РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЭКОНОМИКИ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Н.Ю. САМСОНОВ, М.А. ЯГОЛЬНИЦЕР

ГРУППОВАЯ РАЗРАБОТКА МАЛЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Научный редактор
чл.-корр. РАН Крюков В.А.

Новосибирск
2012

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 золотоносным 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

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH
INSTITUTE OF ECONOMICS AND INDUSTRIAL ENGINEERING
SIBERIAN BRANCH OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

N.Yu. Samsonov, M.A. Yagolnitser

INTEGRATED EXPLORATION OF SMALL GOLD MINES CLUSTERS

Science editor
Kryukov V.A.

Novosibirsk
2012

ISBN 978-5-89665-246-5

Integrated exploration of small gold mines clusters / N.Yu. Samsonov, M.A. Yagolnitser / Science editor V.A. Kryukov. – Novosibirsk: IEEOP SB RAS, 2012. 240 P.

The book presents a methodical conception on the technical-and-economic modeling of the integrated (grouped) exploitation of groups geographically neighboring small-and-middle gold mines, which should increase a total profitability of gold production. In computational modeling, the partial and total gold mineral resources of different mines, the gold concentrations in ores, and the distances between the mines and the ore processing plant were varied relevant to different methods of the ore processing, gold extraction and concentration.

Authors provide an analytical description on the ore resources at the prospected gold territories in Western Siberia, Yakutia and Far East. The institutional factors and constraints are stated, which can impair the potentialities of the integrated exploitation under discussion. The technical-and-economic modeling was performed on the integrated exploitation of several particular small-and-middle mines in Yakutia, Magadan and Altai regions. The specific program modules were created on the cost-and-profit estimations of the integrated exploitation under different conditions, the comparative economic evaluations were performed for several grouped gold mines.

The book is destined for managers and experts in investment, economic and development activities of the gold-mining enterprises, as well as for the economics teachers and students.

ISBN 978-5-89665-246-5

© IEIE SB RAS, 2012
© Samsonov N.Yu., 2012
© Yagolnitser M.A., 2012

ВВЕДЕНИЕ

Россия обладает крупными минерально-сырьевыми ресурсами и мощным перерабатывающим комплексом, являющихся базой для развития экономики страны, основным источником валютных поступлений. Федеральный бюджет на 50% формируется за счет использования минерально-сырьевой базы (МСБ) всех видов полезных ископаемых.

Золотодобыча не вносит весомого вклада в валовой внутренний продукт государства: в 2011 г. из недр (без попутного и вторичного золота) в России добыто около 185,293 т золота на сумму примерно 9,38 млрд долл. (исходя из среднегодовой цены на золото 1571,5 долл./тр. унц.[1]) Это составляет только 0,52% от валового внутреннего продукта России, произведенного в 2011 г.

Золото по-прежнему сохраняет важное значение в мире прежде всего в качестве промежуточного товара (исходного сырья) в ювелирном производстве (48,2% потребления золота в 2011 г.), в электронной, космической и приборостроительной промышленности и других индустриальных отраслях (10,3%), в стоматологии и медицине (1,1%). Для формирования инвестиционных и финансовых инструментов (золотые слитки и монеты, биржевые фонды и аналогичные финансовые продукты, – exchange trades funds) в структуре поступающего на рынок золота направляется 40,3% мирового спроса на золото. В России сформирована несколько иная структура потребления добываемого золота (далее данные по 2010 г.): экспортируется 9,3% ежегодно выпускаемого металла, для закупок официального сектора – 67%, в ювелирное производство поступает только 18,8% золота (включая вторичное золото), в промышленном производстве (включая медицину) участвует 0,6%, а в инвестиционные инструменты поступает 4,3% золота, добываемого в стране.

В последние 3–5 лет золото стало важным инструментом в качестве квазиденежного платежного средства, в т.ч. между государствами и мировыми финансово-монетарными фондами, все более активно используется как инструмент сбережения накоплений и инвестирования финансовых средств, образует часть (для некоторых государств – наибольшую) золотовалютных резервов государств.

Развитие отечественной золотодобывающей отрасли в настоящее время находится под влиянием ряда факторов. Отметим наиболее важные из них, затрагивающие добычу рудного (коренного) золота как

[1] 1 тройская унция составляет 31,1035 грамма.

ключевого геолого-промышленного типа сырья, обеспечивающего рост золотодобычи:

1) многие уже эксплуатируемые крупные коренные месторождения находятся на стадии снижающейся добычи (или переходят к ней), что особенно характерно для традиционных регионов золотодобычи;

2) добыча коренного золота в течение ряда лет не компенсировалась приростом запасов (впрочем, с 2005 г. в целом по золотодобывающей отрасли обеспечивается компенсация прироста запасов над общей добычей в основном за счет доразведки известных крупнотоннажных объектов и постановки на баланс новых средних по запасам золота месторождений);

3) фонд недропользования в своей ликвидной и инвестиционно привлекательной части в значительной степени передан добывающим компаниям – распределено более 75% всех золоторудных объектов, числящихся на балансе;

4) при этом в отрасли наблюдается доминирование нескольких горнодобывающих компаний и крупных холдингов, что ограничивает конкуренцию в недропользовании, в частности при получении лицензионных прав на месторождения в перспективных регионах (конкуренция возникает только между сопоставимыми по инвестиционному и экономическому и технологическому потенциалу компаниями);

5) многие золотодобывающие предприятия, обладающие достаточно высокой обеспеченностью запасами, имеют недостаточные объемы геологоразведочных работ (ГРР), часто воздерживаются от финансирования ранних стадий геологоразведочных работ (поисково-оценочных);

6) в нераспределенном фонде недр велика доля запасов месторождений золота, освоение которых при существующей системе лицензирования и условиях недропользования экономически нецелесообразно (т.е. не имеют промышленной значимости). В частности, это малые по запасам золоторудные месторождения, а также средние по запасам объекты, находящиеся в сложных горных, климатических и инфраструктурных условиях (это прежде всего Сибирь и Дальний Восток).

Степень влияния этих факторов на золотодобывающую отрасль в первую очередь зависит от финансирования геологоразведочных работ (как государством, так и недропользователями), от привлечения масштабных инвестиций в освоение объектов, а также от повышения эффективности системы недропользования в целом.

Немаловажным можно считать и такие меры, направленные на развитие отрасли, как вовлечение в эксплуатацию накопленных забалансо-

вых руд, не имевших при первоначальной оценке промышленной значимости. Актуальным направлением является совершенствование технологий добычи и переработки сложных руд, а также комплексного извлечения золота из полиметаллических, железных и других металлических руд. И, наконец, необходимо вовлечение в хозяйственный оборот с использованием эффективных экономических и организационных механизмов малых и средних золоторудных месторождений, находящихся в нераспределенном фонде или не осваиваемых недропользователями по различным причинам.

В целом, рассматриваемая в этом исследовании проблема сводится к следующему: имея в нераспределенном фонде достаточно большое количество малых золоторудных участков (всего их в настоящее время в России около 100) и суммарные балансовые запасы золота на них (свыше 1,2 тыс. т), ни государство, ни недропользователи не имеют возможности реализовать их сырьевой и экономический потенциал. Причина заключается в недейственных или отсутствующих экономических и организационных механизмах, которые могли бы применяться для обоснования условий лицензирования и недропользования, а также для последующей эксплуатации таких природных объектов, которые сейчас оцениваются как низкорентабельные или нерентабельные.

Таким образом, возникает потребность вовлечения в групповую эксплуатацию территориально сближенных малых (а в ряде случаев и средних) месторождений рудного золота, позволяющих достигать объединенного эффекта, основанного на взаимном субсидировании высокорентабельных и низкорентабельных объектов с целью снижения общих капитальных, технологических и организационных затрат.

Во многих районах и поселениях добывающих регионов, особенно в Сибири и на Дальнем Востоке, золотодобыча выполняет функцию сохранения социально-экономической стабильности. Снижение количества малых золотодобывающих компаний, разрабатывающих россыпные и рудные объекты, обеспечивающих занятость населения и основные поступления местных налогов, ухудшение производственных и финансово-экономических результатов таких предприятий во многом объясняется истощением запасов на уже разрабатываемых месторождениях. Поэтому практическая значимость реализации золотодобывающих проектов на основе предлагаемого подхода для совместной эксплуатации малых месторождений определяется также поддержанием социально-экономической стабильности в районах ведения добычной деятельности, пополнением местных, региональных

и федерального бюджетов платежами, поступающими от лицензирования недр и налогообложения выпуска золота.

Другая проблемная область исследования заключается в том, что аукционная форма передачи недр (до 2002–2003 гг. в основном использовалась конкурсная система) вместе с резко возросшей наполняемостью федерального бюджета предопределила селективный подход недропользователей к участию в торгах на объекты лицензирования. Результатом такого подхода в отношении нераспределенного золотоносного фонда стало то, что он в настоящее время представляет собой массу в основном малых по запасам или ресурсам объектов, геологически слабоизученных, размещенных на территориях с неразвитой инфраструктурой (дорожной, энергетической и энергосетевой), удаленных от существующих центров переработки сырья (действующих предприятий). Поэтому причинами снижения активности участия золотодобывающих предприятий в проводимых государством аукционах являются прежде всего низкий уровень разведанности золоторудных участков, предлагаемых на торгах, превалирование в перечнях объектов лицензирования малых по запасам объектов, зачастую не интересующих крупных недропользователей.

Авторы данной работы предлагают методический подход к разработке экономических способов повышения инвестиционной привлекательности таких малых (средних) месторождений рудного золота. Подход основывается на освоении месторождений золота в рамках единого хозяйственного и обогатительного комплекса («кустового» типа) с учетом территориальной сближенности объектов и схожести (или единства) их геолого-промышленных характеристик. Для обоснования перспективности эксплуатации малых золоторудных месторождений, соответствующих определенным требованиям, также рассматривается использование модульных обогатительных комплексов.

Целевой расчетно-экономической частью работы является интеграция в программу стоимостной оценки месторождений рудного золота программных модулей, позволяющих проводить экономическую оценку группы месторождений с формированием комплекса итоговых производственных и финансово-экономических показателей разработки группы месторождений рудного золота.

Таким образом, задачей исследования является выявление направлений экономически эффективной разработки малых (и средних) золоторудных месторождений, эксплуатация которых в действующих институциональных и фискально-экономических условиях лицензирования и недропользования низкорентабельна или нерентабельна. Подход

позволяет при совместной отработке месторождений вариантными способами и технологиями переработки золотосодержащего сырья существенно повысить экономическую эффективность (а значит и инвестиционную привлекательность) общего проекта по сравнению с раздельным освоением месторождений. Применение метода расчета эффективности совместной разработки близкорасположенных месторождений золота вместе с увеличением добычи золота позволяет решать следующие практические задачи:

- развитие методологической базы разработки золоторудных месторождений (в области лицензирования и экономики недропользования);
- обеспечение рационального недропользования (снижение количества неликвидных участков недр, «расчистка» баланса запасов золота, придание гибкости правовой базе недропользования);
- дополнительное обеспечение сырьевой базой малых, средних, а также крупных золотодобывающих компаний и достижение экономически эффективного ее освоения;
- обеспечение социально-экономической стабильности на территориях ведения традиционной золотодобычи за счет пролонгирования деятельности золотодобывающих предприятий, способных включать в сырьевые портфели группы малых месторождений.

Структура монография представлена четырьмя главами, отражающих общую логику проведения исследования и включает три уровня научного познания: теоретико-аналитический, методологический и имитационно-экспериментальный.

Первая глава посвящена выявлению и анализу закономерностей и факторов развития золотодобывающей отрасли в мире и в России. В первой главе показано, что истощение сырьевой базы эксплуатируемых месторождений золота и неопределенные перспективы открытия новых крупных объектов коренного золота как основного геолого-промышленного источника золотодобычи повышают роль малых (и средних) золоторудных месторождений. Представлен детальный региональный срез состояния и развития минерально-сырьевой базы золота и ее освоения, представлен зарубежный опыт вовлечения в разработку малых и средних месторождений рудного золота, систематизированы и описаны геологоразведочные и добычные стратегии золотодобывающих компаний, действующих в России. Дан авторский анализ структуры региональных золотодобывающих кластеров Сибири и Дальнего Востока.

Во второй главе представлен анализ существующей институциональной системы лицензирования и недропользования при ведении золотодобывающей деятельности, показаны недостатки, ограничивающие инвестиционную привлекательность малых (и средних) золоторудных объектов, предложена трансформация институциональных механизмов, направленная на повышение системной эффективности их вовлечения в эксплуатацию.

В третьей главе предложено технико-экономическое моделирование процесса совместной разработки территориально сгруппированных малых (и средних) золоторудных объектов и обоснование принципов размещения перерабатывающих мощностей в группе. Рассмотрено влияние льготного налогообложения добычной деятельности на эффективность разработки малых низколиквидных месторождений групповым способом.

В четвертой главе описывается процедура построения модулей позволяющих учитывать различные параметры освоения месторождений в индивидуальном и групповом вариантах при различных технологических процессах в программе стоимостной оценки месторождений твердых полезных ископаемых (ТПИ). На основании отобранных в качестве демонстрационно-расчетных примеров золоторудных узлов, расположенных в Сибири (Кемеровская область) и на Дальнем Востоке (Магаданская область, Республика Саха (Якутия)), определены эффективные варианты приоритетности разработок и технологические способы переработки руды нескольких конкретных месторождений, которые предполагается разрабатывать групповым способом в зависимости от их геолого-промышленных характеристик и территориального расположения. Показано влияние механизмов льготного налогообложения на повышение эффективности эксплуатации месторождений групповым способом.

Предложенный метод совместной разработки золоторудных месторождений отвечает требованиям рекомендаций по геолого-экономической оценке месторождений твердых полезных ископаемых, а также руководству по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений ТПИ. Подход полностью применим для проведения экономической оценки групповых объектов и в существующих условиях лицензирования и недропользования.

Материалы могут быть использованы в виде методики при разработке программ инвестиционного развития золотодобывающих компаний, при принятии решений, связанных с обеспечением производственных мощностей сырьем, руководства при подготовке рекомендации для

проведения государственной политики в области недропользования, направленной на повышение инвестиционной привлекательности малых и средних месторождений рудного золота.

Исследования проводились в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института экономики и организации промышленного производства СО РАН по Программе VIII.76.2 «Теоретические и прикладные исследования стратегического развития микро- и мезосистем в социально-экономическом пространстве» (координаторы программы: д.э.н. Суслов Н.И., д.э.н. Титов В.В.), Проект «Теоретические и методические вопросы стратегического развития мезоэкономических систем» (Научные руководители проекта: к.э.н. Марков Л.С., к.э.н. Ягольницер М.А.) по теме «Инновационные и институциональные пространства стратегического развития горнодобывающих комплексов Сибири и Дальнего Востока».

Работа основывается на результатах исследовательских экспедиций (2007–2008 гг.) Н.Ю. Самсонова на золотодобывающие предприятия – ЗАО ЗДК «Полюс» (Красноярский край) и ООО «Соврудник» (Красноярский край), ООО Артель «Суенга» (Новосибирская область), а также на изучении информационных и методических материалов во ФГУП «Росгеолфонд» (Москва), ФГУП ВИЭМС (Москва) и ФГУП ЦНИГРИ (Москва).

Авторы благодарят В.Н. Совмена (ЗАО ЗДК «Полюс»), Р.И. Гайнутдинова (ООО «Соврудник»), Р.Т. Мамахатову (СНИИГГиМС, Новосибирск), М.А. Комарова (ВИЭМС), Н.В. Дудкина (ИАЦ «Минерал», Москва) и Ю.П. Степушина (ОАО «Завод «Труд», Новосибирск), В.А. Крюкова и Л.С. Маркова (ИЭОПП СО РАН, Новосибирск) за консультации и замечания, высказанные в ходе выполнения исследований.

Глава I
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В МИРЕ И В РОССИИ

1.1. Современная мировая золотодобыча: закономерности, факторы и тенденции развития

Структурные диспропорции в мировой золотодобывающей промышленности обозначились в 1970-х гг. в связи с отменой «двухъярусной» системы образования цены на золото (т.н. Вашингтонское соглашение) и созданием свободного рынка золота. Система включала фиксированную цену (для взаимных операций центральных банков капиталистических стран) и плавающую цену (для прочих операций на основе спроса и предложения) [7]. Фиксированная цена золота (35 долл./тр. унц.) обуславливала концентрацию производства золота в Южно-Африканской Республике как в регионе с наилучшими горно-геологическими условиями разработки (к 1970 г. ЮАР обеспечивала 80% мировой добычи, добывая ежегодно около 1 000 т золота) и стагнацию выпуска металла в других традиционных западных странах-продуцентах – Канаде, США, Австралии. Золотодобыча в СССР в этом отношении представляла собой отрасль в системе плановой экономики, обеспечивающей поступление золота как промежуточного продукта в промышленный комплекс страны и для формирования потока иностранной валюты.

Золотодобывающая отрасль в западных странах-продуцентах оказалась неподготовленной к благоприятно изменившейся ситуации (рыночное ценообразование), позволявшей значительно повысить объемы выпуска золота и рентабельность эксплуатации рудников. Это привело к этапу активизации геологоразведочных работ на золотоносные месторождения различных типов, процессам обновления производственных фондов и циклов золотодобывающих компаний и предприятий, производящих специализированное оборудование и оказывающих услуги для отрасли. Произошла мобилизация финансовых и материальных ресурсов для быстрого введения новых объектов в эксплуатацию и расконсервации ранее действовавших. Подробный анализ развития ГРР в мире в конце XX в. изложен в монографии Б.И. Беневольского [4].

Массовое освоение месторождений рудного золота и сокращение добычи россыпного (сейчас только 2% золота в мире добывается из россыпей [38]) привело к наращиванию общемирового выпуска металла. Эксплуатация новых объектов началась как в традиционных центрах добычи золота, так и в странах, где драгоценный металл ранее не добывался или производился в незначительных количествах (Чили, Перу, Индонезия, Папуа-Новая Гвинея, Китай, Гана, Мали и др.). Вместе с тем, в ЮАР необходимость повышения заработной платы (до 45% эксплуатационных расходов приходилось на оплату труда) и новая жесткая налоговая система вкупе с падением содержания золота в золотоносных конгломератах привели к началу 1990-х гг. южноафриканскую золотодобывающую отрасль к тяжелому экономическому положению [62].

Начиная с 1990 г. по 2011 г. выпуск золота в мире увеличился незначительно – с 2,19 тыс. т до 2,70 тыс. т (в табл. 1 приведены данные для периода 2000–2011 гг.). Но за двадцать лет заметно снизилась концентрация добычи по макрорегионам: в 1980 г. на 10 ведущих стран-продуцентов приходилось 93% добычи, в 1990 г. – 89%, в 2000 г. – 77%, а в 2011 г. – 53%.

Начиная с 1990-х гг. в развивающиеся страны (располагающие значительной ресурсной базой золота) с политической и экономической стабильностью и новым стимулирующим добычу полезных ископаемых законодательством, стали осуществляться масштабные иностранные инвестиции [63]. Для многих из таких стран золото сейчас составляет существенную часть экспорта: в Гане – 32%, Мали – 59%, Танзании – 44%, Папуа-Новой Гвинее – 36%, Монголии – 20%, Киргизии – 45% [116].

Таблица 1

Добыча золота в мире в 2000–2011 гг.

Годы	Добыча, тыс. т	Прирост к предыдущему году, %	Годы	Добыча, тыс. т	Прирост к предыдущему году, %
2000	2,57	–	2006	2,46	–0,40
2001	2,56	–0,39	2007	2,48	0,81
2002	2,55	–0,39	2008	2,26	–0,92
2003	2,55	0,00	2009	2,35	1,04
2004	2,43	–4,71	2010	2,56	8,90
2005	2,47	1,65	2011	2,70	5,96

Источник: рассчитано по [88, 98].

В дополнение к экспорту в развивающихся странах производство золота обеспечивает поступление лицензионных платежей и налоговых доходов, передачу технологий, обучение и создание квалифицированной рабочей силы, организацию рабочих мест. Во многих развивающихся странах добыча золота – основа промышленного производства, имеющая критическое значение для функционирования систем поставки электроэнергии, воды, строительства автомобильных и железных дорог. Вместе с тем, в таких государствах как Папуа-Новая Гвинея, Индонезия, Бразилия, Перу, некоторых странах Африки строительство золотых рудников часто приводит к загрязнению водоемов, значительному ухудшению ареалов мест охоты, ловли рыбы и растениеводства, т.е. фактически к деградации территорий местных племен, их миграции с многовековых мест проживания.

В Турции, Индии, Китае промышленная добыча золота позволила создать и развить ювелирную отрасль.

В 2007 г. на первое место в мире по золотодобыче вышел Китай. Смена лидирующих позиций обусловлена как падением добычи в ЮАР (экстенсивный фактор), так и увеличением выпуска золота в Китае (интенсивный фактор). Среднегодовой темп снижения добычи в ЮАР в 2006–2011 гг. составил 6,93%, а темп прироста в Китае – 8,05% (табл. 2). Феномен роста золотодобычи

Таблица 2

Добыча золота в крупнейших странах-продуцентах золота в 2006–2011 гг., т

Место	Страна	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	Среднегодовой темп прироста в 2006–2011 гг., %
1.	Китай	245,0	276,0	288,0	314,0	340,9	360,9	8,05
2.	Австралия	244,0	246,0	225,0	220,0	261,0	270,0	2,05
3.	США	252,0	238,0	234,0	210,0	231,0	237,0	–1,22
4.	ЮАР	272,1	255,0	232,0	210,0	189,0	190,0	–6,93
5.	Россия	159,3	144,5	163,9	178,0	176,5	185,9	3,14
6.	Перу	203,3	170,0	175,0	175,0	164,0	150,0	–5,90
7.	Канада	103,9	101,0	100,0	100,0	91,0	110,0	1,15
8.	Индонезия	164,4	118,0	90,0	100,0	120,0	100,0	–9,46
9.	Узбекистан	66,2	78,0	81,0	85,0	82,0	100,0	8,60
10.	Гана	85,0	85,0	85,0	85,0	90,0	90,0	1,15

Источник: рассчитано по [88, 98].

в Китае в основном обусловлен действием программы государственных инвестиций в золотодобычу, направленной на консолидацию отрасли, повышение ее капитализации и технологического уровня.

Крупнейшие производители золота в Китае – государственные или с участием государства предприятия: China National Gold Group Corp., Zhjin Mining Group, Lingbao Gold и Shandong Zhaojin Group. Целью реформирования отрасли стало и привлечение иностранных компаний: предприятия с зарубежным капиталом (Eldorado Gold, Sino Gold и Jinshan Gold Mines) производят 5% золота в Китае, более 20 компаний-нерезидентов инвестируют в геологоразведочные проекты [89].

Таблица 3

Общие денежные издержки в мире в 2009–2010 гг.*

Страна/период	Средние общие денежные издержки, долл./тр. унц.	
	2009 г.	2010 г.
ЮАР	706,0	826,0
Другие страны Африки	591,0	677,0
Океания (Австралия, Индонезия)	595,0	694,0
Северная Америка (США, Канада)	501,0	573,0
Азия (Китай)	467,0	628,0
Южная Америка	381,0	484,0
Россия и страны СНГ	392,0	491,0
Цена***	972,3	1 224,5
Страна/период	Разница между средней мировой ценой и средними общими денежными издержками, долл./тр. унц.	
	2009 г.	2010 г.
ЮАР	266,3	398,5
Другие страны Африки	381,3	547,5
Океания (Австралия, Индонезия)	377,3	530,5
Северная Америка (США, Канада)	471,3	651,5
Азия (Китай)	505,3	596,5
Южная Америка	591,3	740,5
Россия и страны СНГ	580,3	733,5
Цена***	–	–

*Номинальные значения; значения издержек, приведенные к 1990 г., представлены в табл. П.1.

***Среднегодовая мировая цена золота (Лондонская Ассоциация участников рынка драгоценных металлов, LBMA) в задаваемые периоды.

Источник: рассчитано по [8, 92, 96].

Распределение лидирующих стран в мире по объемам золотодобычи в 2006–2011 гг. представлено в табл. 2. В течение последних пяти лет продолжалось некоторое смещение внимания золотодобывающих компаний, инвестирующих в новые проекты, с традиционных регионов золотоносности (Северная Америка, Южная Африка, Австралия) на страны Южной Америки, Центральной Африки, Азии и Океании. Новые месторождения, введенные в эксплуатацию в этих регионах, значительно изменили территориальную структуру мировой добычи золота. Сдвиги в размещении золотодобычи привели к изменению структуры стран по уровню издержек, в частности ЮАР, во многом исчерпав доступные запасы, утратила позиции производителя дешевого золота (табл. 3).

Более 65% ежегодной добычи золота в мире осуществляется примерно двадцатью компаниями (табл. П.1). В их числе не только собственно золотодобывающие компании, но и горнопромышленные корпорации по выпуску цветных и черных металлов, и ведущие добычу золота как попутного компонента: Xstrata, Freeport-McMoRan, Buenaventura и другие. Среди 20 крупнейших золотодобывающих компаний мира только одна российская – «Полюс Золото» (основной операционный актив в настоящее время – ЗДК «Полюс»).

Индексами оценки концентрации рынков или отраслей являются индекс CR_n, то есть доля продаж от совокупной реализации отрасли, приходящаяся на n лидирующих компаний, и индекс Херфиндаля-Хиршмана (HHI) [80].

Индекс CR_n в официальной американской статистике в настоящее время не используется, распространение получил индекс HHI. В мире золотодобыча имеет низкую степень концентрации производителей золота: HHI_{20}=320,0–333,5 (в 2007–2009 гг., табл. 4). При этом отрасль имеет двойственное состояние: она характеризуется признаками конкуренции (цена золота – биржевая,

Таблица 4

Индекс Херфиндаля-Хиршмана для лидирующих золотодобывающих компаний мира в 2007–2009 гг.

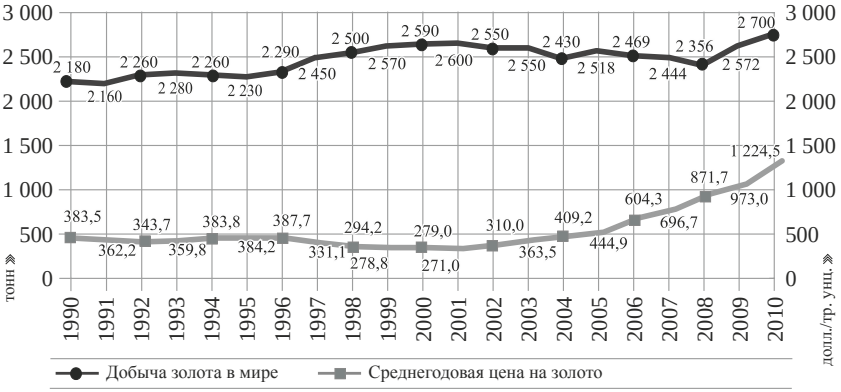
Число крупнейших компаний в отрасли, *n*	HHI_n		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Четыре	252,4	252,6	245,5
Восемь	286,1	286,7	294,9
Двадцать	320,0	322,3	333,5

Источник: Расчеты авторов на основе табл. П.2.

имеется большое количество продуцентов) и в то же время обладает некоторыми свойствами олигополии (высокие барьеры для вступления в отрасль, продукт является стандартизованным и т.д.).

Кривая цен на золото, как и на базовые цветные металлы, за достаточно длительный период времени по форме напоминает синусоиду. Динамика добычи золота и цен демонстрирует следующую закономерность: в период низких цен добыча увеличивается, в период высокой стоимости золота его выпуск снижается или стабилизируется [64] (рис. 1).

Отсюда следуют выводы: во-первых, существует определенная отрицательная зависимость между этими переменными, во-вторых, внутренние отраслевые факторы, дополняемые в ряде случаев региональными особенностями, не позволяют в период высоких цен значительно увеличивать добычу. Под такими факторами подразумеваются снижение золотосодержаний в рудах, снижение запасов золота на месторождениях, ухудшение горно-геологических условий их разработки, увеличение доли трудно-обогатимых руд среди добываемых руд, ужесточение условий ведения горной деятельности в странах с развитой добычей, действие временны*х* лагов между проведением геологоразведочных работ, осуществлением капитальных инвестиций и получением доходов и прибыли от новых добычных проектов и т.п.



Источник: [88, 96].

Рис. 1. Динамика мировой добычи золота и среднегодовой цены на золото (Лондонская Ассоциация участников рынка драгоценных металлов, LBMA) в 1990–2010 гг.

Предприятия-продуценты золота в большинстве случаев не способны регулировать эти условия, а могут только адаптироваться к ним, выстраивать свои производственные, инвестиционные и разведочные стратегии. Вместе с тем, поведение цены на золото на мировом рынке определяется не только объемами его потребления как товара для различных отраслей промышленности, но и общим состоянием мировой экономики, темпами развития инфляционных процессов, устойчивостью доллара как международной валюты. Подробный анализ рынка золота и факторов, влияющих на него, представлен, в частности, в работах Б.И. Беневольского, В.М. Соколова, А.В. Соколова, С.М. Борисова, Б.К. Кожогулова [4, 8, 26, 63, 64, 65].

