороч, Дальний и Сопка Кварцевая.

2) Проект «Якутский» (Республика Саха-Якутия; действующий кустовой комплекс кучного выщелачивания): месторождения Надежда, Верхнее, Смежное, Трассовое и Хвойное.

**Геолого-промышленные характеристики модельных инвестиционных проектов  
индивидуальной и групповой разработки золоторудных месторождений**

*Инвестиционный проект 1. Магаданская область, Северо-Эвенский район. Месторождения лицензированы («Полиметалл»).  
Кустовая ЗИФ «Кубака» (номинальная мощность по руде 900 тыс., ККВ на Биркачане  
(номинальная годовая мощность по руде 900 тыс. т)*

Объекты	Запасы золота на 01.01.2009 г., кг		Прогнозные ресурсы золота P <sub>1</sub>	Содержание золота в ВС <sub>1</sub> /С <sub>2</sub> /Р <sub>1</sub> , г/т	L (от кустовой ЗИФ, км)	Запасы руды, тыс. т		Прогнозные ресурсы руды по P <sub>1</sub> , тыс. т
	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>				ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Цоколь	4500	3922	2411	9,89 / 6,65 / 9,57	1,2	455	590	252
Биркачан	0	33826	10514	- / 2,13 / 5,16	42	0	15866	2036
Ороч	0	4598	1897	- / 3,32 / 3,39	130	0	1386	560
Дальний	4457	267	0	5,72 / 8,34 / -	180	779	32	0
Сопка Кварцевая	17000	17477	13451	12,32/ 10,76 / 2,31	180	1380	1624	13396

*Инвестиционный проект 2. Республика Саха (Якутия), Алданский район. Месторождения лицензированы (ОАО «Золото Селигдара»). Действующий кустовой ККВ (номинальная годовая мощность по руде 1250 тыс. т)*

Объекты	Запасы золота на 01.01.2008 г., кг			Содержание золота в запасах, г/т	L (от кустового ККВ, км)	Запасы руды, тыс. т		
	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Забалансовые			ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	Забалансовые
Надежда	5150	600	1250	1,80	5	2861	333	694
Верхнее	3000	0	510	1,55	15	1935	0	329
Смежное	1626	0	966	1,49	6	1091	0	648
Трассовое	0	5246	1992	1,29	10	0	4067	1544
Хвойное	0	2876	1074	1,71	7	0	1682	628



*Инвестиционный проект 3. Кемеровская область, Тисульский район. Нераспределенный фонд (неразработываемые).  
Планируемые в рамках расчетов данной работы кустовой комплекс МОК  
и применение МОК маршрутно-последовательного типа*

Объекты	Запасы золота на 01.01.2008 г., кг			Содержание золота в запасах, г/т	Содержание золота в запасах С <sub>2</sub> и забалансовых, г/т	L (от кустовой МОК, км)	Запасы руды, тыс. т		
	ABC <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	Забалансовые				ABC <sub>1</sub>	С <sub>2</sub>	Забалансовые
Центральное	823	198	8991	7,84	4,37	2	105	34	2234
Ново-Берикульское	259	325	378	23,55	7,45	10	11	11	131
Натальевское	0	0	405	5,63	5,63	12	0	0	72
Комсомольское	2405	3141	441	11,73	9,94	15	205	301	133
Берикуль Старый	2850	853	5882	15,49	6,82	2	184	60	1394
Федотовское	456	4270	429	10,61	9,62	2	43	424	73
Кундатское	1124	116	0	4,78	4,75	2	235	28	0

*Источник:* годовые отчеты компании «Полиметалл» за 2008–2009 гг., Государственный баланс запасов золота по Республике Саха (Якутия) и Кемеровской области на 01.01.2008 г.

3) Проект «Кемеровский» (Кемеровская область, нераспределенный фонд; планируется применение МОК – маршрутно-последовательная и кустовая схема разработки): месторождения Центральное, Ново-Берикульское, Берикуль Старый, Натальевское, Комсомольское, Федотовское и Кундатское.

С одной стороны, эти группы отличаются размерами рудных запасов и концентрациями золота (высокое золотосодержание и большие запасы руды в Магаданской группе, но очень малое содержание золота в рудах Якутской группы), расстояниями между рудниками и общей для них ЗИФ или ККВ (до 180 км в Магадане, но 5–15 км в Якутии). С другой стороны, в этих вариантах выявляется основное преимущество групповой разработки – возможность технологически и экономически эффективно использовать общие обогатительные мощности (ЗИФ или ККВ), введение которых было бы экономически нецелесообразным для (почти) любого отдельного проекта освоения золоторудного месторождения.

Модельные задачи решались с использованием программных средств в численной (табличной) форме с применением экономико-математического аппарата Главы 3. Расчеты проводились в соответствии с условиями Методических рекомендаций по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов ТПИ [36]. При расчетах себестоимостей производства золота из руд с разными золотосодержанием  $Z$  в качестве исходных данных о стоимостях тех или иных технологических стадий (добыча, дробление-сепарация и транспортировка руды, переработка на ЗИФ, конечное извлечение золота) использовались данные из табл. 22, но увеличенные на промышленную инфляцию к 2010 г. Кроме того, добавлены расходы на вскрышные работы, исходя из средних по отрасли объемов вскрышных работ по отношению к объемам рудной добычи, удельного веса грунта и типичных дистанций его транспортировки за пределы карьеров.

Исходная реализационная стоимость золота на период 2010 г. принята как 1000 долл./1 тр. унц. (с учетом 10% премии-комиссии за аффинаж и реализацию от текущей мировой цены). Начиная с первого года эксплуатации объекта и до конца срока реализации каждого из проектов в модельные расчеты вводится 5-ти процентный рост стоимости золота и 5-ти процентный рост промышленной инфляции (т.е. ожидается повышение цен как на золото, так и на трудовые ресурсы и материалы, используемые при

добыче руды и извлечении золота). Таким образом, мы проводим расчеты в изменяемых ценах.

Капитальные затраты принимаются по аналогии и прямым расчетом (стоимостные показатели, учитываемые на основе данных по предприятиям-аналогам, используются с соответствующей корректировкой на местные условия, изменение цен на материалы, товарную продукцию и т.п.). Стоимость обогатительного комплекса зависит от его предполагаемой мощности, она варьировалась от нескольких десятков миллионов рублей в случае использования МОК (Кемеровский проект) и до более чем 5 млрд рублей для ЗИФ, включая затраты на реконструкцию (Магаданский проект). В экономических расчетах суммарной рентабельности проектов учитывалось относительное обесценивание денег со временем в виде «чистой» дисконтной ставки 10%, начиная с первого года осуществления инвестиций (промышленная инфляция учитывается отдельно). Амортизационные отчисления (80% от исходной стоимости горно-обогатительного комплекса) производились равномерно в течение 10 лет с первого года начала эксплуатации оборудования. Доли поставок руды на ЗИФ с тех или иных рудников (графики разработки) с разными содержаниями золота формировались таким образом, чтобы ежегодное производство золота в течение всего срока проекта было стабильным или же следовало требованию приоритетной разработки наиболее богатых месторождений. В первом варианте это предполагает сохранение постоянной численности персонала (социальный аспект реализации проекта), практически неизменное количество автотранспорта и другого оборудования. В другом случае приоритетной задачей является достижение максимальной чистой дисконтированной прибыли. Приняты допущения, согласно которым все капитальные затраты осуществляются в первые 2 года осуществления проекта для ЗИФ/ККВ (по МОК – за первый год); полная проектная мощность по добыче достигается сразу в первый год ведения добычи; при превышении амортизационного срока эксплуатации оборудования обогатительного комплекса дополнительные капитальные вложения не производились.

На основании опыта эксплуатации ряда существующих золоторудных объектов Сибири и Дальнего Востока принимаются следующие параметры разработки проектов. В современных экономических условиях удельные капитальные затраты по вновь создаваемому горно-обогатительному комплексу групповой экс-

плуатации (карьер, ЗИФ, вахтовый поселок, водозабор, автодороги внутриплощадные, хвостохранилище, внутреннее энергоснабжение и пр.) составляют 6000 руб./т годовой мощности по переработке руды, а по золоту – 850 руб./г. Удельные затраты на строительство МОК (включая доставку, монтаж, пуск) – 1000 руб./т годовой мощности по руде. Удельные затраты на строительство комплекса кучного выщелачивания (включая комплекс дробления и сепарации) – 470 руб./т годовой мощности по руде и 280 руб./г по золоту (методом КВ перерабатываются руды с низким золотосодержанием, что объясняет диспропорцию в удельных капиталовложениях по руде и по золоту в сравнении с ЗИФ). Средняя удельная стоимость строительства открытого карьера составляет 462 руб./т годовой мощности по руде, а строительства автодорог для транспортировки руды (автодорога 4-й категории<sup>1</sup>) в условиях Сибири и Дальнего Востока составляет 4,8 млн руб. на 1 км (в качестве примера включения «инфраструктурного подмодуля» мы используем выделение стоимости карьера и автодорог лишь в Кемеровском проекте). Средний коэффициент вскрыши принимается за 2 куб. м на одну тонну руды, среднее расстояние транспортировки вскрыши составляет 2 км. Удельная плотность вскрышного грунта – 2,7 т/куб.м. Средняя себестоимость вскрышных работ – 64,2 руб./куб. м, полная себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды – 230 руб./т. Разубоживание в проектах принимается за 11%, потери при добыче – 8%.

В качестве источника финансирования проекта рассматриваются только собственные средства. Налоговое окружение каждого проекта представлено в табл. 25.

Предполагается, что в случае образования остаточной стоимости имущества горно-обогатительного предприятия – ЗИФ, ККВ или МОК – после выработки всех запасов сырья еще до полного амортизационного списания (10 лет) эта стоимость равномерно начисляется в доход предприятия в течение оставшихся лет, а с остающейся части стоимости обогатительного комплекса равномерно изымается налог на имущество, исчисляемый в расход предприятия. В этом случае мы получаем итоговую дисконтированную чистую прибыль на момент осуществления последнего

---

<sup>1</sup> В соответствии с Классификацией автомобильных дорог автодорога 4-й категории относится к дорогам обычного типа, имеет 2 полосы движения, ширину полосы – 3 м [25].

**Налоговое окружение типичного золотодобывающего предприятия**

№ п/п	Вид налога	База налогообложения	Ставка, %
1.	Отчисления с заработной платы (налог на доходы физических лиц, страховые взносы)	Эксплуатационные затраты	10,2*
2.	Социальные выплаты и отчисления	Эксплуатационные затраты	0,5
3.	Налог на добычу полезных ископаемых	Стоимость добытого полезного ископаемого	6,0
4.	Налог на прибыль	Валовая прибыль	20,0
5.	Налог на имущество	Среднегодовая остаточная стоимость имущества	2,0
6.	Транспортный налог	Эксплуатационные затраты	0,4

\* Рассчитывается от доли оплаты труда в структуре эксплуатационных затрат, составляющей в среднем 30%, исходя из ставки НДФЛ в 13% от дохода работников и страховых взносов в 34% (с 2011 г.) от фонда оплаты труда. НДФЛ не входит в налоговую нагрузку предприятия, но он выделен для того, чтобы показать его долю в фонде заработной платы. В налоговой нагрузке не учтен отрицательный поток возврата НДС, уплачиваемого государством по факту учета НДС, выплаченного поставщиком материалов и услуг, использованных в процессе золотодобычи (по этой причине НДС в модели стоимостной оценки не присутствует).

списания в доход и расход предприятия от амортизируемой стоимости имущества. Вопрос о реализации остаточного имущества ЗИФ/ККВ/МОК после выработки запасов сырья не рассматривается, поскольку такая продажа практически не осуществима. Поскольку в настоящих расчетах бюджет не рассматривается в качестве источника финансирования проекта, то бюджетная эффективность проекта измеряется только суммами налоговых доходов (дисконтированных доходов).

Стоимостная оценка запасов месторождения осуществляется методом избыточного дохода (прибыли): стоимость запасов месторождения (эффективность разработки) выражается чистой дисконтированной прибылью (ЧДП, NPV) за весь срок действия лицензии, начиная с момента строительства горного предприятия. Таким образом, чистая дисконтированная прибыль является результатом движения денежных потоков, связанных со строительством горного предприятия и получением дохода от его деятельности, приведенных к началу строительства. Временные отрезки

(шаги) движения денежных потоков принимаются равными 1 году. В качестве базового года (горизонта расчета) принимается начало строительства горного предприятия [35].

Но в отличие от стандартного подхода, применяемого при расчетах стоимости запасов индивидуальных месторождений, в нашем случае мы имеем дело с рядом (группой) различных месторождений, отличающихся золотосодержаниями, запасами руды, дальностью транспортировки руды до кустового обогатительного комплекса, технологиями переработки руды и коэффициентами извлечения золота. Данные месторождения необходимо разрабатывать одновременно (иногда – последовательно) поскольку имеются лицензионные ограничения и условия на них и необходимо достигнуть общего положительного экономического эффекта за счет субсидирования эксплуатации индивидуально-нерентабельных месторождений рентабельными. Таким образом, в компьютерную программу стоимостной оценки месторождений индивидуальным способом на основе разработанных экономико-математических моделей интегрированы модули, позволяющие учитывать разные периоды разработки месторождений группы с различными технологиями (ЗИФ/ККВ/МОК), изменяемыми объемами поступающего сырья, разными золотосодержаниями в шихтуемой руде и, соответственно, различными эксплуатационными затратами и, по необходимости, другими параметрами, с получением итоговых показателей коммерческой эффективности на основе метода дисконтирования доходов и расходов и получения ЧДП.

Прежде чем переходить к конкретным расчетам эффективности групповой разработки месторождений, следует указать практически важный технологический аспект. На кустовом обогатительном комплексе совместно перерабатывается золотосодержащая руда, поступающая с нескольких месторождений. Будем считать, что доставляемая смешанная руда будет (почти) одинаковой по составу, свойствам и технологическому регламенту обогащения в течение всего срока групповой разработки. При эксплуатации месторождений, относительно бедных по содержанию золота (1,5–2,5 г/т), обычно используется промежуточная сепарация сырья, позволяющая обогащать одну часть руды (повышение  $Z$  на 10–40%), другую часть обеднять (понижение  $Z$  на 10–40%). Обогащенную руду затем направляют на ЗИФ-переработку, обедненную руду подвергают переработке по технологии кучного выщелачивания.

лачивания на специальных площадках, расположенных вблизи карьера. В результате на ККВ получают некоторое количество золотого концентрата, который затем подвергается окончательной экстракции либо на ЗИФ, либо в специальном цехе извлечения золота на комплексе КВ. Как правило, когда содержание золота в рудах менее 2 г/т, всю руду подвергают технологии кучного выщелачивания (иногда с применением частичного сепарирования заведомо пустых руд или без него).

### **4.3 Сравнительная экономическая оценка инвестиционных проектов по индивидуальному и групповому освоению малых месторождений золота**

Ниже представлены результаты экономико-математического моделирования для трех групп месторождений (инвестиционных проектов) в двух вариантах:

1. по *индивидуальной разработке* каждого месторождения из группы в соответствии с задаваемыми условиями применяемых технологий переработки и обогащения руды;

2. по *групповой разработке* этих месторождений в соответствии с задаваемыми графиками добычи руд на отдельных месторождениях и технологиями переработки и обогащения руды.

#### **4.3.1 Инвестиционный проект Магаданский (Магаданская область)**

Дистанционное расположение месторождений проекта изображено на рис. 31, исходные геолого-промышленные показатели приведены в табл. 24. Приведенные к балансовым и эксплуатационным показателям запасы, ресурсы и золотосодержания руд группы месторождений проекта Магаданский при соответствующих коэффициентах достоверности категорий и коэффициентах разубоживания и потерь при добыче руды представлены в табл. П.13. Предполагается, что их разработка будет вестись с использованием кустовой ЗИФ «Кубака» номинальной мощностью 900 тыс. т руды в год. При моделировании разработок мощность будет задаваться в пределах от 750 до 940 тыс. т в зависимости от конкретных условий месторождений (считается, что номинальную мощность ЗИФ можно изменять в пределах 10–15%).