Цикличность ценообразования на золото приводит к тому, что золотодобывающие предприятия прибегают к превентивным мерам, позволяющим частично нивелировать негативное влияние цен в период их снижения на общую прибыльность. Компании могут использовать следующую систему мероприятий (табл. 5), хотя применительно к конкретным месторождениям золота или к золотодобывающим предприятиям представленная система требует более глубокого обоснования. Долгосрочное снижение или стабилизацию издержек может обуславливать ввод новых месторождений, издержки на которых, как правило, ниже, чем на эксплуатируемых объектах. Тогда интенсивность наращивания золотодобывающими компаниями портфелей новых активов (месторождений) зависит от изменения текущих средних издержек добычи золота. Чем выше становятся издержки (и ниже рентабельность) на рудниках, тем активнее компании приобретают новые месторождения, инвестируют в геологоразведку и в подготовку к их освоению.

Таким образом, предприятия находятся перед необходимостью поддержания наиболее эффективных отраслевых стратегий, позволяющих вести разработку объектов, снижающих общие средние издержки. В этой связи, как отмечается Б.И. Беневольским, крупные компании стремятся к созданию избыточной сырьевой базы, чтобы иметь возможность выбора объектов, характеризующихся минимальными средними издержками [4]. Более подробно анализ зависимостей между сырьевыми базами и финансово-экономическими показателями деятельности предприятий (на примере зарубежных компаний) представлен в следующей публикации одного из авторов книги (журнал «Регион: экономика и социология) [58].

Таблица 5

Система основных мер
для золотодобывающих предприятий
при изменении цены на золото

<table>
<tr><th></th><th>Снижение цен на золото</th><th>Рост цен на золото</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Горно-геологические и экономические меры</td><td>Переход на более качественные участки месторождений с более высоким содержанием золота, селективная выемка, обеспечение сохранности запасов неактивных и нерентабельных участков при существующей конъюнктуре цен. Введение в отработку участков с лучшими геолого-промышленными характеристиками (наименьшая глубина и угол падения рудных тел, наибольшая мощность рудных тел, наилучшие технологические свойства руд и т.д.).</td><td rowspan="2">Пересмотр эксплуатационных кондиций в пользу вовлечения в отработку участков месторождений, не вовлекаемых в периоды низких цен. Вовлечение в эксплуатацию запасов, относившихся в периоды низких цен к забалансовым.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Пересмотр эксплуатационных кондиций золотоносной руды в пользу отработки наиболее качественных участков или месторождений в «сырьевом» портфеле.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Введение новой горной техники, техническое переоснащение комплекса переработки и обогащения руд, воспроизводство запасов.</td></tr>
<tr><td>Уменьшение объемов добычи на сложных и наименее рентабельных участках или объектах.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Рациональное использование календарного рабочего времени на всех стадиях технологического процесса по горному и технологическому циклам. Вовлечение в эксплуатацию близкорасположенных к основному объекту месторождений-спутников с малыми или средними запасами с приемлемым содержанием ценного компонента для шихтования с «главной» рудой.</td></tr>
<tr><td>Налоговые</td><td colspan="2">Вертикальное регулирование ставок по уплате налогов (местного, регионального значения; дифференцированно по объектам недропользования), сборов.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Общие</td><td colspan="2">Снижение производственных и административных издержек.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Импорт зарубежных технологий, трансферт эффективных производственных и управленческих процедур</td></tr>
</table>

Источник: [3].

1.2. Состояние и перспективы минерально-сырьевой базы золота России. Роль малых (и средних) рудных месторождений золота в минерально-сырьевой базе

Темпы использования и развития минерально-сырьевой базы золота в мире определяются в основном тенденциями международной финансовой системы и ювелирной промышленности, потребляющих значительную часть предложения золота (как добытого из недр, так и вторичного). Так, за последние 30 лет годовое потребление возросло в 3 раза и в настоящее время превышает 4 тыс. т.

За прошедшее десятилетие сферы применения золота расширились, теперь его применяют для производства компонентов в высокотехнологичных секторах промышленного производства, прежде всего в развитых странах, а также для создания современных методов и инструментов в медицине (рис. 2).

Рис. 2. Некоторые сферы инновационного применения золота в высокотехнологических сферах производства и услуг (см. табличный обзор ниже)

1. Транспорт	1.1 Авиационное производство	Хотя золото – очень тяжелый металл, оно используется в авиации. Микронное покрытие золотом защитного стекла кабины пилотов аэробусов позволяет отражать ультрафиолетовое солнечное излучение, а сплавы золота используются для защиты соединений деталей в авиадвигателях
	1.2 Автомобильный транспорт	В каждом современном автомобиле множество проводов, чипов и сенсоров. Использование золота в качестве проводящего металла в них играет важную роль в обеспечении безопасности вождения: от применения золота в чипе, отвечающего за антиблокирование тормозной системы, до сенсоров, активирующих подушки безопасности при столкновении. Также нанопокрытие золотом используется в некоторых выхлопных системах современных автомобилей в качестве каталитических компонентов для повышения экологичности двигателей автомобиля
2. Электроника и телекоммуникации	2.1 Сотовая связь	Каждый мобильный телефон или смартфон содержит небольшое количество золота в своих микросхемах (в среднем на 1 долл. в каждом аппарате связи). Высокая проводимость золота позволяет телефону работать надежно и быстро и сохранять данные на карте памяти телефона
3. Энергетика	3.1 Солнечная энергия	Использование золота в системах аккумулирования солнечной энергии (solar cell systems) позволяет повысить эффективность «сбора» солнечной энергии
4. Химия и нефтехимия	4.1 Каталитические системы	Катализаторы с использованием золота используются на химических и нефтехимических заводах для превращения отходов производства в химические продукты, которые применяются для выпуска пластмасс и красок
5. Медицина	5.1 Протезирование, испланирование, таргетированная доставка лекарств в организм, лечение рака	Золото уже используется для лечения артритов, применяется при производстве слуховых и глазных имплантатов. Наночастицы применяются в различных тестовых препаратах бытового и медицинского назначения. В перспективе золото будет использоваться как «доставщик» лекарственных препаратов внутри организма, в т.ч. при лечении раковых опухолей

Основная масса (70%) мировых запасов золота сосредоточена в восьми странах (более 2 тыс. т в каждой) – ЮАР, России, США, Австралии, Индонезии, Канаде, Китае и Узбекистане. Минерально-сырьевая база золота в мире обеспечивает добычу на уровне 2009–2011 гг. (2,35–2,70 тыс. т золота) в пределах 20–22 лет, а ведущих стран-продуцентов – 10–16 лет. Прогноз мировой золотодобычи до 2025 г. показывает допустимость достижения выпуска 3,5 тыс. т золота в год при среднегодовых темпах роста 2,7% [40]. Значительное место в развитии мировой добычи предоставлено освоению ресурсов золота России.

Коренные месторождения являются важнейшими в минерально-сырьевой базе золота нашей страны. Они относятся к трем основным геолого-промышленным типам (жильные, минерализованные зоны, штокверковые), определяющим как масштабы оруденения, так и их качественные характеристики. В свою очередь они влияют на способы организации добычи, технико-экономические параметры освоения объектов, и в целом эти характеристики определяют экономику горно-обогатительных предприятий. По масштабам оруденения в российской классификации выделяются месторождения: весьма крупные (уникальные) – более 400 т золота, крупные – 100–400 т, средние – 25–100 т, малые – менее 25 т. В настоящее время, в связи со значительным снижением качества золоторудных объектов, к малым объектам целесообразно относить месторождения с запасами менее 10 т.

В табл. 6 представлены основные геолого-промышленные типы золоторудных месторождений России и их основные характеристики (распределение запасов и ресурсов по геолого-промышленным типам месторождений золота России приведено в табличных строках 6 и 7).

Наибольшую группу по числу известных в стране золотых и золотосеребряных месторождений объединяет жильный класс, характеризующийся повышенным содержанием золота (5–20 г/т), использованием относительно недорогих по капитальным и эксплуатационным затратам технологий обогащения (гравитация-флотация). Свыше 16% запасов и более 46% прогнозных ресурсов золота сосредоточено в объектах, относящихся к этому геолого-промышленному типу, представленных в основном малыми и средними месторождениями.

Таблица 6

Характеристика основных геолого-промышленных типов золоторудных месторождений РФ

№ пп	Показатели	Геолого-промышленный тип		
		Жильные	Минерализованных зон	Штокверковые
1.	Рудная формация	Золотокварцевая, золотокварц-сульфидная, золотосеребряная	Золотосульфидная, золотосеребряная	Золотокварцевая, золотокварц-сульфидная
2.	Содержание золота, г/т	2–20	3–25	2–4
3.	Способ отработки, производительность	Открытый, подземный; 50–600 тыс. т руды; 0,5–3 т золота	Открытый, подземный, комбинированный; 0,6–3 млн т руды; 5–6 т золота	Открытый, комбинированный; 1–2 – 15–20 млн т; 5–50 т золота
4.	Технологический тип руды	Легкообогатимый	Упорный	Легкообогатимый
5.	Крупность по запасам	Малые, средние, крупные	Малые, средние, крупные	Средние, крупные и весьма крупные
6.	Запасы, %	16,2	46,2	37,6
7.	Ресурсы, %	46,7	51,7	1,6
8.	Примеры месторождений	Аметистовое, Дарасунское, Каральвеемское	Многовершинное, Нежданинское, Наталкинское	Куранахское, Сухой Лог, Олимпиадинское

Источник: [4].

Тип минерализованных зон и штокверковый тип по числу объектов уступают жильному типу. Но месторождения этих типов характеризуются более крупными объемами руд и содержащегося в них золота (что определяет их весомую долю в российских запасах, около 84%), хотя обычно они имеют низкое качество руд, сложное их залегание и невысокое удельное содержание золота. Промышленное освоение такого класса месторождений, например Наталкинского (Магаданская область, запасы – более 1,5 тыс. т), Нежданинского (Якутия; 680 т), Майского (Чукотский АО; 248 т) и ряда других, требует значительных капитальных вложений особенно для регионов Сибири и Дальнего Востока – вплоть до 30–50 млрд руб. Капитальные вложения, по

данным на период развития некоторых российских золотодобывающих проектов, в 2009–2011 гг. составляют от 80 долл. до 250 долл. на 1 т мощности по руде.

Сравнительная характеристика запасов рудного золота в разрезе федеральных округов и типов месторождений, составленная по данным Государственного баланса запасов золота РФ, приводится соответственно в табл. П.2, П.3, П.4.

Разведанные балансовые запасы всего золота страны заключены в коренных (47,5%), комплексных (30,2%) и россыпных месторождениях (22,5%). В Сибири высока доля коренных месторождений (67,4% от всех запасов этого макрорегиона), на Дальнем Востоке запасы коренных месторождений несколько меньше – 51,2% от запасов этого макрорегиона, но здесь высока доля россыпных запасов – 46,1% (за счет традиционных россыпных территорий – Магаданской и Амурской областей, Республики Якутия и Чукотского АО).

Помимо излечения металла из коренных и россыпных объектов добыча золота ведется из комплексных руд. В Сибири комплексные месторождения содержат 19,7% от региональных запасов золота, на Дальнем Востоке – 2,7% от суммарных запасов этой территории. Комплексные руды хотя и могут оказать влияние на увеличение запасов и добычи, но не решающее (попутная добыча металла в 2011 г. составила 14,34 т, в 2010 г. – 12,67 т, или в пределах 7–8% от совокупной годовой добычи золота из недр).

Минерально-сырьевая база руд комплексного типа находится в зависимости от состояния сырьевой базы и производства основных ценных компонентов месторождений – цветных металлов (медь, сурьма, свинец, цинк). Наиболее перспективные российские комплексные месторождения – Бугдаинское и Быстринское (Забайкальский край) – начнут разрабатываться ГМК «Норильский никель» в 2015 г., планируемая годовая производительность золота на Бугдаинском – 1,9 т, на Быстринском – 6,3 т.

По прогнозным ресурсам (всех категорий) Дальний Восток превосходит Сибирь (52,8% и 31,2% от общих ресурсов страны соответственно), на Урале содержится 9% ресурсов золота, остальные макрорегионы имеют несущественное значение (табл. П.5, П.6).

Минерально-сырьевая база золота, учитывая ввод таких крупных месторождений, как Наталкинское и Нежданинское и ряд других (см. инвестиционные проекты с вводом до 2016 г.

в табл. 7), обеспечивает текущую добычу из коренных месторождений всеми разведанными запасами на период до 70–80 лет, эксплуатируемыми – в пределах до 2025 г., а рентабельными из них – примерно до 2020 г. Высокие цены на золото, в настоящее время в среднем кратно превосходящие полные затраты на добычу на рудных месторождениях, относительно благоприятное качество руд эксплуатируемых и подготавливаемых объектов, перспективы расширения их сырьевой базы позволят значительно пролонгировать сроки освоения рентабельной сырьевой базы.

Если инвестиционные проекты по освоению как традиционных, так и новых золотоносных территорий реализуются, а видимых причин для их прекращения сейчас нет, то к 2018–2020 гг. в России – в основном в Сибири и на Дальнем Востоке – будет добываться не менее 250–260 т золота в год. В текущих ценах (средняя цена в 2011 г. составила 1572,5 долл. за 1 тр. унц.) стоимость ежегодно добываемого золота в стране составит 12,6–13,1 млрд долл. (сейчас 9,38 млрд долл.). Вероятно и то, что Россия к этому времени станет вторым после Китая производителем золота в мире.

Правительством РФ (Министерством природных ресурсов и экологии РФ) в течение 2008–2011 гг. достаточно успешно реализованы меры по преломлению негативной ситуации превышения добычи золота над приростом его запасов и сохранению достигнутых результатов в воспроизводстве минерально-сырьевой базы золота. Министерством природных ресурсов и экологии РФ разработана (в 2005 г.) и реализуется (актуализирована в 2008–2009 г.) Программа изучения недр и воспроизводства МСБ России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья до 2020 г. [20]. Приоритеты в государственном финансировании отдаются стратегически важным ресурсам и полезным ископаемым с приближающимися сроками исчерпания рентабельных запасов, в т.ч. по россыпному и рудному золоту. Вместе с тем, более 70% бюджетных вложений в 2008–2010 гг., направленных на геологоразведку на твердые полезные ископаемые (благородные металлы и алмазы, черные, цветные и редкие металлы, уголь и уран), затрачены на проведение поисковых и поисково-оценочных работ, из них примерно половина средств – на золото [30]. Такой принцип укрепления сырьевой базы золота – финансирование начальных этапов ГРР – сохранится и в дальнейшем. Расширение МСБ будет проводиться за счет локализации ресурсов и частичного прироста запасов по категории не выше C_2.

Таблица 7

Основные инвестиционные проекты в Сибири и на Дальнем Востоке крупнейших золотодобывающих компаний

№ п/п	Месторождение/Проект освоения	Запасы (ресурсы), т		Инвестиции, млн долл.	Год ввода в эксплуатацию	Производительность по золоту, т
1.	Наталкинское, Магаданская обл.	1 543,2		3 000,0	2014–2020 (поэтапно)	21,7–34,0
	Благодатное (реализован), Красноярский край	318,3		650,0	2010	14,5
	Вернинское (реализован), Иркутская обл.	186,4		698,0	2012	8,4
	Нежданинское, Республика Саха (Якутия)	680,0		не менее 580,0	2016	6,4–10,0
	Олимпиадинское (расширение), Красноярский край	353,4		100,0	2014–2018 (поэтапно)	25,7
	Чертово корыто, Иркутская обл.	87,2		426,0	2015–2026	5,2
	Попутнинское/Панимбинское, Красноярский край	не менее 75,0 / 18,0 (кат. P_1+P_2)		не менее 462,0	2016–2019 (поэтапно)	1,3–7,1
	Кючус, Республика Саха (Якутия)	174,9		не менее 300,0	2016–2018	6,4–6,7
	Бамское, Амурская обл.	208,1		не менее 232,0	2016	3,2
2.	Албазино (реализован), Амурская обл.	73,9		270,0	2011	5,0–5,5
	Омолонский проект (переработка руды на ЗИФ «Кубака» и на комплексах кучного выщелачивания), в стадии реализации, Магаданская обл.	Биркачан	16,9	150,0	2010–2011	4,7–7,8
		Ороч	2,3			
		Цоколь	6,4			
		Сопка Кварцевая	25,7		2010–2011	3,0
		Дальний	4,5			
	Майское, Чукотский АО	77,2 и 241,0 (P_1+P_2)		170,0	2012–2013	10,0

3.	Двойное и площадь Водораздельная (с переработкой руды на ЗИФ «Ку-пол»), Чукотский АО	64,0 / 65,0 т (кат. P_1+P_2)	н./д.	2012	6,5–7,0
4.	Рябиновое и Лунное (золотоурановое), Республика Саха (Якутия)	16,7 / 3,0 и 28,0 т (кат. P_1+P_2)	н./д.	2012–2014	2,0 / 0,4–0,7
5.	Аметистовое, Бараньевское, Кумроч, Золотое (Камчатский край)	76,7	н./д.	2014–2016	4,5–6,0
6.	Асачинское (реализован, Камчатский край)	22,5	130,0	2011	3,0
7.	Албын и Токур (Амурская обл.)	43,7 / 6,4	н./д.	2013–2014	2,0 / 1,4
	Маломыр (реализован, Амурская обл.)	126,0	170,0	2010–2011	3,0
8.	Тасеевское (Забайкальский край)	109,0	н./д.	2014–2015	7,0
9.	Боголюбовское (Красноярский край)	37,0	100,0	2012–2013	2,5
10.	Павлик (Магаданская обл.)	107,0	300,0	2013–2014	5,0
11ю	Белая Гора (Хабаровский край)	26,4	105,0	2013	2,4–3,5

Источник: [9–14, 16, 17, 18].

Основной объем работ и затрат Программы, направленных на благородные металлы, приходится на Восточную Сибирь и регионы Дальнего Востока. Воспроизводство МСБ золота в них обеспечит как поддержку имеющихся, так и создание новых производственных комплексов по добыче золота. Вложения федерального бюджета в воспроизводство сырьевой базы золота в Сибири и на Дальнем Востоке по всем стадиям ГРР по плану составят в 2011–2020 гг. 32,3 млрд руб.

В соответствии с государственной политикой в области использования минерального сырья (Федеральный закон РФ «О недрах») и сложившейся практикой, основной объем затрат на воспроизводство запасов при разведке месторождений приходится на недропользователей. Так, вклад средств на ГРР частных компаний, заявляемых в программе, в 2011–2020 гг. составит 71,7 млрд руб. Эффективность ГРР, рассматриваемая как отношение выявленной ценности недр (запасы в условных категориях С1+С2, т.е. переведенных по соответствующим коэффициентам из ресурсов, [41]) к произведенным затратам, составит не менее 200 руб. на 1 руб. затрат (при действующих ценах на золото).

Новые сырьевые базы золота возникнут в Сибири, в частности, масштабные ГРР будут проведены прежде всего в золотоносных районах Республик Бурятия и Хакасия, Иркутской области, Забайкальского и Красноярского краев, а на Дальнем Востоке – Республики Саха (Якутия), Приморского, Хабаровского и Камчатского краев, Магаданской области, Чукотского АО. Особое значение придается созданию золотодобывающего центра мирового уровня на основе Яно-Колымской золоторудной провинции, расположенной преимущественно на западе Магаданской области, а также затрагивающей восточную часть Якутии (Адыча-Тарынская группа золоторудных объектов), с возможной общей добычей 100–120 т золота в год. Изучаемое на Чукотке перспективное проявление Ольховское (меднопорфировое с золотом) в комплексе с находящимся поблизости месторождением Песчанка (Баимская рудная зона, ресурсный потенциал месторождения – 27 млн т меди и 1600 т золота) может послужить основой для создания на северо-востоке страны крупного добычного проекта с попутной добычей золота.

Ожидаемые результаты от Программы воспроизводства МСБ золота до 2020 г. по коренному золоту в абсолютных значениях в Сибири и на Дальнем Востоке представлены в табл. 8.

Таблица 8

Ожидаемые результаты от проведения ГРР на коренное золото в 2008–2020 гг.

Регионы	Категории прогнозных ресурсов и запасов			
	P_3	P_2	P_1	C_1+C_2
РФ, всего, тыс. т	18,08	7,12	4,48	4,59
Сибирь, тыс. т	3,00	0,80	1,17	0,69
Дальний Восток, тыс. т	13,73	5,14	2,50	3,37
Доля Сибири, %	16,6	11,2	26,2	15,1
Доля Дальнего Востока, %	75,9	72,3	55,8	73,5

Источник: [20].

В июне 2010 г. Правительство РФ утвердило Стратегию развития геологоразведочной отрасли до 2030 г., направленных на повышение инвестиционной привлекательности уникальной, по распространенному мнению, российской золотоносной базы. В этой связи В.М. Соколовым (ИЭОПП СО РАН, Новосибирск) ранее отмечалось, что даже когда упоминается тревожное положении дел в сырьевом секторе цветной металлургии (к которой относится и золотопромышленность), то считают, что РФ обладает огромными запасами сырья, но «…если следовать западным методикам подсчета запасов – а при сложившемся уровне вовлечения цветной металлургии России в мировой рынок нам от этого не уйти, – то следует выражаться более осторожно. Россия действительно обладает громадными ресурсами и резервными базами. Но именно с запасами, которые сегодня можно рентабельно отрабатывать, дело обстоит не так уж хорошо. Имеются запасы богатых руд в ряде регионов, но в целом минерально-сырьевая база, во-первых, не способна полностью обеспечить отечественную золотодобывающую отрасль сырьем, во-вторых, многие действующие предприятия вынуждены перерабатывать достаточно бедные или труднообогатимые руды, что неизбежно должно отрицательно сказаться на рентабельности их работы» [64]. То есть можно располагать огромным ресурсным потенциалом, но не иметь запасов, поскольку путь от потенциала до запасов длинный и дорогостоящий, что может повлиять на оценку инвестиционной привлекательности не только самой сырьевой базы, но и на проведение ГРР.

Экономический кризис 2008–2009 гг. вызвал снижение государственного финансирования геологоразведочной деятельности. Средства федерального бюджета на воспроизводство МСБ золота сокращались (если в 2008 г. на разведку по драгоценным металлам и драгоценным камням затрачено в сумме 3,5 млрд руб., то в 2009 г. только 2,3 млрд руб.). Вместе с тем, даже такое снижение расходов, конечно, не является критичным для отрасли: в целом создан запас прочности – расширенное воспроизводство балансовых запасов золота в 2008 г. составляло 271%, в 2009 г. – 165% [30, 41, 74, 75].

Общие объемы вложений в ГРР (как государственные, так и средства недропользователей) на все виды твердых полезных ископаемых в 2010 г. составили 36,1 млрд руб., из них на благородные металлы и алмазы – 15,6 млрд. руб. Основная часть затрат на ГРР по благородным металлам и алмазам осуществлена частными инвесторами на собственно ГРР (научно-исследовательские и опережающие работы, поисковые, оценочные и разведочные работы) – около 10 млрд руб., на эксплуатационную доразведку и мониторинг состояния месторождений – около 2,5 млрд руб., средства бюджета РФ (поисково-оценочные работы) составили только 2,3 млрд руб. В целом 2010 г. проходил в условиях самого низкого уровня финансирования ГРР на твердые полезные ископаемые (в сопоставимых ценах).

Затраты на геологоразведку заключительных стадий в кризис сокращали и недропользователи. Определенное влияние на эти процессы оказывали и продолжают оказывать неблагоприятные институциональные условия (законодательные, ведомственные, налоговые), в рамках которых компании осуществляют ГРР. Недропользователи почти полностью обеспечивают проведение ГРР разведочной стадии, но не проявляют заинтересованности в подготовке перспективных площадей. Что касается проведения недропользователями ГРР поисково-оценочных и разведочных работ на конкретные виды твердых полезных ископаемых, то общий анализ показывает, что в среднем на 40% объектов предусмотренные лицензионными соглашениями работы не проводятся, т.е. значительное количество перспективных участков и месторождений выведено из процесса воспроизводства МСБ и подготовки объектов к эксплуатации. Это отражает «конъюнктурный» подход недропользователей к финансированию ГРР. Он оправдан с точки зрения бизнеса, но не всегда выгоден обществу в целом [43].

Меньшее количество «неработающих» лицензий приходится на остродефицитные и ликвидные виды сырья, цены на которые кризис затронул незначительно, в т.ч. и на коренное золото (15,7%).

Этот подход дополняет картина распределения затрат компаний по группам твердых полезных ископаемых. Фактически 50% затрат приходится на высоколиквидные золото, серебро, металлы платиновой группы и алмазы. Но по объему формируемых денежных доходов (потоков) в конечном счете эти металлы составляют менее 5% в общем потоке поступлений от разработки всех полезных ископаемых.

Федеральное агентство по недропользованию (Роснедра) последовательно придерживается принципа концентрации ограниченных государственных средств, направляемых на ГРР, на основе программно-целевого планирования с учетом минерагенического потенциала и социально-экономических особенностей отдельных российских регионов. Прежде всего, это районы Сибири и Дальнего Востока, где финансирование составило примерно по 30%. Здесь прогнозируются наиболее значимые новые открытия. Приоритет отдан высоколиквидным и наиболее привлекательным для лицензирования видам (золото, серебро, алмазы), и именно на Дальнем Востоке и северо-востоке России последние несколько лет продуцируется основной прирост МСБ золота.

В 2010 г. в России получены приросты запасов рудного золота в объеме 610 т. Но основные показатели воспроизводства МСБ по золоту достигнуты главным образом крупными недропользователями и преимущественно на давно известных месторождениях. Впервые поставлены на государственный баланс запасы золота на месторождении Двойное в Чукотском АО в объеме 64 т. В 2011 г. закончены работы по оценке Тарынского рудного поля в восточной Якутии. Балансовые запасы золота рудного поля составляют 52 т, ресурсы только высоких категорий составляют около 1000 т. Рудное поле представлено рядом сближенных участков и фактически представляет собой единое месторождение. Открытия объектов такого масштаба и с таким качеством руд происходят раз в несколько десятилетий [43].

Более того, существенно повышены запасы золота комплексных месторождений: поставлены на баланс руды Ак-Сугского (медь, молибден, серебро, золото) месторождения в Тыве (с запасам золота в 56 т), прирост запасов золота на Черногорском ме-

сторождении (никель, медь, МПГ, золото) в Норильском районе Красноярского края составил 16 т. На Кингашском медно-никелевом месторождении на юго-востоке Красноярского края прирост запасов золота составил 20,7 т.

Проведение поисково-оценочных работ неизбежно ведет к расширению территории изучения и увеличению вероятности обнаружения некоторого количества новых рудопроявлений (затем – месторождений) золота. Так, число финансируемых за счет федеральных средств локальных золотоносных объектов на проведение геологоразведочных работ в России ежегодно колеблется в пределах 225–280 объектов [41]. Но исчерпаемость и невозобновимость полезных ископаемых означает, что открытия крупных месторождений, в т.ч. золоторудных, происходят все реже. Соответственно, с ускорением воспроизводства минерально-сырьевой базы золота в регионах Востока России вместе с месторождениями с крупными и средними запасами золота одновременно будет формироваться низколиквидная часть золотоносных объектов, представленная малыми объектами. С получением положительных результатов ГРР по крупным и средним залежам золота неминуемо усилится и количественное доминирование малых потенциально нерентабельных или низкорентабельных участков недр. Таким образом, проблема вовлечения в хозяйственный оборот такого рода объектов обострится еще сильнее.

В связи с возможными колебаниями объемов финансирования геологоразведочных работ и государству, и недропользователям следует рассмотреть изменение роли образовавшихся отходов золотодобывающих предприятий – забалансовых руд и техногенных образований, а также технологий переработки техногенного и низкосортного сырья и провести системную переоценку их промышленного значения. Так, в качестве одного из направлений инновационных проектов в металлургической отрасли в Стратегии развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2015 г., значится «разработка технологий переработки техногенного и вторичного сырья, содержащего цветные и редкие металлы», в частности, доизвлечения благородных металлов из лежалых хвостов комплексных месторождений, разрабатываемых ГМК «Норильский никель» [68].

К техногенным месторождениям относятся спецотвалы забалансовых руд, добытых в результате разработки золоторудных месторождений, золотосодержащие отходы (хвосты, шламы).

Особенности подходов к их классификации, изучению и оценке изложены в соответствующих методических документах [34]. Общие объемы забалансовых запасов золота и отвалов рудных месторождений в Сибири и на Дальнем Востоке представлены в табл. 9.

Переработка техногенных месторождений может представлять интерес в первую очередь для некрупных золотодобывающих предприятий, завершающих выемку основных кондиционных запасов эксплуатируемых объектов и, соответственно, находящихся в условиях дефицита рудного сырья. Привлекательность техногенным месторождениям придает их размещение в развитых геолого-промышленных районах регионов Сибири и Дальнего Востока, как правило, в зоне действия горно-обогатительных предприятий, горная масса находится на поверхности, и она преимущественно дезинтегрирована, что снижает затраты на выемку и переработку сырья [28].