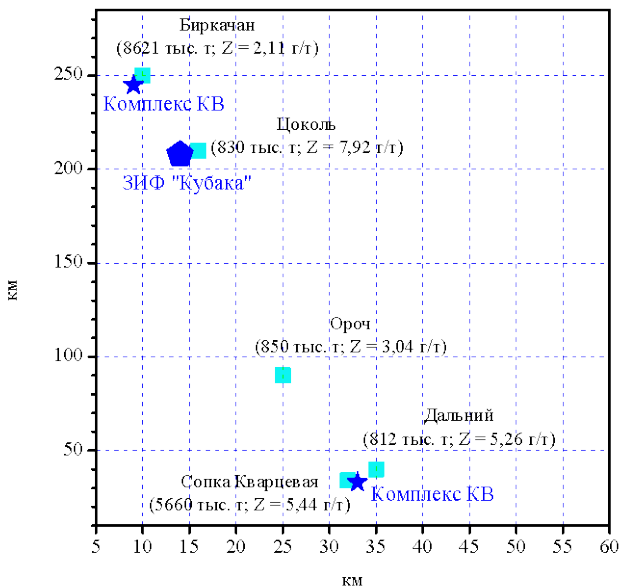


Рис. 31. Территориальное расположение месторождений проекта Магаданский и их основные характеристики (приведенные эксплуатационные запасы руд и золотосодержание)

Капитальные вложения в подготовку карьеров и в модернизацию ЗИФ (с целью доведения ее производительности до 6 т золота в год) были осуществлены за 2 года и составляют 5,1 млрд руб. В индивидуальных проектах предполагалось, что инвестиции будут осуществлены аналогичным образом и в тех же объемах. Номинально это ухудшает экономические показатели индивидуального проекта (не для каждого из них требуется ЗИФ мощностью до 940 тыс. т), но мы сохраним такое допущение исходя из целей дальнейшей сравнительной раздельной и групповой разработки. В таких условиях длительность индивидуальной разработки объектов варьировались от 1 года (месторождения Цоколь, Ороч и Дальний) до 5 лет для Биркачана и Сопки Кварцевой. При индивидуальной разработке месторождения Биркачан с низким содержанием золота (2,11 г/т) полагалось, что полная годовая переработка руды составляет 1724 тыс. т, причем руда предварительно обогащается, так что половина руды становится на 40% богаче (эта руда транспортируется затем на ЗИФ-переработку), другая



половина руды (обедненной) направляется на комплекс КВ, расположенный рядом с местом выемки руды (2 км). Месторождение Сопка Кварцевая содержит как высококонцентрированную (10–12 г/т), так низко-концентрированную руду (около 2,3 г/т), так что здесь также будут использоваться различные комбинации ЗИФ-переработки и кучного выщелачивания (см. ниже).

### *Индивидуальная разработка месторождений*

Условия и основные результаты экономического моделирования индивидуальных разработок месторождений показаны в табл. 26, а также в табл. П.14–П.20. Из них следует, что почти все индивидуальные проекты (кроме Сопки Кварцевой) оказались нерентабельными, несмотря на то, что такие объекты, как Цоколь и Дальний, дали достаточно большие количества золота (свыше 6 и 4 т, соответственно) в течение всего одного года их эксплуатации. Это вызвано с тем, что в каждом расчете были заложены крупные капитальные инвестиции (5,1 млрд руб.), для оправдания которых индивидуально добытого золота оказалось недостаточным<sup>1</sup>.

График эксплуатации Биркачана в зависимости от технологии переработки руд (ЗИФ и КВ) отображен в табл. П.21. Ситуация с месторождением Биркачан является двойственной: общее количество добываемого золота большое (свыше 16 т), но низкая концентрация металла (2,11 г/т) приводит к небольшим значениям годового чистого притока денежных средств в течение всего срока эксплуатации месторождения (от 724 до 831 млн руб., примерно половина из них – это амортизационные начисления, табл. П.15). В результате чистая дисконтированная прибыль Биркачана оказывается отрицательной, –1248,8 млн руб. Индивидуальная разработка месторождения Ороч оказывается крайне нерентабельной (ЧДП=–2278,1 млн руб.), что является следствием как низкой концентрации золота в руде ( $\approx 3,3$  г/т), так и небольшого количества добытого золота (менее 2,5 т) и удаленности от ЗИФ (130 км).

---

<sup>1</sup> Поскольку основной целью экономического моделирования является групповая разработка месторождений, то возможность реализации имущества ЗИФ по остаточной стоимости после разработки индивидуального проекта не обсуждается, а начисляется в доход полная амортизация до сведения остаточной стоимости к нулю.

## Условия и технико-экономические расчеты индивидуальной эксплуатации месторождений проекта Магаданский

№ п/п	Показатели, единицы измерения	Значения показателей						
	Наименование месторождения	Цоколь	Биркачан	Ороч	Дальний	Сопка Кварцевая		
	Вид полезного ископаемого	золото рудное						
	Местоположение объекта	Магаданская область, Северо-Эвенский район						
	Геолого-промышленный тип	Минерализованных зон и кор выветривания, легкообогатимые						
	Переработка руды	ЗИФ	ЗИФ и ККВ (1:1)	ЗИФ	ЗИФ	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
						Богатая руда на ЗИФ (3 года), бедная руда также на ЗИФ (4 года)	Богатая руда на ЗИФ (3 года), бедная руда – 1/2 на ЗИФ (обогащенная, 2 года), 1/2 – на ККВ (обедненная, те же 2 года)	Богатая руда на ЗИФ (3 года), вся бедная руда – на ККВ (в течение 2-х лет)
	Расстояние от месторождения до ЗИФ / ККВ	1,2 км	42 км / 2 км	130 км	180 км	180 км / 2 км		
<b>ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ</b>								
1	Разведанные запасы руды в недрах категории В+С <sub>1</sub> , т	455000	0	0	779000	1380000		
2	То же С <sub>2</sub> , т	590000	15866000	1386000	32000	1624000		
3	Коэффициент достоверности С <sub>2</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
4	Руда по кат. Р <sub>1</sub> (прогнозные ресурсы), т	252000	2036000	560000	0	13396000		
5	Коэффициент достоверности кат. Р <sub>1</sub>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах В+С <sub>1</sub> , г/т	9,89	–	–	5,72	12,32		
7	С <sub>2</sub> , г/т	6,65	2,13	3,32	8,34	10,76		
8	Среднее содержание в руде кат. Р <sub>1</sub> , г/т	9,57	5,16	3,39	–	2,31		
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	7,065	19,524	2,775	4,589	33,475		
10	В+С <sub>1</sub> , т	4,500	0,000	0,000	4,456	17,002		
11	С <sub>2</sub> , т	1,962	16,897	2,301	0,133	8,737		

12	Золота в руде кат. Р <sub>1</sub> , т	0,603	2,626	0,475	0	7,736					
13	Потери при добыче, %	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0					
14	Разубоживание, %	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0					
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	830236	8620970	850660	811854	5658469					
16	В+С <sub>1</sub> , т	464646	0	0	795515	1409256					
17	С <sub>2</sub> , т	301254	8101180	707692	16339	829214					
18	Руда (приведенная) по кат. Р <sub>1</sub> , т	64336	519791	142968	0	3419999					
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные), т	6,579	18,181	2,584	4,274	30,797					
ПЕРИОДЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ		2010 г.	2010–2014 гг.	2010 г.	2010 г.	2010–2012 гг.	2013–2016 гг.	2010–2012 гг.	2013–2014 гг.	2010–2012 гг.	2013–2014 гг.
20	эксплуатационное содержание золота для ЗИФ, г/т	7,92	2,96	3,04	5,26	10,79	2,09	10,79	2,09	10,79	–
21	эксплуатационное содержание золота для КВ, г/т	–	1,27	–	–	–	–	–	2,09	–	2,09
РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ											
22	Годовая переработка руды на ЗИФ, т	830236	862000	850000	811854	750000	855000	750000	855000	750000	–
23	Годовая переработка по руде на КВ, т	–	862000	–	–	–	–	–	855000	–	1710000
24	Годовая производительность по золоту, т	6,577	3,636	2,582	4,274	8,093	1,783	8,093	3,566	8,093	3,566
25	Общий годовой объем переработанной руды в период, т	830000	1724000	850000	811854	750000	855000	750000	1710000	750000	1710000
26	Извлечение при обогащении:										
27	золото ЗИФ, %	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	–
28	золото КВ, %	–	80,0	–	–	–	–	–	80,0	–	80,0
29	Количество лет строительства и обустройства карьера и запуска/модернизации ЗИФ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
30	Количество лет эксплуатации при заданном общем объеме переработки руды	1	5	1	1	3	4	3	2	3	2****
31	Годовой выпуск товарной продукции:										
32	золота в золотой концентрат, т	6,248	3,290	2,453	4,060	7,688	1,694	7,688	3,120	7,688	2,852
33	Цена полезного компонента:										
34	золота, долл./г (цена 2010 г., ежегодный 5–ти процентный рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
35	золота, млн руб./т (цена 2010 г., ежегодный 5–ти процентный рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5



55	себестоимость извлечения золота КВ, руб./т	–	155,7	–	–	–	–	155,7	–	155,7	
56	отношение количеств руды кКВ/кЗИФ	–	1	–	–	–	–	1	–	–	
57	коэффициент повышения золота в руде для ЗИФ при сепарации	–	1,4	–	–	–	–	1,4	–	–	
58	коэффициент понижения золота в руде для КВ при сепарации	–	0,6	–	–	–	–	0,6	–	–	
59	себестоимость вскрышных работ на карьере, руб./куб.м	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	
60	коэффициент вскрыши, куб.м/т	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
61	удельная плотность вскрышного грунта, т/куб.м	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	
62	себестоимость транспортировки вскрыши (для L1), руб./т–км	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	
63	расстояние L1 транспортировки вскрышной породы, км	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	
64	себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0	
65	Прочие расходы в % от затрат на добычу и обогащение	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ</b> (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены на золото и 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)											
66	Платежи налоги и отчисления в структуре годовых эксплуатационных затрат, в т.ч. за право пользования недрами, млн руб.	590,0	474,2	360,5	480,0	724,0	320,8	724,0	511,0	724,0	439,0
67	Годовые эксплуатационные затраты на добычу, транспортировку и переработку руды, млн руб.	1547,4	2018,3	1394,9	1668,1	2044,2	1651,7	2044,2	2680,7	2044,2	2148,1
68	Годовая амортизация, млн руб.	408,0	408,0	408,0	408,0	408,0	408,0	408,0	408,0	408,0	408,0
69	Остаточная стоимость имущества, млн руб.	3672,0	2040,0	3672,0	3672,0	1224,0	2040,0	2040,0	2041,0	2041,0	2041,0
70	Количество лет до полного амортизационного списания оборудования ЗИФ	9	5	9	9	3	5	5	5	5	5
71	Годовой доход, млн руб.	3936,7	506,7	758,2	1895,5	4703,6	–165,2	4703,6	57,5	4703,6	355,4
72	Годовой доход при вычете из эксплуатационных затрат и амортизации, млн руб.	4344,7	914,7	1166,2	2303,5	4387,6	–78	4387,6	–45,5	4387,6	324,4
73	Годовая прибыль, млн руб.	3346,7	395,5	397,8	1415,5	3979,6	–486	3979,6	–453,5	3979,6	–83,6
74	Налоги на прибыль, млн руб.	669,3	79,1	79,6	283,1	795,9	0,0	795,9	0,0	795,9	0,0
75	Чистая годовая прибыль, млн руб.	2677,4	316,4	318,2	1132,4	3183,7	–486	3183,7	–453,5	3183,7	–83,6
76	Чистая годовая прибыль при вычете из эксплуатационных затрат и амортизации, млн руб.	2677,4	316,4	318,2	1132,4	3510,1	–388,8	3510,1	–36,4	3510,1	559,5

КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ								
77	Общие капиталовложения на строительство и обустройство карьера и запуск/модернизацию ЗИФ, млн долл.	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	171,0	172,0
78	Удельные капитальные вложения по годовой переработке руды, долл./т руды	204,8	98,6	199,8	209,4	105,9	106,9	69,1
79	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по золоту, долл./г	25,8	46,8	65,8	39,8	17,2	14,6	14,6
80	Общие капитальные вложения на строительство и обустройство карьера и запуск/модернизацию ЗИФ, млн руб.	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0
81	Удельные капитальные вложения по годовой переработке руды, руб./т руды	6142,8	2958,2	5995,3	6281,9	3177,6	3177,6	2073,2
82	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по золоту, руб./г	775,4	1402,6	1975,2	1193,3	516,4	437,5	437,5
83	Минимальное промышленное содержание, г/т	2,51	3,16	2,21	2,77	–	–	–
НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ								
84	Годовой рост цены золота, %	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	
85	Норма дисконтирования, %	10,0	10,0	10,0	10,0		10,0	
86	Промышленная (отраслевая) инфляция, %	5,0	5,0	5,0	5,0		5,0	
87	Курс доллара, руб./долл.	30,0	30,0	30,0	30,0		30,0	
88	Норма амортизации, % (от стоимости имущества обоганительного комплекса)	10,0	10,0	10,0	10,0		10,0	
89	Срок эксплуатации оборудования, лет	10	10	10	10		10	
90	Доля амортизируемого имущества	0,8	0,8	0,8	0,8		0,8	
91	Налоговые отчисления, входящие в себестоимость:							
92	на добычу полезных ископаемых, %	6,0	6,0	6,0	6,0		6,0	
93	отчисления с заработной платы, %	10,2	10,2	10,2	10,2		10,2	
94	на имущество, %	2,0	2,0	2,0	2,0		2,0	
95	на прибыль, %	20,0	20,0	20,0	20,0		20,0	

ИТОГОВЫЕ МОДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСЧЕТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК МЕСТОРОЖДЕНИЙ (с полным учетом 5-% роста цены золота, 5-% инфляционного роста и 10-% дисконта)								
96	Объемы производства золота, т	6,248	16,452	2,453	4,060	29,838	29,303	28,768
97	Стоимость товарной продукции, млн руб.	5484,1	15958,3	2153,2	3563,6	28689,4	27770,8	27213,9
98	Затраты, всего, млн руб.	7531,2	18834,5	7149,2	7541,9	22317,9	20462,0	19217,7
99	в т.ч. капитальные	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0	5100,0	5100
100	эксплуатационные с учетом налогов и амортизации	2431,2	13734,5	2049,2	2441,9	17217,9	15362,0	14117,7
101	Чистый приток, млн руб.	1363,6	742,7	-995,6	-181,4	7935,2	8872,6	9440,6
102	Кумулятивный чистый приток, млн руб.	1363,6	742,7	-995,6	-181,4	7935,2	8872,6	9440,6
103	Чистый дисконтированный приток, млн руб.	-505,6	-1248,6	-2278,1	-1666,4	3976,7	4435,2	4741,0
104	Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	-505,6	-1248,6	-2278,1	-1666,4	3976,7	4435,2	4741,0
105	Индекс доходности дисконтированных инвестиций	0,89	0,72	0,49	0,62	1,90	2,00	2,07
106	Внутренняя норма прибыльности, %	6,25	2,68	-3,61	-0,71	39,56	40,94	42,00
107	Срок возврата инвестиций, лет	не окупается	не окупается	не окупается	не окупается	3	3	3
108	Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет	не окупается	не окупается	не окупается	не окупается	4	4	4
109	Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	4425,6	4425,6	4425,6	4425,6	4425,6	4425,6	4425,6
<b>БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ</b>								
110	Налоговые поступления, млн руб.	1553,1	3042,9	733,8	1056,9	6170,9	5938,4	5905,2
111	Чистый дисконтированный доход бюджета, млн руб.	1109,5	1878,3	494,0	736,7	3942,4	3877,8	3859,9

\* Себестоимость транспортировки руды на ЗИФ / КВ, зависящая от расстояний.