Постановке на учет забалансовые запасы подлежат в случае, если они вовлечены в разработку или получили положительную геолого-экономическую оценку промышленной значимости. Недропользователи ведут обязательный систематический геолого-маркшейдерский учет забалансовых запасов основных объектов, а часть из них вовлекают в эксплуатацию как подшихтуемое сырье. Так, Северо-Енисейский ГОК (Красноярский край) в 1993–1997 гг. отработал отвалы месторождения Советское в объеме 280 тыс. т, а с 2000–2002 гг. для загрузки мощностей золотоизвлекательной фабрики ООО «Соврудник» (преемник Северо-Енисейского ГОК) переработано 411 тыс. т отвальных пород [49]. ОАО «Артемовская ЗРК» (Курагинский район, Красноярский край) в настоящее время продолжает перерабатывать золотосодержащие отходы хвостохранилища выработанного месторождения Ольховское, добывая 200–250 кг золота в год.

Таблица 9

Забалансовые запасы золота и запасы в отвалах коренных месторождений (общий фонд) в Сибири и на Дальнем Востоке

Регион	Забалансовые запасы, т	Запасы золота в отвалах, т		
		ABC_1	C_2	Забалансовые
Сибирь	458,75	52,54	0,158	1,9
Дальний Восток	452,13	11,71	0,592	4,1

Источник: [19].

Особенности правовой базы, применяемой для использования техногенных объектов в качестве минерального сырья, не позволяют недропользователям вовлекать их активно в хозяйственный оборот. Обоснование применения нулевой ставки налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ), предусмотренной законодательством [45] при разработке некондиционных запасов и запасов, остающихся во вскрышных, вмещающих породах и в отвалах, проблематично и затратно. В соответствии с распоряжением МПР РФ № 403–р от 19.09.03, при намерении вести разработку такого сырья с применением нулевой ставки НДПИ недропользователи обязаны поквартально направлять обосновывающие материалы на экспертизу. Очевидно, что даже этот фактор – бюрократизация и частота согласовательных процедур (что, в частности, требует расходов на экспертизы и транспорт) – не дают компаниям стимулов разрабатывать забалансовые запасы.

Расчет технико-экономических показателей при организации переработки низкосортного сырья по технологии обогащения сырья кучным выщелачиванием, проведенный в качестве примера для забалансовых отвалов от разработки Северо-Западного фланга месторождения Советское (Красноярский край, Северо-Енисейский район), показывает, что чистый дисконтированный доход в период эксплуатации в современных экономических условиях может превышать (хотя и незначительно, фактически на грани рентабельности) понесенные капитальные и эксплуатационные затраты. Анализ проблематики вовлечения техногенных образований в эксплуатацию и расчеты экономической эффективности их эксплуатации представлены в публикациях авторов монографии (журналы «ЭКО», «Экономика региона» [59, 61]).

В последнее время вновь о обсуждается вопрос о так называемом «вольноприносительстве», т.е. добыче россыпного золота (рудное практически невозможно извлекать без применения специального оборудования) индивидуальными предпринимателями с использованием преимущественно примитивной техники, ручным трудом (лопаты, насосы и простейшие промприборы, металлодетекторы и пр.) на ранее отработанных участках или на объектах. Предложение обосновывается тем, что в традиционных золотодобывающих районах, в частности Сибири и Дальнего Востока, необходимо снять социальную напряженность, связанную с закры-

тием артелей или снижением добычи россыпного золота. Но здесь есть весомые аргументы против. Во-первых, вольноприносительство не изменит ситуацию со снижением добычи россыпного золота: объективно им могут заниматься не более 5–6 тыс. человек во всей стране, каждый из которых за сезон способен добывать до 150 граммов золота, что в итоге составит 750–900 кг (это только 0,005% от всей годовой российской золотодобычи). Во-вторых, разрешение добычи золота предпринимателями приведет и к обратному эффекту: криминализации вольноприносительства, повышению преступности в районах ведения такой золотодобычи, стремлению «обойти» требования закона (ведь в любом случае ограничения и требования для получения разрешения на добычу золота будут достаточно жесткими). Союз старателей России и недропользователи, занимающиеся разведкой и добычей золота, выступают категорически против легализации такой системы (введения соответствующей поправки в закон «О недрах»). Если и решать проблему снижения объема добычи россыпного золота, то лучше это делать расширением финансирования ГРР на россыпное золото, что должно дать прирост россыпной золотодобыче в России в ближайшие годы в объеме не менее 5–10 т золота ежегодно.

В 2007–2011 гг. было проведено 166 аукционов на золото по участкам недр с прогнозными ресурсами. По-существу они представляли собой перспективные площади для инвестирования в ГРР с целью открытия месторождений золота [22]. На аукционах предлагались и предлагаются золотоносные объекты в основном с прогнозными ресурсами, затраты на изучение которых и инвестиционные риски перекладываются на компании. Объекты с подготовленными для доразведки запасами по кат. C_1 и C_2 в публикуемых МПР «аукционных» перечнях объектов нераспределенного фонда недр (перечни участков недр полезных ископаемых, предлагаемых недропользователям для проведения геологического изучения, разведки и добычи) практически не встречаются или характеризуются низким потенциалом запасов (первые десятки и сотни килограммов) или удаленностью от действующей инфраструктуры (энергосетевой, дорожно-транспортной, социальной) (табл. 10).

Видно, что опережающими темпами растет отношение прогнозных запасов к подтвержденным запасам, что характеризует одновременно как активность поисково-оценочных работ, так и сверхнизкую степень детализации проводимой разведки за счет бюджетных средств. Следствием такой несбалансированности

Таблица 10

Запасы и ресурсы золоторудных объектов Сибири и Дальнего Востока, предложенных для геологического изучения и добычи в 2006–2009 гг.

Федеральный округ	Запасы, C_1 и C_2, т				Прогнозные ресурсы, $P_1P_2P_3$, т			
	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Сибирский	11,6	12,5	1,0	0,0	626,6	1176,8	246,0	583,3
Дальневосточный	45,2	2,2	27	9,4	1 358,0	327,6	739,0	1 275,7

Источник: Рассчитано авторами по данным МПР РФ[1].

интересов государства и недропользователей являются затянувшиеся сроки выполнения лицензионных соглашений по доразведке и добыче или вообще их невыполнение, несостоявшиеся аукционы, минимальная стоимость (близкая к стартовой цене) реализованных лотов участков недр. Так, если в 2007 г. проведено 644 аукциона на ТПИ, в основном на золото, то в 2008 г. – 287, в 2009 г. – 87 (данные докладов Роснедр), при этом 76% объявленных в 2009 г. аукционов на них не состоялись из-за отсутствия участников. Снижение объемов лицензирования недр связано в основном с экономическим кризисом, а также с законодательными поправками, установившими необходимость получения согласия собственника земельного участка на проведение на нем ГРР и другие аспекты [30].

В табл. 11 приведены данные по количеству поставленных на баланс месторождений некоторых полезных ископаемых, в т.ч. золота, и концентрации их запасов.

По общему количеству месторождений выделяется золото: по нему учтено около 5,8 тыс. объектов (коренных, комплексных, россыпных). Из общего количества крупных коренных (свыше 100 т) – только 14, на которые приходится 55% общих запасов, 26 средних коренных (25–100 т), остальные месторождения малые, в основном россыпные. При этом 70% запасов золота локализовано в 43 месторождениях (коренных), а 90% – уже более чем в 400 (в основном россыпных) [42].

[1] Приказы МПР РФ об утверждении перечня объектов, предлагаемых в 2006–2009 гг. для предоставления в пользование в целях геологического изучения за счет средств недропользователей.

Таблица 11

Характеристика МСБ РФ по числу месторождений ТПИ

Группировка по числу месторождений	Полезное ископаемое	Количество месторождений		
		Всего по Госбалансу	Содержащих запасов	
			70%	90%
1–5	Титан	13	2	5
6–20	Молибден	13	4	7
21–50	Вольфрам	50	5	12
51–100	Платиноиды	99	2	3
101–500	Серебро	274	20	57
Свыше 1000	**Золото**	**5 861**	**43**	**>400**

Источник: [42].

Изучение нераспределенного фонда коренного золота в целом по РФ дает представление, что он содержит 94 месторождения, в которых содержится 38% балансовых запасов золота категорий АВС1, а также около 20% золота категории С2 и 15% забалансовых запасов. Единственным уникальным месторождением, находящимся в нераспределенном фонде недр, является Сухой Лог (балансовые запасы на 01.01.2008 – 1,4 тыс. т), крупных месторождений в резервном фонде не учтено. Остальные объекты представлены малыми и средними месторождениями.

В табл. 12 отражена численность месторождений Сибири и Дальнего Востока по степени их промышленного освоения, а также сведения об их суммарных балансовых и забалансовых запасах (за исключением Сухого Лога).

В Сибири и на Дальнем Востоке нераспределенный фонд недр включает 83 собственных коренных месторождения, содержащих свыше 1,2 тыс. т золота, заключенных в малых и средних месторождениях. Государственный баланс запасов золота отражает количество и объемы балансовых запасов, поставленных на учет, т.е. разведанных и имеющих промышленную значимость. В то же время в нем не представлены прогнозные ресурсы малых и средних участков недр (рудопроявлений и рудных площадей), находящихся в стадии геологического изучения и на которых в будущем имеются перспективы постановки на учет запасов.

Таблица 12

Количество коренных собственных месторождений золота по степени промышленного освоения в Сибири и на Дальнем Востоке на 01.01.07

Степень промышленного освоения	Количество	Балансовые запасы		Забалансовые запасы
		ABC_1	C_2	
Сибирь				
Разрабатываемые, подготавливаемые и разведываемые	74	709,2	598,3	376,7
Нераспределенный фонд	39	885,4	291,3	82,1
Дальний Восток				
Разрабатываемые, подготавливаемые и разведываемые	79	857,2	827,5	393,3
Нераспределенный фонд	44	60,5	40,9	58,8

Источник: Рассчитано по [19].

Перспективы увеличения золотодобычи традиционно рассматриваются с позиций вовлечения крупнотоннажных объектов, на которых эффект масштаба обеспечивает удельные капитальные затраты и производственные издержки ниже среднеотраслевых. С этой точки зрения эксплуатация малых месторождений действительно инвестиционно менее привлекательна. Отрицательную или низкую инвестиционную оценку на стадии предварительной оценки данные объекты получают потому, что определение их промышленной ценности производится индивидуально, изолированно от других территориально близко расположенных участков недр аналогичного геолого-промышленного типа. Использование современных технологий добычи и переработки сырья, применение новых методик оценки месторождений для определения возможности эксплуатации и благоприятные экономические условии реализации золота позволяют провести переоценку привлекательности малых объектов.

Определенной спецификой природного образования малых и средних рудных месторождений золота является их территориальная сближенность, позволяющая рассматривать объекты как отдельные рудные поля (узлы)[1], состоящие из двух-трех и более

[1] Рудный узел (поле) представляет собой группу месторождений, объединенных общностью происхождения и единством геологической структуры. При решении задач специальной металлогении, ограничивающейся рассмотрением одного вида минерального сырья, таксономия рудоносных площадей может быть следующей: рудный пояс – рудная область – рудная зона (район) – рудное поле (узел) – месторождение [66].

участков недр или месторождений. Как правило, участки или месторождения одного рудного поля (узла) характеризуются схожими геологическими условиями и технологическими типами руд, что объясняется процессами рудоконцентрации. Малые объекты обычно (см. табл. 6) относятся к жильному типу или типу минерализованных зон, обладают малосульфидными рудами и имеют промышленное значение только при высоком содержании золота в руде. Но многие оценки технико-экономических показателей выборочных месторождений рудного золота показывают (например, проведенные некоторыми авторами [50]), что практически объекты с запасами ниже 20 т имеют низкие или отрицательные показатели эффективности при их освоении в рамках строительства отдельного капитального горного предприятия. В настоящее время ситуация с оценкой перспектив разработки малых месторождений критически не изменилась, хотя из-за существенного увеличения цены к концу 2011 г. на золото «рентабельный» порог запасов золота какого-либо объекта заметно сократился.

1.3 Структура золотодобывающей отрасли в России. Систематизация геологоразведочных и производственных стратегий золотодобывающих компаний

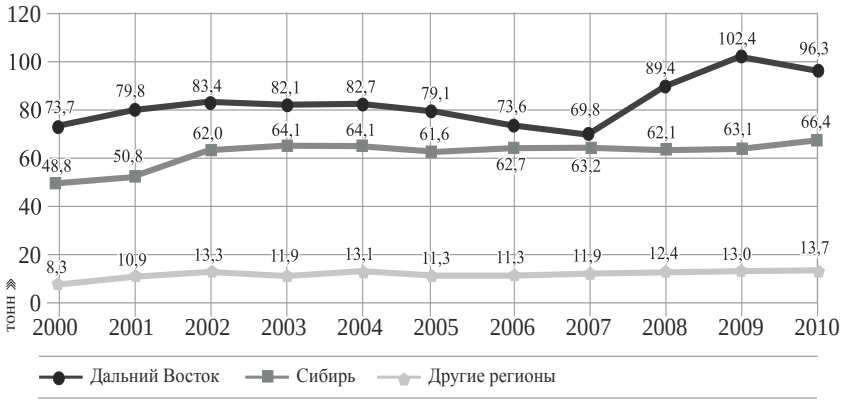
Увеличение добычи золота является важной стратегической задачей социально-экономического развития сибирских и дальневосточных регионов России. Роль золотодобывающей отрасли отмечается на высшем уровне руководства страны, в частности развитию золотодобычи было посвящено президентское совещание в Магадане (Путин В.В., 2005 г.). На совещании подчеркивалась необходимость выработки правовой и финансово-экономической модели развития золотодобычи, в т.ч. за счет повышения эффективности использования сырьевой базы и имеющегося отраслевого потенциала [71]. В 2008 г. президент Медведев Д.А. на совещании по вопросам социально-экономического развития Магаданской области представил видение развития золотодобычи в рамках государственно-частного партнерства [70]. И хотя ни одно совещание на высшем уровне власти для отрасли в реальности практически ничего не изменило, это не снижает значимости зо-

лотодобычи для ряда регионов Сибири и Дальнего Востока. В стратегиях и программах социально-экономического развития регионов инвестиционные проекты по организации золотодобычи входят в число приоритетных.

В России золото добывается в пяти экономико-географических регионах, и 93% добычи из недр сконцентрировано в двух макрорегионах – в Сибири и на Дальнем Востоке.

Добыча в большинстве дальневосточных регионов сокращалась в течение 1990-х гг. – в основном из-за истощения россыпных объектов в Магаданской области, Чукотском АО и Республике Саха (Якутия). В 2000-х гг. золотодобыча здесь резко возросла за счет ввода проектов по разработке коренного золота (Кубака, Каральвеем, Покровское, Бадран, Дуэт, Задержинское и др.). Начиная с 2008 г. общий выпуск золота на Дальнем Востоке вновь увеличился за счет запуска крупного золотосеребряного объекта Купол (Чукотский АО), месторождений Пионер и Березитовое в Амурской области.

В Сибири прирост золотодобычи и последующая стабилизация на уровне 65–68 т обеспечены эксплуатацией новых крупных и средних коренных месторождений, в основном в Красноярском крае (Титимухта, Благодатное, расширение добычных работ на месторождениях Олимпиадинское и Эльдорадо и вовлечение в эксплуатацию ряда малых объектов Северо-Енисейского района) и Иркутской области (Голец-Высочайший, Вернинское и др.).



Источник: [9–14].

Рис. 3. Добыча золота в Сибири и на Дальнем Востоке в 2000–2010 гг.

Анализ региональной золотодобычи в 1991–2008 гг. и изучение факторов ее структурных сдвигов достаточно детально представлены в работах В.М. Соколова, А.В. Соколова, Б.К. Кожогулова, В.Н. Брайко, В.Н. Иванова, Б.И. Беневольского, Б.К. Михайлова, С.А. Киммельмана, С.С. Вартаняна и других авторов и научных коллективов.

Произошедшие структурные сдвиги в золотодобывающей отрасли – изменение структуры добычи по типам месторождений с повышением роли предприятий, эксплуатирующих крупнотоннажные месторождения, смещение добычи в южные, центральные и северные регионы Дальнего Востока и восточную часть Сибири – привели к поочередным сменам лидирующих по золотодобыче регионов (табл. 13).

Таблица 13

Добыча золота в российских регионах в 2009–2011 гг.

Место	Регион	Объем добычи, т					
		2009 г.	Темп прироста 2009 г. / 2008 г., %	2010 г.	Темп прироста 2010 г. / 2009 г., %	2011 г.	Темп прироста 2011 г. / 2010 г., %
1.	Красноярский край	33,78	1,5	36,07	6,8	39,28	8,9
2.	Амурская обл.	21,93	17,0	19,89	–9,3	29,11	46,4
3.	Чукотский АО	31,21	55,3	24,88	–20,3	20,06	–19,4
4.	Республика Саха (Якутия)	18,61	–1,7	18,59	–0,1	19,38	4,2
5.	Иркутская обл.	14,95	2,8	16,04	7,3	17,14	6,9
6.	Магаданская обл.	13,69	–1,7	15,46	12,9	15,21	–1,6
7.	Хабаровский край	14,67	–9,6	15,22	3,7	12,48	–18,0
8.	Свердловская обл.	7,35	9,0	8,27	12,5	8,32	0,6
9.	Республика Бурятия	6,59	6,0	6,02	–8,6	6,51	8,1
10.	Забайкальский край	5,93	3,3	5,61	–5,4	6,25	11,4
11.	Челябинская обл.	3,92	4,7	3,64	–7,1	3,71	1,9
12.	Камчатский край	2,27	53,8	2,24	–1,3	2,47	10,3
13.	Республика Тыва	1,19	–13,1	1,45	21,8	1,37	–5,5
14.	Республика Хакасия	0,70	–22,9	1,17	67,1	1,24	6,0
15.	Другие регионы	1,70	–12,4	1,83	7,6	2,76	50,8
Всего в РФ		178,48	8,9	176,38	–1,2	185,29	5,5

Источник: [9].

В течение 2000-х гг. сохранялась тенденция к снижению добычи из россыпных месторождений, но в 2010 г. ситуация преломилась: в Магаданской области россыпная добыча возросла на 12,6% до 11,22 т, в Красноярском крае – на 13,6% до 2,3 т, в Иркутской области – на 3,4% до 10,9 т. Увеличилась добыча золота из рудных объектов (что особенно характерно для 2008 г., когда увеличение добычи из коренных месторождений за счет крупных и средних сибирских и дальневосточных проектов составило 27,4%). В 2010 г. добыча рудного золота в целом сократилась (на 1,1%), что произошло из-за планового снижения выпуска металла на месторождении Купол. Из коренных месторождений в России в настоящее время добывается немногим более 133 т золота, что составляет 71,5% общей золотодобычи (табл. 14).

Пять регионов – Красноярский край, Чукотский АО, Республика Саха (Якутия), Амурская и Иркутская области – обеспечивают 65% российской добычи золота. Региональная концентрация к 2020 г. будет усиливаться (наибольшие объемы золота будут добываться в Красноярском крае и Магаданской области, порядка 50 т в каждом), что обуславливается выведением на проектные мощности предприятий по добыче рудного золота, началом эксплуатации новых проектов как российских, так и зарубежных компаний, истощением потенциала россыпей.

Таблица 14

Соотношение добычи золота в России в 2007–2010 гг. из россыпных и коренных источников и динамика структуры

Показатели	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Добыча, итого, т	144,854	163,891	163,891	176,488
Прирост (снижение) к предыдущему году:				
т	–2,765	19,037	14,537	–1,98
%	–1,9	13,1	8,9	–1,1
в т.ч.				
Из коренных месторождений, т	86,186	110,355	125,752	122,089
т	0,702	24,168	15,397	–3,663
%	0,8	28,0	14,0	–2,9
в т.ч.				
Из россыпных месторождений, т	58,667	53,536	52,676	54,359
т	–3,467	–5,132	–0,86	1,683
%	–5,6	–8,7	–1,6	3,2

Источник: [9–10].

Для определения схожих между собой регионов по различным факторам, таким как типы разрабатываемых месторождений, принадлежность к единому геологическому типу, превалирующий тип добычи, используются процедуры кластерного анализа.

Выявление схожих типов регионов проводится методом *k*-средних по российским регионам для периода 1991–2010 гг. по *абсолютным (в тоннах)* и *относительным (годовым темпам прироста) показателям золотодобычи в регионах, полученным составлением линейных регрессионных уравнений.* Предварительная обработка данных показывает, что оптимальное количество кластеров, задаваемых для кластеризации золотодобычи *по абсолютным показателям,* – 3. Проведенный дисперсионный анализ для оценки отличия средних значений факторов классификации в типах регионов подтверждает эту гипотезу.

Можно сделать вывод, что золотодобыча сосредоточена в группах регионов со следующей количественной оценкой:

1) в *«малых золотодобывающих регионах»* (кластер, объединяющий 8 регионов, со среднегодовыми объемами выпуска металла от 3,1 т до 7 т);

2) в *«средних золотодобывающих регионах»* (кластер из 4-х регионов, имеющий средние объемы выпуска от 7,9 т до 21,3 т);

3) в *«крупных золотодобывающих регионах»* (кластер из 2-х регионов с добычей от 16,1 т до 31,6 т золота).

Таблица 15

Типы регионов в РФ по абсолютным показателям добычи золота в 1991–2010 гг.

№ кластера/ интерпретация	Количество регионов в кластере	Регионы	Min и max пределы кластерных центров, т
1 *Малые регионы*	8	Свердловская, Челябинская области, Забайкальский край, Республики Бурятия, Хакасия и Тыва, Чукотский АО, другие регионы*	3,06–7,32
2 *Средние регионы*	4	Красноярский край, Хабаровский край, Амурская обл., Иркутская область	7,88–21,33
3 *Крупные регионы*	2	Республика Саха (Якутия), Магаданская обл.	16,15–31,59

*Камчатский край (табл. № 13 строка 12) включен в группу «Другие регионы».
Источник: расчеты авторов по [9–14].

Кластеризация регионов *по темпам прироста* добычи проводится по 4-м заданным кластерам (оптимальное количество). Здесь образуются 4 типа регионов (табл. 15), для которых соответствующие кластерные центры представлены средними значения показателей с соответствующей интерпретацией: 1,83% («*Динамичные регионы*»), 0,49% («*Прогрессирующие регионы*»), 0,1% («*Стабильные регионы*») и –0,75% («*Регрессирующие регионы*»). Дисперсионный анализ для оценки отличия средних значений факторов классификации в типах регионов подтверждает гипотезу отличия.

Во всех кластерах территориально близкие регионы объединены принадлежностью к единой рудной формации (Свердловская и Челябинская области, Республики Хакасия и Тыва, Республика Якутия и Магаданская область), сравнительно близким по объемам распределением запасов (Забайкальский край и Республика Бурятия, Хабаровский край и Амурская область), близким соотношением в общей добыче разрабатываемых типов месторождений (Амурская и Иркутская области). Анализ структурных сдвигов в региональной золотодобыче, объясняющих динамику добычи и смещение со временем в Сибири и на Дальнем Востоке золотодобывающих центров, представлен, в частности, в работах В.М. Соколова, А.В. Соколова [65], Б.И. Беневольского [4].

Таблица 16

Типы золотодобывающих регионов в РФ по темпам добычи в 1991–2010 гг.

№ кластера/ интерпретация	Кол-во регионов в кластере	Регионы	Кластерные центры (средние значения темпов), %
1 *Динамичные регионы*	1	Красноярский край	1,83
2 *Прогрессирующие регионы*	3	Хабаровский край, Амурская обл., Иркутская обл.	0,49
3 *Стабильные регионы*	3	Республика Саха (Якутия), Чукотский АО, Магаданская область	0,10
4 *Регрессирующие регионы*	6	Свердловская, Челябинская области, Забайкальский край, Республики Бурятия, Хакасия и Тыва	–0,75

Источник: расчеты авторов по [9–14].

Существенный рост золотодобычи связан в первую очередь с освоением новых крупных рудных месторождений и расширением добычи на действующих объектах. Об устойчивой тенденции к увеличению выпуска золота в отрасли уместно говорить тогда, когда в эксплуатацию вводятся проекты с выпуском от 5–10 т металла в год. Такие проекты обычно меняют структуру региональной золотодобычи: одни становятся лидирующим территориями по выпуску металла, другие отходят на второй и третий план.

Масштабная организация добычи золота способна существенно изменить социально-экономическое положение территории золотодобычи (например, в рамках муниципальных образований), как правило, это обуславливает развитие энергетического и электросетевого хозяйства, дорожных сетей. К 2015–2018 гг. Магаданская область, вероятно, вновь станет одним из крупнейших в стране регионов-производителей золота за счет введения сверхкрупного Наталкинского месторождения, обогатительные мощности которого будут выпускать сначала по 20, а затем и по 40 т золота ежегодно. Будет создано 800 рабочих мест, в 2,5–3 раза вырастет валовой региональный продукт, объем отчислений в региональный бюджет составит 4,8–5 млрд руб., будет обеспечено электроснабжение юга и запада области. Это позволит начать освоение месторождений и других полезных ископаемых: угля каменного, антрацитового, олова и т.д.

Добыча золота в Сибири и на Дальнем Востоке в последние два-три года выглядит относительно стабильной (учитывая изменения, описанные выше). Такое положение обусловлено тремя основными факторами. Первый – поддержание необходимых объемов добычи руды (или золотосодержащих песков, если речь идет о россыпной добыче) на действующих объектах и степени извлечения золота, что требует традиционных или новых технологических решений, реконструкции золотоизвлекательных фабрик (ЗИФ), технологических процессов на них. Второй – ввод в эксплуатацию новых крупных и средних добычных проектов (они компенсируют естественное снижение добычи на действующих рудниках). И наконец, третий – цена на золото и рынок, готовый поглотить практически любой реалистичный объем добываемого драгметалла.

Первый и второй факторы являются ключевыми, они практически не зависят от текущих цен на золото. Прямо связывать прирост добычи с ростом цены на золото, как это принято считать

финансовыми аналитиками, опрометчиво хотя бы потому, что сроки освоения новых и модернизации действующих золотодобывающих объектов обычно превышают период динамики роста (или падения) цены. Тем более в масштабах отдельно взятых золотоносных территорий, таких как Сибирь и Дальний Восток.

Всего в России в 2010 г. из недр было добыто 176,4 т золота (на 2 т меньше, чем в 2009-м), попутного золота (из комплексных месторождений, в которых золото является попутно добываемым компонентом) выпущено еще 12,7 т. Добыча из коренных месторождений снизилась на 4,48 т (на 3,5%), из россыпей добыто на 2,28 т больше, чем в 2009 г. за счет артельной добычи на новых россыпных участках в Магаданской области. С 2011 г. выпуск золота будет нарастать темпами 5–7% в год.

На месторождениях и участках недр Сибири в 2010 г. добыто 66,1 т золота (37,5% от общего объема добычи в стране и на 3,2 т больше 2009 г.). На Дальнем Востоке – 96,26 т (54,5% совокупной добычи и на 6,1 т меньше предыдущего периода). Иностранные компании в России снизили выпуск золота на 12,8% до 42,64 т в основном за счет сокращения добычи на чукотском месторождении Купол (оператор – «Чукотская ГГК», принадлежащая канадской компании Kinross Gold).

Технологические отраслевые факторы, дополняемые иногда сложными природными и климатическими особенностями сибирских или дальневосточных месторождений, обычно не позволяют в период высоких цен значительно увеличивать добычу золота. Природа способна выставлять свои более сильные аргументы. Под такими особенностями подразумеваются как низкое золотосодержание в рудах разведываемых или подготавливаемых объектов (в период высоких цен рентабельными могут быть и 1,5–2-граммовые руды, а также сырье, ранее считавшееся забалансовым, то есть не имевшим промышленной ценности), так и снижение золотосодержаний по мере их освоения. Уже вполне типичной стала ситуация перехода на переработку руды с содержанием 2–3 г/т даже на вновь вводимых объектах. Ухудшаются горно-геологические условия по мере разработки старых месторождений – мощности рудных тел снижаются и их морфология меняется, увеличивается доля труднообогатимых руд, что требует технологических изменений на ЗИФ, дополнительных капитальных и эксплуатационных затрат. Схожая ситуация с критически низким содержанием золота в песках уже разведанных, но еще не вовле-

ченных в разработку россыпных месторождений наблюдается при ведении россыпной золотодобычи в Магаданской, Амурской и Иркутской областях, в Якутии и на Чукотке.

Недропользователи не имеют возможности регулировать природные условия, они способны только адаптироваться к ним, выстраивая свои производственные, инвестиционные и разведочные стратегии, в частности, создавая избыточные сырьевые базы, чтобы иметь возможность выбора объектов. Это наиболее характерно для зарубежных транснациональных компаний, имеющих активы в Австралии, Южной Америке, Африке, США, Канаде, Китае и России. Российские крупные золотодобывающие компании не стремятся к «раздуванию» сырьевых портфелей, предпочитая наращивание действительно перспективной для освоения сырьевой базы.

Так, ЗДК «Полюс» в настоящее время ведет геологоразведочные работы (ГРР) на 28 объектах рудного и 25 россыпного золота в пяти регионах РФ, в них имеются его действующие или подготавливаемые площадки. ГК «Петропавловск» осуществляет ГРР на 30 объектах не только в базовой для нее Амурской области, но и в Красноярском и Забайкальском краях, Иркутской области, на Ямале и в Еврейской АО. «Полиметалл» имеет геологоразведочный портфель, состоящий почти из 20 объектов в своих базовых регионах ведения добычи – Магаданской и Свердловской областях, Хабаровском крае, Чукотском АО. Часть объектов разведки золотодобывающих компаний вообще носит доразведочный характер (глубокие горизонты, прилегающие фланги и участки уже осваиваемых месторождений).

Наблюдаемая стабильность в общем объеме золотодобычи означает небольшой (в пределах 2–3%) прирост или снижение добычи золота (5–7 т в год). Можно сказать, что это есть оперативный одно-, двух- и трехгодовой люфт, не демонстрирующий ни симптомов роста, ни стагнации отрасли. Даже критическая ситуация с россыпной золотодобычей (почти ежегодно добыча из россыпей снижается, в 2010 г. – 54 т россыпного золота, пять лет назад – 69 т) может длиться еще около 10 лет. Но при расширении ГРР на россыпи за счет федеральных средств и средств недропользователей в северо-восточных регионах (приграничный район Якутии и Магаданской области, Чукотка), юго-восточной части страны (Амурская область и Хабаровский край), а также в традиционных сибирских регионах россыпной золотодобычи –

Красноярском крае и Иркутской области – критический срок россыпной добычи отодвигается еще на 10–15 лет. Так, по «Программе изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы <…> до 2020 г.» в Сибири ожидается прирост запасов (C_1+C_2) россыпного золота в 203 т, на Дальнем Востоке – 470 т. В реальности объемы финансирования, скорее всего, окажутся ниже запланированных, эксплуатационные (подготовленные к разработке) запасы россыпей также будут меньше заявленных. Итого в лучшем случае будет обеспечена треть от запланированного прироста балансовых запасов. Однако и это даст заметную отсрочку естественного завершения вехи россыпной золотодобычи (сейчас она крупнейшая в мире), которую, кстати, стоит рассматривать как дар природы, а не как обузу.

Принято считать, что на фоне высоких цен на металл золотодобытчики стремятся осваивать новые месторождения и строить добычные мощности. Но это не совсем так. Точнее, это прямо не взаимосвязанные причины и следствия. Да, компании стремятся активизировать ГРР в период высоких цен, в том числе за счет сверхрентабельности текущей добычи. Но освоение новых месторождений планируется по другому критерию – наличию конкретных объектов с благоприятными перспективами освоения (приемлемые запасы металла, золотосодержание) и зачастую наличию инфраструктуры. В стратегиях развития и проектных документах компаний как зарубежных, так и российских не принято «закладывать» на будущее слишком оптимистичные цены или вообще считать, что если «сейчас на золото высокая цена», то «необходимо осуществлять инвестиции в новые площадки». Всегда существует временной лаг между получением лицензии, проведением ГРР, обустройством объекта, строительством перерабатывающих мощностей и выплавкой первого слитка золота. В России такой период может составлять 4–6 и более лет, в который включается проведение доразведки, разработка технико-экономического обоснования кондиционных запасов золота, проведение экспертиз и согласований и, собственно, проектирование и строительство горно-обогатительного комплекса. За этот срок цена может оказаться совсем не такой, на основании которой проводился расчет технико-экономических показателей с высокой рентабельностью проекта.

Впрочем, резкого падения цены на золото – на уровне себестоимости его добычи или ниже, а в среднем это интервал от 350

до 600 долл. за унц. – вряд ли в обозримом будущем стоит ожидать. А скорее всего, не стоит ожидать вообще. Среднегодовая цена на золото в 2010 г. выросла на 26%, до 1224 долл. за унц. (1197 руб./г), средняя цена в 2011 г. составила 1572,5 долл. за унц. Причем восходящий тренд продолжается уже одиннадцатый год подряд. Но надо понимать, что ценовая ситуация складывается также, как на любом свободном рынке. Точно так же надо понимать, что промышленная инфляция не стоит на месте, практически ежеквартально меняются прайс-листы на материалы и ресурсы, потребляемые золотодобывающими предприятиями. Но это тоже рынок.

На фоне высокой цены велика вероятность появления экономического эффекта на вновь переоцененных объектах, которые были законсервированы из-за убыточности добычи или имели большое количество непромышленной руды. Приведем здесь только один пример (в нашей стране и в мире их сейчас предостаточно): в Красноярском крае в 2010 г. вновь после периода убыточной эксплуатации запущен рудник Енисейский, разрабатывающий кучным выщелачиванием бедное месторождение Бабушкина Гора.

Плохие симптомы отрасли – ведь не все измеряется ценами на золото – также имеются. Нерыночных проблем, связанных со структурой и качеством минерально-сырьевой базы, с законодательными нормами и новшествами недропользования, призванными контролировать и регламентировать работу золотодобывающих компаний, а фактически ставить административные барьеры, в отрасли предостаточно. Крупные предприятия, такие как «Полюс», «Полиметалл», «Чукотская ГГК» (Kinross Gold), ГК «Петропавловск» и ряд других, способны развиваться очень эффективно и в существующих условиях. Но снижающаяся активность малых золотодобывающих предприятий Сибири и Дальнего Востока, а их количество обычно снижается из года в год на 10–15, грозит не столько некоторым снижением добычи золота, сколько утратой контроля над пока еще относительно стабильной социально-экономической ситуацией в локальных районах их присутствия.

В ближайшие 3–5 лет золотодобывающая отрасль Сибири и Дальнего Востока продолжит находиться в фазе инвестиционного подъема. В его основе не столько высокие цены на золото, сколько пока еще относительно качественная и крупная сырьевая база.

Несколько крупных золотодобывающих предприятий запущено в 2010 г. – Благодатное (ГОК) и Титимухта (с транспортировкой руды) в Красноярском крае (ЗДК «Полюс»), выведена на полную мощность реконструированная ЗИФ «Советская» («Соврудник»). В Амурской области ГК «Петропавловск» введена первая очередь ЗИФ на Маломыре, на месторождении «Пионер» – третья очередь ЗИФ и запущен комплекс кучного выщелачивания. Начата разработка некоторых месторождений в составе Омолонского хаба, переработка основного объема его руд, наиболее богатого, осуществляется «Полиметаллом» на восстановленной ЗИФ «Кубака» в Магаданской области. В Хабаровском крае компания «Руссдрагмет» (принадлежит Highland Gold) начала добычу руды с месторождения Белая Гора с ее транспортировкой на обогатительную фабрику месторождения Многовершинное. В настоящее время строится ЗИФ на самом объекте. В Иркутской области «Высочайший» ввел первую очередь ЗИФ-3 на месторождении Голец Высочайший (общие мощности превысят 5 млн т руды, к 2016 г. выпуск составит не менее 12 т золота в год). В конце 2011 г. компанией «Первенец» (ЗДК «Полюс») запущен Вернинский ГОК (годовая мощность переработки – 2,2 млн т, с 2013 г. – 3,6 млн т; выпуск 8 т золота).

Только за счет ввода аналогичных объектов можно говорить о значимых прорывах в золотодобыче, и в ближайшую пятилетку такие прорывы в сибирской и дальневосточной золотодобыче состоятся. Ведется подготовка к освоению ряда крупных и очень крупных проектов. Добыча на Дальнем Востоке, а вместе с ним и в стране резко вырастет в основном за счет Наталкинского, Омолонского и Албазинского золоторудных проектов, объектов в Якутии (Нежданинское, Кючус, Рябиновое, крупная россыпь Большой Куранах), Амурской области (Бамское), а также на Чукотке (Майское, Двойное, Клен, Водораздельное) и Камчатке (Асачинское, Аметистовое, Родниковое, Озерновского рудного поля, объекты Балхашского рудного узла). Доля Сибири снизится до 30–35%, хотя общее количество добываемого золота здесь также возрастет: в Иркутской области теперь намечается к освоению объект Чертово Корыто, ведется расширение мощностей ГОК «Голец Высочайший», в Красноярском крае доразведываются Попутнинская, Панимбинская и Раздолинская площади, лицензированы перспективные Вангашская и Верхнекадринская площади. Уже

в обозримом будущем в крае по принципу групповой разработки на кустовой ЗИФ (модернизированной или вновь построенной) могут быть вовлечены рудные месторождения южной части края (Ольховско-Чибижекского, Усинского, Мало-Шушенского, Амыльского горнорудных узлов). Запасы и качество объектов этих золоторудных узлов, расположенных на юге края, могут обусловливать интерес к созданию в южном центре рудной золотодобычи с выпуском не менее 4–5 т золота в год.

Активному промышленному освоению крупных золотоносных месторождений способствует благоприятная ценовая конъюнктура и, что принципиально важно, позитивные внутренние процессы в самой отрасли и ее институциональном окружении. Сформирована достаточно устойчивая корпоративная структура отрасли, хотя процессы консолидации компаний и их добычных активов продолжаются. Ведущие золотодобывающие предприятия, как российские, так и зарубежные, имеющие активы в РФ, обладают весомым экономическим, технологическим и кадровым потенциалом.

В табл. П.7 представлены данные о добыче золота крупнейшими российскими компаниями в 2007–2010 гг., концентрации отрасли по доле крупнейших компаний в общероссийской добыче.

Золотодобывающими предприятиями используются геологоразведочные и производственные стратегии. Стратегии делятся на три основных направления:

первое – концентрация разведочных и добывающих мощностей, локализованных в одном горнопромышленном районе;

второе – территориальная диверсификация разведочных и добывающих мощностей с формированием на новых территориях самостоятельных золотодобывающих предприятий с полным циклом добычи и обогащения;

третье – комбинация этих стратегий.

Стратегии предусматривают вовлечение в эксплуатацию средних и малых месторождений, расположенных в территориальной доступности от обогатительного комплекса. Содержательный анализ ситуации в освоении минерально-сырьевой базы коренного золота и стратегий формирования портфелей новых добычных проектов проведен на примере 4-х российских золотодобывающих компаний, как крупных (ЗДК «Полюс», «Полиметалл»), так и средних («Соврудник» и Холдинг «Селигдар»).

1. Программа развития крупнейшей российской компании «Полюс Золото» (основной операционный актив – ЗДК «Полюс») предполагает трехкратный рост производства золота к 2015 г. (до 90 т в год) и до 141 т к 2020 г., а также существенный прирост запасов до не менее чем 2,1 тыс. т золота (по категорий proved&probable, международные стандарты запасов, в целом соответствующие российским C_1 и C_2) с постепенным сокращением добычи из россыпных объектов, принадлежащих компании [16].

Геологоразведочные работы направлены в первую очередь на подготовку запасов на крупных и средних (запасы более 50–100 т) месторождениях золота (с содержанием свыше 1,5 г/т) с едиными или сближенными рудными телами большой мощности. В среднесрочной перспективе объектами ГРР будут являться также мелкие и средние (запасы 25–50 т) месторождения с высокими содержаниями золота. Поскольку затраты на геологоразведку направлены в первую очередь на развитие сырьевой базы функционирующих предприятий, то ГРР сосредоточены на территориях, прилегающих к лицензированным и эксплуатируемым объектам.

Рис. 4. Добыча руды с малого месторождения-спутника Тырада Золотая (фотография предоставлена ЗДК «Полюс»)

Производство золота из сульфидных руд Олимпиадинского месторождения (с первоначальными запасами свыше 1000 т, Красноярский край) в настоящее время осуществляется на фабриках ЗИФ-2 (годовая мощность – 3 млн т руды) и ЗИФ-3 (5 млн т) с применением технологий биоокисления флотационных концентратов первичных руд. Эксплуатация месторождения сопровождалась ранее включением в разработку близлежащих объектов-спутников с малыми запасами – месторождений Оленье (8 т) и Тырада Золотая (4 т). С 2009 г. разрабатывается близкорасположенное среднее по запасам месторождение Титимухта (87 т) с обогащением руды на реконструированной для обогащения ее более сложных руд ЗИФ-1 (ранее фабрика перерабатывала окисленные руды Олимпиадинского месторождения, запасы которого истощены). Ее мощность будет увеличена с 2,2 млн т до 2,4 млн т.

Ежегодная добыча на Олимпиадинском ГОКе составляет 27–28 т золота с достаточно низкими денежными издержками (300–322 долл./тр. унц. в 2008–2009 г.); из-за технических проблем на ГОК в 2010 г. издержки существенно возросли. В соответствии с принятой стратегией на Олимпиадинском месторождении обеспечена добыча сульфидной руды более чем на 25 лет, рассматривается добыча руды с нижних горизонтов карьера подземным способом или объединение основного Восточного и малого Западного карьеров в единый мегакарьер.

Рис. 5. Месторождение Олимпиадинское: завершение выемки окисленной руды (фотография предоставлена Н. Самсоновым)

С 2010 г. начата разработка месторождения Благодатное с отдельным крупным обогатительным комплексом – Благодатнинский ГОК – мощностью 6 млн т руды в год и с добычей 12 т золота, причем с 2014 г. вводится дополнительная производственная линия для интенсификации добычи золота (до 8 млн т по переработке руды и выпуска 14,5 т золота в год).

Западный ГОК расположен в Иркутской области и ведет открытую разработку среднего рудного месторождения Западное (запасы – 35,2 т), являющегося составной частью Сухоложского рудного поля. Годовая мощность ЗИФ составляет 0,8 млн т руды с добычей 0,7–1 т золота (в 2009 г. и 2010 г., соответственно, 0,771 т и 0,61 т). Выпуск золота нестабилен из-за колебаний низких содержаний золота (1,8–2,4 г/т). На предприятии завершается программа технологической модернизации (сейчас извлечение золота при действующем технологическом процессе не превышает 70,0%), которая позволит вывести проект на прибыльный уровень.

Куранахский ГОК, используя принцип кустовой обогатительной фабрики, ведет добычу на 11 малых и средних месторождениях, расположенных в границах Куранахского рудного поля в Республике Саха (Якутия). Производство золота осуществляется на реконструированной ЗИФ с мощностью 4,5 млн т руды в год. Куранахская группа месторождений в значительной части отработана, среднее содержание золота в добываемых рудах – 1,4 г/т. Выпуск золота не превышает 4,5 т в год (при высоких денежных издержках, составивших в 2009 г. 551 долл./тр. унц.). К 2014 г. запланирован рост объема добычи руды до 8 млн т в год: руда будет перерабатываться на существующей ЗИФ (4 млн т при плановом извлечении 86%) и на ККВ (4 млн т при извлечении 60%). Дополнительный выпуск золота составит 2,25 в год за счет фабрики и 1,92 т за счет УКВ, что будет способствовать сокращению удельных затрат на добычу, транспортировку и переработку руды.

С 2016 г. «Полюс» начнет разработку месторождений Нежданинское, Бамское, Попутнинское и Панимбинское и Чертово Корыто, что позволит прирастить годовую добычу не менее чем на 20–25 т [16]. На перспективы развития Красноярского золотодобывающего кластера окажет воздействие запуск Богучанской ГЭС.

Таким образом, «Полюс» активно использует обе отраслевые модели – региональная диверсификация и концентрация.

2. Второй по объемам производитель золота и крупнейший производитель серебра в России – «Полиметалл» – ведет добычу золота в трех регионах: месторождение Воронцовское (Свердловская область) с ежегодной добычей в 4,1 т золота, месторождение Хаканджинское, добывающее около 40 т серебра и около 3,4 т золота. Два технологически связанные между собой месторождения Лунное и Дукат (Магаданская область) и управляемые как единый производственный объект являются золотосеребряными с попутной добычей золота: в 2009 г. произведено 500 т серебра и 1,25 т золота [17].

В 2008–2009 гг. «Полиметалл» осуществил ряд приобретений золоторудных месторождений – у Kinross Gold золотосеребряное месторождение Кубака (Магаданская область) с завершенной эксплуатацией при бортовом содержании золота 3,4 г/т и вместе с ним готовую горнодобывающую и производственную инфраструктуру, а также права на неразрабатываемые близлежащие золотосеребряные месторождения Ороч (с запасами золота 4,5 т) и Биркачан (33,8 т).

Рис. 6. Кубакинский ГОК: эксплуатация Омолонского группового проекта осуществляется на мощном современном обогатительном комплексе (фотография предоставлена А. Косовым)

Также «Полиметалл» выкупил подготавливаемые золотосеребряные месторождения Сопка Кварцевая с запасами 17 т и месторождение Дальний (4,9 т) в 180 км от Кубаки. Проведение компанией ГРР в Магаданской области направлено на раскрытие золоторудного потенциала вокруг имеющихся объектов. Таким образом, «Полиметалл» формирует портфель лицензий и проектов, добычную, производственную и транспортную инфраструктуру на востоке Магаданской области. Это поможет достичь существенных объемов производства золота и создать на основе кубакинского проекта региональный перерабатывающий центр с множественными равнообъемными по запасам источниками сырья.

В конце 2009 г. «Полиметалл» выкупил 100% ООО «ЗК «Майское» – компании-лицензиата одного из крупнейших неосваиваемых российских месторождений – Майского (запасы – 248 т, содержание золота – 10,9 г/т). Важность приобретения состоит в получении плацдарма в новом регионе, обладающем потенциалом открытия новых месторождений, а также в экономии капитальных затрат в результате производственной и экономической синергии с гидрометаллургическим комбинатом в Амурске. Так, переработка концентрата с Майского (на объекте планируется обогащение руды до концентрата без окисления) позволяет снижать производственные расходы за счет более низкой стоимости электроэнергии, материалов и труда.

Рис. 7. Месторождение Биркачан: начало выемки золотосодержащей руды (фотография предоставлена А. Косовым)

3. Отраслевую модель концентрации добычи в рамках единого обогатительного комплекса реализует ООО «Совруднік» (Красноярский край, п. Северо-Енисейский). В течение 2008–2009 гг. «Совруднік» вывел реконструированную ЗИФ на проектную мощность (увеличив ее в 2 раза, до 1,5 млн т руды в год) и приступил к включению в освоение своих разведанных месторождений в границах территорий, доступных для транспортировки сырья на кустовую ЗИФ [14, 51]. «Соврудніком» используется принцип кустовой обогатительной фабрики при эксплуатации сырьевых активов, – близкорасположенных малых и средних месторождений. В 2009–2010 г. началась выемка руды с малых месторождений Полярная Звезда и Александро-Агеевское с транспортировкой ее на ЗИФ «Советская», до этого на ЗИФ была переработана руда с близлежащих малых богатых по содержанию золота (до 10–15 г/т) месторождений – Успенского (1 т), Первенец (7,1 т), Доброго (5,2 т). Компания провела ГРР и поставила на государственный учет первые 9,5 т балансовых запасов золота одного из наиболее значимых объектов – Нойбинской площади (ресурсы составляют 199 т), расположенной в зоне территориально-транспортной доступности от ЗИФ «Советская».

Рис. 8. Поставка золотосодержащей руды с месторождения Эльдорадо на «кустовую» Советскую ЗИФ
(фотография предоставлено Н. Самсоновым)

4. Обе отраслевые стратегии – региональная диверсификация мощностей и концентрация добычи в рамках кустовой обогатительной фабрики с поступлением сырья с нескольких однотипных малых и средних месторождений, дислоцированных в пределах одного рудного поля – совмещает Холдинг «Селигдар» (объединяющий ОАО «Селигдар» и ОАО «Золото Селигдара», Республика Саха (Якутия)). Активы компании представлены в 4-х регионах: Оренбургской области (геологоразведка месторождения Васин, запасы – 44,2 т и Аниховской рудной площади с запасами в 11 т), Алтайском крае (эксплуатация малого месторождения Мурзинское кучным выщелачиванием, запасы – 4,2 т), Республике Бурятия (месторождение Нерундинское, ресурсы – 150 т), Республике Якутия (эксплуатация группы месторождений Гарбузовское, Межсопочное, Самолазовское с суммарными запасами 14,9 т; подготовка ТЭО для разработки месторождения Рябиновое с запасами 16,6 т и доразведка малого месторождения Лунное). В 2008–2009 гг. осуществлен запуск комплекса кучного выщелачивания мощностью 1,25 млн т руды в год для разработки объектов Нижнеякокитского рудного поля (Якутия). Максимальный уровень добычи здесь составит 2 т золота в год. Параллельно доразведуются ряд других месторождений поля для поэтапного их вовлечения в переработку на кустовой комплекс КВ [18].

Итак, как крупные, так и средние отечественные производители золота, фокусирующие свои ресурсы на коренных месторождениях, подготавливают инвестиционные проекты освоения новых малых, средних и крупных коренных объектов, добыча на которых начнется в течение следующих 2–5 лет. Общие мощности данных проектов заметно превосходят мощности предприятий, вводимых зарубежными компаниями и планируемых ими к вводу (табл. 7). Поочередное введение в эксплуатацию данных месторождений обеспечит к 2015 г. суммарный прирост российских мощностей не менее 80–90 т. При благоприятных результатах геологоразведочных работ, проводимых зарубежными и российскими компаниями, и плановом вводе месторождений, с учетом снижения отдачи от действующих месторождений, ежегодная добыча золота в РФ к 2015 г. достигнет 250 т.

Новые масштабные инвестиционные проекты освоения месторождений активно реализуют и иностранные компании. В Чукотском АО на базе хозяйственного и обогатительного комплекса

месторождения Купол «Чукотская ГГК» планирует вести переработку перспективных сближенных объектов – месторождений Двойное и золоторудной площади Водораздельное. «Покровский рудник» (владелец – ГК «Петропавловск», Petropavlovsk Plc.) в 2008–2010 гг. ввело три очереди горнометаллургического комплекса на среднем по запасам месторождении Пионер (Амурская область) и комплекс кучного выщелачивания, введена первая очередь ЗИФ на Албыне и Маломыре. Компания High River Gold Mines (около 60% капитала с 2009 г. принадлежит российской компании «Северсталь ресурс») с 2008 г. осваивает месторождение Березитовое (Амурская область).

Как в перспективе поведут себя зарубежные золотодобывающие компании в отношении освоения российской минерально-сырьевой базы? С одной стороны, сырьевая база рудного золота станет еще более привлекательной за счет проведения усиленных поисково-оценочных и разведочных работ. Это означает, что появятся несколько новых крупных объектов с запасами 20–100 т золота и более. Информация о них для специалистов, заинтересованных компаний обычно является открытой. С другой, ограничение на «вход» зарубежных компаний в отрасль – запрет на приобретение месторождений золота с запасами свыше 50 т (повышение планки только обсуждается правительством РФ) – фактически аннулирует претензии на получение крупных объектов, правда, за некоторыми особыми исключениями. В крайнем случае, вынуждает искать среди российских компаний партнеров, предлагая себя в качестве миноритарных акционеров или участников альянсов.

В настоящее время из 30 иностранных компаний, в разные периоды так или иначе интересовавшихся добычей золота в России, действуют 12 (включая те, которые имеют российских акционеров, но зарегистрированы за рубежом). Всего они контролируют до 50 рудных месторождений, рудопроявлений и площадей и до 30 россыпных объектов. Эта сырьевая база содержит значительные запасы золота – около 1 тыс. т, или около 30% от распределенного фонда золотоносных объектов на стадиях разработки, подготовки и разведки, и не менее 2 тыс. т прогнозных ресурсов. Соотношение балансов и ресурсов позволяет характеризовать качество сырьевой базы как очень высокое. Зарубежный капитал сконцентрировался на наиболее ликвидных объектах: богатых по содержанию золота месторождениях (например, Асачинское ме-

сторождение имеет среднее содержание 17 г/т), как мало-, так и средне- и крупнотоннажных.

Необходимость в привлечении зарубежных компаний в отрасль в качестве недропользователей, как это было 10–20 лет назад, не отпала, хотя сейчас в России действуют вполне конкурентоспособные российские компании, обладающие как собственными финансовыми ресурсами, так и сильным кредитным рычагом, а также современными технологиями ведения карьерных работ, обогащения золота, квалифицированным кадровым составом всех необходимых специальностей. Тем не менее, отмечается низкая вероятность появления в отрасли новых зарубежных компаний, причем по причинам, не зависящим от введения ограничений на объекты, не подлежащие передаче нерезидентам. Существует альтернативный выбор месторождений в других регионах мира, прежде всего в развивающихся странах Океании, Азии и Южной Америки. Золотоносная сырьевая база в нашей стране по степени разведанности запасов, их объемам и содержанию ценного компонента сейчас все же уступает им.

Ограничения на активность зарубежных инвесторов в России накладывает и специфика экономической и налоговой систем. Отрицательную роль играют и такие факторы, как удаленность объектов от центров управления, специфические бюрократические приемы, языковой барьер и несовпадение менталитетов, неуверенность в правовой базе недропользования. Из стран, обладающих значительной сырьевой базой, побеждают те, которые действуют по принципу «и другим дать заработать, и самому не остаться в накладе», т.е. создают условия для иностранных инвестиций, но с навязыванием определенных обязательств налогового, рентного, социально-экономического и инфраструктурного характера. Нет достаточных оснований считать, что нашей стране это не нужно, тем более когда речь идет о малоразвитых территориях Сибири и Дальнего Востока. Ведь вопрос не столько в добыче российского золота зарубежными компаниями и переводе их прибыли за рубеж, а в решении комплекса инфраструктурных и социально-экономических проблем плохоосвоенных территорий восточной части страны.

Исследование участия зарубежных компаний в освоении золотоносной минерально-сырьевой базы РФ представлено в следующей публикации одного из авторов исследования (журнал «ЭКО», [60]).

Таблица 17

Крупнейшие зарубежные золотодобывающие компании, действующие в России в 2008–2010 гг.

Место	Компания	Объем добычи, т					
		2008 г.	Темп прироста 2008 г. / 2007 г., %	2009 г.	Темп прироста 2009 г. / 2008 г., %	2010 г.	Темп прироста 2010 г. / 2009 г., %
1.	Чукотская ГГК (Kinross Gold)	15,43	1185,83	25,59	65,85	19,91	–22,20
2.	Petropavlovsk Plc	12,24	45,54	14,83	21,16	13,92	–6,14
3.	Highland Gold Mining	5,15	11,47	5,14	–0,19	5,34	3,89
4.	Leviev Group	1,22	810,45	1,97	61,48	1,89	–4,06
5.	Central Asia Gold	0,85	–21,22	0,44	–48,24	0,34	–22,73

Источник: [9]

В отрасли складывается ситуация, когда одна группа иностранных компаний наращивает добычу, активно проводит разведку и подготовку новых месторождений, а другая по разным причинам покидает отрасль, продавая или просто оставляя («сдача» лицензии) активы (см. подробнее [60]). Основная причина продажи неосваиваемых месторождений – большие капитальные вложения в организацию добычного проекта. Значительные инвестиционные затраты обуславливаются более высокой стоимостью строительства золотодобывающих предприятий на востоке России и в ряде случаев сложными типами сырья некоторых месторождений. При этом возможные издержки, текущая и прогнозируемая ценовая конъюнктура являются скорее второстепенными факторами.

Ввод новых добычных объектов отечественными компаниями (см. табл. 7) приведет к тому, что доля иностранных проектов в России в общем объеме золотодобычи уже к 2015 г. не будет превышать 20% (в 2010 г. – 24%). На ее снижение повлияют и дефицит новых перспективных месторождений, правительственные ограничения на их использование нерезидентами, постепенное сокращение отдачи от уже действующих объектов.

1.4 Зарубежный опыт вовлечения в разработку малых (и средних) месторождений рудного золота

Только незначительная часть золота, примерно 0,0002%, в земной коре сконцентрирована в месторождениях и может быть экономически эффективно извлечена [87]. Примечательно, что золото содержится и в морской воде. Но экономическая ценность растворенного в воде золота не позволяет вести промышленную добычу ни сейчас, ни даже в отдаленном будущем: в объеме $1{,}35 \cdot 10^{21}$ литров Мирового океана растворено примерно 14 тыс. т золота, т.е. в 1 млрд куб. м (1 куб. км) воды содержится всего 10,4 г золота, или 578 долл. денежного эквивалента металла (в расчете на среднюю цену золота в 2011 г.) [пересчитано по 90]. Проблема имеет не только экономический, но также чисто технологический характер: общие и удельные затраты на электролиз с применением электролитических установок будут чрезвычайно высокими, не говоря об их суперкрупных и сверхмощных характеристиках, а также других компонентов инфраструктуры и производственного процесса (насосы, трубопроводы, фильтры и пр.). Более того, необходима детализированная информация о повышенных концентрациях металла в морской воде (морях) и о ряде других геологических и технологических параметров.

Большинство месторождений золота в мире, их размещение, сырьевой и промышленный потенциал известны и оценены, их обобщенная характеристика представлена в табл. 18.

Таблица 18

Классификация золоторудных месторождений (по зарубежной экономической геологии)[1]

№ пп	Объекты	Запасы, т	Доля в количестве месторождений, %	Доля в мировых запасах, %
1.	Супергиганты	1 200 и >	1	57
2.	Гиганты (мирового значения)	100 и >	10	30
3.	Средние	6 и >	50	12
4.	Малые	< 6	39	1

Источник: [113].