\*\* Дальность транспортировки руды на ЗИФ / КВ.

\*\*\* Операция "дробление/сепарация" может быть использована для обогащения/обеднения руды для ЗИФ/КВ.

\*\*\*\* Расчеты показывают, что нет существенной разницы при снижении мощности ККВ с увеличением переработки данного объема руды на ККВ в течение 3-х лет.

Эксплуатация месторождения Сопка Кварцевая оказывается существенно положительной при всех модельных вариантах индивидуальной разработки (см. табл. 26). Создание нескольких вариантов разработки обусловлено следующими причинами. Во-первых, месторождение содержит около 2250 тыс. т богатых эксплуатационных руд со средним содержанием  $Z \approx 10,8$  г/т. Во всех вариантах предполагается, что эти руды перерабатываются на ЗИФ в течение 3-х лет по 750 тыс. т в год. Во-вторых, имеется большой объем прогнозных ресурсов с низким содержанием золота (приведенные с коэффициентом 0,25 к эксплуатационным рудам, эти ресурсы оцениваются в 3 420 тыс. т с  $Z=2,09$  г/т). Поэтому разработка этих руд (после переработки богатых руд на ЗИФ на первоначальном трехгодичном этапе) может быть предложена в трех вариантах (табл. 27).

В 1-м варианте вся эта руда без предварительного обогащения направляется на переработку на ЗИФ. Во 2-м варианте руда предварительно сепарируется (половина руды обогащается на 40% и отправляется на ЗИФ, вторая половина обедняется на 40% и направляется на близкорасположенный комплекс кучного выщелачивания Сопки Кварцевой. Условно предполагается, что для этого построен комплекс кучного выщелачивания, закладываемый объем инвестиций позволяет сделать такое допущение). В 3-м варианте вся руда направляется на переработку на ККВ. Причины для расчетов по таким вариантам заключаются в том, что технология КВ уменьшает расходы на транспортировку большого количества руды (3420 тыс. т) на удаленную ЗИФ (180 км, что в структуре затрат составляет не менее 30%, табл. 28). С другой стороны, кучное выщелачивание приводит к повышенным потерям золота (задаваемый коэффициент извлечения 80% и 95% при ЗИФ-технологии).

Результаты модельных расчетов вариантов для Сопки Кварцевой показаны в табл. П.18–П.20. Наиболее эффективным оказывается вариант с полной переработкой сырья кучным выщелачиванием (чистая дисконтированная прибыль равна 4741 млн руб.). В этом случае реализуется положительная текущая рентабельность даже в те годы, когда проводилась переработка бедных руд (табл. П.20, такие годы выделены полужирным шрифтом). В случае, когда проводилась транспортировка и переработка всей бедной руды на ЗИФ, дисконтированная прибыль составляла 3977 млн руб., причем текущая рентабельность ЗИФ-переработки бедной руды оказалась отрицательной (затраты с учетом налогов, но без начисления амортизации, превышают стоимость производимого



Таблица 27

**Вариантная динамика (графики) индивидуальной эксплуатации  
месторождения Сопка Кварцевая**

Вариант 1 (ЗИФ/ЗИФ)	Параметры разработки / годы						
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Поставка руды на ЗИФ, тыс. т	750	750	750	855	855	855	855
Поставка руды на ККВ, тыс. т	0	0	0	0	0	0	0
Золотосодержание для ЗИФ, г/т	10,79	10,79	10,79	2,09	2,09	2,09	2,09
Золотосодержание для ККВ, г/т	0	0	0	0	0	0	0
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	8,093	8,093	8,093	1,783	1,783	1,783	1,783
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	0	0	0	0	0	0	0
Золото всего в запасах, для переработки на ЗИФ, т	8,093	8,093	8,093	1,783	1,783	1,783	1,783
Вариант 2 (ЗИФ/ЗИФ-КВ)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Поставка руды на ЗИФ, тыс. т	750	750	750	855	855	0	0
Поставка руды на ККВ, тыс. т	0	0	0	855	855	0	0
Золотосодержание для ЗИФ, г/т	10,79	10,79	10,79	2,919	2,919	0	0
Золотосодержание для ККВ, г/т	0	0	0	1,251	1,251	0	0
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	8,093	8,093	8,093	2,496	2,496	0	0
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	0	0	0	1,070	1,070	0	0
Золото всего в запасах, для переработки на ЗИФ и на ККВ, т	8,093	8,093	8,093	3,566	3,566	0	0
Вариант 3 (ЗИФ/КВ)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Поставка руды на ЗИФ, тыс. т	750	750	750	0	0	0	0
Поставка руды на ККВ, тыс. т	0	0	0	1710	1710	0	0
Золотосодержание для ЗИФ, г/т	10,79	10,79	10,79	0	0	0	0
Золотосодержание для ККВ, г/т	0	0	0	2,09	2,09	0	0
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	8,093	8,093	8,093	0	0	0	0
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	0	0	0	3,566	3,566	0	0
Золото всего в запасах, для переработки на ЗИФ и на ККВ, т	8,093	8,093	8,093	3,566	3,566	0	0

золота, в табл. П.18 такие годы выделены полужирным шрифтом). Вариант с комбинированной переработкой бедной руды (частично на ЗИФ, частично на ККВ) дает промежуточные результаты (ЧДП=4435 млн руб.), хотя и текущая рентабельность также является отрицательной (табл. П.19, полужирный шрифт).

Структура эксплуатационных затрат месторождений представлена в табл. 28. Видно, как существенно различаются затраты на транспортировку руды (для Цоколя – 12,7 руб./т на расстояние 1,2 км, для Дальнего – 466,2 руб./т при расстоянии 180 км).

В результате для близкорасположенного к ЗИФ месторождения Цоколь доля транспортных расходов в полной себестоимости очень низка, менее 1% от полных расходов на добычу, транспортировку руды и извлечение золота (1650 руб./т). Доля затрат на перевозку руды с месторождения Дальний составляет  $\approx 26\%$  от полной удельной стоимости 1818 руб./т. Основные расходы здесь приходятся на конечное извлечение золота на ЗИФ (850,6 руб./т, т.е.  $\approx 52\%$  от полных расходов для Цоколя с высоким Z; 564,9 руб./т и  $\approx 31\%$  для Дальнего со средним Z). Для месторождений Ороч и Биркачан доля затрат на конечное извлечение золота существенно меньше, 22–25%. Это связано с тем, что такие затраты пропорциональны величине Z (руды Биркачана и Ороча весьма бедные), поскольку в процессе извлечения используются разного рода химические реагенты и материалы, расход и стоимость которых зависят от содержания золота. Заметим, что хотя расходы на извлечение золота из богатых руд в расчете на одну тонну руды выше, чем для бедных руд, но в пересчете на 1 г извлеченного золота переработка богатой руды гораздо дешевле.

В эксплуатационных затратах Биркачана существенное значение имеют расходы на проведение карьерных работ – вскрыша (от 27,8 до 41,4% в зависимости от технологии ЗИФ или КВ), добыча руды (от 18,5 до 27,6%, табл. 28). Это также связано с тем, что технологические расходы на извлечение золота из бедной руды не очень высоки. В табл. 28 (для Сопки Кварцевой) видно, что вклад карьерных (вскрыша, добыча руды, ее транспортировка) затрат и технологических (обогащение, извлечение) расходов сопоставимы. Но при включении в данный проект технологии КВ заметно снижаются общие эксплуатационные затраты. Расходы для бедной руды в 1-м варианте (ЗИФ-переработка) составляют 1 476,8 руб./т (из них 466,2 руб./т тратится на перевозку руды); при 2-м варианте (ЗИФ-переработка и КВ-переработка) – снижаются до 1 198,4 руб./т; при 3-м варианте (КВ-переработка) –

## Структура эксплуатационных затрат месторождений проекта Магаданский (на 2010 г.)

Месторождения /статьи затрат	С/с добычи 1 т руды, руб./т	L, км		Себестоимость					Среднее содержание золота			Себестоимость извлечения золота				Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т
		от карьера до ЗИФ, км	от карьера до ККВ, км	транспортировки 1 т руды от карьера до ЗИФ, руб./т	транспортировки 1 т руды от карьера до ККВ, руб./т	дробления/сепарации руды, руб./т	переработки руды на ЗИФ, руб./т	вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	в эксплуатационной руде, г/т	в обогащенной эксп. руде для ЗИФ, г/т	в обедненной эксп. руде для КВ, г/т	на ЗИФ, руб./г	на ККВ, руб./г	на ЗИФ, руб./г	на ККВ, руб./г	
Цоколь	344,7	1,2	–	12,7	–	–	211,1	230,0	7,92	–	–	107,4	–	850,6	–	1649,9
доля в затратах, %	20,8	–	–	0,7	–	–	12,7	13,9	–	–	–	–	–	51,9	–	100,0
Биркачан (ЗИФ и ККВ: 1:1)	344,7	42,0	2,0	136,5	18,8	42,2	211,1	230,0	2,11	2,96	1,27	107,4	155,7	317,9	197,8	1036,0
Биркачан ЗИФ (2010–2014 гг.)	344,7	42,0	–	136,5	–	–	211,1	230,0	2,11	2,96	–	107,4	–	317,9	–	1240,2
Биркачан ККВ (2010–2014 гг.)	344,7	–	2,0	–	18,8	42,2	–	230,0	2,11	–	1,27	–	155,7	–	197,8	833,5
доля в затратах ЗИФ, %	27,8	–	–	11,0	–	–	17,0	18,5	–	–	–	–	–	25,6	–	100,0
доля в затратах КВ, %	41,4	–	–	–	2,3	5,1	–	27,6	–	–	–	–	–	–	23,7	100,0
Ороч	344,7	130	–	340,6	–	–	211,1	230,0	3,04	–	–	107,4	–	326,5	–	1452,3
доля в затратах, %	23,7	–	–	23,5	–	–	14,5	15,8	–	–	–	–	–	22,4	–	100,0
Дальний	344,7	180	–	466,2	–	–	211,1	230,0	5,26	–	–	107,4	–	564,9	–	1818,3
доля в затратах, %	19,0	–	–	25,6	–	–	11,6	12,7	–	–	–	–	–	31,1	–	100,0

Сопка Кварцевая (Вариант 1)																
ЗИФ (2010–2012 гг.)	344,7	180	–	466,2	–	–	211,1	230,0	10,79	–	–	107,4	–	1160,1	–	2412,1
ЗИФ (2013–2016 гг.)	344,7	180	–	466,2	–	–	211,1	230,0	2,09	–	–	107,4	–	224,8	–	1476,8
доля в затратах ЗИФ (2010–2012 гг.), %	14,3	–	–	19,3	–	–	8,8	9,5	–	–	–	–	–	48,1	–	100,0
доля в затратах ЗИФ (2013–2016 гг.), %	23,3	–	–	31,6	–	–	14,3	15,6	–	–	–	–	–	15,2	–	100,0
Сопка Кварцевая (Вариант 2)																
ЗИФ (2010–2012 гг.)	344,7	180	–	466,2	–	–	211,1	230,0	10,79	–	–	107,4	–	1160,1	–	2412,1
ЗИФ и ККВ (2013–2014 гг.) (ЗИФ и ККВ: 1:1)	344,7	180	2	466,2	18,8	42,2	211,1	230,0	2,09	2,93	1,26	107,4	155,7	314,7	196,2	1198,4
ЗИФ (2013–2014 гг.)	344,7	180	–	466,2	–	–	211,1	230,0	2,09	2,93	–	107,4	–	314,7	–	1566,7
ККВ (2013–2014 гг.)	344,7	–	2	–	18,8	42,2	–	230,0	2,09	–	1,26	–	155,7	–	196,2	831,9
доля в затратах ЗИФ (2010–2012 гг.), %	14,3	–	–	19,3	–	–	8,8	9,5	–	–	–	–	–	48,1	–	100,0
доля в затратах ЗИФ (2013–2014 гг.), %	22,0	–	–	29,8	–	–	13,5	14,7	–	–	–	–	–	20,1	–	100,0
доля в затратах ККВ (2013–2014 гг.), %	41,4	–	–	–	2,3	5,1	–	27,6	–	–	–	–	–	–	23,6	100,0
Сопка Кварцевая (Вариант 3)																
ЗИФ (2010–2012 гг.)	344,7	180	–	466,2	–	–	211,1	230,0	10,79	–	–	107,4	–	1160,1	–	2412,1
ККВ (2013–2014 гг.)	344,7	180	2	–	18,8	42,2	–	230,0	2,09	–	–	–	155,7	–	324,6	960,3
доля в затратах ЗИФ (2010–2012 гг.), %	14,3	–	–	19,3	–	–	8,8	9,5	–	–	–	–	–	48,1	–	100,0
доля в затратах ККВ (2013–2014 гг.), %	35,9	–	–	–	2,0	4,4	–	24,0	–	–	–	–	–	–	33,8	100,0

до 960,3 руб./т. В последнем случае уменьшение связано с отсутствием расходов перевозку руды на удаленную ЗИФ.

Данные, представленные в таблице структуры эксплуатационных расходов (приведенные на 2010 г.), могут быть использованы для выявления наиболее затратных технологических и транспортно-карьерных позиций при индивидуальной и групповой золотодобыче. Именно такие составляющие расходов могут обеспечить необходимое сокращение общих эксплуатационных расходов, если это понадобится.

Оценим, в какой степени возможные вариации геологических, технических и экономических параметров могут отразиться на экономической эффективности индивидуальных проектов. Предлагается варьировать четыре процентных параметра – годовую ставку дисконта (10%), ежегодное изменение цены золота (5%) и промышленной инфляции (5%), ставку НДС (6%), и три параметра, выраженных в абсолютных собственных значениях, – капитальные затраты, эксплуатационные затраты и содержание золота. Другие обычно применяемые для оценки чувствительности моделей параметры – коэффициенты разубоживания или потерь при добыче руды, затраты на аффинаж, как показывают предварительные расчеты, при разумных их вариациях существенно не влияют на значение ЧДП.

Аналогичным образом рассмотрим, как меняются значения дисконтированной прибыли индивидуальных проектов при варьировании этих параметров в условиях нулевой ставки НДС. Выполнен анализ чувствительности ЧДП для проектов раздельной разработки каждого из месторождений Магаданской группы. Для проектов с отрицательной дисконтированной прибылью (Цоколь, Биркачан, Ороч и Дальний) приведение ставки НДС к нулю не выводит ни одно из этих месторождений даже на нулевую рентабельность. Выход на положительное значение ЧДП при варьировании отобранных нами параметров в рассматриваемых пределах ( $\pm 30\%$ ) может быть достигнут только для Цоколя и Биркачана. Это связано с их близким расположением от ЗИФ, достаточно высоким золотосодержанием у Цоколя, достаточно большим объемом добытого золота и низкими эксплуатационными затратами у Биркачана, см. табл. 26 и табл. 28.