[1] Конечно, классификация, применяемая в западной экономической геологии, отличается от принятой в РФ системы.

До появления технологической возможности вести горную деятельность на крупных месторождениях открытым способом (углубленные геологоразведочные работы, объемные вскрышные работы, большегрузная транспортировка руды, складирование и отвалоообразование, переработка миллионов тонн сырья в год) рудное производство золота в основных золотодобывающих странах в 1980-х гг. основывалось на значительном количестве малотоннажных объектов (в этом отношении ЮАР является исключением). Месторождения отличались высокими содержаниями металла (8–20 г/т и более), осваивались как подземными рудниками, так и небольшими карьерами. По данным американской исследовательской организации Bureau of Mines (US Geology Society) [98], как правило, годовые мощности по выемке руды карьеров и рудников в Австралии, США и Канаде в 1980–1990 гг. в большинстве случаев составляли 200–300 тыс. т, а производительность золотоизвлекательных фабрик обычно не превышала 1–1,5 т золота в год.

Рост добычи в этих странах в данном периоде связан, прежде всего, с большим количеством вводимых рудников (20–30 в год) с высокими содержаниями золота. Но из-за незначительных подтвержденных запасов, приоритета разработки руд неглубокого залегания, ограничения глубины и объемов геологоразведки на локальных объектах срок отработки каждого из них составлял всего 3–7 лет. Для преломления такой ситуации в периоды снижения затрат на ГРР зарубежом для поддержания золотодобычи даже вводились дополнительные временные налоговые поощрения. Так, в 1983 г. в Канаде была введена дополнительная, равная 33,3%, скидка по налогу на добычу (mineral exploration depletion allowance), распространявшаяся на геологоразведочные затраты. Одновременно аналогичные льготы вводились в США и Австралии [69].

С появлением в золотодобывающей отрасли проектов разработки крупных месторождений и супергигантов, таких как Goldstrike с запасами 1,35 тыс. т (США), Grasberg – 2,88 тыс. т (Индонезия), Yanacocha – 1,18 тыс. т (Перу) и других, внимание ведущих мировых горнодобывающих компаний сфокусировалось на поисках, разведке и последующей разработке объектов именно такого top-класса. Перспективы увеличения золотодобычи в традиционных и новых регионах и сегодня рассматриваются с позиций вовлечения в первую очередь крупнотоннажных

объектов, позволяющих получать экономию на эффекте масштаба. Среди них можно выделить такие очень крупные разрабатываемые месторождения, как Pascua Lama, Cerra Casale, Pueblo Viejo, Donlin Creek, Bulyanhulu, Veladaro, Alto Chicama и многие другие, в т.ч. комплексные, золотомедные или урансодержащие. В этом контексте эксплуатация средних (и тем более малых) месторождений золота действительно экономически гораздо менее привлекательна. Их разработка не обеспечивает существенного прироста добычи, не формирует значительного денежного потока и в конечном итоге прибыли и новых инвестиционных средств.

Структура распределенной сырьевой базы зарубежных золотодобывающих предприятий показывает, что супергиганты и гиганты осваиваются только лидирующими золотодобывающими компаниями. Многие из таких компаний стали транснациональными горнодобывающими корпорациями именно за счет разработки крупных и сверхкрупных месторождений в различных частях мира. Barrick Gold – благодаря месторождениям Goldstrike (США; ежегодная добыча составляет 55 т золота), Lagunas Norte (Перу; 38,6 т) и Cortez (США; 13,8 т), AngloGold Ashanti имеет крупные месторождения Mponeng (ЮАР; 19,3 т) и Sunrise Dam (Австралия; 14 т), Newmont и Buenaventura совместно разрабатывают сверхкрупное золотомедное месторождение Yanacocha (Перу; 57,8 т), Kinross Gold эксплуатирует такие перспективные объекты, как Купол (Россия; 19–20 т) и Fort Knox (США; 10,5 т), российская компания «Полюс» – Олимпиадинское (25–27 т золота в год). При этом практически каждая из компаний располагает месторождениями с первоначальными запасами в пределах 2–20 т золота. Сырьевая база средних предприятий, ведущих золотодобычу в различных странах мира, вообще полностью представлена малотоннажными объектами.

Доля добытого золота от разработки средних и малых золоторудных месторождений в совокупном выпуске крупных золотодобывающих предприятий может составлять от 25% до 15%, а вес в корпоративных запасах, т.е. в «сырьевом» портфеле, – от 0,1 до 10–15%. Разработка малых объектов по удельным капитальным затратам на 1 унц. золота часть малых объектов сопоставима с показателями крупных месторождений, однако средние эксплуатационные затраты (average costs) могут быть сравнительно выше.

Зарубежный опыт подготовки месторождений к эксплуатации и ведения добычной деятельности свидетельствует о достаточно распространенной (в США, Канаде, Австралии, странах Африки и Южной Америки) практике вовлечения близкорасположенных[1] малых и средних месторождений в хозяйственный оборот в рамках единого обогатительного комплекса. Анализ производственной и проектной деятельности более чем 50 золотодобывающих компаний, проведенный авторами (мы не приводим промежуточные результаты исследования), показал, что способ групповой разработки (действующей или на стадии технико-экономического обоснования эксплуатации) месторождений встречается у 15–20% компаний, в основном с небольшими масштабами деятельности. Наиболее характерные из них – Rusoro в Венесуэле (месторождения Choko, Isidora, Increible, Twin Shear), Riverstone Resources в Буркина-Фасо (проект Kamra), Golden Band Recourses в Канаде (La Ronge Gold), Integra Mining в Австралии (Salt Creek и Maxwells) и многие другие проекты.

Рис. 9. Открытая отработка месторождения Salt Creek проекта Randall's Gold (фотография предоставлена компанией Integra Mining)

[1] В зарубежной литературе используются термины «close proximity», «adjacent».

Доступные данные по двум из проектов позволяют оценить выстраивание добычных и производственных стратегий и эффективность проектов по групповой эксплуатации объектов.

В июле 2009 г. австралийская компания Integra Mining завершила технико-экономическое обоснование разработки проекта Randall's Gold (включающего три месторождения Salt Creek, Maxwells и Cock-eyed Bob с рядом объектов-сателлитов), расположенного в провинции Калгурли в западной части Австралии. Разработка месторождений ведется в два этапа, параллельно на двух карьерах. На первом этапе добытая руда с Salt Creek (эксплуатируемые запасы – 7,2 т с содержанием золота 2,6 г/т) транспортируется на склады для последующей переработки на ЗИФ (с технологией выщелачивания CIP-методом, «уголь в пульпе»), находящейся вблизи месторождения.

Руда, добытая на месторождении Maxwells (3 т; 5,2 г/т), перевозится автотранспортом на расстояние 17 км до складов для шихтования с более бедной рудой месторождения Salt Creek. Основные показатели ТЭО по двум этапам освоения проекта представлены в табл. 19.

Среднее содержание перерабатываемой на фабрике смешанной руды составит 3,1 г/т. Производство золота находится в пределах 2,3–2,6 т в год. На втором этапе намечена оптимизация карьеров для эксплуатации наиболее богатых мелких участков, зон и рудных тел месторождений (содержащих от 100 кг до 2,9 т золота) и дополнительной поставки 4,6 млн т руды на фабрику.

Таблица 19

Основные технико-экономические показатели группового проекта Randall's Gold

№ пп	Показатели	Значения	
		Этап 1	Этап 2
1.	Общий объем переработанной руды, млн т	3,2	7,7
2.	Среднее содержание золота, г/т	3,1	2,7
3.	Запасы золота, т	10,2	21,5
4.	Извлечение, %	95,0	95,0
5.	Перерабатывающие мощности, млн т в год	0,8	0,8
6.	Капитальные затраты, млн долл.	64,0	64,0
7.	Денежные затраты, долл./тр. унц.	574,0	721,0
8.	Цена золота (принимаемая для расчета), долл./тр. унц.	1250,0	1250,0
9.	Внутренняя норма прибыльности (IRR), %	71,0	70,0

Источник: [110].

Золотодобывающая компания Golden Band Resources (Канада), ранее являвшаяся типичной юниорной компанией, в 2009 г. завершила ТЭО освоения проекта La Ronge Gold. Производственный комплекс включает золотоизвлекательную фабрику Joul Mill (с перерабатывающей мощностью до 700 тыс. т руды в год), расположенная в центре ареала нескольких месторождений. Особенность организации групповой эксплуатации проекта La Ronge Gold заключается в том, что объекты разрабатываются попарным вовлечением в разработку богатых и бедных месторождений (что обеспечивает приемлемое золотосодержание в шихте), осваиваемых рудниковым и карьерным способом: Bingo (14,2 г/т) – Komis (4,5 г/т), EP (5,5 г/т) – Tower East (4,3 г/т). Расстояния от этих месторождений до ЗИФ варьируется от 5 до 76 км.

По мере истощения запасов предусматривается разработка дополнительных источников сырья, локализованных в данном районе. За счет переработки богатых для традиционных районов золотодобычи Канады руд (среднее содержание золота в шихте – 6,2 г/т) годовой выпуск золота на ЗИФ составит 4,5 т.

Основные технико-экономические параметры проекта представлены в табл. 20.

Рис. 10. Вскрытие месторождения Bingo проекта La Ronge Gold (фотография предоставлена компанией Golden Band Resources)

Таблица 20

Основные технико-экономические показатели группового проекта La Ronge Gold

№пп	Показатели	Значения
1.	Общий объем переработанной руды, млн т	0,762
2.	Среднее содержание золота, г/т	6,21
3.	Запасы золота, т	4,5
4.	Извлечение, %	94,5
5.	Перерабатывающие мощности, млн т в год	0,242
6.	Капитальные затраты, млн долл.	33,1
7.	Денежные затраты, долл. /тр. унц.	87,9
8.	Цена золота (принимаемая для расчета), долл. /тр. унц.	809,0
9.	Внутренняя норма прибыльности (IRR), %	24,9

Источник: [114].

Нераспространенная практика совместной эксплуатации объектов в золотодобывающих зарубежных странах во многом объясняется рядом сложившихся отраслевых и институциональных причин. *Во-первых*, сверхвысокой конкуренцией на золотоносных территориях – так, зачастую несколько близлежащих месторождений в одном золотоносном районе граничат друг с другом горными отводами, но принадлежат разным компаниям. *Во-вторых*, фокусированием инвестиционных ресурсов на одновременной разработке малого количества наиболее крупных и экономически эффективных месторождений (major projects) и, следовательно, низкой активностью ГРР, проводимых с целью расширения собственной сырьевой базы в районах эксплуатации масштабных объектов. *В-третьих*, особенностями и структурой ведения разведочной, проектно-подготовительной деятельности по созданию новых проектов (development projects) в развитых золотодобывающих странах, в которых институализирована и распространена деятельность венчурных геологоразведочных компаний, принимающих на себя риски первоначальных стадий изучения месторождений.

Специфика геологоразведочной деятельности в западных странах обусловила постепенное отделение ее от собственно горного бизнеса и появление особых, так называемых юниорных компаний (junior companies), которые не ведут добычу полезных

ископаемых, а специализируются на поисках и оценке новых месторождений и последующей продаже их инвестору [63]. В США, Канаде, Австралии и ряде других стран для них разработана эффективная законодательная база, гарантирующая права собственности на недра. На рынке имеется высокий спрос на результаты исследований юниоров. Подавляющее большинство юниорных компаний сохраняют статус-кво геологоразведочных организаций и не стремятся становиться золотодобывающими предприятиями, обеспечивая рост рыночной капитализации за счет повышения количества и качества разведываемых недр и привлечения финансовых ресурсов с фондового рынка, из венчурных инвестиционных фондов и других источников. Юниорные компании формируют денежные потоки и прибыль акционеров за счет продажи собственно золотодобывающим компаниям прав пользования подготовленных к эксплуатации месторождений, в т.ч. на основе группового способа разработки.

Проблема интенсификации ГРР и подготовки качественных добычных проектов, состоящих из набора малых месторождений, для России становится все более актуальной. Решать ее можно разными способами; лучшим из них является поэтапное внедрение в отечественную практику механизмов лицензирования и недропользования, которые зарекомендовали себя в других странах.

Актуальна для нас и задача становления и развития отечественного юниорного геологоразведочного бизнеса. Но при действующем российском законодательстве о недрах он не может возникнуть в принципе. Приходится констатировать, что возможности средних и малых компаний по привлечению венчурного и кредитного капитала в ГРР весьма ограничены. В России имеется только начальная фаза развития института сервисных и юниорских компаний, фактически отсутствует рынок полезных ископаемых, не существует понятия ликвидности лицензий.

1.5. Региональные золотодобывающие кластеры Сибири и Дальнего Востока

Кластерный подход в настоящее время рассматривается в качестве организационного механизма, способствующего повышению экономической эффективности и конкурентоспособности в

частности добычи и переработки минеральных ресурсов [32]. Более высокая эффективность отдельных горно-обогатительных предприятий и такого ресурсного кластера в целом во многом определяется тесными внутрикластерными связями, отраслевой кооперацией и конкуренцией.

Формирование и функционирование кластеров, связанных с добычей и переработкой полезных ископаемых, отличается от принципов, положенных в основу территориального размещения группы (кластера) предприятий промышленного типа. Их кластерное объединение направлено на массовый выпуск продукции, производство которых требует постоянного ввоза и вывоза больших объемов первичного или полуфабрикатного сырья, комплектующих материалов и конечной продукции. Кластеры данного типа формируются на территориях с развитой производственно-транспортной инфраструктурой, с достаточными энергетическими мощностями и сетевыми способностями и с наличием квалифицированного персонала.

Месторождения же полезных ископаемых имеют определенное географическое расположение, неизменные масштабные размеры. То есть их освоение и переработка содержащегося в них сырья должны происходить в непосредственной близости от мест залегания руд. В свою очередь, это выражается в необходимости создания связующей и локальной дорожной сети, энерго- и сетевых мощностей, социальных объектов и других производственно-инфраструктурных компонентов [54]. Вышесказанное относится и к освоению золоторудных месторождений, но с учетом, что конечная продукция (золотосодержащий концентрат, золото в слитках) является малотоннажной, что обуславливает незначительные транспортные расходы на ее вывоз (в отличие от разработки железорудных или угольных месторождений, годовая продукция которых составляет миллионы тонн).

В данном разделе мы фокусируем внимание на уже сложившихся региональных золотодобывающих кластерах, ядром которых выступают предприятия, разрабатывающие месторождения рудного золота либо подготавливающие их к освоению. Выбор в качестве кластерообразующего ядра коренных золоторудных месторождений, а не объектов россыпного типа объясняется следующими причинами. Во-первых, рудные месторождения, как мы отмечали выше, являются доминирующим типом в структуре существующей золотодобычи в России (78–80% ежегодно добывае-

мого золота в стране – из коренных месторождений). Во-вторых, именно коренные месторождения составляют более 70% балансовых запасов страны (россыпные – менее 20%). Поэтому в дальнейшей перспективе ключевое значение рудного золота сохранится. В-третьих, организация рудной золотодобычи требует существенно больших капитальных затрат и подготовительных работ по сравнению с ведением россыпной золотодобычи. Это означает образование значительно бо́льшего количества внутри- и межотраслевых связей.

Территориальная локализация кластеров обусловлена тем, что основная часть запасов и прогнозных ресурсов рудного золота и, следовательно, значительная часть действующих и вновь создаваемых золотодобывающих предприятий сосредоточена в регионах Сибири и на Дальнем Востоке (рис. 11). Многие золотодобывающие предприятия в России разрабатывают или подготавливают к эксплуатации малые по запасам золоторудные объекты.

В соответствии с кластерной концепцией М. Портера [52], кластеры рассматриваются и структурируются как 4 источника конкурентных преимуществ: а) состояние финансовых, технологических и ресурсных факторов производства, существенных для конкурентоспособности в данной отрасли экономики; б) состояние и характер спроса на продукцию или услуги данной отрасли; в) состояние смежных и вспомогательных отраслей – наличие или отсутствие в регионе отраслей-поставщиков и других смежных отраслей экономики; г) институциональные условия, существующие в стране и регионе, влияющие на функционирование отрасли, а также характер соперничества на внутреннем рынке.

В общем виде структура «эталонного» золотодобывающего кластера выглядит следующим образом (рис. 12), где конкурентные преимущества представлены в виде импакт-групп, оказывающих влияние на развитие золотодобывающего кластера.

Таким образом, выделяются 4 импакт-группы, под влиянием которых функционирует золотодобывающий кластер как система межотраслевых и внутриотраслевых взаимосвязей (добыча и оборот золота).

Первая группа – *рынок золота* (он регулируется законодательством об обороте драгоценных металлов), где золото выступает наличным товаром, а также *рынок инвестиционных ресурсов*.

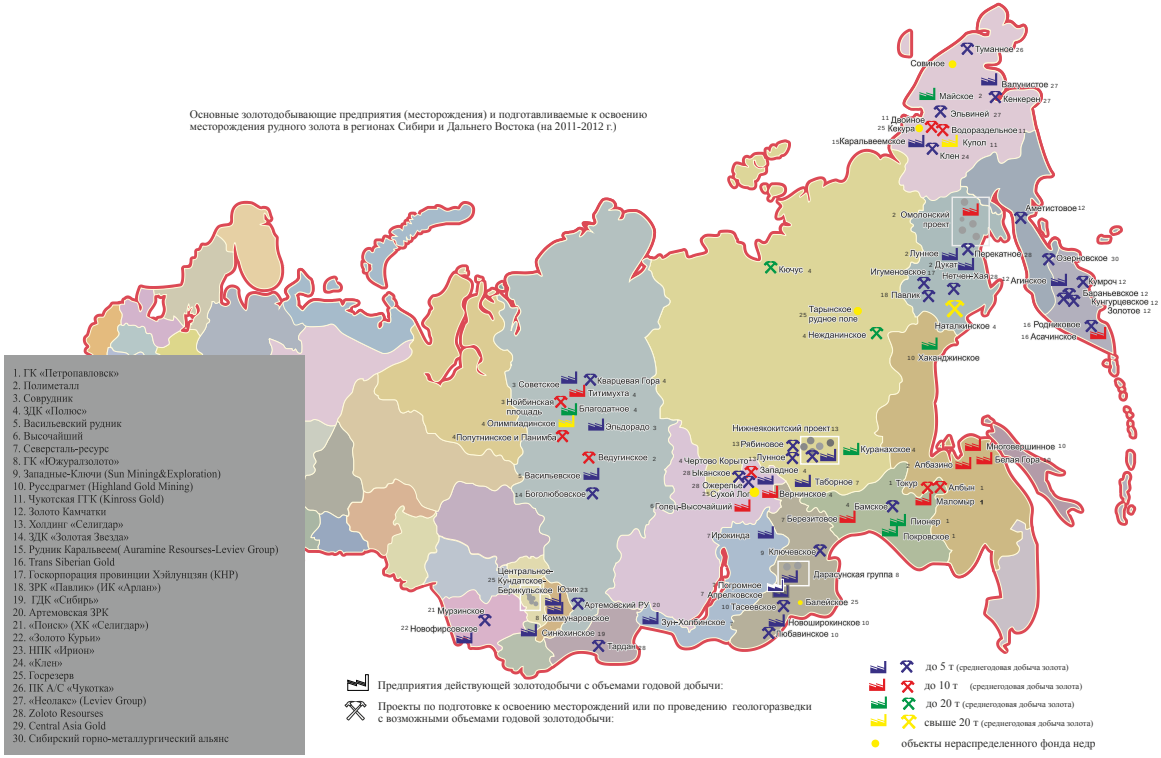


Рис. 11. Основные действующие золотодобывающие предприятия Сибири и Дальнего Востока, подготавливаемые к освоению месторождения рудного золота и объекты резервного фонда недр

Рис. 12. Структура регионального золотодобывающего кластера: импакт-группы и их взаимосвязи

В качестве субъектов рынка золота выступают:

• Центральный банк РФ – устанавливает котировки цен на золото на внутреннем рынке, торгует золотом через уполномоченные коммерческие и зарубежные банки, осуществляет операции по регулированию государственных золотовалютных резервов, устанавливает нормативные правила, обязательные для выполнения всеми участниками рынка драгоценных металлов;

• Гохран РФ (при Министерстве финансов РФ) – осуществляет функции по формированию, использованию и хранению Государственного фонда драгоценных металлов и драгоценных камней РФ, включающего не только наличные запасы слитков золота как золотовалютных резервов, но и коллекцию образцов природного золота, платины и других ценных металлов, алмазов и минералов;

• коммерческие банки – приобретают и торгуют стандартизированными слитками золота и монетами, экспортируют драгоценные металлы, предоставляют кредиты в драгоценных металлах и используют их в качестве залога для получения кредитов;

• потребители – предприятия и организации, использующие золото как сырье или технологические элементы для производства собственной продукции;

• инвесторы-покупатели – юридические и физические лица, вкладывающие в установленном порядке средства в приобретение драгоценных металлов.

В качестве субъекта рынка инвестиционных ресурсов выступают:

• стратегические инвесторы и финансовые кредиторы – юридические и физические лица, вкладывающие инвестиционные средства в организацию добычи и ведение золотодобывающей деятельности или осуществляющие их кредитование.

Вторая и *третья импакт-группы* – это окружение отрасли, представляющее собой компании и организации, обеспечивающие поставку ресурсов, материалов и услуг для организации и ведения добычной деятельности.

В качестве субъектов окружения золотодобывающей отрасли выступают конкретные предприятия-производители и поставщики материальных ресурсов:

• производители горно-обогатительного оборудования, предприятия машиностроительного и автомобилестроительного сектора, выпускающие оборудование и технику для организации и ведения золотодобычи;

• производители и поставщики материалов и ресурсов, необходимых для обеспечения производства золота по всей технологической цепочке: «выемка и транспортировка горной массы – переработка – обогащение – продукт».

В качестве субъектов окружения золотодобывающей отрасли также выступают поставщики нематериальных ресурсов:

• геологическая разведка – организации, проводящие геологоразведочные работы различных стадий, от оценочных работ до подсчета запасов. В этот сегмент входят геологические структурные подразделения золотодобывающих компаний, частные геологоразведочные компании, а также государственные предприятия, осуществляющие работы по заказу Федерального агентства по недропользованию. Все эти компании могут обеспечивать проектирование и проведение геолого-поисковых и геологоразведочных работ, геологическое сопровождение действующих проектов и месторождений;

• поставщики услуг технологических исследований, проектирования и инжиниринга – организации, занимающиеся исследованиями минерального состава, физико-химических и механических свойств руд, проводящие разработку рациональных технологий переработки и обогащения руд на основе традиционных и инновационных методов, проектирование добычных и производственных комплексов по цепочке «выемка руды – обогащение – получение продукта», инжиниринг проектов и, в ряде случаев, поставку стандартного и специализированного оборудования. Они также могут координировать строительство предприятия и его ввод в техническую эксплуатацию, обеспечивать поставку и интеграцию специализированного программного обеспечения. Крупные золотодобывающие компании (холдинги) обычно имеют собственные проектно-исследовательские организации, но также могут заказывать работы сторонним исполнителям;

• поставщики квалифицированных специалистов для золотодобывающей отрасли – высшие учебные заведения и специализированные факультеты, профессиональные училища, осуществляющие подготовку кадров по специальностям: геология, геофизика и геохимия, минералогия, маркшейдерия, металлургия и т.п.;

• специализированные аудиторские организации (финансовый и горный аудит), предоставляющие свои услуги золотодобывающим компаниям.

К этой группе можно отнести и аффинажные заводы, которые перерабатывают продукцию золотодобывающих компаний, пред-

ставляющую собой неполностью очищенное золото, золотосодержащие концентраты и сплавы, в стандартные слитки чистого золота.

Четвертая импакт-группа представлена субъектами, для которых золотодобывающая отрасль в целом или золотодобывающие компании в отдельности являются контрагентами при регулировании системы недропользования:

- государственные органы лицензирования, недропользования и природопользования, выполняющие разрешительные и контрольно-надзорные функции (Федеральная служба по недропользованию, Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, Федеральное агентство водного хозяйства, Федеральное агентство лесного хозяйства, Государственный комитет по запасам РФ);
- профессиональные ассоциации и союзы, задачей которых является представление и отстаивание интересов золотодобывающей отрасли в законодательных и исполнительных органах власти (Союз золотопромышленников РФ, Союз старателей РФ и пр.);
- законотворческие органы – Государственная Дума и Совет Федерации и их «отраслевые» комитеты, обладающие правом рассмотрения и подготовки нормативно-правовой базы, касающейся добычи, производства и оборота драгоценных металлов, рационального и комплексного освоения природных ресурсов.

В отличие от предприятий, входящих в промышленные кластеры, золотодобывающие предприятия практически не взаимодействуют между собой. Они также не конкурируют за покупателей производимой ими конечной продукции, т.к. практически любой добытый объем золота будет реализован. Но золотодобывающие компании конкурируют между собой за объекты минерально-сырьевой базы как в регионах своих действующих золотодобывающих объектов, так и в новых перспективных регионах. Такая ресурсная конкуренция проявляется в аукционах за новые объекты сырьевой базы и при проведении поисково-оценочных работ на перспективных территориях. Однако на практике равное соперничество за сырьевую базу присутствует, как уже отмечалось, только среди компаний, сопоставимых между собой по финансово-экономическому, технологическому и инвестиционному потенциалам.

Технологическое оборудование, ресурсы, материалы и услуги для золотодобывающей отрасли являются в основном специализированными, как правило, производимыми по предварительным заказам в условиях контрактирования и иногда проведения тендерных

закупок. Поэтому поставщики (российские и зарубежные) конкурируют между собой за контракты золотодобывающих предприятий на поставку ресурсов, материалов и услуг. Поставки являются заранее «запрограммированными» на использование оборудования и комплектующих агрегатов от конкретных компаний-производителей и с заданными техническими параметрами. Это характерно для компаний, производящих специализированную карьерную и горную технику и обогатительное фабричное оборудование (мельницы для измельчения руд, насосы и гидроциклоны, флотационное агрегаты и пр.). В этом случае открытое соперничество между производителями не проявляется, поскольку определенные виды оборудования и материалов выпускаются ограниченным числом производителей. Это особенно характерно при использовании специфических технологий обогащения золотоносных руд, таких как метод биовыщелачивания. Однако качество и надежность оборудования – главный фактор конкурентоспособности различных поставщиков.

Производители и поставщики ресурсов, материалов и услуг могут выступать как прямые поставщики, а также действовать через дилеров и торговых представителей в регионах. В принципе, практически любой вид оборудования для строительства и функционирования золотодобывающего комплекса может быть поставлен различным доступным для определенной местности видом транспорта (автомобильными, речным, морским, железнодорожным, авиационным) в любое место расположения месторождения. При этом расстояние между объектом и поставщиком оборудования (ресурсами, материалами) не является экономически решающим фактором, поскольку будущие доходы от добычи золота, несомненно, значительно превысят транспортные расходы.

В отрасли действуют как холдинговые структуры, владеющие и управляющие несколькими предприятиями в том или ином регионе, так и самостоятельные золотодобывающие компании. В процессе хозяйственной деятельности независимые друг от друга золотодобывающие предприятия, как правило, не продуцируют между собой хозяйственных и финансово-экономических взаимосвязей. Исключения могут составлять такие случаи, как аренда временно простаивающей техники, совместное строительство объектов инфраструктуры (общие участки автодорог, ТЭЦ, речное причальное хозяйств и др.) для ведения золотодобычи в общем рудном районе.

Развитие региональных ресурсных кластеров может стимулироваться приоритетным созданием основного горнопромышленно-

го комплекса, в рамках которого создается инфраструктура общедоступного пользования. Характерным примером здесь может являться подготовка к разработке Наталкинского месторождения рудного золота. За счет этого будет развиваться районное и региональное энергетическое и электро-сетевое хозяйство, дорожные сети. Это позволит начать освоение новых месторождений рудного золота в Яно-Колымском геолого-экономическом районе (западная часть Магаданской области – северо-восточная часть Якутии, Адыча-Тарынская группа), а также других полезных ископаемых.

На территории Сибири и Дальнего Востока выделяются 7 сформировавшихся региональных кластеров, компоненты которых задействованы в развитии золотодобывающей отрасли (см. рис. 8). Эти кластеры характеризуются различным составом участников и этапами своего развития, что связано с тремя факторами: а) текущей развитостью золотодобывающей отрасли в том или ином регионе; б) потенциалом минерально-сырьевой базы коренного золота; в) инфраструктурными условиями, характерными для определенной территории.

Развитость территориального кластера характеризуется количеством и качеством образующих субъектов кластера. Образующими субъектами являются, во-первых, сами объекты золотодобывающей отрасли (разрабатываемые и подготавливаемые к эксплуатации месторождения и разрабатывающие их предприятия) и, во-вторых, поставщики ресурсов и услуг и покупатели – потребители золота (банки и производственные компании) (рис. 13).