Для Цоколя при существующей ставке НДС повышенное относительно имеющихся геологических данных золотосодержание в эксплуатационных рудах может обеспечить положительную прибыльность ( $Z$  должно быть выше не менее, чем на 20%,

т.е.  $Z \geq 9,5$  г/т), или же капитальные затраты должны быть снижены более чем на 20% (не превышать 4,1 млрд рублей). В условиях нулевой ставки НДСПИ золотосодержание/капитальные затраты должны быть выше/ниже не менее, чем на 10%. Кроме того, положительное значение прибыли достигается при снижении на 30% эксплуатационных затрат или при ставке дисконтирования не более 7,5%. Для месторождений Цоколь, Ороч и Дальний влияние роста стоимости золота и инфляции полностью отсутствует, поскольку проекты разрабатываются 1 год, а в модели инфляционный рост и рост цены золота действуют только со второго года осуществления добычи золота.

При индивидуальной разработке Биркачана его рентабельность отрицательная: ЧДП=–1248,8 млн руб., в т.ч. при нулевом НДСПИ ЧДП=–773,2 млн руб. Причина, прежде всего, заключается в бедной руде месторождения (2,11 г/т), а также в ставке дисконтирования, которая обесценивает чистые доходы в период ведения проекта (даже при довольно большом количестве добытого золота, более чем 16 т). При увеличении  $Z$  на более чем 23% (13% при нулевом НДСПИ), или при снижении эксплуатационных затрат на 20% (14% при НДСПИ=0%) дисконтированная прибыль будет принимать положительные значения. Уменьшение инвестиций в индивидуальную разработку Биркачана до 3,6 млрд руб. (т.е. на 30% меньше запланированных) также выводит проект на безубыточность (но лишь при нулевой ставке НДСПИ). Остальные параметры в задаваемых границах оказывают несущественное влияние на достижение положительных значений коммерческих показателей инвестиционного проекта.

Что касается чувствительности индивидуального проекта Сопка Кварцевая, то этот проект будет рентабельным при всех ухудшениях задаваемых параметров. Только уменьшение золотосодержания более чем на 30% способно поставить под угрозу прибыльность данного проекта. Иллюстрации анализа чувствительности здесь не приводятся.

### *Групповая разработка месторождений*

Как уже отмечалось выше, групповая разработка нескольких небольших месторождений имеет определенные достоинства. Во-первых, капитальные затраты на создание общего обогатительного комплекса (например, мощной ЗИФ) распределяются на всю группу, а не на каждое месторождение. Во-вторых, эксплуатация группы месторождений может занять 10 и более лет и, следова-

тельно, позволит в полной мере получить амортизационные отчисления в доходную часть проекта. В индивидуальных случаях эти отчисления начислялись в доход условно, поскольку в реальности не будет возможности поддерживать функционирование проекта в течение 10 лет, в то время как реальная разработка месторождения закончилась после одного года. Реализовать уже «ненужную» ЗИФ сразу после окончания короткой разработки какого-либо месторождения практически нереально (не найдется инвестора).

Для разработки группового проекта составлялся долевым график поставки руды от разных месторождений с учетом существующей мощности переработки руды на ЗИФ (900–940 тыс. т) и/или ККВ (соответствующей мощности), и суммарными эксплуатационными запасами руд разных категорий. Моделирование групповой разработки выполнялось в трех собственных вариантах поставки руды (табл. П.22–П.24). В первом варианте учитывались величины золотосодержания и запасы руд на каждом месторождении, а также предположительные (близкие к реальным условиям) сроки готовности месторождений к эксплуатации. В этом случае достигался почти равномерный по всему сроку эксплуатации (12 лет) выпуск золота, а также неявно предполагался постепенный рост общего количества автотранспорта, необходимого для перевозки руды с удаленных месторождений (Дальний и Сопка Кварцевая). Во втором варианте предполагалась ускоренная разработка богатых руд месторождения Сопка Кварцевая. Третий вариант предполагает приоритетную разработку двух наиболее богатых месторождений, Цоколь и Сопка Кварцевая, с последующей разработкой менее богатого рудника Дальний. Разработка месторождений Ороч и Биркачан с бедными рудами здесь отодвигается на последние годы (этот вариант наименее реалистичен из-за того, что практически невозможно организовать в течение первого же года перевозку 600–700 тыс. т на расстояние 180 км с рудника Сопка Кварцевая). *Отметим, что разработка бедной руды с месторождения Сопка Кварцевая во всех трех групповых вариантах предполагалась по технологии кучного выщелачивания (выше было показано, что такой вариант экономически и технически наиболее эффективен, см. табл. П.18–П.20).* Экономическая особенность моделирования Варианта 2, и особенно Варианта 3, заключается в том, что в них достигается максимальное производство золота в первые 3–4 года. В этом случае

дисконтные денежные потери будут не столь большими, как в Варианте 1, когда производство золота почти равномерно распределено на 10–12 лет.

Модель стоимостной оценки с интегрированными модулями для групповой эксплуатации объектов данного инвестиционного проекта представлена в табл. 29 (в качестве примера здесь предложен расчет только для Варианта 1, для двух других вариантов рассчитывались аналогичные показатели, табл. П.25 и П.26), а показатели коммерческой эффективности для всех трех вариантов – в табл. 30–32.

Положительная рентабельность обеспечивается при всех вариантах групповой разработки. Как и следовало ожидать, наибольшая прибыль, ЧДП=8642 млн руб., реализуется в Варианте 3, в котором производится первоочередная разработка наиболее богатых руд. Однако и в Варианте 1 (который по ряду организационных и технических причин считается наиболее вероятным) общая прибыль также весьма высока, ЧДП=7156 млн руб. С другой стороны, образуемая прибыль от совместной эксплуатации оказывается намного меньше суммы ЧДП от всех индивидуальных проектов ( $\Sigma \approx -1000$  млн руб.) с учетом суммарной экономии от меньших капитальных вложений (5100 млн руб. вместо 5 проектов по 5100 млн руб., т.е. экономия капитальных инвестиций составляет 20400 млн руб.). В этом случае формальная суммарно-индивидуальная прибыль могла бы достигать 19400 млн руб. против групповой ЧДП $\approx$ 7156–8642 млн руб., которая реально получилась. (Впрочем, экономия в реальности будет гораздо меньше, поскольку следует учесть снижение суммарных амортизационных отчислений от четырех «непостроенных» ЗИФ.) Такое формальное недополучение прибыли связано с тем, что реальный групповой проект длится 10–12 лет (12–14 лет, считая от начала капвложений), в то время как индивидуальные проекты длились от 1 до 5 лет. Дополнительные годы работы проекта приводят к повышенному дисконтированию доходов, что выразилось в формальном недополучении прибыли.

Анализ чувствительности модельных расчетов к ставкам дисконтирования, инфляции, цены золота и НДСИ показывает абсолютную устойчивость положительного результата к вариациям процентных параметров во всех трех групповых вариантах (рис. 32–34). Анализ устойчивости проектов к возможно более низким значениям общего шихтового золотосодержания в рудах показывает,



Таблица 29

**Вариант 1. Условия и технико-экономические расчеты групповой эксплуатации месторождений  
на ЗИФ и ККВ проекта Магаданский**

ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ГРУППОВОМУ ПРОЕКТУ			
1	Разведанные запасы руды в недрах категории В+С <sub>1</sub>	т	2614000
2	То же С <sub>2</sub>	т	19498000
3	Коэффициент достоверности С <sub>2</sub>		0,5
4	Руда по кат. Р <sub>1</sub> (прогнозные ресурсы)	т	16244000
5	Коэффициент достоверности кат. Р <sub>1</sub>	–	0,25
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах В+С <sub>1</sub>	г/т	9,93
7	С <sub>2</sub>	г/т	3,08
8	Среднее содержание в руде кат. Р <sub>1</sub>	г/т	2,82
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:		67,436
10	В+С <sub>1</sub>	т	25,957
11	С <sub>2</sub>	т	30,027
12	Золота в руде кат. Р <sub>1</sub>	т	11,452
13	Потери при добыче	%	8,0
14	Разубоживание	%	11,0
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	т	16772189
16	В+С <sub>1</sub>	т	2669417
17	С <sub>2</sub>	т	9955679
18	Руда (приведенная) по кат. Р <sub>1</sub>	т	4147093
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные)	т	62,799

ПЕРИОДЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА		2010 г.	2011–2012 гг.	2013–2018 гг.	2019 г.	2020–2021 гг.	
РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ							
20	Среднее содержание компонентов в эксплозапасах (по периодам):						
21	золото ЗИФ (усредненная по рудникам)	г/т	4,510	4,498	5,753	6,875	–
22	золото КВ (Биркачан в 2010–2018 гг., Сопка Кварцевая в 2020–2021 гг.)	г/т	1,164	1,164	1,164	–	2,085
23	Годовая переработка руды на ЗИФ	т	930000	930000	930000	940000	0
24	Годовая переработка по руде для ККВ (Биркачан в 2010–2018 гг., Сопка Кварцевая в 2020–2021 гг.)	т	450000	450000	450000	0	1710000
25	Общий годовой объем переработанной руды на ЗИФ и ККВ	т	1380000	1380000	1380000	940000	1710000
26	Годовая производительность по золоту на ЗИФ	т	4,194	4,183	5,35	6,463	0
27	Годовая производительность по золоту на ККВ	т	0,524	0,524	0,524	0	3,565
28	Общая годовая производ-ть по золоту на ЗИФ и ККВ	т	4,718	4,707	5,874	6,463	3,565
29	Извлечение при обогащении:						
30	золото ЗИФ	%	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
31	золото КВ	%	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
32	Количество лет эксплуатации в периоде при заданном объеме переработки руды	лет	1	2	6	1	2
33	Годовой выпуск товарной продукции:	т					
34	золота в золотом концентрате	т	4,404	4,393	5,502	6,139	2,852
35	Мировая цена золота (цена 2010 г., ежегодный 5-ти процентный рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)	долл./г	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
36	Цена золота (цена 2010 г., ежегодный 5-ти процентный рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)	млн руб/т	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5

ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ КОНЦЕНТРАТА НА ПЕРЕДЕЛ			
37–43	Расчеты аналогичны данным Табл. 26	...	...
СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–ти процентный рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)			
44–47	Расчеты аналогичны данным Табл. 26	...	...
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)			
48–66	Расчеты аналогичны данным Табл. 26	...	...
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (значения для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены на золото и 5–% инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)			
67–76	...	...	...
ОБЩИЕ И УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ			
77–82	...	...	...
НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ			
83	Годовая норма дисконтирования	%	10,0
84	Годовой рост цены золота	%	5,0
85	Годовая промышленная инфляция	%	5,0
86	Курс доллара (на 2010 г. в предположении его неизменности по периодам)	руб./долл.	30,0
ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЕ ОКРУЖЕНИЕ			
87	Норма амортизации (от стоимости имущества обогатительного комплекса)	%	10,0
88	Срок эксплуатации оборудования	лет	10
89	Доля амортизируемого имущества	%	80,0
90	Налоговые отчисления, входящие в себестоимость:		
91	на добычу полезных ископаемых	%	6,0
92	отчисления с заработной платы	%	10,2
93	имущество	%	2,0
94	на прибыль	%	20,0

\* Операция «дробление/сепарация» может быть использована для обогащения/обеденения руды для ЗИФ/КВ.



Таблица 31

**Вариант 2. Показатели коммерческой эффективности  
групповой разработки месторождений проекта Магаданский, млн руб.**

Показатели	Всего	Годы													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	58,044	0,000	0,000	5,656	5,792	5,792	6,500	6,500	6,500	5,029	3,557	3,494	5,422	1,902	1,902
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	64522,6	0,0	0,0	4964,0	5337,6	5604,5	6604,7	6934,9	7281,7	5915,5	4393,4	4530,5	7382,5	2718,7	2854,6
Затраты всего, млн руб.	45324,2	2550,0	2550,0	2710,1	2891,9	3025,1	3498,5	3662,8	3835,8	3628,1	3346,0	3478,8	5217,6	2404,6	2524,9
в т.ч. капитальные	5100,0	2550,0	2550,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
эксплуатационные с учетом налогов	40224,2	0,0	0,0	2710,1	2891,9	3025,1	3498,5	3662,8	3835,8	3628,1	3346,0	3478,8	5217,6	2404,6	2524,9
Чистый приток, млн руб.	18418,7	-2550,0	-2550,0	2211,1	2364,6	2471,6	2893,0	3025,7	3164,7	2237,9	1245,9	1249,4	2139,9	251,2	263,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	18418,7	-2550,0	-5100,0	-2888,9	-524,3	1947,3	4840,3	7866,0	11030,7	13268,6	14514,5	15763,9	17903,7	18155,0	18418,7
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	7738,8	-2318,2	-2107,4	1661,3	1615,0	1534,6	1633,0	1552,7	1476,4	949,1	480,3	437,9	681,8	72,8	69,5
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	<b>7738,8</b>	-2318,2	-4425,6	-2764,4	-1149,3	385,3	2018,3	3571,0	5047,4	5996,5	6476,8	6914,7	7596,5	7669,3	7738,8
Индекс доходности инвестиций		<b>2,75</b>													
Внутренняя норма прибыльности		<b>38,36%</b>													
Срок возврата инвестиций, лет		<b>3</b>													
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		<b>5</b>													
Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	4425,6	2318,2	2107,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



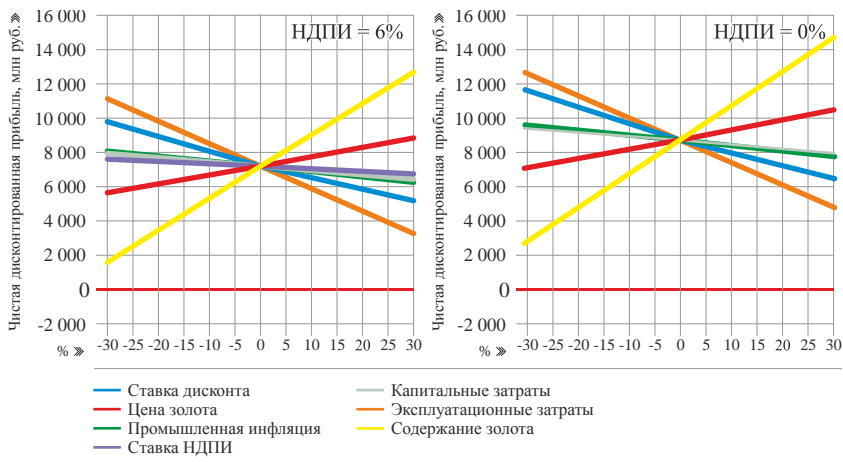


Рис. 32 (а, б). Чувствительность ЧДП проекта Магаданский по Варианту 1 (приоритетная разработка бедных месторождений) к изменению параметров его разработки при НДПИ=6% и при НДПИ=0%

что только существенное, 35–40%, снижение концентрации золота (не оправданные геологические данные) выведет какой-либо проект из положительной рентабельности. Аналогично, увеличение эксплуатационных затрат только более, чем на 30%, а точнее на 50–60%, может также привести к убыточности. В случае нулевого НДПИ устойчивость проектов еще больше повышается.

Контентный анализ модельных расчетов и их технико-экономических параметров показывает, что причина рентабельности группового проекта Магаданский заключается в достаточно высоком шихтовом содержании золота (около 4 г/т в расчете на всю группу месторождений) и в большом количестве суммарно добываемого золота (около 60 т). Кроме того, в отличие от индивидуальных разработок, высокие начальные капитальные затраты теперь отнесены на групповой проект в целом, что также дает эффект экономии на инвестициях. В этом отношении стоит заметить, что инвестиции в проект осуществлены в расчете на производство примерно 6 т золота в год, что соответствовало максимальному выпуску золота для модельной одногодовой индивидуальной разработки месторождения Цоколь. Но не для всех месторождений необходима столь мощная и дорогостоящая ЗИФ («сравнительные» причины проведения расчета на эти мощности объяснены выше). С другой стороны, в наиболее вероятных вари-

антах групповой разработки годовой выход золота заметно превышает 6 т золота, поэтому использованная в модельных расчетах заданная и неизменяемая стоимость ЗИФ «Кубака» представляется обоснованной для «сравнительных» целей работы.

Непосредственное влияние на рентабельность группового проекта оказывают эксплуатационные затраты, значения которых меняются в зависимости от периодов подключения к переработке руд разных месторождений в соответствии с задаваемым графиком выемки и транспортировки массы руды, а также в зависимости от технологии переработки руд и извлечения золота. В результате в каждом периоде формируются усредненные издержки, состоящие как из высоких затрат на добычу, транспортировку и ЗИФ-переработку руд в случае богатых и удаленных месторождений (столбец «2019 г.» в табл. 33), так и из низких расходов на добычу и переработку золота из бедных месторождений, разрабатываемых по технологии КВ (столбец «2020–2021 гг.»). Изменение структуры эксплуатационных затрат по годам (периодам) можно видеть в табл. 33.

Таблица 33

**Эксплуатационные затраты  
по периодам разработки группового проекта Магаданский  
(для Варианта 1: ЗИФ/КВ, приведенные на 2010 г.)**

№ п/п	Статья эксплуатационных затрат	2010	2011–2012	2013–2018	2019	2020–2021
1.	Себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7
2.	Себестоимость транспортировки 1 т руды на ЗИФ, руб./т	89,2	110,7	200,0	284,1	0,0
3.	Себестоимость транспортировки 1 т руды на ККВ, руб./т	6,1	6,1	6,1	0,0	18,8
4.	Себестоимость переработки руды на ЗИФ, руб./т	142,3	142,3	142,3	211,1	0,0
5.	Себестоимость дробления / сепарации руды 1 т руды (для КВ), руб./т	13,8	13,8	13,8	0,0	42,2
6.	Себестоимость извлечения на ЗИФ в расчете на 1 т руды, руб./т	333,9	333,1	423,9	737,4	0,0
7.	Себестоимость извлечения на ККВ в расчете на 1 т руды, руб./т	65,1	65,1	65,1	0,0	324,6
8.	Себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0
9.	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т	1211,7	1232,4	1425,9	1807,3	960,3



### 4.3.2 Инвестиционный проект Якутский (Республика Саха (Якутия))

Дистанционное расположение месторождений и общего для них комплекса КВ изображено на рис. 33, исходные геолого-промышленные показатели приведены в табл. 24. Стоимости технологических операций и параметры налогообложения проекта аналогичны показателям рассмотренного Магаданского проекта. Особенности месторождений Якутской группы заключаются в том, что, во-первых, все они имеют бедные руды с содержанием золота около 1,5 г/т. Для разработки таких руд технологии золотоизвлекательных фабрик практически не используются, но применяется эффективная для бедных руд технология кучного выщелачивания. Во-вторых, все объекты расположены близко друг от друга – на расстоянии 10–20 км. В этом случае оказывается удобным по ландшафтным, технологическим и экономическим причинам иметь общую для месторождений площадку с комплексом КВ (в нашем случае мощностью 1100–1300 тыс. т руды ежегодно). Поэтому в расчеты себестоимостей переработки руды принимаются только те операции, которые используются для переработки сырья на КВ (в дополнение к общим операциям по вскрышным работам, добыче и перевозке руды) – дробление/сепарация и стоимость извлечения золота на ККВ.

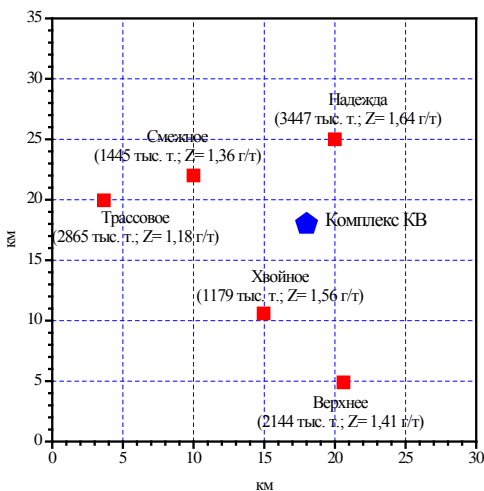


Рис. 33. Территориальное расположение месторождений проекта Якутский и их основные характеристики (приведенные эксплуатационные запасы руд и золотосодержание)

## Условия и технико-экономические расчеты индивидуальной эксплуатации месторождений проекта Якутский

№ п/п	Показатели, единицы измерения	Значения показателей				
	Наименование месторождения	Хвойное	Надежда	Смежное	Трассовое	Верхнее
	Вид полезного ископаемого	золото рудное				
	Местоположение объекта	Республика Саха (Якутия), Алданский район				
	Геолого–промышленный тип	Минерализованных зон и кор выветривания, легкообогащаемые				
	Переработка руды (имеющийся ККВ)	ККВ	ККВ	ККВ	ККВ	ККВ
	Расстояние от месторождения до ККВ (имеющийся ККВ)	7 км	5 км	6 км	10 км	15 км
<b>ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ</b>						
1	Разведанные запасы руды в недрах категории В+С <sub>1</sub> , т	0	2861000	1091000	0	1935000
2	То же С <sub>2</sub> , т	2310000	1028000	648000	5611000	329000
3	Коэффициент достоверности С <sub>2</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	Руда по кат. Р <sub>1</sub> (прогнозные ресурсы), т	0	0	0	0	0
5	Коэффициент достоверности кат. Р <sub>1</sub>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах В+С <sub>1</sub> , г/т	1,71	1,8	1,49	1,29	1,55
7	С <sub>2</sub> , г/т	1,71	1,8	1,49	–	1,55
8	Среднее содержание в руде кат. Р <sub>1</sub> , г/т	–	–	–	–	–
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	1,975	6,075	2,108	3,619	3,254
10	В+С <sub>1</sub> , т	0	5,150	1,626	0	2,999
11	С <sub>2</sub> , т	1,975	0,925	0,483	3,619	0,255
12	Золота в руде кат. Р <sub>1</sub> , т	0	0	0	0	0
13	Потери при добыче, %	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
14	Разубоживание, %	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	1179486	3446550	1444998	2864977	2144009
16	В+С <sub>1</sub> , т	0	2921653	1114129	0	1976022
17	С <sub>2</sub> , т	1179486	524897	330869	2864977	167987
18	Руда (приведенная) по кат. Р <sub>1</sub> , т	0	0	0	0	0
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные), т	1,839	5,657	1,963	3,370	3,031
<i>Периоды эксплуатации</i>		2010 г.	2010–2012 гг.	2010 г.	2010 г.	2010 г.
20	среднее эксплуатационное содержание золота для КВ, г/т	1,56	1,60	1,36	1,18	1,41
<b>РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>						
21	Годовая переработка по руде на КВ, т	1179486	1148850	1444998	1432488	1072005

22	Годовая производительность по золоту, т	1,839	1,886	1,963	1,685	1,515
23	Общий годовой объем переработанной руды в период, т	1179486	1148850	1444998	1432488	1072005
24	Извлечение при обогащении:					
25	золото КВ, %	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
26	Количество лет строительства, обустройства, запуска карьера и ККВ	2	2	2	2	2
27	Количество лет эксплуатации при заданном общем объеме переработки руды	1	3	1	2	2
28	Годовой выпуск товарной продукции:					
29	золота в золотой концентрат, т	1,471	1,509	1,571	1,348	1,212
30	Цена полезного компонента:					
31	золота, долл./т (цена 2010 г., ежегодный 5-% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
32	золота, млн руб./т (цена 2010 г., ежегодный 5-% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5
<b>ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ НА ПЕРЕДЕЛ</b>						
33	Доля затрат на аффинаж от цены золота, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
34	Затраты на аффинаж, млн руб.	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
35	Доля затрат на транспортировку концентрата до аффинажного завода от цены золота, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
36	Затраты на транспортировку концентрата, млн руб.	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
37	Общие затраты на аффинаж и транспортировку, млн руб.	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
38	Извлечение золота при аффинаже, %	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
39	Содержание золота в концентрате, %	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
<b>СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5-% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)</b>						
40	Цена концентрата в 2010 г., млн руб./т	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8
41	Цена концентрата в предположении 100% золота в концентрате в 2010 г., млн руб./т	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7
42	Годовая стоимость продукции при известной цене золота в 2010 г., млн руб.	1291,5	1324,1	1378,6	1183,3	1064,0
43	Годовая стоимость продукции при известной цене производимого концентрата золота в 2010 г., млн руб.	1291,5	1324,1	1378,6	1183,3	1064,0
<b>ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5-% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)</b>						
44	<i>Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, долл./т</i>	30,0	30,2	28,9	28,4	30,1
45	<i>Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т</i>	900,4	906,1	865,7	850,6	903,5

46	себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7
47	себестоимость транспортировки руды (для данного L), руб./т–км	5,8	6,7	6,2	5,10	4,40
48	расстояние L транспортировки руды "Карьер–ККВ", км	7	5	6	10	15
49	себестоимость дробления/сепарации руды, руб./т	42,2	42,2	42,2	42,2	42,2
50	себестоимость извлечения золота КВ, руб./т	155,7	155,7	155,7	155,7	155,7
51	себестоимость вскрышных работ на карьере, руб./куб.м	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2
52	коэффициент вскрыши, куб.м/т	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
53	удельная плотность вскрышного грунта, т/куб.м	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
54	себестоимость транспортировки вскрыши (для L <sub>1</sub> ), руб./т–км	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
55	расстояние L <sub>1</sub> транспортировки вскрышной породы, км	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
56	себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	230,0	230,0	230,0	230,0	230,0
57	Прочие расходы в % от затрат на добычу и обогащение	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ</b> (значения для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены на золото и 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)						
58	Платежи налоги и отчисления в структуре годовых эксплуатационных затрат, в т.ч. за право пользования недрами, млн руб.	219,3	218,7	247,6	231,1	193,3
59	Годовые эксплуатационные затраты на добычу, транспортировку и переработку руды, млн руб.	1200,1	1176,6	1413,6	1376,9	1094,4
60	Годовая амортизация, млн руб.	44,8	44,8	44,8	44,8	44,8
61	Остаточная стоимость имущества (на конец года завершения эксплуатации объекта), млн руб.	403,2	313,6	403,2	358,4	358,4
62	Количество лет до полного амортизационного списания оборудования ККВ	9	7	9	8	8
63	Годовой доход, млн руб.	91,4	147,9	–35	–193,7	–30,5
64	Годовой доход при вычете из эксплуатационных затрат и амортизации, млн руб.	–83	–26	–237,7	–380	–178,9
65	Годовая прибыль, млн руб.	–128	–70,8	–282,5	–425	–223,7
66	Налоги на прибыль, млн руб.	0,0	0,0	0	0,0	0,0
67	Чистая годовая прибыль, млн руб.	–128	–70,8	–282,5	–425	–223,7
68	Чистая годовая прибыль при вычете из эксплуатационных затрат и амортизации, млн руб.	–102,2	–56,7	–226	–340	–179
<b>КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ</b>						
69	Общие капитальные вложения на строительство и обустройство карьера и запуск/модернизацию ККВ, млн долл.	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7
70	Удельные капитальные вложения по годовой переработке руды, долл./т руды	15,9	16,3	12,9	13,1	17,4
71	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по золоту, долл./г	10,2	9,9	9,5	11,1	12,3

72	Общие капитальные вложения на строительство и обустройство карьера и запуск/модернизацию ККВ, млн руб.	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
73	Удельные капитальные вложения по годовой переработке руды, руб./т руды	475,6	488,3	388,2	391,6	523,3
74	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по золоту, руб./г	305,0	297,5	285,8	332,9	370,3
<b>НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>						
75	Годовой рост цены золота, %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
76	Норма дисконтирования, %	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
77	Промышленная (отраслевая) инфляция, %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
78	Курс доллара, руб./долл.	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
79	Норма амортизации, % (от стоимости имущества обогатительного комплекса)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
80	Срок эксплуатации оборудования, лет	10	10	10	10	10
81	Доля амортизируемого имущества	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
82	Налоговые отчисления, входящие в себестоимость:					
83	на добычу полезных ископаемых, %	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
84	отчисления с заработной платы, %	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
85	на имущество, %	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
86	на прибыль, %	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
<b>ИТОГОВЫЕ МОДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСЧЕТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК МЕСТОРОЖДЕНИЙ</b> (с полным учетом 5-% роста цены золота, 5-% инфляционного роста и 10-% дисконта)						
87	Объемы производства золота, т	1,471	4,526	1,571	2,696	2,424
88	Стоимость товарной продукции, млн руб.	1291,5	4174,4	1378,6	2425,7	2181,1
89	Затраты, всего, млн руб.	2011,5	4972,5	2253,4	3880,3	3223,5
90	в т.ч. капитальные	560,0	560,0	560,0	560,0	560,0
91	эксплуатационные с учетом налогов и амортизации	1451,5	4412,5	1693,4	3320,3	2663,5
92	Чистый приток, млн руб.	-272,0	-350,1	-426,8	-1006,6	-594,4
93	Кумулятивный чистый приток, млн руб.	-272,0	-350,1	-426,8	-1006,6	-594,4
94	Чистый дисконтированный приток, млн руб.	-372,4	-417,5	-488,7	-894,4	-599,1
95	Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	-372,4	-417,5	-488,7	-894,4	-599,1
96	Индекс доходности дисконтированных инвестиций	0,23	0,14	-0,01	-0,84	-0,23
97	Внутренняя норма прибыльности, %	-	-	-	-	-
98	Срок возврата инвестиций, лет	не окупается	не окупается	не окупается	не окупается	не окупается
99	Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет	не окупается	не окупается	не окупается	не окупается	не окупается
100	Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	486,0	486,0	486,0	486,0	486,0
<b>БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ</b>						
101	Налоговые поступления, млн руб.	251,4	704,3	279,8	497,6	420,0
102	Чистый дисконтированный доход бюджета, млн руб.	182,6	477,4	203,9	351,6	296,0

## *Индивидуальная разработка месторождений*

Условия, технико-экономические параметры и основные результаты проведения стоимостной оценки индивидуальных разработок месторождений представлены ниже в табл. 34, а результирующие показатели коммерческой эффективности – в табл. П.27–31.

Расчеты показывают, что все отдельные эксплуатации данных месторождений оказываются нерентабельными. Причина заключается в низком содержании золота, в силу чего текущие (годовые) затраты на получение металла превышают текущие (годовые) доходы от его реализации. Вторая причина – относительно невысокие инвестиции (560 млн руб.), но все же не окупаемые для отдельного объекта с небольшими запасами руды/золота. Отметим, что в отдельных проектах амортизационные отчисления включаются в доходную часть в полном объеме по причинам, уже объясненным выше. В противном случае (без начисления остаточной стоимости имущества или без продажи обогащенного комплекса) убыточность индивидуальных проектов еще существеннее (см. полужирным выделением в табл. П.27–31).

Структура эксплуатационных расходов на разных месторождениях показана в табл. 35, откуда следует, что полные стоимости добычи, транспортировки и переработки руды месторождений практически одинаковы (851–906 руб./т). Это объясняется тем, что все объекты имеют схожие характеристики – концентрацию золота, общую технологию переработки руды, расстояние до ККВ. Соответственно, структура эксплуатационных расходов разных месторождений также слабо меняется.

Примерно  $\frac{2}{3}$  общих расходов приходится на карьерные позиции (вскрыша, добыча, дробление), а операция по извлечению золота (КВ-технология) требует 21–28% от полных расходов. При необходимости снижения эксплуатационных затрат следует сокращать, в первую очередь, эти наиболее затратные статьи. Они могут регулироваться на золотодобывающих предприятиях административно-хозяйственными решениями (повышение производительности, снижение накладных и иных расходов, улучшение организации труда и т.д.), а также селективной выемкой наиболее богатых руд и другими мерами, описанными в разделе 1.1. Технологическая же операция извлечения золота поддается регулированию в гораздо меньшей степени.