Таблица 21

Классификация региональных и внешних кластеров в золотодобывающей отрасли по степени развитости

Тип кластера/ степень развитости кластера	Региональные кластеры
Развитые ресурсные кластеры полного цикла	Красноярский, Иркутский
Развитые ресурсные кластеры ограниченного цикла	Магаданский, Новосибирский, Забайкальский, Якутский, Амурский
Ресурсные субкластеры	Чукотский, Камчатский, Омский, Хабаровский, Приморский
Степень развитости кластера	Внешние кластеры
Развитый внешний субкластер	Центральный, Уральский (ресурсный кластер полного цикла) и Северо-Западный
Развитый внешний субкластер	Европейский и Китайский (Азиатско-Тихоокеанский)

Рис. 13. Кластеры в регионах размещения минерально-сырьевой базы рудного золота и золотодобывающих предприятий

Золотодобывающие кластеры могут быть классифицированы в несколько групп: развитые кластеры полного цикла и развитые кластеры ограниченного цикла. В отдельную категорию выделяются субкластеры-потребители (например, регионы, в которых осуществляется потребление золота при производстве высокоточной техники) или субкластеры-поставщики локальных ресурсов (например, производство топлива, поставляемого на золотодобывающие комплексы, – Омская область (Омский НПЗ) или Хабаровский край (Хабаровский НПЗ), или только размещение перспективной сырьевой базы золота – Камчатский край и Чукотский АО).

Золотодобычу и ее кластерные свойства в восточных регионах страны целесообразно рассматривать во взаимосвязи с пятью «внешними» территориальными кластерными образованиями, прямо и косвенно оказывающими влияние на функционирование золотодобывающих кластеров Сибири и Дальнего Востока:

- Центральный (Москва) (внешний);
- Северо-Западный (Санкт-Петербург) (внешний);
- Уральский (Екатеринбург) (внешний);
- Европейский (внешние связи кластера);
- Азиатско-Тихоокеанский-Китайский (внешние связи кластера).

Роль «внешних» кластеров для золотодобывающей отрасли Сибири и Дальнего Востока чрезвычайно высока. Головные офисы крупных золотодобывающих компаний («Полюс Золото», «Полиметалл», Kinross Gold и др.) – центры принятия решений, – находятся в Москве и Санкт-Петербурге, а зарубежные производители оборудования и продукции для золотодобывающей отрасли обычно имеют свои генеральные представительства также в Москве (иногда они имеют представительства в ключевых региональных кластерах). Существенная доля заказов со стороны отрасли на проведение геологоразведочных, проектных, аудиторских и других работ приходится на организации «внешних» кластеров, часть квалифицированных кадров для золотодобывающей отрасли поступает из специализированных вузов, территориально расположенных во «внешних» кластерах.

Глава II
ВЛИЯНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В РЕГИОНАХ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

2.1 Инвестиционная привлекательность резервного фонда месторождений рудного золота: институциональные аспекты рационального недропользования

В политике недропользования понятие «резервный фонд»[1] объединяет месторождения нераспределенного (государственный резерв) и распределенного фонда (разведываемые и подготавливаемые к освоению) и относится к любому виду полезных ископаемых, разведка и разработка которых требует лицензирования, в т.ч. к золоту. В пределах нераспределенного фонда также можно выделить две группы: месторождения, ранее вовлекавшиеся в эксплуатацию (в т.ч. возвращенные в нераспределенный фонд); месторождения, ранее разрабатывавшиеся, эксплуатация которых по разным причинам была прекращена (рис. 14) [6].

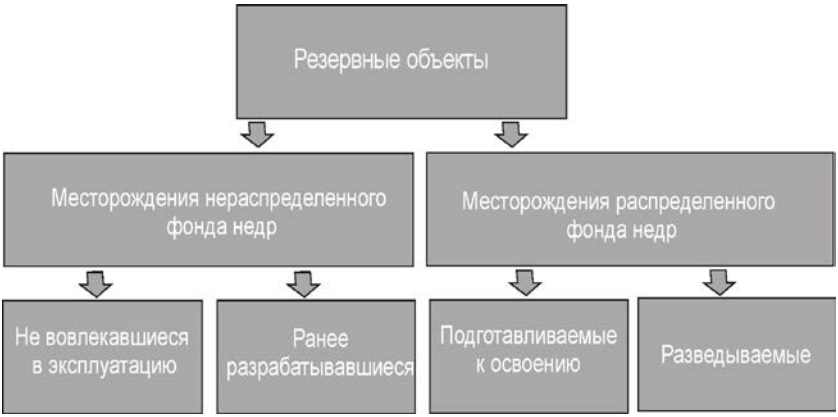


Рис. 14. Структура распределения резервных месторождений

[1] Не путать с «федеральным резервным фондом» (см. закон «О недрах», ст. 2.1 «Участки недр федерального значения» (в ред. Федерального закона от 29.04.2008 № 58-ФЗ).

Резервные месторождения *распределенного фонда* в большинстве случаев могут рассматриваться как сырьевая база существующих и создаваемых горнодобывающих предприятий по результатам предварительно рассчитанных технико-экономических показателей[1] (например, по данным оценочных ГРР ко времени выставления объектов на аукционы). В этом случае возможно проведение доразведки месторождений, постановка их запасов на учет, составление технико-экономического обоснования инвестиций и осуществление строительства систем проведения горных и обогатительных работ. В современных экономических условиях и при сложившейся ценовой конъюнктуре на золото данные объекты с геолого-экономических позиций фактически *a priori* являются инвестиционно привлекательными для разработки.

При оценке перспектив освоения резервных золоторудных объектов прежде всего следует обращать внимание на госрезерв первой подгруппы *нераспределенного фонда – объекты, не вовлекавшиеся в эксплуатацию*. Возобновление эксплуатации ранее разрабатывавшихся месторождений, даже в современных условиях (при высокой цене на золото, но при цикличности динамики цены к моменту строительства и в период действия золотодобывающего проекта) в ряде случаев экономически нецелесообразно, а зачастую вообще невозможно по горно-техническим, технологическим, экологическими или иным причинам [6].

Основным инструментом управления недропользованием является государственная система лицензирования пользования недрами, в которой задействованы *объекты недропользования* – природные объекты, выявляемые в результате геологического изучения недр, и *объекты лицензирования* – объекты, выделяемые органами управления фондом недр при формировании программ лицензирования, программ геологоразведочных работ, пообъектных планов [21]. Объектами лицензирования являются участки недр,

---

[1] Технико-экономические соображения (ТЭС) – документ, которым завершаются поисково-оценочные работы в части предварительной экономической оценки. Технико-экономический доклад (ТЭД) – геолого-экономическая характеристика и экономически обоснованная предварительная промышленная оценка месторождения. Технико-экономическое обоснование (ТЭО) – определение максимально возможной ожидаемой прибыли от разработки месторождения, получаемой в заданных ценностных условиях при соблюдении нормативных ограничений технического, технологического и экологического характера, а также правил разработки недр [44, с.146, 66].

представляющие собой геометризованные блоки недр, ограниченные плоскостями, – трехмерные объекты, учет которых ведется в двумерном пространстве (топографические карты).

Выбывание части действующих мощностей влечет ухудшение качества сырьевых активов, которые компании могут восполнить двумя способами: 1) приобретением на рынке активов (разведочных, на стадии строительства или добычных); 2) приобретением на аукционах или получением на конкурсах объектов лицензирования – резервных месторождений. Восполнение запасов за счет резервных месторождений требует проведения предварительных оперативных геолого-экономических оценок не только органами недропользования при подготовке участков недр к аукционам (конкурсам). Заинтересованные компании, располагая сведениями о расположении объектов и их основными характеристиками (геологическими, технологическими и др.), способны проводить предварительные оценки экономических перспектив эксплуатации объектов еще до подачи документов на участие в аукционе.

Информация геологического характера на новых объектах (например, наличие ресурсов золота) может быть получена компаниями собственными геологическими работами или в ходе заказных работ силами специализированной разведочной организации. На объектах может осуществляться либо проведение геологического изучения[1] – геосъемки, геолого-геофизических работ для выявления аномалий золота (тогда производится бесконкурсная выдача лицензий на такие работы, имеющая согласовательный характер [44, с.70–71]), либо первичные данные об объектах, как правило, более детальные получают (приобретают) в государственных структурах по недропользованию.

С 2011 г. отменена плата за геологическую информацию, полученную за счет государственных средств (ранее законом «О недрах» была установлена передача геологической информации на возмездной основе). Это решение, как системная институциональная мера, является необходимым условием повышения привлекательности золотоносных месторождений резервного фонда. Насколько она стала своевременной, на наш взгляд, следует оценивать с двух позиций – позиции государственных интересов (обес-

[1] Здесь подразумевается изучение с целью поисков и оценки месторождений за счет средств недропользователей. Не путать с возможностью получения права пользования недрами по факту открытия месторождения (закрепленной законодательно и регламентированной нормативно – [см. 23, 51, 53]).

печение контроля, и поступления некоторого объема, хотя и незначительного, финансовых средств) и с позиции частного сектора – недропользователей. Открытый доступ к сведениям должен стимулировать инвестиционный интерес и к объектам с ранее оцененным низким экономическим потенциалом, в т.ч. к малым золоторудным месторождениям. При минимизации расходов на сбор первичных геологических сведений теперь компании получают основы для более широкого выбора самостоятельно оцененных объектов.

Структура государственного фонда недр не статична. По мере проведения геологического изучения недр в их составе определяются все новые участки, часть из которых может иметь экономическую ценность. Объекты, прошедшие геологическую идентификацию, подлежат государственному учету: фиксируются их границы, качественные и количественные показатели, определяющие их полезные свойства (запасы и/или ресурсы, горно-геологические характеристики и т.д.).

Задача государства как собственника фонда объектов – предоставление участков недр в пользование. Их выбор для передачи в пользование *формально* осуществляется в соответствии с основами государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования (в целом несовершенного и недоработанного документа) и на основе программ геологического изучения и воспроизводства МСБ. Но *технический* выбор проводится по степени готовности геологической информации по объекту учета (рудопроявлениям, месторождениям, площадям[1] и т.д.), а также с учетом заявок недропользователей [37, 46, 47]. Экономический критерий выбора объектов основывается на предварительных оценках, в частности, по «Методике стоимостной оценки запасов ТПИ» [35], включающей методы расчета технико-экономических показателей разработки месторождений. *Методика учитывает изолированную эксплуатацию каждого объекта, не содержит механизма групповой стоимостной оценки близкорасположенных месторождений.* Никаких других явных критериев включения лицензируемых золоторудных объектов для проведения аукционов не существует.

Система предоставления права пользования недрами регулирует отношения, возникающие между государством (как соб-

---

[1] Лицензионная площадь – учетная единица, объединяющая лицензионные участки, принадлежащие одной лицензии. При этом лицензионная площадь не будет иметь единого контура (составной объект). Атрибутами лицензионной площади будут количество лицензионных участков в ее составе и их суммарная площадь [20].

ственником недр) и потенциальными недропользователями (потребителями полезных свойств недр). Федеральный орган управления фондом недр (Федеральное агентство по недропользованию или его территориальные органы) формирует перечни лицензируемых объектов, предлагаемых для геологического изучения, разведки и/или последующей добычи. Определяются условия пользования (изучение, разведка, добыча) недрами по каждому участку, процедура предоставления недр в пользование (аукцион, конкурс) и на основании этой процедуры – лицензиат, на которого оформляется право пользования. Недропользование подразумевает платность (за исключением ряда случаев), установленную законодательством о налогах и сборах, законом «О недрах»[1].

Для выделения границ промышленных руд на участках недр необходимы показатели кондиций, которые устанавливаются в результате детальной разведки, что является обязанностью уже конкретного лицензиата, а не государства, а они (кондиции) предполагают экономический характер показателей проведенной разведки [35, с. 24]. То есть принимаемые решения о включении участков недр в перечень предоставления недропользователям того или иного вида лицензии[2] основываются на принципе *«минимальная подготовленность – включение в перечень»*. Такие подход и принятие

---

[1] С 01.01.2002 г. пользователь недр как субъект предпринимательской деятельности уплачивает все налоги, сборы и платежи, общие для всех видов предпринимательской деятельности – налог на прибыль, НДС, платежи в социальные фонды и другие. Также недропользователь уплачивает ряд специальных платежей, включающих разовые платежи за пользование недрами при наступлении определенных событий, оговоренных в лицензии (ст. 40 закона «О недрах»), регулярные платежи за пользование недрами (ст. 43 закона «О недрах»), налог на добычу полезных ископаемых (гл. 26 ч. 2 Налогового кодекса РФ), сбор за участие в аукционе (конкурсе), сбор за выдачу лицензий (ст. 42 закона «О недрах») [44, с. 110].

[2] Лицензии на проведение работ, связанных с добычей полезных ископаемых подразделяются на три вида: 1. На осуществление поисков и оценки месторождений (т.н. лицензии на геологическое изучение недр, и если на участке имеются проявления полезных ископаемых, то приводится их краткая характеристика и указывается величина оцененных ресурсов); 2. На разведку и разработку месторождений, а также на переработку отходов горнодобывающих производств (т.н. лицензии на добычу полезных ископаемых; участок передается в виде геологического отвода, а также горного отвода – при наличии утвержденных запасов); 3. Совмещенная лицензия на оба вида работ – разведку и добычу, т.е. добыча может производиться как в процессе геологической разведки, так и после ее завершения в стадии производства товарного продукта [44, с. 78].

решений сложно считать эффективной формой управления нераспределенным фондом золотоносных участков, т.к. это обостряет низкую привлекательность аукционных лотов, а значит и риски признания торгов несостоявшимися. Как отмечают А.П. Ставский и В.Н. Войтенко (ИАЦ «Минерал»), основные принципы системы предоставления прав пользования недрами можно сформулировать следующим образом: «участки недр намечает государство» и «ГРР и разработку участков недр проводит тот, кто богаче» [69].

В настоящее время не утратило силу Положение о порядке лицензирования пользования недрами (утвержденное Постановлением Верховного Совета РФ 15 июля 1992 г. [51]), которым руководствуются стороны (субъекты) процесса лицензирования недр. В пп. 6.5 п. 6 Положения указано, что «*допускается одновременное предоставление нескольких лицензий на право добычи полезных ископаемых по группе близрасположенных месторождений одному заявителю, если экономически рентабельной является только общая разработка указанных месторождений одним предприятием*». Т.е. подход к составлению аукционных лотов, объединяющих малые месторождения, для добычи имеет базовое законодательное обоснование, но в нем сохранен анахроничный множительный механизм лицензирования, предписывающий выдачу лицензий на право добычи по группе месторождений на каждый объект.

Сложилась ситуация, когда предоставление права пользования на группу недр юридически закреплено, но не существует действенных и эффективных механизмов (правовых, экономических, фискальных и иных) его реализации через идентификацию таких объектов на территории недропользования и через применение экономико-технологических моделей обоснования передачи прав и последующей ее (группы недр) эксплуатации.

В целях достижения комплексного эффекта для системы рационального недропользования необходимыми представляются следующие меры институционального характера:

1) *разработка способов* (*подходов, методов*) *образования и/или повышения экономического эффекта при вовлечении нерентабельных и низкорентабельных золоторудных объектов в разработку* (*в т.ч. с расчетом на кумулятивный экономический эффект при последующем вовлечении добытого золота в финансовый, технологический, ювелирный оборот*);

2) *разработка стимулирующих форм лицензирования и недропользования таких объектов.*

В системе лицензирования и недропользования имеются недостатки, требующие исправления и адаптации к современным условиям. Так, Положение о порядке лицензирования пользования недрами, принятое при отсутствии опыта регулирования недропользования на рыночных принципах, до сих пор не корректировалось. В закон «О недрах», регламентирующий только основные вопросы лицензирования (хотя он и позволил сформировать стабильную систему недропользования, действующую сейчас в стране) поправки вносились неоднократно. В результате содержание действующего Положения по многим направлениям не соответствует современным требованиям и зачастую противоречит последним редакциям закона «О недрах» и некоторым официальным методическим инструкциям лицензирования и недропользования.

Рассматривая особенности формирования системы недропользования в России с позиций институциональной теории, В.А. Крюков (ИЭОПП СО РАН), опираясь на исследование О. Янга, отмечает, что «при рассмотрении инструментов регулирования недропользования уместно различать системы, основанные на указаниях или на стимулах. Указания (*regulations*) – директивы, издаваемые специализированными административными агентствами и детализирующие условия, которым субъект воздействия режима следует постоянно. Стимулирующая система, напротив, содержит предписания, ориентированные на изменение поведения в желаемом направлении путем изменения выгод и издержек субъектов и связанные с реализацией различных альтернатив» [29].

Это означает, что существующие «ресурсные режимы («нормативно-правовое пространство»), или совокупность институтов, связанных с освоением и использованием природных ресурсов, могут и должны изменяться под действием внешних и внутренних сил. Под такими силами подразумеваются рыночная конъюнктура, изменение состояния недр и качества полезных ископаемых, ротация организационно-управленческой структуры в системе управления недрами, распространение «лучших практик», правительственные поручения и рекомендации научно-исследовательских институтов и других организаций. Ценность такого подхода заключается в формировании целостной структуры ресурсного режима, т.е. единой и взаимосвязанной системы прав, правил и процедур [29].

Проблемы золотодобывающего бизнеса, конечно, касаются не только аспектов недропользования, но и требований и ограничений при проведении ГРР за счет частных компаний, жесткой фискальной политики и не всегда корректно применяемых таможенных рычагов (например, поставка зарубежной карьерной техники и запасных частей к ней), косвенно или прямо оказывающих негативное воздействие на инвестиционные и экономические процессы в отрасли. Эти и другие проблемы золотодобывающей отрасли обобщены и представлены в следующих материалах – [27, 56, 67].

2.2 Предпосылки к составлению групповых лотов малых (и средних) месторождений рудного золота нераспределенного фонда как инструмент повышения системной эффективности передачи их в пользование

Экономическая оценка месторождений золота с учетом единства геологических территорий, схожести типов объектов, содержащих полезные ископаемые, приводит к принципиально иным решениям и результатам по сравнению с их изолированным рассмотрением из-за проявления агломерационного эффекта (эффекта территориального единства). Как подчеркивается в работах Цветкова Н.И. [77, 78], исследовавшего проблематику методов и моделей экономической оценки месторождений минерального сырья, «<...> если в совокупность оцениваемых месторождений района включить только те из них, которые рентабельны в случае их индивидуального освоения, то тем самым при оценке его минерально-сырьевого потенциала не будет учитываться агломерационный эффект». И хотя Цветков Н.И. рассматривал этот эффект как эффект комплексности освоения ресурсных территорий, как фактор развития горнопромышленных комплексов районов, его тезисы, предложенные в условиях плановой экономики, не потеряли актуальность.

В разделе 2.1 отражены взаимосвязанные меры институционального характера, под которыми применительно к предмету нашей работы понимаются: а) разработка экономико-математических моделей групповой эксплуатации близкорасположенных малых (и средних) месторождений коренного золота, в т.ч. для формирования единых условий лицензирования и недропользо-

вания; б) составление единых лотов таких месторождений для включения их в перечни объектов, предлагаемых в пользование (разведка и последующая добыча), с условием приобретения лота одним недропользователем (*принцип «один групповой лот – один лицензиат»*).

Возможности формирования таких лотов (с конкретизацией объектов по количеству, по их расположенности) должно равноправно относиться к полномочиям как государственных органов лицензирования, так и потенциального недропользователя, подающего заявку на единый аукционный лот месторождений, разработку которых он считает возможным вести групповым способом (т.е. запросным способом, подачей соответствующего письма в территориальный орган недропользования). При этом проведение аукциона по единому лоту, предложенному по заявке недропользователя, в соответствии с законодательством о лицензировании, конечно, сохраняет принцип конкурентности участников торгов. Это обеспечивает вероятность увеличения разового платежа, уплачиваемого победителем (реализация государственных фискальных целей), но не позволяет разбивать лот на составные месторождения и лицензировать их по отдельности (образование консолидированного права на пользование группой объектов).

Схема распределения резервного фонда золоторудных объектов в зависимости от типа лицензирования (*индивидуальный; комбинированный: индивидуальный и/или групповой*), по этапам лицензирования и недропользования может быть представлена в следующем виде – рис. 15. Здесь отражаются, во-первых, этапы отбора перспективных для эксплуатации объектов, во-вторых, включен процесс образования дополнительного механизма формирования аукционных лотов для групповой разработки месторождений (серая заливка).

Функционирование и свойства групповой разработки золоторудных месторождений пространства $[M_1 \ldots M_i]$ на базе общей золотоизвлекательной фабрики-«кустовой» обогатительной фабрики (ЗИФ-КОФ) в виде в виде ресурсной и товарной матриц представлены на рис. 16.

В основе подхода лежит пообъектный принцип $M \in [M_1 \ldots M_i]$, позволяющий рассматривать золотосодержащие участки как единую группу в пределах естественных границ территории залежи, а также планировать и организовывать их освоение в его пределах с учетом возможностей транспортной, перерабатывающей

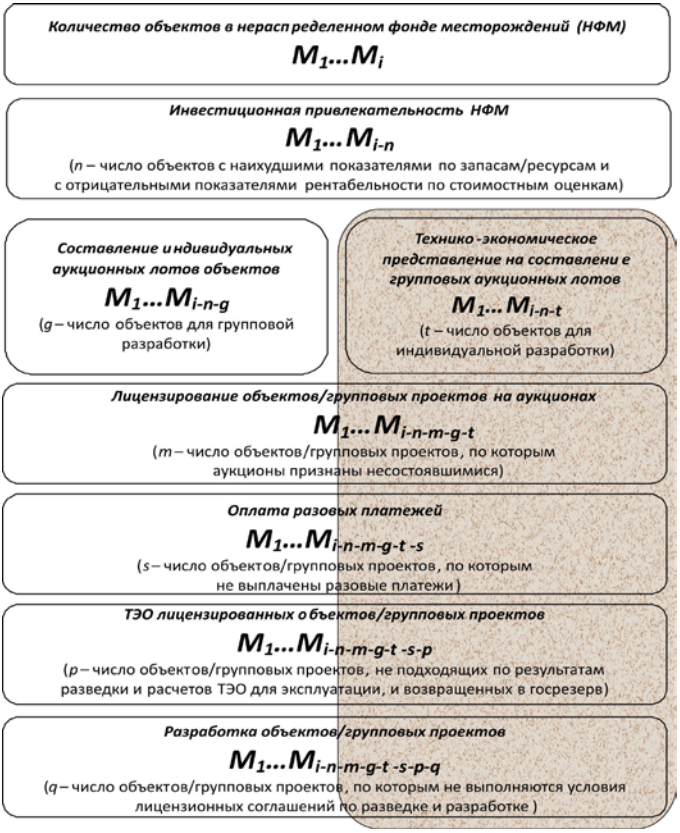


Рис. 15. Схема распределения фонда золоторудных объектов по степени инвестиционной привлекательности по типу лицензирования: индивидуальный (при действующая система) и групповой (в соответствии с предлагаемым подходом) и по этапам лицензирования и недропользования

и иной инфраструктуры, кадровых и иных ресурсов. Структурные элементы золотодобывающей группы могут быть описаны отдельными матрицами и условными векторами:

$$R=\begin{vmatrix} r_1, r_2 \ldots r_i \\ \ldots \\ t_1, t_2 \ldots t_i \\ \ldots \\ q_{\tau 1}, q_{\tau 2} \ldots q_{\tau i} \end{vmatrix}, G=\begin{vmatrix} z_1, z_2 \ldots z_i \\ \ldots \\ k_1, k_2 \ldots k_i \\ \ldots \\ s_{g1}, s_{g2} \ldots s_{gi} \end{vmatrix}, Ix(u_1, u_2 \ldots u_i),\ In(j_1, j_2 \ldots j_i),\ P=(p, f_i, d_i, w_i, q_{pi})$$

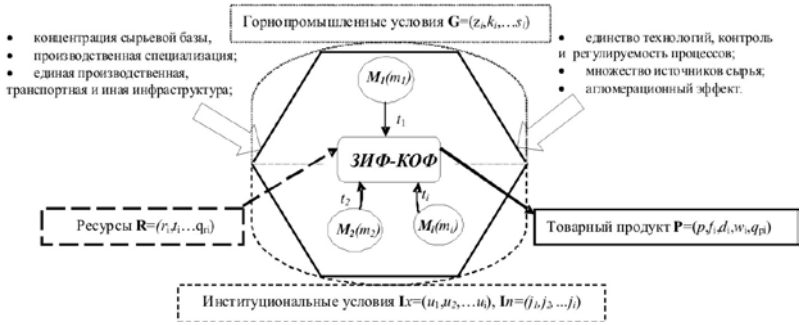


Рис. 16. Блок-схема функционирования и свойств проекта групповой разработки малых и средних золоторудных месторождений на основе ЗИФ-КОФ

Для ресурсной матрицы *R* векторы-столбцы описывают ресурсный набор для некоего месторождения. Векторы-строки представляют однородные параметры всей группы месторождений. Каждое *i*-е ресурсное звено матрицы *R* может быть представлено комбинированным вектором $R= (r_i,t_i,\ldots q_{ri})$, где, r_i,t_i – стоимость ресурсов *r, t* (материалы, стоимость рабочей силы и др.) используемых при переработке руды и в производстве промпродукта, а q_{ri} – итоговая общая стоимость всех потребляемых ресурсов. Этот вектор отражает определенное количество и/или удельный расход ресурсов на производство единицы продукции (золота) в продуктовом узле ЗИФ-КОФ [по 2, с. 51]. Разработка каждого M_i-го месторождения группы имеет затраты на добычу с него руды (m_i) и транспортировку ее до ЗИФ (t_i).

Далее *R*-матрица представлена в Главе 3 и описывается экономико-математическими моделями с использованием также векторов *G*-матрицы горнопромышленных характеристик месторождений – $G=(z_i,k_i,\ldots s_i)$, где, например, z_i – содержание золота в *i*-м месторождении, *k* и *s* – технологические коэффициенты (коэффициенты разубоживания, потерь при добыче и др.) для данного месторождения и т.д. Дополнительные векторы формально представлены расходами на приобретение участков недр – $Ix\ (u_1,u_2\ldots\ u_i)$, где, например, u_1 – разовый платеж за пользование недрами, u_2 – сбор за участие в аукционе и т.д., а также налогами при добыче

золота – $In(j_1, j_2 \ldots j_i)$, где j_1, например, налог на добычу полезных ископаемых, j_2 – налог на имущество и т.д.

Продуктовый вектор описывается как $P=(p,f_i,d_i,w_i,q_{pi})$, где p – единица готовой продукции (золото), f – реализационная цена единицы продукции, d – затраты на транспортировку продукции до центра конечного металлургического передела (аффинаж), w – затраты на аффинаж, q_{pi} – себестоимость готовой продукции.

Как уже отмечалось в разделе 2.1, участки недр выставляются на аукцион (конкурс) в соответствии с критериями Положения о порядке лицензирования пользования недрами, в пп. 6.5 п. 6 которого предписана возможность одновременного предоставления *нескольких лицензий* на группу близкорасположенных месторождений *одному заявителю* в случае, если *экономически рентабельной* является только *общая разработка* указанных месторождений *одним предприятием*. Согласно «Методическим рекомендациям…» [33], для таких случаев могут быть разработаны единые условия конкурса или аукциона для указанных объектов. Но в современной практике лицензирования разработка единых условий по лицензированию и эксплуатации сближенных золоторудных объектов не применяется. Причины, объясняющие такое положение, сводятся к отсутствию геолого-экономической методики обоснованного формирования группового перечня участков. Определенное значение имеет снижение риска спекулятивных приобретений месторождений из потенциальной геологической группы недобросовестными участниками рынка.

Пп. 6.5 п. 6 Положения о порядке лицензирования пользования недрами в существующем виде не имеет эффективных механизмов применения, является нереализованным принципом рационального недропользования и может быть изменен следующим образом (рис. 17).

В схеме не рассматриваются детально и не включаются аспекты, связанные с правовыми и административными процедурами, связанными с недропользованием (перевод земель в состав промышленных для добычи полезных ископаемых, оформление прав собственности на участки для целей недропользования и т.д.).

В целом, можно констатировать, что установленный в настоящее время принцип предоставления прав пользования на группу близкорасположенных золоторудных объектов не имеет определенности в том, какими механизмами обеспечивается включение участков недр в группу возможной эксплуатации и какие технико-

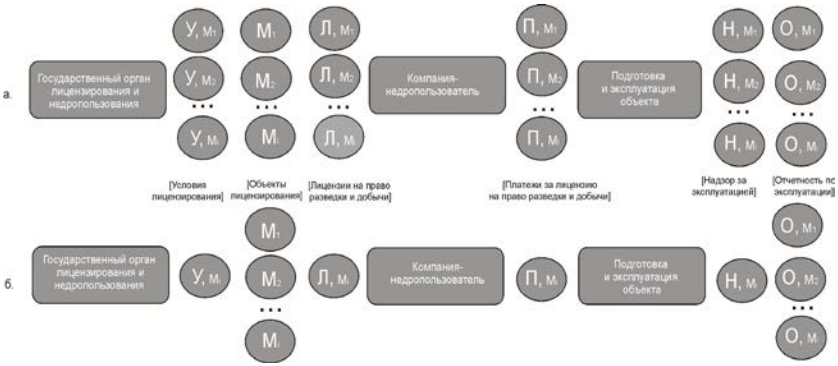


Рис. 17. Существующий (а) и модифицированный (б) механизмы лицензирования близкорасположенных объектов

экономические параметры являются для этого определяющими. Отсутствие ответов на такие вопросы ведет к пассивности государственных органов недропользования в формировании групповых лотов золотосодержащих объектов, не дает компаниям стимулов самостоятельной подготовки заявок на совместную разработку. Для формирования лицензируемых групповых лотов предлагается разработанные в Институте экономики и организации промышленного производства СО РАН экономико-математические модели, объединяющие расчеты экономических и геолого-промышленных условий совместной эксплуатации близкорасположенных золоторудных месторождений в задаваемых экономических условиях и в различных технологических вариантах.