Таблица 35

## Структура эксплуатационных затрат месторождений проекта Якутский (на 2010 г.)

Месторождения / статьи затрат	Себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	L, км от карьера до ККВ	Себестоимость			Среднее содержание золота в эксплуатационной руде, г/т	Себестоимость извлечения золота		Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т
			транспортировки 1 т руды от карьера до ККВ, руб./т	дробления/сепарации руды, руб./т	вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т		на ККВ, руб./г	на ККВ, руб./т	
<b>Хвойное</b>	<b>344,7</b>	7	<b>40,6</b>	<b>42,2</b>	<b>230,0</b>	1,56	155,7	<b>242,9</b>	<b>900,4</b>
доля в затратах, %	38,3	–	4,5	4,7	25,5	–	–	27,0	100,0
<b>Надежда</b>	<b>344,7</b>	5	<b>36,3</b>	<b>42,2</b>	<b>230,0</b>	1,60	155,7	<b>252,9</b>	<b>906,1</b>
доля в затратах, %	38,0	–	4,0	4,7	25,4	–	–	27,9	100,0
<b>Смежное</b>	<b>344,7</b>	6	<b>37,1</b>	<b>42,2</b>	<b>230,0</b>	1,36	155,7	<b>211,7</b>	<b>865,7</b>
доля в затратах, %	39,8	–	4,3	4,9	26,6	–	–	24,5	100,0
<b>Трассовой</b>	<b>344,7</b>	10	<b>50,5</b>	<b>42,2</b>	<b>230,0</b>	1,18	155,7	<b>183,2</b>	<b>850,6</b>
доля в затратах, %	40,5	–	5,9	5,0	27,0	–	–	21,5	100,0
<b>Верхнее</b>	<b>344,7</b>	15	<b>66,5</b>	<b>42,2</b>	<b>230,0</b>	1,41	155,7	<b>219,9</b>	<b>903,5</b>
доля в затратах, %	38,2	–	7,4	4,7	25,5	–	–	24,3	100,0

Все вышеуказанное тем более важно, что индивидуальная разработка проектов убыточна, и, следовательно, необходимо проанализировать возможности повышения экономической эффективности проектов. На рис. 34 представлены зависимости чистой дисконтированной прибыли для проекта Надежда от вариаций эксплуатационных расходов и золотосодержания, от изменений годового тренда стоимости золота (базовое значение 5%), инфляции (5%) и ставки дисконтирования (10%) и ставки НДПИ (6%). Здесь в качестве примера приводится анализ устойчивости только для этого месторождения (Надежда), но он выполнен для всех объектов проекта.

Анализ этих зависимостей показывает, что никакие реалистичные изменения (в пределах  $\pm 30\%$ ) *годовой стоимости золота, промышленной инфляции, дисконта, ставки НДПИ и инвестиций* не приводят к положительной рентабельности. Зависимости же прибыли от снижения *эксплуатационных расходов* или от увеличения *концентрации золота* в рудах являются более сильными: достаточно снизить расходы примерно на 17% или же иметь увеличенную концентрацию золота примерно на 26%, чтобы проект вышел на положительный уровень. Если допустить, что НДПИ может быть отменен для разработок бедных месторождений, то выход на положительный уровень может быть достигнут при снижении расходов примерно на 12%, а золотосодержание необходимо иметь на 15% выше.

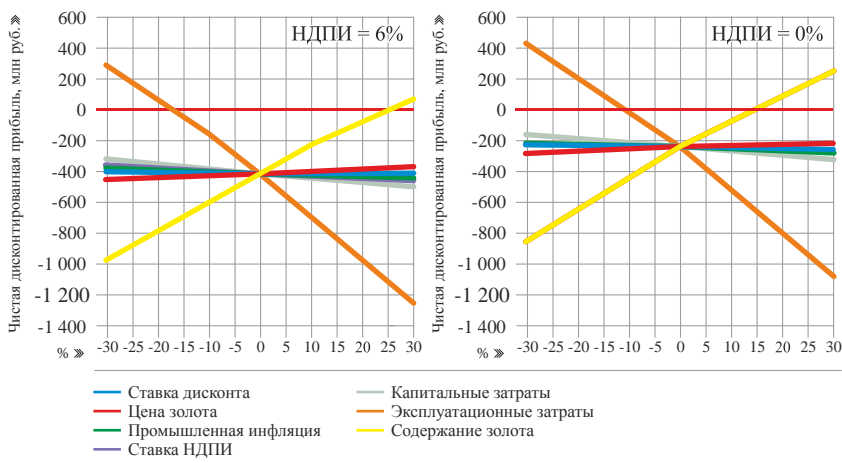


Рис. 34 (а, б). Анализ чувствительности проекта разработки месторождения Надежда к изменениям параметров при НДПИ=6% и при НДПИ=0%



Что касается перспектив вывода на положительную рентабельность других месторождений, то оценки показывают, что это практически недостижимо. Причины заключаются в существенно меньшем геологическом золотосодержании этих проектов ( $Z \approx 1,8$  г/т для Надежды, но, например,  $\approx 1,3$  г/т для месторождения Трассовое) и/или меньших запасах руды ( $\approx 3,5$  млн т для Надежды,  $\approx 1,2$  млн т для Хвойного).

### *Групповая разработка месторождений*

Для разработки группового проекта составлялся долевым график поставки руды от разных месторождений с учетом существующей мощности переработки руды на ККВ (около 1200 тыс. т) и эксплуатационными запасами руд разного золотосодержания. Моделирование групповой разработки выполнялось в трех вариантах (графики поставки руды показаны в табл. П.32–34). В первом варианте рассматривалась разработка всей группы месторождений (5 карьеров), причем график добычи руды с них составлялся так, чтобы выход золота был почти равномерным по всему сроку эксплуатации (9 лет). Во втором варианте исключается месторождение Верхнее, как наиболее удаленное от ККВ (в результате суммарные транспортные расходы для оставшихся объектов становятся меньше). Кроме того, это месторождение имеет довольно большие рудные запасы (свыше 2 млн т), поэтому исключение этого объекта сокращает разработку проекта на два года (7 лет). Это, в свою очередь, снижает общие дисконтные потери, а также исключает участие суммарных производственных затрат от добычи и переработки сырья от данного месторождения с наиболее высокими удельными затратами (903,5 руб./т). В третьем варианте дополнительно исключается месторождение Трассовое, как наиболее бедное по содержанию золота (1,18 г/т). В этом случае общая длительность эксплуатации сокращается еще на два года, до 5 лет.

Во всех вариантах усредненные эксплуатационные расходы варьируются незначительно, в пределах 866–904 руб./т, причем эти вариации связаны прежде всего с расходами на операцию извлечения золота на ККВ (чем выше содержание золота, тем выше расходы в расчете на 1 т руды). Уже указывалось, что в расчете на 1 г произведенного золота зависимость обратная, т.е. чем выше золотосодержание, тем меньше себестоимость полученного золота. Поэтому в общем виде именно наличие достаточного запаса руды приемлемого качества может обеспечить рентабельность того или иного проекта. И наоборот, отсутствие таких руд приводит обычно к убыточности золотодобычи.

Структура эксплуатационных расходов для групповой разработки (для Варианта 1: *все месторождения*) показана в табл. 36 и рис. 35. Так же, как в случае индивидуальных разработок, основная доля расходов приходится на карьерно-транспортные операции. При этом групповые эксплуатационные расходы по разным периодам подключения месторождений к разработке (884–890 руб./т), практически не отличаются от величин для индивидуальных проектов (851–906 руб./т). В этой связи необходимо отметить, что варианты 2 и 3 имеют скорее демонстрационный характер, показывающий общее изменение рентабельности (в данном случае, отрицательной рентабельности, см. далее) в зависимости от того или иного набора разрабатываемых объектов.

Таблица 36

**Эксплуатационные затраты по периодам разработки  
группового проекта Якутский (для Варианта 1, приведенные на 2010 г.)**

№п/п	Статья эксплуатационных затрат/ периоды	2010	2011	2012	2013–2018
1.	Себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	344,7	344,7	344,7	344,7
2.	Себестоимость транспортировки 1 т руды от карьера до ККВ, руб./т	38,0	37,2	37,0	49,6
3.	Себестоимость дробления/сепарации 1 т руды, руб./т	42,2	42,2	42,2	42,2
4.	Себестоимость извлечения золота на ККВ в расчете на 1 т руды, руб./т	229,7	236,1	234,7	217,5
5.	Себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	230,0	230,0	230,0	230,0
6.	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т	884,6	890,2	888,6	884,0

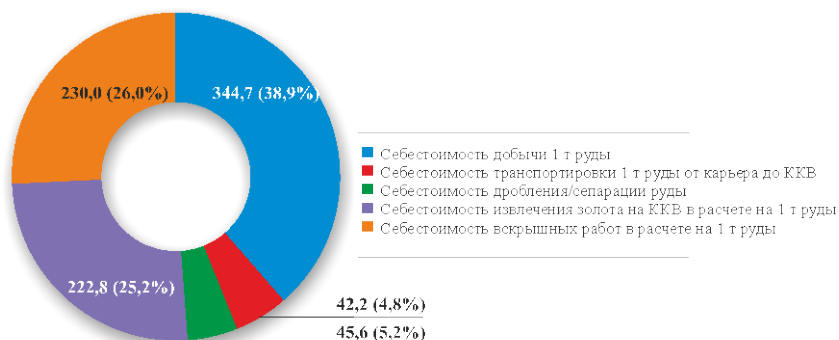


Рис. 35. Усредненная структура эксплуатационных затрат на весь период разработки группового проекта Якутский (для Варианта 1, приведенные на 2010 г.), руб./т

Модель стоимостной оценки с интегрированными модулями для групповой эксплуатации объектов данного инвестиционного проекта представлена в размещенной ниже табл. 37 (в качестве примера здесь – Вариант 1), а показатели коммерческой эффективности для всех трех вариантов – в табл. 38–40.

Из расчетов следует, что все групповые варианты также являются убыточными. Как и в индивидуальных расчетах, это связано с тем, что усредненные концентрации золота сравнительно невысоки, 1,4–1,6 г/т. В этих условиях эксплуатационные затраты, которые всегда весьма высоки в золотодобыче (вскрыша 230 руб./т, добыча руды 344,7 руб./т), не могут быть в достаточной мере скомпенсированы.

В результате, текущие годовые эксплуатационные расходы на получение золота из таких руд превышают реализационную стоимость полученного металла. В этих условиях Вариант 1, в котором проводится разработка всех месторождений, оказался наиболее убыточным (ЧДП=–1455,2 млн руб., табл. 38). Аналогичный показатель для Варианта 2 составляет –1172 млн руб. (табл. 39), для Варианта 3 чистые дисконтированные убытки составляют примерно 707 млн руб. (табл. 40). Очевидно, что уменьшение общих убытков связано с тем, что из разработки были исключены наиболее нерентабельные объекты.

На рис. 36 представлены зависимости чистой дисконтированной прибыли от вариаций параметров (для Варианта 1).

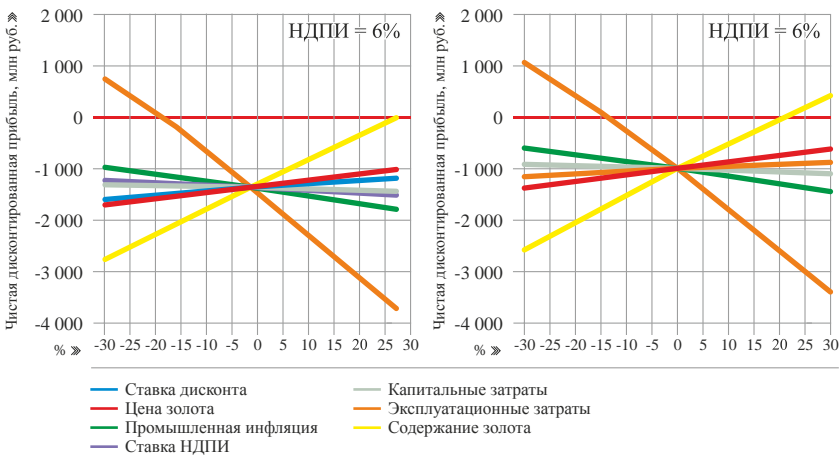


Рис. 36 (а, б). Чувствительность ЧДП группового проекта Якутский для Варианта 1 (разработка всех месторождений) к изменению параметров его разработки при НДПИ=6% и при НДПИ=0%

**Вариант 1 (все месторождения проекта).**  
**Условия и технико-экономические расчеты групповой эксплуатации месторождений на ККВ проекта Якутский**

ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ГРУППОВОМУ ПРОЕКТУ						
1	Разведанные запасы руды в недрах категории В+С <sub>1</sub>	т	5888000			
2	То же С <sub>2</sub>	т	9926000			
3	Коэффициент достоверности С <sub>2</sub>		0,5			
4	Руда по кат. Р <sub>1</sub> (прогнозные ресурсы)	т	0			
5	Коэффициент достоверности кат. Р <sub>1</sub>		0,25			
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах В+С <sub>1</sub>	г/т	1,63			
7	С <sub>2</sub>	г/т	1,43			
8	Среднее содержание в руде кат. Р <sub>1</sub>	г/т	-			
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	т	17,033			
10	В+С <sub>1</sub>	т	9,776			
11	С <sub>2</sub>	т	7,257			
12	Золота в руде кат. Р <sub>1</sub>	т	0			
13	Потери при добыче	%	8,0			
14	Разубоживание	%	11,0			
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	т	11081041			
16	В+С <sub>1</sub>	т	6012826			
17	С <sub>2</sub>	т	5068216			
18	Руда (приведенная) по кат. Р <sub>1</sub>	т	0			
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные)	т	15,869			
ПЕРИОДЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА			2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013–2018 гг.
РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ						
20	Среднее содержание компонентов в эксплозапасах (по периодам):					
21	золото КВ	г/т	1,475	1,517	1,507	1,397
22	Годовая переработка по руде для ККВ	т	1265313	1265313	1247087	1268350
23	Годовая производительность по золоту на ККВ	т	1,867	1,919	1,880	1,772
24	Извлечение при обогащении:					
25	золото КВ	%	80,0	80,0	80,0	80,0
26	Количество лет эксплуатации в периоде при заданном объеме переработки руды	лет	1	1	1	6
27	Годовой выпуск товарной продукции:					
28	золота в золотом концентрате	т	1,493	1,535	1,504	1,418

29	Мировая цена золота (цена 2010 г., ежегодный 5-% рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)	долл./г	32,2	32,2	32,2	32,2
30	Цена золота (цена 2010 г., ежегодный 5-% рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)	млн руб/т	964,5	964,5	964,5	964,5
<b>ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ КОНЦЕНТРАТА НА ПЕРЕДЕЛ</b>						
31–37	... **	... **	... **	... **	... **	... **
<b>СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5-% рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)</b>						
38–41	...	...	...	...	...	...
<b>ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (значения для 2010 г., ежегодный 5-% инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)</b>						
42–55	...	...	...	...	...	...
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5-% рост цены на золото и 5-% инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)</b>						
56–65	...	...	...	...	...	...
<b>ОБЩИЕ И УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ</b>						
66–71	...	...	...	...	...	...
<b>НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>						
72	Годовая норма дисконтирования	%			10,0	
73	Годовой рост цены золота	%			5,0	
74	Годовая промышленная инфляция	%			5,0	
75	Курс доллара (на 2010 г. в предположении его неизменности по периодам)	руб./долл.			30,0	
<b>ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЕ ОКРУЖЕНИЕ</b>						
76	Норма амортизации (от стоимости имущества обогатительного комплекса)	%			10,0	
77	Срок эксплуатации оборудования	лет			10	
78	Доля амортизируемого имущества	%			80,0	
79	Налоговые отчисления, входящие в себестоимость:					
80	на добычу полезных ископаемых	%			6,0	
81	отчисления с заработной платы	%			10,2	
82	имущество	%			2,0	
83	на прибыль	%			20,0	

\* По максимальному значению периода групповой разработки 2013–2018 гг.

\*\* Здесь и далее –аналогичные данные с табл. 26.



**Вариант 2 (без месторождения Верхнее).  
Показатели коммерческой эффективности групповой разработки  
месторождений проекта Якутский, млн руб.**

Показатели	Всего	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Объемы производства концентрата золота, т	10,272	0,000	0,000	1,638	1,591	1,591	1,394	1,394	1,332	1,332	0,000	0,000	0,000
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	10405,9	0,0	0,0	1437,8	1466,4	1539,7	1416,4	1487,3	1491,8	1566,4	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	12705,9	280,0	280,0	1542,8	1602,7	1681,5	1706,0	1790,2	1863,9	1956,1	1,8	0,9	0,0
в т.ч. капитальные	560,0	280,0	280,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
эксплуатационные с учетом налогов	12145,9	0,0	0,0	1542,8	1602,7	1681,5	1706,0	1790,2	1863,9	1956,1	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	-1852,0	-280,0	-280,0	<b>-60,2</b>	<b>-91,5</b>	<b>-97,0</b>	<b>-244,8</b>	<b>-258,1</b>	<b>-327,3</b>	<b>-344,8</b>	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	-1852,0	-280,0	-560,0	-620,2	-711,7	-808,7	-1053,5	-1311,6	-1638,9	-1983,7	-1940,7	-1896,8	-1852,0
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	-1177,2	-254,5	-231,4	-45,2	-62,5	-60,2	-138,2	-132,5	-152,7	-146,2	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	<b>-1177,2</b>	-254,5	-486,0	-531,2	-593,6	-653,9	-792,1	-924,5	-1077,2	-1223,5	-1206,9	-1191,5	-1177,2
Индекс доходности инвестиций		<b>-1,42</b>											
Внутренняя норма прибыльности		-											
Срок возврата инвестиций, лет		<b>не окупается</b>											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		<b>не окупается</b>											
Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	486,0	254,5	231,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0





Анализ зависимостей показывает, что изменения в пределах  $\pm 30\%$  годовых ставок роста цены золота, промышленной инфляции, дисконта, ставки НДС и капитальных вложений не приводят к положительной рентабельности. Зависимости ЧДП от снижения эксплуатационных расходов или от увеличения золотосодержания являются более сильными. Но и в этом случае, чтобы стал рентабельным, необходимо снизить расходы более на 20% ( $>15\%$  в случае нулевой ставки НДС), или иметь увеличенную концентрацию золота  $>30\%$  (и  $\approx 22\%$  при нулевом НДС). Другие варианты групповой разработки проявляют аналогичные, но чуть более сильные зависимости от производственных расходов и концентрации золота в шихтуемой руде.

Обратим внимание на следующую особенность – повышение дисконтной ставки приводит к уменьшению чистого дисконтированного убытка (при росте с 10% до 13% он уменьшается с –1445 до –1269 млн руб. для Варианта 1). Причина заключается в том, что в каждый год работы (в течение 9 лет, табл. 38 строка «Чистый приток», выделено полужирным) проект был абсолютно убыточным (кстати, во всех вариантах), но дисконтированный убыток за каждый год уменьшался по отношению к началу действия проекта (другими словами, убытки обесценивались со временем).

### **4.3.3 Инвестиционный проект Кемеровский (Кемеровская область)**

Дистанционное расположение месторождений проекта изображено на рис. 37, геолого-промышленные показатели приведены в табл. 24. Сведения о запасах руд, золотосодержаниях и о расположении объектов позволяют сделать следующие выводы и предложения:

1. Поскольку приведенные к эксплуатационным значениям индивидуальные (от 40 до 1263 тыс. т) и суммарные (3315 тыс. т) запасы относительно невелики, то по технологическим и экономическим причинам организация переработки руды на стационарной кустовой ЗИФ с дорогостоящими технологиями нецелесообразно.

2. Месторождения расположены в двух группах (по 4 и 3 объекта в каждой), удаленных друг от друга. Это обуславливает проведение их разработки в виде двух территориальных обогатительных кластеров. Условно их назовем Центральным и Старо-Берикульский кластеры (наиболее крупные объекты в каждой из групп).

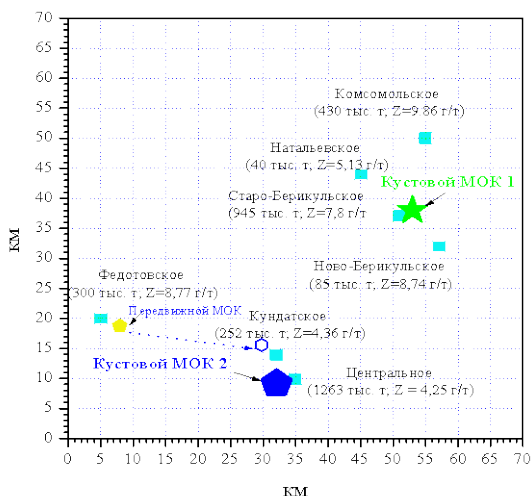


Рис. 37. Территориальное расположение месторождений проекта Кемеровский и их основные характеристики (приведенные эксплуатационные запасы руд и золотосодержание)

3. Переработка руд месторождений будет проводиться с использованием модульных обогатительных комплексов как кустовым размещением МОК, так и маршрутно-последовательным способом (см. раздел. 4.1).

Расположение объектов в кластере Старо-Берикульский (рис. 34) предполагает, что вблизи карьера Старый Берикуль (2 км) устроен кустовой обогатительный комплекс в составе трех МОК годовой мощностью 50 тыс. т руды каждый (суммарно 150 тыс. т). Руда с карьеров будет доставляться на кустовой комплекс в соответствии с графиком ежегодной переработки, чтобы, во-первых, обеспечить рациональные темпы разработки небольших рудников (Натальевский – 40 тыс. т; Ново-Берикульский – 85 тыс. т) и, во-вторых, сохранить равномерный объем производства золота на весь период работ (10 лет, не считая первого года по устройству кустового МОК).

Разработка кластера Центральный будет также проводиться с использованием кустового комплекса, оснащенного двумя МОК мощностью по 60 тыс. т в год каждый (суммарная мощность составляет 120 тыс. т). В течение 10 лет на этом кустовом комплексе будет переработано 1 200 тыс. т руды от месторождения Центральное (из 1 263 тыс. т). Учитывая относительную удаленность месторождения Федотовское и значительные запасы руды (300 тыс. т), целесообразно использовать для его разработки отдельный МОК

мощностью 60 тыс. т. Разработка Федотовского будет вестись в течение 5 лет, затем МОК перевозится на месторождение Кундатское (предполагается, что перевозка выполняется в межсезонье), где в течение 4-х лет будет проведена полная выработка этого карьера. В следующий год (последний год групповой разработки) этот МОК перерабатывает на этом же месте (Кундатское) 63 тыс. т руды, перевезенной с месторождения Центральное (это необходимо, чтобы полностью выработать остаток руды на Центральном с запасом руды 1 263 тыс. т, и полностью выработать амортизационный ресурс всех МОК). В результате такой маршрутно-последовательной и взаимно-согласованной работы трех МОК в течение 10 лет будет произведена полная разработка месторождений кластера Центральный.

### *Индивидуальная разработка месторождений*

Сравнительные показатели по индивидуальной эксплуатации представлены в табл. 41 исходя из расчетов ЧДП по каждому проекту, обогатительный комплекс которых комплектуется вариантами количествами МОК с разными мощностями.

Варианты в этой таблице подбирались таким образом, чтобы выявить наилучшие значения чистой дисконтированной прибыли при различных мощностях МОК и, следовательно, при разных сроках завершения разработки объекта. Выбор наилучших вариантов продемонстрирован на рис. 38, на примере месторождения Комсомольское (для остальных объектов рассчитываются аналогичные варианты).

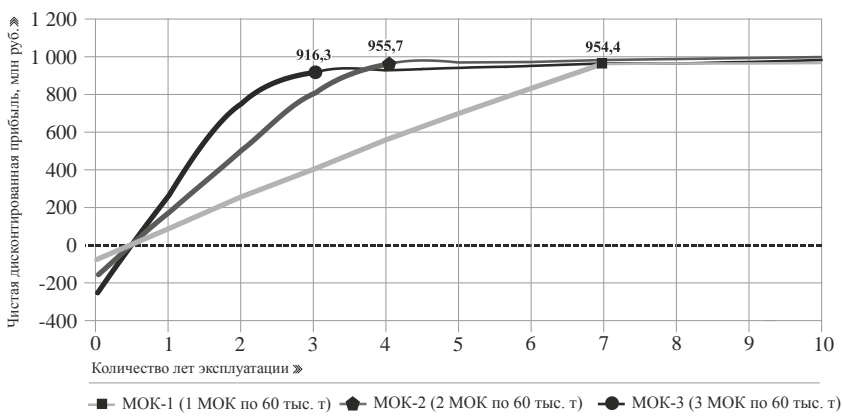


Рис. 38. Изменение ЧДП в зависимости от параметров МОК и количества лет эксплуатации месторождения Комсомольское

## Технико-экономические расчеты индивидуальной эксплуатации месторождений с применением МОК проекта Кемеровский

№ п/п	Показатели, единицы измерения	Значения показателей						
	Наименование месторождения	Центральное	Федотовское	Старый Бериккуль	Новый Бериккуль	Натальевское	Кундатское	Комсомольское
	Вид полезного ископаемого	золото рудное						
	Местоположение объекта	Кемеровская область, Тисульский район						
	Геолого-промышленный тип	Минерализованных зон и кор выветривания, легкообогатимые						
	Переработка руды (кол-во и мощность МОК в зависимости от варианта ЧДП индивидуальной разработки*)	МОК-2 (60 тыс. т)	МОК-1 (60 тыс. т)	МОК-2 (60 тыс. т)	МОК-1 (30 тыс. т)	МОК-1 (10 тыс. т)	МОК-1 (45 тыс. т)	МОК-2 (60 тыс. т)
	Расстояние от месторождения до МОК	2 км	2 км	2 км	2 км	2 км	2 км	2 км
<b>ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ</b>								
1	Разведанные запасы руды в недрах категории В+С <sub>1</sub> , т	105000	43000	184000	11000	0	235000	205000
2	То же С <sub>2</sub> , т	2268000	497000	1454000	142000	72000	28000	434000
3	Коэффициент достоверности С <sub>2</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	Руда по кат. Р <sub>1</sub> (прогнозные ресурсы), т	0	0	0	0	0	0	0
5	Коэффициент достоверности кат. Р <sub>1</sub>	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах В+С <sub>1</sub> , г/т	7,84	10,61	15,49	23,55	–	4,78	11,73
7	С <sub>2</sub> , г/т	4,37	9,45	6,82	7,45	5,63	4,75	9,94
8	Среднее содержание в руде кат. Р <sub>1</sub> , г/т	–	–	–	–	–	–	–
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	5,779	2,805	7,808	0,788	0,203	1,1898	4,454
10	В+С <sub>1</sub> , т	0,823	0,456	2,850	0,259	–	1,1233	2,405
11	С <sub>2</sub> , т	4,956	2,348	4,958	0,529	0,203	0,0665	2,049
12	Золота в руде кат. Р <sub>1</sub> , т	0	0	0	0	0	0	0
13	Потери при добыче, %	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
14	Разубоживание, %	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	1265267	297680	930313	83738	36763	254279	419866
16	В+С <sub>1</sub> , т	107226	43912	187901	11233,2	–	239982	209346
17	С <sub>2</sub> , т	1158041	253768	742412	72505,2	36763	14297	210520
18	Руда (приведенная) по кат. Р <sub>1</sub> , т	0	0	0	0	0	0	0
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные), т	5,377	2,611	7,2530	0,732	0,189	1,108	4,141

ПЕРИОДЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ		2010–2021	2010–2015	2010–2018	2010–2013	2010–2014	2010–2016	2010–2014
20	Эксплуатационное содержание золота для МОК, г/т	4,25	8,77	7,80	8,74	5,13	4,36	9,86
<b>РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ</b>								
21	Общая годовая переработка руды на МОК, т	122000	60000	120000	30000	10000	45000	120000
22	Плановая годовая производительность по руде одной установки МОК, т	61000	60000	60000	30000	10000	45000	60000
23	Годовая производительность по золоту, т	0,518	0,526	0,936	0,262	0,051	0,196	1,184
24	Извлечение при обогащении на МОК, %	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
25	Количество лет строительства и обустройства карьера и запуска/модернизации МОК	1	1	1	1	1	1	1
26	Количество лет эксплуатации при заданном общем объеме переработки руды	11	5	8	3	4	6	4
27	Годовой выпуск золота в золотой концентрат, т	0,415	0,421	0,749	0,210	0,041	0,157	0,947
28	золота, долл./г (цена 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2	32,2
29	золота, млн руб./т (цена 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5	964,5
<b>ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ НА ПЕРЕДЕЛ</b>								
30–36	... **	... **	... **	... **	... **	... **	... **	... **
<b>СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)</b>								
37–40	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)</b>								
41–53	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (значения для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены на золото и 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)</b>								
54–64	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ</b>								
65–76	...	...	...	...	...	...	...	...
<b>НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И НАЛОГОВЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ</b>								
77–91	...	...	...	...	...	...	...	...

ИТОГОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (с полным учетом 5–% роста цены золота, 5–% инфляционного роста и 10–% дисконта)								
92	Объемы производства золота, т	4,302	2,089	5,803	0,585	0,151	0,886	3,313
93	Стоимость товарной продукции, млн руб.	4799,4	2024,7	6044,8	538,0	141,9	875,1	3099,9
94	Затраты, всего, млн руб.	3046,0	952,3	2853,5	283,0	101,8	592,2	1440,6
95	в т.ч. капитальные	188,0	97,3	185,0	53,5	24,2	75,4	185,0
96	эксплуатационные с учетом налогов и амортизации	2858,0	855,0	2668,5	229,5	77,6	516,8	1255,6
97	Чистый приток, млн руб.	1515,5	916,0	2664,0	235,8	46,5	271,4	1437,6
98	Кумулятивный чистый приток, млн руб.	1515,5	916,0	2664,0	235,8	46,5	271,4	1437,6
99	Чистый дисконтированный приток, млн руб.	731,3	595,0	1529,1	162,2	26,1	154,5	993,5
100	Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	731,3	595,0	1529,1	162,2	26,1	154,5	993,5
101	Индекс доходности дисконтированных инвестиций	5,7	8,4	11,0	4,7	2,3	3,5	7,5
102	Внутренняя норма прибыльности, %	74,0	187,0	171,0	158,0	52,0	6,8	222,0
103	Срок возврата инвестиций, лет	3	2	2	2	2	2	2
104	Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет	3	2	2	2	3	3	2
105	Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	155,3	80,4	152,9	44,2	20,0	62,3	152,9
БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ								
106	Налоговые поступления, млн руб.	954,2	440,3	1294,8	118,8	30,2	177,2	682,4
107	Чистый дисконтированный доход бюджета, млн руб.	459,0	273,5	704,4	81,4	19,8	106,4	452,6

\* Максимальная ЧДП определяется выбором наибольшего показателя и/или средним периодом эксплуатации при моделировании разных комбинаций обогатительного комплекса с применением МОК.

\*\* Здесь и далее – аналогичные данные с табл. 26.