Мы не затрагиваем проблематику разработки близкорасположенных месторождений, разведочные и добычные лицензии на которые имеют разные компании. В центре внимания находятся месторождения, находящиеся в нераспределенном фонде недропользования. Проблема разработки одним предприятием близкорасположенных месторождений, которые принадлежат разным лицензиатам, решается рыночным способом: формированием опциона или выставлением оферты и последующим приобретением компаний, обладающих лицензиями на интересующие инвестора месторождения. Вопрос в цене оферты.

Глава III
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГРУППОВОЙ РАЗРАБОТКИ МАЛЫХ (И СРЕДНИХ) МЕСТОРОЖДЕНИЙ РУДНОГО ЗОЛОТА

3.1 Технико-экономическое моделирование процесса групповой разработки малых (и средних) месторождений рудного золота в зависимости от геолого-промышленных характеристик месторождений и существующих экономических условий

Одна из задач экономической оценки месторождений – нахождение (моделирование) оптимального варианта разработки объектов полезных ископаемых. Это предполагает формирование некоторого числа альтернативных вариантов, а также определенного критерия для сопоставления вариантов. Использование методов экономико-математического моделирования представляется в виде модели некой рассматриваемой системы, в которой взаимосвязаны те или иные свойства месторождений, в нашем случае – запасы руды, удельное и полное количество золота, геологические, природные, технологические и экономические параметры. Экономическая оценка может производиться по *базовому* варианту (без учета налогов, отчислений и платежей) и *коммерческому* варианту (с учетом последних) [79].

Авторами разработаны экономико-математические модели групповой эксплуатации близкорасположенных золоторудных месторождений на едином обогатительном комплексе в зависимости от вариации параметров «расстояние L» и «содержание золота Z» с изменяемыми (или заданными) уровнями рентабельности. Модели дают представление о том, каково должно быть содержание золота какого-либо месторождения в зависимости от дистанции транспортировки руды до ЗИФ, чтобы обеспечивать заданный уровень рентабельности (модель Z (L)). Конечно, в общем виде модель рассматривает и обратные варианты (модели), когда требуется оценить, например, необходимое золотосодержание в руде для достижения того или иного уровня рентабельности при нескольких заданных расстояниях перевозки руды (модель $Z(R)$). Таким же образом решается задача о связи между рентабельно-

стью и дальностью транспортировки руды при заданных содержаниях золота (модель R (L)). Фактически решение этих модельно-производственных задач решает и задачу обоснования методики лицензирования, поставленную в Главе 2 (разделы 2.1 и 2.2), – включение близкорасположенных участков недр в единую лицензию для совместной эксплуатации.

Моделирование проведено на основе технико-экономических данных золотодобывающего проекта, реализуемого с 2005 г. в Сибири и подходящего по условию осуществления транспортировки руды от места выемки (карьера месторождения) до золотоизвлекательной фабрики. За основу расчета принимаются технико-экономические показатели и планово-расчетная калькуляция (на 2005 г.) разработки среднего по запасам золота (на 01.01.05 – 30,5 т) месторождения Эльдорадо (ООО «Соврудник», Красноярский край; табл. П.8). Разработка ведется открытым способом, с транспортировкой сепарированной обогащенной руды на ЗИФ Советская (расстояние в одну сторону – 64 км) и переработкой забалансовой разубоженной руды с содержанием ниже кондиционного и хвостов сепарации на комплексе кучного выщелачивания (ККВ), размещенного на месте разработки месторождения. Также в последующих модельных расчетах (для условий 2009 г.) учитываются сведения об инфляции в РФ в 2005–2010 гг. (табл. П.9) и среднегодовые мировые цены на золото в 2009–2010 гг. (табл. П.10, П.11, П.12).

Ставится следующая задача: оценить влияние расстояния от места выемки руды (карьер, рудник) до места размещения перерабатывающего центра кустового типа на рентабельность золотодобычи какого-либо проекта групповой разработки месторождений в зависимости от качества руды – содержания золота Z. В частности, будет рассмотрена задача о том, как дальность (дистанция, расстояние) транспортировки руды (L) предопределяет величину минимального промышленного содержания золота (Z) на месторождениях (включаемых в добычной групповой проект), обеспечивающей заданный уровень рентабельности (R) производства золота на ЗИФ. Назовем эти измененяемые параметры «управляющими».

В табл. 22, подготовленной с помощью MS Excel, внесены данные из табл. П.8, они выделены серой заливкой (показатели a–c), и рассчитаны дополнительные количественные параметры (средняя цена реализации, среднее извлечение золота и др.), необходимые для решения задачи.

Таблица 22

Технико-экономические параметры разработки месторождения Эльдорадо и результаты имитационных расчетов рентабельности при различных расстояниях транспортировки руды (различных стоимостях перевозки) и различных содержаний золота

	Параметры	Имитационные базовые расчеты (2005 г.)			Имитационные базовые расчеты (2009 г.)		
A	B	C	D	E	H	I	J
БАЗОВЫЙ ВАРИАНТ							
a	Себестоимость добычи 1 т руды (руб./т)	237,7	237,7	237,7	320,9	320,9	320,9
b	Себестоимость транспортировки руды (руб./т·км)	2	2,4	1,9	2,7	3,2	2,6
L	Расстояние транспортировки руды «Карьер–ЗИФ» (км)	64	32	96	64	32	96
d	Себестоимость дробления/сепарации руды (руб./т)	29,1	29,1	29,1	39,3	39,3	39,3
e	Себестоимость переработки руды на ЗИФ (руб./т)	145,6	145,6	145,6	196,6	196,6	196,6
Z	Среднее содержание золота в добываемой руде (г/т)	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43	2,43
$g_{ЗИФ}$	Себестоимость извлечения золота ЗИФ (руб./г)	74,1	74,1	74,1	100,0	100,0	100,0
$g_{КВ}$	Себестоимость извлечения золота КВ (руб./г)	107,4	107,4	107,4	145,0	145,0	145,0
$h_{ЗИФ}$	Годовое получение товарного металла на ЗИФ (г)	949200	949200	949200	949200	949200	949200
$h_{КВ}$	Годовое получение товарного металла КВ (г)	312800	312800	312800	312800	312800	312800
i	Годовая стоимость товарной продукции (тыс. руб.)	453857	453857	453857	1135800	1135800	1135800
p	Средняя цена реализации металла (руб./г)	360	360	360	900	900	900
$k_{ЗИФ}$	Годовая перерабока руды на ЗИФ (т)	354000	354000	354000	354000	354000	354000
$k_{КВ}$	Годовая перерабока руды КВ (т)	246000	246000	246000	246000	246000	246000
c	Годовая перевозка руды «Карьер–ЗИФ» (т)	354000	354000	354000	354000	354000	354000

$m_{ЗИФ}$	Среднее извлекаемое содержание золота из руды ЗИФ (г/т)	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68	2,68
$m_{КВ}$	Среднее извлекаемое содержание золота из руды КВ (г/т)	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
$n_{ЗИФ}$	Пересчетный коэффициент «Руда–ЗИФ/Руда–карьер»	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
$n_{КВ}$	Пересчетный коэффициент «Руда–КВ/Руда–карьер»	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
$o_{ЗИФ}$	Полные удельные затраты на 1 г золота ЗИФ (руб./г)	276,3	257,1	296,6	373,0	347,1	400,4
$o_{КВ}$	Полные удельные затраты на 1 г золота КВ (руб./г)	318,5	318,5	318,5	430,0	430,0	430,0
$y_{ЗИФ}$	Совокупные годовые расходы на ЗИФ (тыс. руб.)	262235	244054	281553	354018	329473	380097
$y_{КВ}$	Совокупные годовые расходы на КВ (тыс. руб.)	99640	99640	99640	134514	134514	134514
q	Суммарные годовые расходы (тыс. руб.)	361876	343694	381193	488532	463987	514611
R	Индекс рентабельности «Годовая стоимость/годовые затраты»	1,26	1,32	1,19	2,32	2,45	2,21
$R_{\%}$	Рентабельность «Доход/затраты» (%)	26	32	19	132	145	121
t	Полные удельные затраты (по себестоимости), (руб./г)	286,7	272,3	302,0	387,1	367,6	407,8
j	Средняя цена реализации золота (руб./г)	360	360	360	900	900	900
Rv	Индекс рентабельности (по себестоимости)	1,26	1,32	1,19	2,33	2,45	2,21
$Rv_{ЗИФ}$	Индекс рентабельности добычи золота на ЗИФ	1,30	1,40	1,21	2,41	2,59	2,25
$Rv_{КВ}$	Индекс рентабельности добычи золота на КВ	1,13	1,13	1,13	2,09	2,09	2,09
f	Доля транспортных расходов в себестоимости (%)	16,7	10,6	22,6	16,7	10,6	22,6
$f_{ЗИФ}$	Доля транспортных расходов в себестоимости ЗИФ (%)	17,3	11,2	23,0	17,3	11,2	23,0
КОММЕРЧЕСКИЙ ВАРИАНТ							
$R_{НДПИ}$	Рентабельность с учетом НДПИ	18,0	24,3	12,0	118,6	130,1	107,5
$R_{НДПИ+НП}$	Рентабельность с НДПИ и налогом на прибыль	14,4	19,4	9,6	94,8	104,1	86,0

Источник: Рабочий проект развития горных работ по добыче рудного золота открытым способом на месторождении Эльдорадо (гор. 700–590 м). Т.1. Общая пояснительная записка. ООО «Совруднiк». – Северо-Енисейский. – 2003 г.

Исходными данными для всех вариантов расчетов являются данные столбца *C*, отражающие реальные технико-экономические параметры разработки месторождения Эльдорадо на 2005 г. Остальные столбцы содержат различные задаваемые имитационные расчеты. Содержательное обозначение и интерпретация параметров (табличных строк) показано ниже:

a–c (серая заливка) – заданные исходные значения (параметры) в соответствии с табл. П.8;

$m_{ЗИФ}$, $m_{КВ}$ – технологически извлекаемые содержания золота (г/т) в рудах для ЗИФ и КВ, соответственно, рассчитанные по исходным параметрам:

$$m_{ЗИФ} = \frac{h_{ЗИФ}}{k_{ЗИФ}} \tag{1}$$

$$m_{КВ} = \frac{h_{КВ}}{k_{КВ}} \tag{2}$$

$n_{ЗИФ}$, $n_{КВ}$ – пересчетные коэффициенты, характеризующие эффективность сепарации карьерной руды, приводящей к повышению золотосодержания в руде, отправляемой на ЗИФ и, соответственно, к понижению содержания для КВ:

$$n_{ЗИФ} = \frac{m_{ЗИФ}}{Z} \tag{3}$$

$$n_{КВ} = \frac{m_{КВ}}{Z} \tag{4}$$

$o_{ЗИФ}$ – полные удельные затраты на производство 1 г золота на ЗИФ (себестоимость золота ЗИФ), рассчитываемые как суммарные затраты на добычу (*a*), транспортировку (*L·b*), дробление/сепарацию (*d*) и переработку 1 т руды на ЗИФ (*e*), нормированные на количество содержащегося в ЗИФ-руде золота ($n_{ЗИФ}·Z$), плюс расходы на конечное извлечение 1 г золота ($g_{ЗИФ}$):

$$o_{ЗИФ} = \frac{a+L·b+d+e}{n_{ЗИФ}·Z} + g_{ЗИФ} \tag{5}$$

$o_{КВ}$ – полные удельные затраты на производство 1 г золота на КВ (себестоимость золота КВ), рассчитываемые как отношение

суммарных затрат на добычу (a) и дробление/сепарацию (d) 1 т руды к количеству содержащегося в КВ-руде золота, плюс расходы на конечное извлечение 1 г золота ($g_{КВ}$):

$$o_{КВ} = \frac{a+d}{n_{КВ} \cdot Z} + g_{КВ} \qquad (6)$$

–$y_{ЗИФ}$, $y_{КВ}$ – совокупные годовые расходы на ЗИФ и КВ:

$$y_{ЗИФ} = o_{ЗИФ} \cdot h_{ЗИФ} \qquad (7)$$

$$y_{КВ} = o_{КВ} \cdot h_{КВ} \qquad (8)$$

q – суммарные годовые расходы разработки месторождения (для ЗИФ и КВ), рассчитываемые как сумма $y_{ЗИФ}$ и $y_{КВ}$.

R – индекс рентабельности (BCR, benefits-costs-ratio), исчисляемый либо как отношение годовой стоимости продукции (i) к годовым затратам (q) или отношение стоимости единицы продукции к затратам на её производство.

$R_{\%}$ – средняя рентабельность (%), исчисляемая из индекса рентабельности R по формуле:

$$R_{\%} = \frac{i-q}{q} \cdot 100\% = (R-1) \cdot 100\% \qquad (9)$$

Использовать индекс рентабельности R более удобно при математических расчетах, поскольку получаются более простые формулы и соотношения. При графических построениях величины R и $R_{\%}$ будут использоваться на равных основаниях, в зависимости от ситуации.

t – средневзвешенные удельные затраты (средневзвешенная себестоимость 1 г) с учетом относительных долей обоих методов получения золота (ЗИФ и КВ):

$$t = \frac{o_{ЗИФ} \cdot Z \cdot n_{ЗИФ} \cdot k_{ЗИФ}}{Z \cdot n_{ЗИФ} \cdot k_{ЗИФ} + Z \cdot n_{КВ} \cdot k_{КВ}} + \frac{o_{КВ} \cdot Z \cdot n_{КВ} \cdot k_{КВ}}{Z \cdot n_{ЗИФ} \cdot k_{ЗИФ} + Z \cdot n_{КВ} \cdot k_{КВ}} \qquad (10)$$

j – цена реализации золота, задаваемая как внешне задаваемый параметр, а не как калькуляционная цена реализации (p).

Rv – индекс рентабельности, рассчитываемый как отношение j к t (Rv может совпадать или не совпадать с R, в зависимости от j и p).

$Rv_{ЗИФ}$, $Rv_{КВ}$ – индексы рентабельности производства золота на ЗИФ и на КВ, исчисляемые как отношение j к $o_{ЗИФ}$ и j к $o_{КВ}$.

f – доля транспортных расходов (%) в полной себестоимости разработки месторождения, рассчитываемая как отношение транспортных расходов ($L \cdot b$) к средневзвешенной себестоимости (t), с учетом золотосодержания в перевозимой руде:

$$f = 100 \cdot \frac{L \cdot b}{t \cdot Z \cdot n_{ЗИФ}} \qquad (11)$$

$f_{ЗИФ}$ – доля транспортных расходов в себестоимости производства золота на ЗИФ, рассчитываемая как отношение нормированных на золотосодержание транспортных расходов к удельной себестоимости на ЗИФ:

$$f_{ЗИФ} = 100 \cdot \frac{L \cdot b}{o_{ЗИФ} \cdot Z \cdot n_{ЗИФ}} \qquad (12)$$

Индекс рентабельности R получен, исходя из продажной стоимости золота, которая, в свою очередь, рассчитывалась по реальным технико-экономическим данным (табл. П.8). Аналогичный индекс Rv рассчитан, когда продажная цена (360 руб./г) задавалась не как конкретная цена реализации в 2005 г., а как внешний параметр (j). Вводить цену золота как внешний задаваемый параметр удобно, во-первых, из-за особенностей работы с электронной таблицей Excel, во-вторых, это позволяет измерять при проведении имитационных расчетов для изменившейся ценовой конъюнктуры, как та или иная вводимая цена золота (900 руб./г для 2009 г.) влияет на уровни рентабельности (табл. 22, столбцы *H, I, J*).

В табл. 22 приведены значения рентабельности как для исходной дистанции транспортировки руды L (64 км, столбец C) и удельной стоимости перевозки b (2 руб./т·км), так и для других расстояний (32 км и 96 км, столбцы D и E). При этом учитывается, что удельная стоимость перевозки руды (b) будет возрастать при уменьшении дистанции L (в этом случае увеличивается относительный вклад расходов на погрузку и разгрузку руды и на прочие операции, не связанные с расстоянием), но b будет снижаться при увеличении транспортного плеча. Значительное изменение расстояния от исходных 64 км как в сторону уменьшения (32 км),

так и в сторону увеличения (96 км) изменяет рентабельность незначительно – примерно на 6% в том или ином случае. Такие относительно небольшие вариации рентабельности обусловлены, во-первых, коррелированными с расстояниями удельными ценами перевозок (это частично демпфирует расходы на увеличение или на уменьшение дистанции); во-вторых, удельная доля транспортных расходов в общей себестоимости добычи золота относительно невелика – от 11% до 23% для разных вариантов. Это также микширует зависимость уровня рентабельности от расстояния транспортировки руды.

Таким образом, модельные расчеты позволяют оценить количественно вариации рентабельности для разных дистанций перевозок и при изменении содержания золота в руде. Точнее говоря, можно оценить величину *Z*, которая позволяет сохранить заданный уровень рентабельности $R_{\%}$ (или индекса *R*) при тех или иных изменениях расстояния *L* (но согласованно с разными удельными стоимостями транспортировки руды *b*). Математическую зависимость золотосодержания *Z(R)* от заданного индекса рентабельности *R* (для нескольких значений дистанций *L*) или же зависимость *Z(L)* от расстояния транспортировки руды (при нескольких величинах индекса рентабельности *R*) или зависимость *R (L)* от *L* (при нескольких значениях *Z*) можно выразить в виде следующих формул:

$$Z(R) = \frac{\alpha}{\frac{1}{R} - \beta} \tag{13}$$

$$Z(L) = \frac{\chi + \varphi \cdot L}{\frac{1}{R} - \beta} \tag{14}$$

$$R(L) = \frac{Z}{\beta \cdot Z + \chi + \varphi \cdot L} \tag{15}$$

Формальные параметры α, β, χ и φ выражаются в следующем виде:

$$\alpha = \frac{(a + L \cdot b + d + e) \cdot k_{зиф} + (a + d) \cdot k_{кв}}{j \cdot (n_{зиф} \cdot k_{зиф} + n_{кв} \cdot k_{кв})} \tag{16}$$

$$\beta = \frac{g_{зиф} \cdot n_{зиф} \cdot k_{зиф} + g_{кв} \cdot n_{кв} \cdot k_{кв}}{j \cdot (n_{зиф} \cdot k_{зиф} + n_{кв} \cdot k_{кв})} \tag{17}$$

$$\chi = \frac{(a+d+e)\cdot k_{ЗИФ} + (a+d)\cdot k_{КВ}}{j\cdot(n_{ЗИФ}\cdot k_{ЗИФ} + n_{КВ}\cdot k_{КВ})} \quad (18)$$

$$\varphi = \frac{b\cdot k_{ЗИФ}}{j\cdot(n_{ЗИФ}\cdot k_{ЗИФ} + n_{КВ}\cdot k_{КВ})} \quad (19)$$

Экономический смысл моделирования заключается в создании уравнений, в которых через рентабельность (*R*) взаимосвязаны экономико-технологические параметры разработки месторождений – цена золота, запасы руды, количество золота, расстояние перевозки руды, затраты на добычу, транспортировку руды, расходы на переработку руды и извлечение золота при разных технологиях (ЗИФ/ККВ), мощность обогатительных комплексов, другие параметры.

Содержательное значение всех величин, входящих в выражения (16)–(19), можно видеть в табл. 22. Формула *Z(R)* была получена, исходя из величины *R* как отношение продажной цены 1 г золота (*j*) к полной себестоимости получения 1 г золота (*t*). При этом полная себестоимость рассчитывалась по данным табл. 22, включая относительные доли золота, полученные методами ЗИФ и КВ. Остальные формулы получались алгебраическими преобразованиями этой формулы. Графические зависимости *Z* от *R* (или от $R_{\%}$,), *Z* от *L*, и *R* от *L* для условий 2005 г. показаны на рис. 13, 14 и 15. Очевидно, что величина *Z(R)* зависит параметрически от транспортных расходов, т.е. от произведения расстояния перевозки руды *L* на удельную стоимость перевозки *b*, значения которой скоординированы с дистанцией *L* (полагаем, что удельные стоимости составляют 3 руб./т·км для 16 км, 2,4 руб./т·км для 32 км, 2 руб./т·км для 64 км, 1,9 руб./т·км для 96 км, 1,85 руб./т·км для 128 км). Для наглядности зависимость *Z(R)* показана на рис. 13 для трех расстояний.

В свою очередь Z(*L*) параметрически зависит от *R* (а также от удельной стоимости перевозки для каждого расстояния). Поэтому в графических зависимостях *Z (L)* используются несколько значений параметра *R* (рис. 18). Аналогичный подход использован для зависимости *R(L)* на рис. 19. На рис. 20 показана двухмерная зависимость *Z* от *L* и *R*.

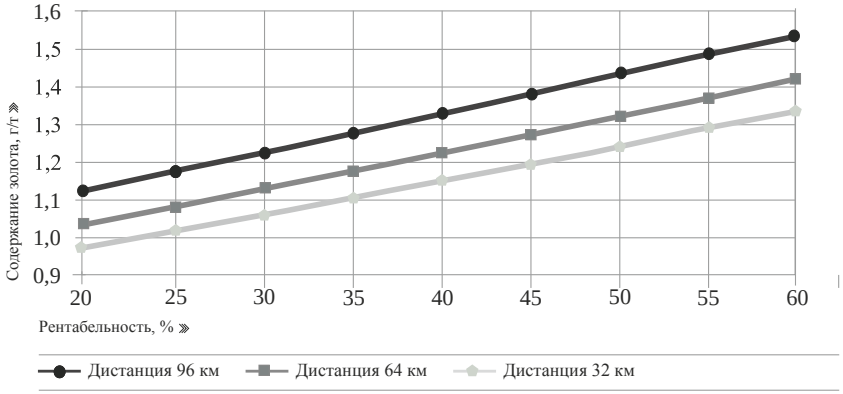


Рис. 18. Зависимость требуемых содержаний золота
от задаваемого уровня рентабельности
для разных дистанций перевозки руды (модель Z(R), 2009 г., базовый вариант)

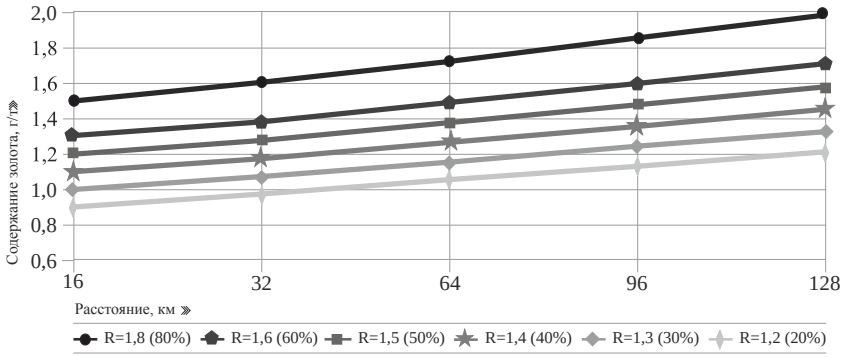


Рис. 19. Зависимость требуемых содержаний золота
от расстояния транспортировки руды
при разных уровнях рентабельности (модель Z(L), 2009 г., базовый вариант)

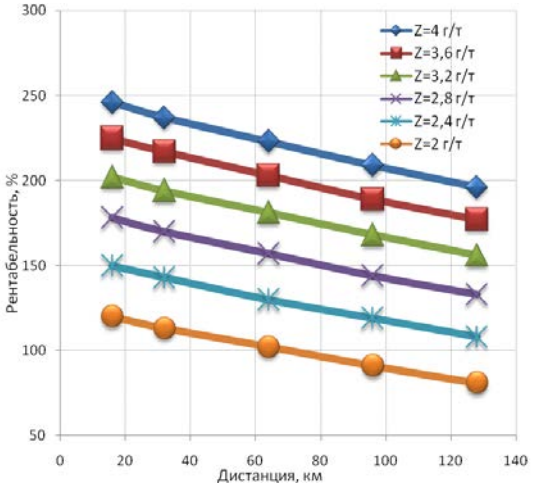


Рис. 20. Зависимость уровня рентабельности
от расстояния транспортировки руды
при разных содержаниях золота (модель R(L), 2009 г., базовый вариант)

Рисунки иллюстрируют модельные расчеты (зависимости *Z(R)*, *Z(L)*, *R(L)* и *R(L,Z)*) для экономических условий 2009 г. (табл. 20, столбцы *H*, *I* и *J*, аналогичные рисунки сделаны и для 2005 г.) т.е. при повышении цены реализации товарного золота в 2,5 раза, до 900 руб./г (это соответствует средней цене реализации золота компаниями в 2009 г., с учетом примерно 10%-го дисконта от мировой цены, – Табл. П.11, П.12, П.13). При этом повышены стоимости всех технологических этапов производства золота (себестоимости рудной добычи, перевозки и прочие) в 1,35 раза, что соответствует инфляционным изменениям на период середины 2009 г. (табл. П.10). Поскольку продажная цена золота возросла существенно больше, чем суммарные расходы на его производство, то уровни рентабельности возросли до 120–145%. Относительная доля транспортных расходов в общей себестоимости практически не изменилась (это связано с тем, что в расчетах были введены одинаковые инфляционные коэффициенты для всех видов расходов), но их роль в общей рентабельности заметно снизилась.

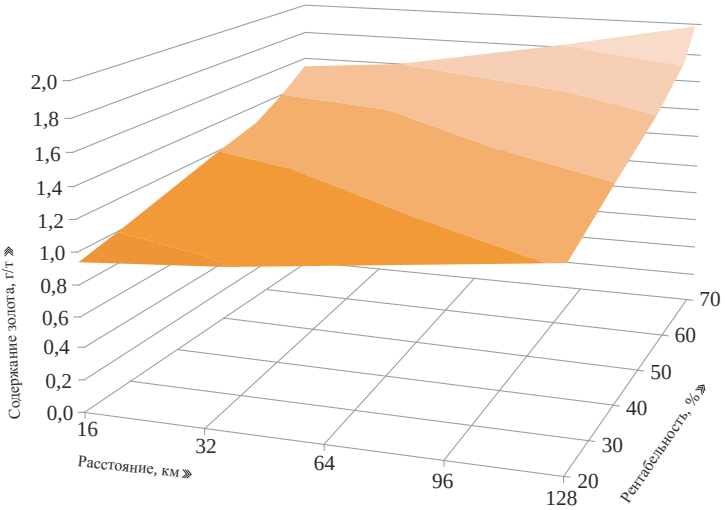


Рис. 21. Зависимость требуемых содержаний золота Z от разных дистанции L и рентабельности R (модель Z(L,R), 2009 г., базовый вариант)

Двумерная зависимость (рис. 21) объединяет все три предыдущие зависимости (их можно получить рассечением двухмерной поверхности плоскостями, параллельными той или иной оси). Из рисунков видно, что все зависимости выглядят почти прямыми линиями и они почти параллельны друг другу. Однако нет ни математического, ни экономического резона считать их прямыми и параллельными, поскольку они описываются нелинейными выражениями (13)–(15). Видимые линейность и параллельность связаны с тем, что диапазоны варьирования индексов рентабельности и золотосодержания в вышеуказанных формулах были незначительны, однако они соответствуют типичным условиям золотопромышленности для небольших месторождений (дополнительные замечания по формулам (13)–(15) см. ниже).

Вероятно, такая производственно-экономическая ситуация сейчас действительно существует, но нет оснований полагать, что она будет таковой впредь. Более вероятными представляются условия, когда рентабельность разработки золоторудных место-

рождений будет умеренной, 20–40%[1] (причины для этих прогнозов указаны в разделе 1.1). В этом случае расстояния транспортировки от месторождения до ЗИФ вновь начнут играть более заметную роль.

Возможность разработки удаленных от перерабатывающего центра золоторудных месторождений (100 км и более) при требовании достаточного уровня рентабельности (даже с учетом малого веса транспортных затрат в общих расходах) не всегда совпадает с реальными условиями осуществления горнодобывающей деятельности. В данном случае реализация проекта разработки удаленных объектов сталкивается прежде всего с ограниченностью количества транспорта для перевозки руды (т.е. с поддержанием необходимого темпа подачи руды на ЗИФ), с техническим, энергетическим и иным обеспечением горных работ, вплоть до жизнеобеспечения работающего персонала на удаленных объектах (особенно в зимних условиях). Следовательно, задаваемая рентабельность таких месторождений в ряде случаев не может быть единственным критерием определения целесообразности разработки месторождения, т.к. существуют технические факторы, ограничивающие экономически допустимое расстояние разработки удаленных объектов.