Возможные варианты комплектации того или иного объекта различными количествами модульных комплексов связаны с необходимыми объемами капитальных вложений. Например, для месторождения Комсомольское инвестиции в оборудование в размере 185 млн руб. (2 единицы МОК по 60 тыс. тонн руды в год) приводят к 4-летнему сроку полной разработки объекта и получению чистой дисконтированной прибыли в размере 955,7 млн руб. Если инвестиции составили 268 млн руб. (3 единицы МОК), то месторождение будет исчерпано за три года с дисконтированной прибылью 916,3 млн руб. Такое вариантное моделирование дает компании-инвестору возможность определять наиболее подходящий вариант разработки, включая выбор между уровнями начальных инвестиций, длительностью функционирования объекта и объемом прибыли, с одной стороны, и потенциальной возможностью перевести еще работоспособные МОК на новые объекты. В случаях, когда значение дисконтированной прибыли со временем существенно не изменялось (т.е. выход на почти предельный уровень), выбирались те варианты разработки, которые давали наилучшую рентабельность при средне-технологических сроках работы МОК и эксплуатации месторождений.

Кривые дисконтированной прибыли разных вариантов комплектации МОК фиксируются годом полной выработки запасов (на рис. 35 годы отмечены крупными черными маркерами с указанием соответствующих значений дисконтированной прибыли в этот момент). Дальнейшие поступления средств в доходную часть связаны с остаточными амортизационными отчислениями и, судя по асимптотике кривых, они фактически компенсируют дисконтные потери в эти годы.

Структура эксплуатационных затрат на месторождениях Кемеровской группы показаны в табл. 42. Характерной особенностью затрат всех объектов является малый вклад транспортных расходов (расстояния между рудниками и МОК примерно 2 км для разработок месторождений с индивидуальными МОК, 5–15 км – для доставки руды на кустовой комплекс). Преобладающей (иногда свыше половины всех расходов) является доля операции по конечному извлечению золота. Это связано с весьма высоким содержанием золота на некоторых месторождениях ( $\approx 10$  г/т для Комсомольского,  $\approx 9$  г/т – для Федотовского).

**Структура эксплуатационных затрат  
месторождений проекта Кемеровский (на 2010 г.)**

Месторождения / статьи затрат	Себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	L, км от карьера до МОК	Себестоимость, руб./т			Среднее содержание золота, г/т	Себестоимость извлечения золота		Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды на МОК, руб./г
			транспортировки 1 т руды от карьера до МОК	переработки руды на МОК	вскрышных работ в расчете на 1 т руды		на МОК, руб./г	на МОК, руб./г	
<b>Центральное</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	4,25	107,4	<b>456,6</b>	<b>1261,2</b>
доля в затратах, %	27,3	–	1,5	16,7	18,2	–	–	36,2	100,0
<b>Федотовское</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	8,77	107,4	<b>942,5</b>	<b>1747,1</b>
доля в затратах, %	19,7	–	1,1	12,1	13,2	–	–	53,9	100,0
<b>Старый Бериккуль</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	7,8	107,4	<b>837,7</b>	<b>1642,3</b>
доля в затратах, %	21,0	–	1,1	12,9	14,0	–	–	51,0	100,0
<b>Новый Бериккуль</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	8,74	107,4	<b>939,0</b>	<b>1743,6</b>
доля в затратах, %	19,8	–	1,1	12,1	13,2	–	–	53,9	100,0
<b>Натальевское</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	5,13	107,4	<b>551,6</b>	<b>1356,2</b>
доля в затратах, %	25,4	–	1,4	15,6	17,0	–	–	40,7	100,0
<b>Кундатское</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	4,36	107,4	<b>468,2</b>	<b>1272,8</b>
доля в затратах, %	27,1	–	1,5	16,6	18,1	–	–	36,8	100,0
<b>Комсомольское</b>	<b>344,7</b>	<b>2</b>	<b>18,8</b>	<b>211,1</b>	<b>230,0</b>	9,86	107,4	<b>1059,7</b>	<b>1864,3</b>
доля в затратах, %	18,5	–	1,0	11,3	12,3	–	–	56,8	100,0

Чувствительности индивидуальных проектов в графической форме не представлены: все проекты обладают хорошей устойчивостью к возможным вариациям геологических, производственных и фискальных параметров. Причиной этому является высокое содержание золота, значительное количество руды на месторождениях, низкие капитальные затраты, приводящие проекты к достаточно высоким уровням рентабельности.



## *Групповая разработка кластеров Старо-Берикульский и Центральный*

График долевого освоения месторождений обоих кластеров по выемке руды и поставке ее на МОК представлен в табл. П.35. Результаты расчета показателей коммерческой эффективности групповой разработки по обоим кластерам показаны в табл. 43 (для Центрального) и табл. 44 (для Старо-Берикульского). Суммарная эффективность обоих кластеров (т.е. всего Кемеровского проекта в целом) – в табл. 45.

Как следует из проведенных расчетов, все групповые проекты показывают положительную рентабельность. Причина эффективности заключается в достаточно высоком золотосодержании руд месторождений (от 4,25 до 9,86 г/т). Второстепенная причина – использование некапиталоемкого модульно-мобильного обогатительного оборудования, что обеспечивает минимальные затраты на перевозку руды. Это позволяет проводить маршрутно-последовательную разработку нескольких небольших месторождений в течение всего срока эксплуатации МОК (в том числе в полной мере получить в доход предприятия амортизационные отчисления). Такие недорогие модульные комплексы позволяют быстро (в течение 1 года) организовывать кустовые обогатительные комплексы требуемой мощности, в т.ч. состоящие из нескольких МОК.

Структуры производственных расходов в случае групповой/кластерной разработки показаны в табл. 46–47. Они существенно не отличаются от индивидуальных структур, которые, как можно видеть в предыдущем разделе, слабо варьируются от месторождения к месторождению. Анализ чувствительности групповой разработки (раздельно по кластерам) показывает типичную для богатых золоторудных месторождений экономическую устойчивость к вариациям величин промышленной инфляции, стоимости золота, дисконта и других параметров (рис. 39, 40). Можно спрогнозировать, какое снижение концентрации золота могло бы перевести проекты в зону отрицательной рентабельности. Вариации золотосодержания в сторону снижения на 30% показывают, что только очень значительное (примерно двукратное) понижение реального золотосодержания приводит кластерные проекты к отрицательному значению ЧДП. Это вновь соответствует сделанным ранее оценкам и выводам, что существуют минимальные концентрации золота ( $\approx 2\text{--}2,5$  г/т), ниже которых разработка месторождения будет экономически невыгодной при существующих фискальных и экономических условиях.



Таблица 44

**Показатели коммерческой эффективности групповой разработки месторождений  
кластера Центральный проекта Кемеровский, млн руб.**

Показатели	Всего	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Объемы производства концентрата золота, т	10,046	0,000	0,985	0,985	1,028	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	10,046
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	11097,1	0,0	864,7	908,0	995,2	1023,0	1074,1	1127,8	1184,2	1243,5	1305,6	1370,9	11097,1
Затраты всего, млн руб.	5211,0	411,3	382,3	400,5	429,1	442,9	464,2	486,6	510,1	534,9	560,9	588,2	5211,0
в т.ч. капитальные	411,3	411,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	411,3
эксплуатационные с учетом налогов	4211,5	0,0	382,3	400,5	429,1	442,9	464,2	486,6	510,1	534,9	560,9	588,2	4211,5
Чистый приток, млн руб.	4955,6	-411,3	418,8	438,9	485,7	497,0	520,9	545,9	572,2	599,8	628,7	659,0	4955,6
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	4955,6	-411,3	7,5	446,4	932,2	1429,2	1950,0	2495,9	3068,1	3667,9	4296,6	4955,6	4955,6
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	2282,9	-339,9	314,7	299,8	301,6	280,5	267,3	254,7	242,7	231,2	220,4	210,0	2282,9
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	<b>2282,9</b>	-339,9	-25,2	274,5	576,1	856,7	1124,0	1378,6	1621,3	1852,5	2072,9	2282,9	2282,9
Индекс доходности инвестиций		<b>7,72</b>											
Внутренняя норма прибыльности		<b>107,6%</b>											
Срок возврата инвестиций, лет		<b>2</b>											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		<b>3</b>											
Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	339,9	339,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



Таблица 46

**Эксплуатационные затраты  
при разработке кластера Центральный (2010 г.)**

№ п/п	Статья эксплуатационных затрат/периоды	2010–2014	2015–2019
1.	Себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	344,7	344,7
2.	Себестоимость транспортировки 1 т руды на МОК, руб./т	18,8	18,8
3.	Себестоимость переработки 1 т руды на МОК, руб./т	211,1	211,1
4.	Себестоимость извлечения золота в расчете на 1 т руды, руб./т	618,3	460,5
5.	Себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	230,0	230,0
6.	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т	1422,9	1265,1

Таблица 47

**Эксплуатационные затраты  
при разработке кластера Старо-Беркульский (на 2010 г.)**

№п/п	Статья эксплуатационных затрат/периоды	2010–2011	2012	2013–2019
1.	Себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	344,7	344,7	344,7
2.	Себестоимость транспортировки 1 т руды на МОК, руб./т	43,5	38,4	32,5
3.	Себестоимость переработки 1 т руды на МОК, руб./т	211,1	211,1	211,1
4.	Себестоимость извлечения золота в расчете на 1 т руды, руб./т	881,8	920,0	901,1
5.	Себестоимость вскрышных работ в расчете на 1 т руды, руб./т	230,0	230,0	230,0
6.	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т	1711,1	1744,2	1719,4

Вариация производственных расходов также сильно влияет на рентабельность групповых проектов, хотя слабее, чем золото-содержание. Причина вновь заключается в том, что хорошее содержание золота в рудах обеспечивает значительное превышение доходов от реализации над расходами. Другими словами, при вариациях золотосодержания размер дисконтированного дохода от

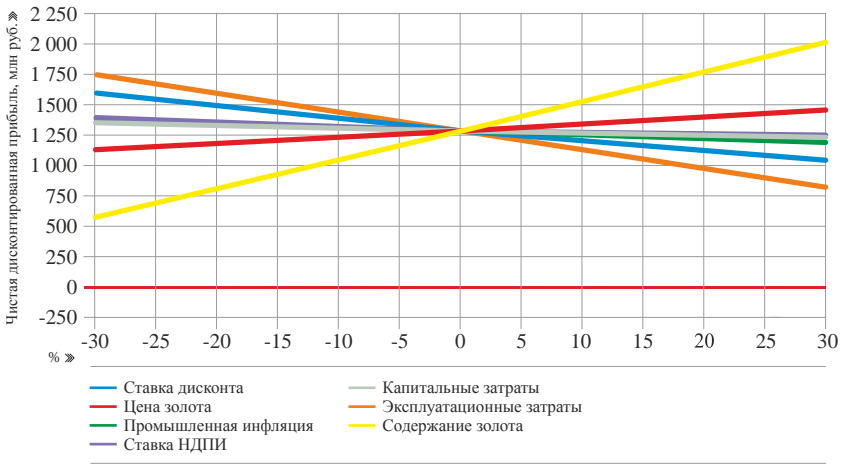


Рис. 39. Чувствительность ЧДП кластера Центральный к изменению параметров его разработки

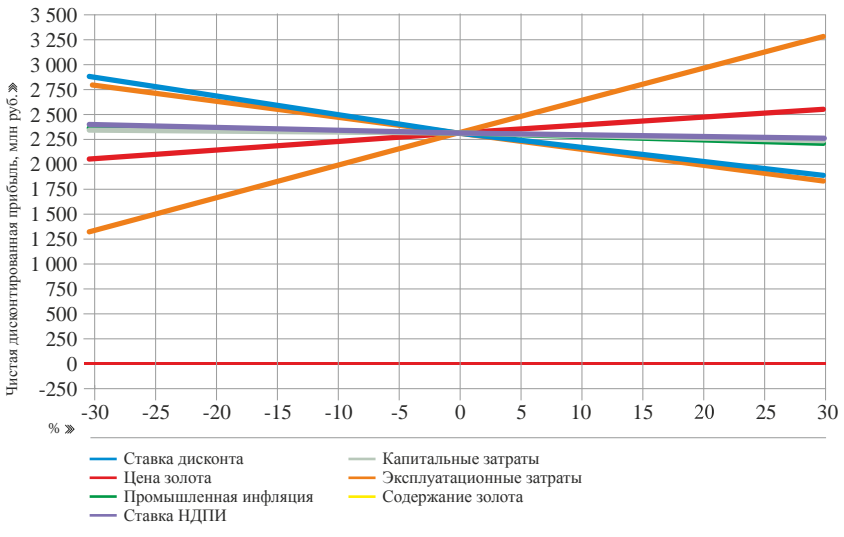


Рис. 40. Чувствительность ЧДП кластера Старо-Берикүльский к изменению параметров его разработки

этого был бы больше, чем при таких же вариациях эксплуатационных расходов. В этой связи, поскольку, например, в Якутском проекте золотосодержание весьма низкое, то роль эксплуатационных расходов там была больше, чем содержания золота (эксплуатационная кривая шла более круто, чем кривая золотосодержания). Другие технико-экономические параметры, такие как, повышение капитальных затрат или повышение промышленной инфляции или некоторого снижения цены золота, критического влияния на эффективность проекта не оказывают.

Между тем, формальная сумма чистой дисконтированной прибыли по всем индивидуальным проектам группы (4192 млн руб., табл. 41) оказывается больше, чем групповая чистая прибыль (3557 млн руб. табл. 45). Такие «потери» образуются за счет действия ставки дисконтирования при продолжительной групповой эксплуатации (10 лет для групповой эксплуатации), но меньшего действия при индивидуальных разработках (от 3 до 10 лет для разных объектов). Но сокращенные сроки отдельных разработок носят формальный характер, поскольку в них предполагается, что разработка всех семи рудников начинается одновременно (с 2009 г.) и ведется с максимальной скоростью, так что большинство из них могут быть полностью выработаны за 3–5 лет (самые малые из них – за один год). В этом случае дисконтные потери будут существенно ниже, чем в случае группового освоения.

Однако вариант с одновременной и интенсивной разработкой всех месторождений практически трудноосуществим, поскольку для этого одновременно потребуется большее количество обогатительных комплексов, автотранспорта и персонала. В этом варианте не будет практической возможности реализовать определенное количество освободившегося через 2–3 года оборудования за достаточную амортизированную цену (в модельных расчетах индивидуальных разработок в доходную часть условно внесены полные амортизационные отчисления, что существенно увеличило ЧДП этих проектов).

Кроме того, в случае групповой разработки проявляется неаддитивное взаимное субсидирование высокорентабельных и рентабельных объектов группы. Разработка месторождений с большим объемом руды и сравнительно малым содержанием золота (например, рудник Центральный) требует длительного срока эксплуатации и, следовательно, больших дисконтных потерь,

поэтому их показатели снижают общие доходы, образуемые от месторождений с высокими золотосодержаниями. Вместе с тем, при групповой разработке проект становится более устойчивым к отраслевым рискам, в т.ч. нивелируется риск приобретения близкорасположенных месторождений другими компаниями, снижаются суммарные капитальные, технологические и организационные затраты.

Применение некапиталоемких модульных обогатительных комплексов позволяют нивелировать проблемы, свойственные основным территориям размещения малых золоторудных объектов Сибири и Дальнего Востока – географическая удаленность, отсутствие автодорог, дорожной инфраструктуры, энерго мощностей, недостаток электросетей. Современные МОК-технологии в ряде случаев являются полноценной заменой проектам строительства небольших по мощности стационарных золотоизвлекательных фабрик. Они могут использоваться при освоении небольших по запасам золота месторождений небольшими региональными предприятиями, что важно как по фискальным причинам (отчисления в местные и региональные бюджеты), так и по социальным аспектам (создание и поддержание рабочих мест, обслуживающей сферы, дорожного строительства и пр.).