---

[1] Приемлемая для инвестора норма дохода и прибыли на капитал в горной промышленности отличается в большую сторону по сравнению с прочими отраслями. Это объясняется возможными погрешностями определения основных параметров месторождения, а также весьма значительной капиталоемкостью горного производства, большим сроком строительства добывающих и перерабатывающих мощностей предприятия. Кроме того, горнодобывающее производство практически лишено в случае изменения, например, конъюнктуры рынка, переориентировать производство на выпуск другой продукции. В горной промышленности принимается повышенная норма прибыли. Обычно при постоянных ценах она колеблется [36, с. 128]:

- от 10–12% – при разработке месторождений черных, цветных и редких металлов с крупными и средними по размерам рудными телами с выдержанной мощностью и внутренним строением;
- 15–18% – при разработке крупных и средних месторождений цветных металлов и золота с резкой изменчивостью мощности и распределения основного ценного компонента;
- до 20–40% – при разработке месторождений цветных металлов и золота весьма сложного геологического строения с резкой изменчивостью мощности и неравномерным распределением ценного компонента.

Возвращаясь к формуле Z от R (13), можно заметить, что при сильном увеличении индекса рентабельности R (до $R = \frac{1}{\beta} \approx 4{,}37$, т.е. рентабельности 337% в 2005 г.) требуемое золотосодержание Z начинает резко возрастать. Математический и контентный анализ формулы (13) показывает, что причина этого явления в том, что в модельных расчетах используются удельные себестоимости извлечения (доводка) золота на ЗИФ и КВ ($g_{ЗИФ}$ и $g_{КВ}$), которые не зависят от величины содержания золота Z в руде. Поэтому при очень больших величинах Z (гипотетически можем представить, что руда состоит из почти чистого золота) расходами на добычу, дробление/сепарацию и транспортировку руды можно пренебречь. Необходимыми останутся только расходы на доводку практически чистого золота до продажного состояния ($g_{ЗИФ}$ и $g_{КВ}$). Поэтому предельная рентабельность останется конечной, как отношение продажной цены к удельной себестоимости конечной доводки золота.

Недостатком данных модельных расчетов является то, что себестоимость конечного извлечения золота считается независимой от Z. Однако надо учесть, что при небольших вариациях золотосодержания, типичных для реальной золотодобычи, эту удельную себестоимость можно считать (почти) неизменной. Во-первых, в нее входят разного рода административные и операционные расходы, которые вообще не зависят от золотосодержания. Во-вторых, некоторые технологические расходы зависят сравнительно слабо от количества золота в руде. Поэтому модельные выводы являются достаточно корректными применительно к типичным месторождениям. Если же станут доступными количественные сведения о зависимости удельной стоимости извлечения золота от его содержания в руде, то модель позволит произвести перерасчет вышеуказанных формул (пробное использование в данной модели возможных зависимостей это подтверждает). Отметим также, что в условиях 2009 г. предельная рентабельность (которая искажает формулу (13)) составляет свыше 700%, что далеко от реальных показателей.

Данные табл. 22 (при необходимости в них могут быть добавлены новые параметры) и процедура их компьютерной обработки позволяют рассматривать различные сценарные варианты. Например, можно рассмотреть задачу о взаимном расположении

двух (или более) рудников и общей для них ЗИФ. В этом случае представляет практическое значение оптимальное взаимное расположение этих объектов (т.е. оптимальные дистанции), при котором рентабельность золотодобычи была бы максимальной. Такая задача является сценарной, поскольку в сценарий расчетов необходимо вводить большой набор конкретных данных (полные и доступные запасы руды на рудниках, золотосодержание, объемы вскрышных работ, технические условия транспортировки руд и т.д.), а также косвенные расходы, связанные с наличием источников водоснабжения, с экологическими требованиями по расположению производственных зон и прочее. При этом в оптимизационную задачу можно вводить также дополнительные технологические ограничения, например, различия в содержании золота разных руд, но при требовании, чтобы усредненный состав смешанной руды на ЗИФ был (почти) постоянным. Примеры такой задачи будут рассмотрены далее. Что касается некоторых крайних вариантов, то ответы на них интуитивно ясны без расчетов. Например, целесообразно располагать ЗИФ вблизи рудника с наибольшими запасами руды и золота.

Такого рода оптимизационные задачи (не обязательно для золотодобычи) ранее решались в виде разного рода методических подходов, например, см. [37]. В этом отношении компьютерные возможности позволяют не заниматься трудоемкой адаптацией существующих методик к конкретной задаче, а прямо формировать в программном контенте набор исходных технологических и финансово-экономических параметров и результатов их промежуточных математических обработок. После этого вариациями тех или иных параметров (допустимых по геологическим, производственно-техническим и экономическим условиям) можно найти искомую оптимизацию, в том числе в графической или табличной форме (электронные таблицы Excel были фактически созданы для математической и вариационной обработки больших массивов данных).

При одновременной разработке малых территориально сближенных объектов возникает необходимость оценки *влияния определенных геолого-промышленных параметров* на изменение рентабельности группового проекта (анализ чувствительности модели к вариациям параметров). Проанализируем чувствительность рассмотренных выше моделей уровней рентабельности разрабатываемого проекта к возможным вариациям технико-экономи-

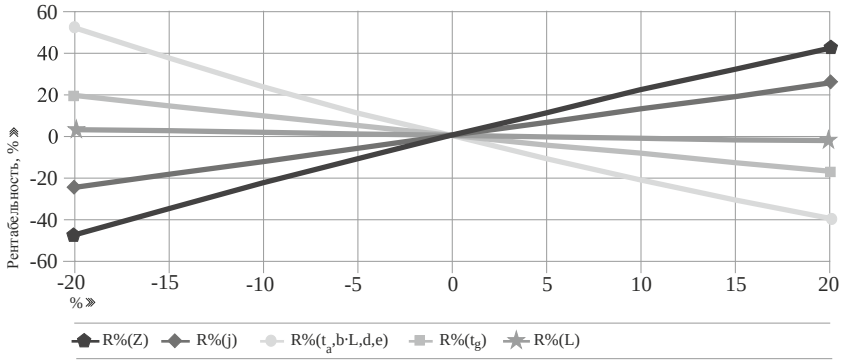
ческих параметров. В качестве варьируемых параметров выберем продажную цену золота j (руб./г), величину содержания золота Z (г/т), стоимости группы технологических операций на добычу, транспортировку и первичную переработку руды (обозначенных символами a, b, L, d и e), а также суммарную себестоимость технологических операций конечного извлечения золота, обозначаемых как $g_{ЗИФ}$ и $g_{КВ}$. При этом будем считать, что остальные производственные и технологические операции не изменяются, в т.ч. относительные количества переработки руды методом ЗИФ и КВ ($k_{ЗИФ}$ и $k_{КВ}$), и пересчетные коэффициенты $n_{ЗИФ}$=1,10 и $n_{КВ}$=0,52. Впрочем неизменность объемов руды $k_{ЗИФ}$ и $k_{КВ}$ по отдельности здесь не обязательна, достаточно того, чтобы не изменялись их относительные вклады в общий технологический процесс, т.е. не изменялись величины $\frac{n_{ЗИФ} \cdot k_{ЗИФ}}{n_{ЗИФ} \cdot k_{ЗИФ} + n_{КВ} \cdot k_{КВ}}$ и $\frac{n_{КВ} \cdot k_{КВ}}{n_{ЗИФ} \cdot k_{ЗИФ} + n_{КВ} \cdot k_{КВ}}$, равные в данном случае 0,753 и 0,247 соответственно. Используя численные значения упомянутых выше параметров из табл. 22, можно выразить себестоимость получения одного грамма золота t (руб./г) (формула (10)) в следующем виде:

$$t = \frac{W}{Z} + V \tag{20}$$

Параметр $W = 0{,}684 \cdot (a + b \cdot L + d + e) + 0{,}475 \cdot (a + d)$ (W=496,9 руб./т для базового случая, соответствующего технико-экономическим условиям Эльдорадо в 2005 г.), где численные коэффициенты 0,684 и 0,475 – это результат деления вышеприведенных коэффициентов 0,753 и 0,247 на $n_{ЗИФ}$=1,10 и $n_{КВ}$=0,52. Параметр W характеризует суммарную стоимость технологических операций, непосредственно связанных с валовой переработкой руды. Параметр $V = 0{,}753 \cdot g_{ЗИФ} + 0{,}247 \cdot g_{КВ}$ (V=82,3 руб./г для нашего случая) характеризует стоимость окончательной ЗИФ-доводки получаемого золота до продажных кондиций. Соответственно, коэффициент рентабельности R представляется в виде:

$$R = \frac{j}{\frac{W}{Z} + V} \tag{21}$$

Варьируя величины *j*, *Z*, *W* и *V*, а также дистанцию *L* в пределах ± 20% от их базового варианта, мы получаем графическое представление о чувствительности рентабельности проекта к тем или иным изменениям экономических параметров (рис. 22 для условий 2009 г.). Во избежание недоразумений отметим, что по оси *X* показаны вариации параметров, т.е. выраженные в их относительных процентах (± 20%) к задаваемым в табл. 22 величинам параметров (столбцы *C* и *H* для условий 2005 г. и 2009 г. соответственно), но на оси *Y* показаны изменения абсолютных величин процентной рентабельности.



$R_{\%}(Z)$	– в зависимости от изменения золотосодержания в руде (*Z*);
$R_{\%}(j)$	– в зависимости от изменения цены реализации золота (*j*);
$R_{\%}(t_{a,b\cdot L,d,e})$	– в зависимости от изменения с/с операций на добычу, сепарацию, транспортировку и переработку руды на ЗИФ ($t_{a,b\cdot L,d,e}$);
$R_{\%}(t_a)$	– в зависимости от изменения затрат на извлечение золота (t_a);
$R_{\%}(L)$	– в зависимости от изменения расстояния от ЗИФ до месторождения (*L*).

Рис. 22. Чувствительность проекта (по рентабельности) при изменении технико-экономических параметров и экономических условий 2009 г.

3.2 Технико-экономическое моделирование размещения перерабатывающих мощностей при групповой разработке месторождений в зависимости от их количества в группе, геолого-промышленных характеристик и существующих экономических условий

При одновременной разработке малых территориально сближенных объектов возникает *проблема размещения* обогатительного предприятия. Рассмотрим следующую модельную задачу. Представим, что имеется два рудных месторождения золота на расстоянии L_0 (км) друг от друга по общей для них дороге. Пусть доступный запас руды на каждом из месторождений будет равен Q_1 и Q_2 (т) соответственно, а содержание золота в руде – Z_1 и Z_2 (г/т). На каком расстоянии L (отсчитываемом от 1-го первого месторождения) следует разместить ЗИФ-КОФ так, чтобы обобщенный для обоих месторождений коэффициент рентабельности R был наибольшим? Другими словами, необходимо определить, насколько важны суммарные транспортные расходы в общей рентабельности двухобъектного проекта, т.к. при уменьшении транспортных расходов при сближении ЗИФ к 1-му месторождению (дистанция L уменьшается) возрастают расходы на перевозку руды со 2-го месторождения (L_0–L возрастает) и наоборот.

Поскольку золотосодержание в этих рудах в общем случае неодинаково, то ответ заранее непредсказуем, во всяком случае количественно. Но в данной задаче есть особенность, заключающаяся в том, что случай с очень малыми (нулевыми) расстояниями между ЗИФ-КОФ и каким-либо из объектов не рассматривается, т.к. даже при нулевом расстоянии транспортные расходы не зануляются, поскольку всегда сохраняются ненулевые затраты на маневрирование автотранспорта, погрузку и разгрузку руды и др. В этой ситуации становится нецелесообразным оперировать понятием стоимости перевозки, выраженной в затратах (руб./т), деленных на нуль километров нулевого пути. Поэтому в рассматриваемой задаче дистанция L будет варьироваться от 16 до 112 км (величина L_0–L варьируется при этом от 112 до 16 км) при заданном расстоянии между месторождениями L_0=128 км (именно такие дистанции рассматривались в предыдущих вариантах, раздел 3.1). Индекс рентабельности R_s рассчитывается по базовой формуле:

$$R_s = \frac{j}{t_s}, \qquad (22)$$

где j – цена реализации добытого золота (будем задавать эту величину в соответствии с мировыми ценами на золото и с валютным курсом на соответствующий период, но учитывая дисконт реализации металла; для 2005 г. j=360 руб./г, и j=900 руб./г для 2009 г), а величина t_s – средневзвешенная (объединенная) себестоимость производства золота от обоих месторождений, учитывая как процесс получения золота непосредственно на ЗИФ-КОФ (метод ЗИФ), так и через способ кучного выщелачивания (метод КВ). Величина t_s вычисляется по формуле:

$$t_s = t_1 \cdot \psi_1 + t_2 \cdot \psi_2 \qquad (23)$$

где t_1 и t_2 – себестоимости получения золота из руды первого и второго объекта соответственно. Величины ψ_1 и ψ_2 – относительные (парциальные) доли производства золота от 1-го и 2-го месторождения ($\psi_1 + \psi_2 = 1$). Математическое выражение для t_1 и t_2 показано выше как формула (10) в разделе 3.1.

Для последующих расчетов в формуле (10) используем **<u>численные</u>** параметры из табл. 22. В результате получаем (полу) численные выражения для себестоимостей:

$$\begin{cases} t_1 = \dfrac{409{,}1 + 0{,}684 \cdot b_L \cdot L}{Z_1} + 82{,}4 = \dfrac{A_1}{Z_1} + B_1 \ \textit{(руб./г)} & (23) \\[2ex] t_2 = \dfrac{409{,}1 + 0{,}684 \cdot b_{L_0 - L} \cdot (L_0 - L)}{Z_2} + 82{,}4 = \dfrac{A_2}{Z_2} + B_2 \ \textit{(руб./г)} & (24) \end{cases}$$

Здесь b_L и $b_{L_0 - L}$ означают цены перевозки руды, зависящие от дистанции транспортировки (b=2 руб./т·км известна для L=64 км, цены для других расстояний вводим исходя из экспертных оценок; эти цены были приведены выше). Выражения для A_1, A_2, B_1=B_2 видны непосредственно из формул (23), (24) и (10).

Рассмотрим вопрос о парциальных долях ψ_1 и ψ_2 получения золота из руд 1-го и 2-го месторождения. Эти доли зависят от количества руды, добываемой из карьеров этих объектов. В табл. 22 эти величины обозначены как $k_{ЗИФ}$ и $k_{КВ}$, так что суммарное количество руды K, добываемое на каждом из карьеров, вычисляется как $K_1 = k_{1ЗИФ} + k_{1КВ}$ и $K_2 = k_{2ЗИФ} + k_{2КВ}$. Строго говоря, на ЗИФ-КОФ транспортируется только часть руды ($k_{ЗИФ}$), остальная часть ($k_{КВ}$) перерабатывается методом КВ. Однако мы полагаем (поскольку геолого-промышленные характеристики сближенных малых и средних золоторудных месторождений схожие), что соотношение между $k_{ЗИФ}$ и $k_{КВ}$ будет одинаковым на разных объектах. Поэтому парциальные доли ψ можно представлять в виде:

$$\begin{cases} \psi_1 = \dfrac{Z_1 \cdot K_1}{Z_1 \cdot K_1 + Z_2 \cdot K_2} & (25) \\ \psi_2 = \dfrac{Z_2 \cdot K_2}{Z_1 \cdot K_1 + Z_2 \cdot K_2} & (26) \end{cases}$$

Экономическая логика подсказывает, что наилучшим вариантом разработки двух карьеров, но имеющих общую ЗИФ-КОФ, является тот, при котором периоды полной выработки рудных запасов будут одинаковыми для обоих объектов, т.е. $\dfrac{Q_1}{K_1} = \dfrac{Q_2}{K_2}$. Для расчетов рассмотрим 3 варианта:

$$\begin{cases} Q_1 = Q_2, \ \textit{тогда} \ K_1 = K_2 & (27) \\ Q_1 = 2 \cdot Q_2, \textit{тогда} \ K_1 = 2 \cdot K_2 & (28) \\ Q_1 = 4 \cdot Q_2, \textit{тогда}; K_1 = 4 \cdot K_2 & (29) \end{cases}$$

Первый вариант соответствует двум одинаковым по запасам руды (но не обязательно по запасам золота) месторождениям, в

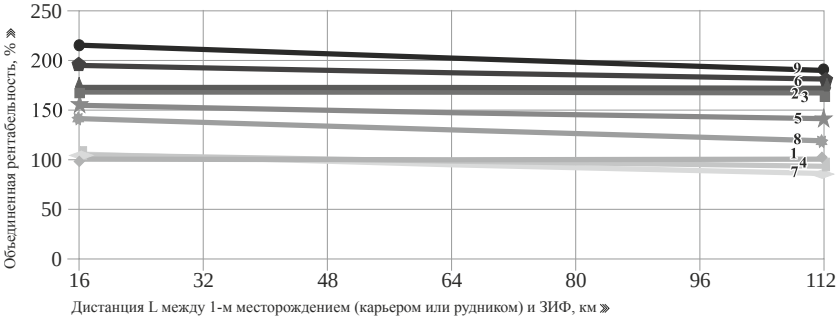
последнем варианте запас руды на первом объекте намного больше, чем на втором (такие модельные варианты вполне соответствуют реальным ситуациям с МСБ золота). Следовательно, для этих 3-х вариантов имеем:

$$\begin{cases} \psi_1 = \dfrac{Z_1}{Z_1 + Z_2} \text{ и } \psi_2 = \dfrac{Z_2}{Z_1 + Z_2} & (30a) \\ \psi_1 = \dfrac{2 \cdot Z_1}{2 \cdot Z_1 + Z_2} \text{ и } \psi_2 = \dfrac{Z_2}{2 \cdot Z_1 + Z_2} & (31b) \\ \psi_1 = \dfrac{4 \cdot Z_1}{4 \cdot Z_1 + Z_2} \text{ и } \psi_2 = \dfrac{Z_2}{4 \cdot Z_1 + Z_2} & (32c) \end{cases}$$

Содержание золота Z_1 и Z_2 будем варьировать в пределах от 2 до 4 г/т, что также вполне соответствует реальным геолого-промышленным условиям по качеству сырья малых и средних месторождений. Таким образом, мы имеем необходимый набор численных параметров и математических выражений, чтобы рассчитывать средневзвешенные коэффициенты рентабельности объединенной работы двух карьеров для разных вариантов. Для этих вариантов формула (22) записывается в виде:

$$\begin{cases} R = \dfrac{j \cdot (Z_1 + Z_2)}{A_1 + A_2 + B \cdot (Z_1 + Z_2)} & (33a) \\ R = \dfrac{j \cdot (2 \cdot Z_1 + Z_2)}{2 \cdot A_1 + A_2 + B \cdot (2 \cdot Z_1 + Z_2)} & (34b) \\ R = \dfrac{j \cdot (4 \cdot Z_1 + Z_2)}{4 \cdot A_1 + A_2 + B \cdot (4 \cdot Z_1 + Z_2)} & (35c) \end{cases}$$

На рисунке 23 зависимости объединенной рентабельности (%) двухобъектного проекта показаны графически для разных вариантов, т.е. для разных L, Z_1 и Z_2 и для экономических условий 2009 г. Из них следует, что в варианте K_1=K_2 (т.е. в случае, когда на ЗИФ-КОФ привозится одинаковое количество руды с обоих карьеров) какой-либо зависимости от дальности расположения ЗИФ нет (линии 1, 2, 3). Это объясняется тем, что в этом случае происходит *полная взаимная компенсация* транспортных расходов – насколько возрастают расходы на перевозку от 1-го карьера при увеличении L, настолько же уменьшаются расходы от 2-го. Поэтому линии 1, 2 и 3 являются прямыми, параллельными оси L, но расположенными на разных уровнях рентабельности.



	Z_1=2, Z_2=2 г/т	***Z_1=2, Z_2=4 г/т***	***Z_1=4, Z_2=2 г/т***
вариант K_1=K_2	линия 1	линия 2	линия 3
вариант K_1=2·K_2	линия 4	линия 5	линия 6
вариант K_1=4·K_2	линия 7	линия 8	линия 9

Рис. 23. Зависимость объединенной рентабельности двухобъектного проекта от дальности размещения ЗИФ-КОФ от одного из месторождений (модельные расчеты выполнены на основе технико-экономических данных по проекту Эльдорадо за 2005 г., но по экономическим условиям 2009 г., которые включают реализационную цену золота 900 руб./г и инфляционный коэффициент, равный 1,35 для всех видов производственных расходов)

Отметим, что уровень рентабельности зависит от суммы Z_1+Z_2, но не от содержания золота по отдельности (см. формулу (39а)). Поэтому линии 2 и 3 на рисунках фактически сливаются (здесь одинаковы суммы Z_1+Z_2). Линии 4, 5, 6 и 7, 8, 9 демонстрируют эти же зависимости для вариантов *b)* и *c)*, т.е. для разных объемов руды и золота, поступающих с разных карьеров. Видим, что в этих вариантах максимальная рентабельность достигается в случае, когда ЗИФ расположена как можно ближе к источнику наибольшего количества руды. Этот ответ можно предвидеть без вычислений, но моделирование, во первых, дает количественные результаты и, во-вторых, эти (полу)численные расчетные модели можно использовать для качественного и количественного анализа задачи, например, *с несколькими месторождениями*, расположенными произвольным образом.

Не нарушая общности результатов, решение многообъектной задачи можно выполнить в графическом виде (рис. 24). На террито-

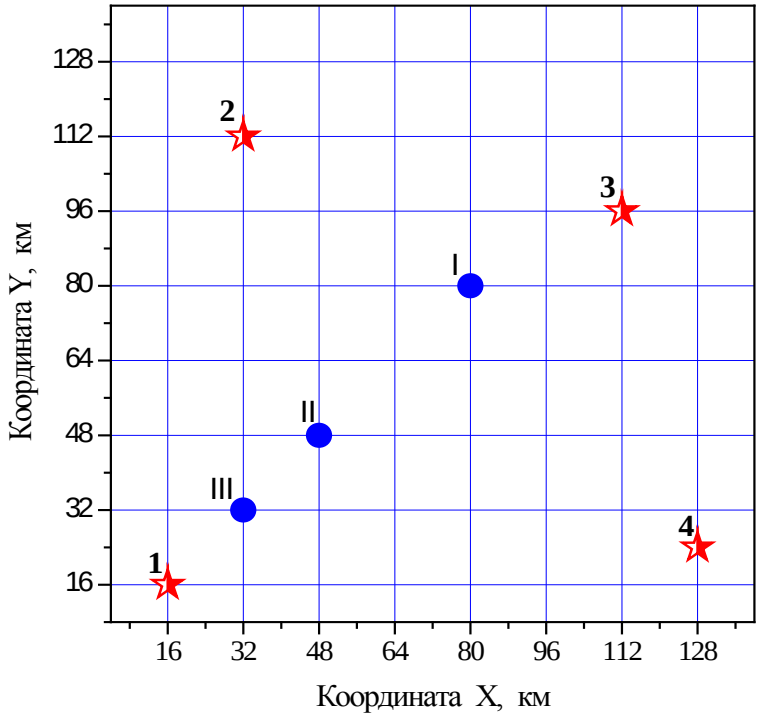


Рис. 24. Модельное размещение месторождений (1, 2, 3 и 4) и варианты размещения ЗИФ-КОФ (I, II и III) при групповой эксплуатации

рию проекта наносим координатную сетку с шагом 4 км (выбор шага может быть другим, но сейчас он отвечает как технической необходимости, так и реальным условиями размещения малых и средних золоторудных месторождений). Предположим, что в некоторых узлах сетки расположены месторождения с координатами (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3) (x_4, y_4) (и, при необходимости, координаты других объектов). Произвольным образом внутри сетки расположена общая ЗИФ с координатами (x_0, y_0) (см. рис. 24), соединенная с объектами прямыми автодорогами (на схеме они не показаны).

Тогда дальность транспортировки руды от i-го месторождения будет вычисляться по формуле:

$$L_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \qquad (36)$$

Эти дистанции будут подставляться в формулы (23) и (24) для вычисления себестоимости t_i получения золота из руды i-го карьера. Однако предварительно проведем некоторые уточнения в формулах (23) и (24). До этого использовались дискретные дистанции L=16, 32, 48, 64, 80, 96, 112 и 128 км, что было обусловлено необходимостью в значительной вариации дистанций. Для них вводились соответствующие дискретные цены b (раздел 3.1). В рассматриваемом сейчас случае дистанции L_i могут принимать произвольные величины, поэтому следует использовать подобранную зависимость b для расширенного расстояния от 1 до 180 км. Для этого воспользуемся уже заданными значениями b (в ценах 2005, 2009 и 2010 гг.) и добавим к ним оценочные значения для других расстояний:

L, км	**1**	**3**	**5**	**10**	**16**	**32**	**48**	**64**
b(2005 г.)	7,60	5,52	4,83	3,45	3,00	2,40	2,15	2,00
b (2009 г.)	10,00	7,00	6,52	4,66	4,05	3,24	2,90	2,70
b(2010 г.)	11,00	8,00	7,00	5,00	4,35	3,48	3,12	2,90
L, км	**80**	**96**	**112**	**128**	**140**	**160**	**180**	
b(2005 г.)	1,95	1,90	1,875	1,85	1,79	1,76	1,72	
b (2009 г.)	2,61	2,54	2,51	2,47	2,42	2,37	2,33	
b(2010 г.)	2,80	2,73	2,70	2,65	2,60	2,55	2,50	

Рис. 25 и формула (37а) показывают аппроксимацию для 2005 г. в виде экспоненциальной кривой второго порядка:

$$b = 1{,}786 + 2{,}125 \cdot \exp(-\frac{L}{27{,}142}) + 5{,}04 \cdot \exp(-\frac{L}{3{,}264}) \quad (R^2 = 0{,}998) \qquad (37а)$$

На этом же рисунке показаны аналогичные аппроксимации для условий 2009 г. (инфляционный коэффициент 1,35 по отношению к 2005 г.) и 2010 г. (инфляционный коэффициент 1,45). Эти зависимости представлены в виде формулы 35*b* и 36*c* соответственно:

$$b = 2{,}438 + 6{,}217 \cdot \exp(-\frac{L}{2{,}619}) + 3{,}378 \cdot \exp(-\frac{L}{22{,}958}) \quad (R^2 = 0{,}994) \tag{35b}$$

$$b = 2{,}591 + 7{,}31 \cdot \exp(-\frac{L}{3{,}27}) + 3{,}07 \cdot \exp(-\frac{L}{27{,}24}) \quad (R^2 = 0{,}998) \tag{36c}$$

Теперь мы получили возможность вводить любое L_i и получать соответствующую b_i. Вводим парциальные коэффициенты:

$$\psi_i = \frac{K_{i\cdot} \cdot Z_i}{\sum_1^N K_m \cdot Z_m} \tag{37}$$

где в знаменателе проведено суммирование руды (K_m) по всем объектам (N – число месторождений). Искомый коэффициент рентабельности R представляется в общем виде:

$$R = \frac{j}{\sum_1^N t_i \cdot \psi_i} \tag{38}$$

Вернемся к рис. 24, на котором изображены три переменных положения ЗИФ, обозначенные как I, II и III, и 4 карьера (1, 2, 3 и 4), расположенные в определенных точках. Результаты расчетов объединенной рентабельности для этих положений ЗИФ применительно к экономическим условиям 2009 г., представлены в табл. 23.

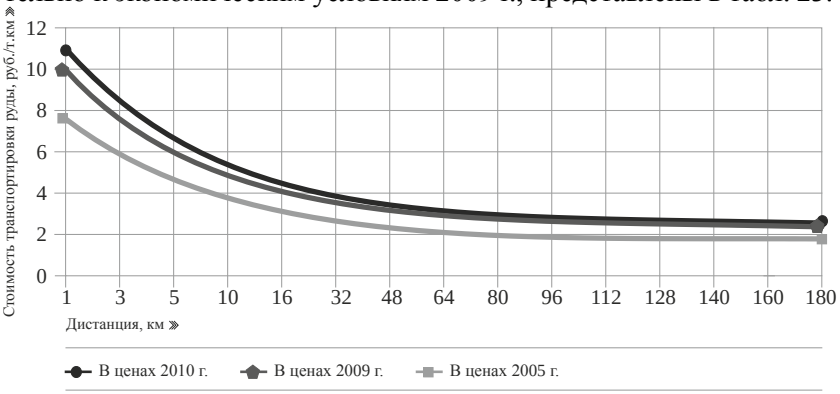


Рис. 25. Аппроксимирующие зависимости цены транспортировки руды от дистанции перевозки для условий 2005, 2009 и 2010 гг.

Таблица 23

Объединенные рентабельности четырех рудников для разных положений ЗИФ и при разных содержаниях золота в рудах (технико-экономические условия для ситуации 2009 г.)

Содержание золота в руде, г/т / относительные запасы руды месторождений группы при разных позициях ЗИФ	I (позиция ЗИФ)			II (позиция ЗИФ)			III (позиция ЗИФ)		
	$K_1=K_2=K_3=K_4$	$K_1=2$ $K_2=2$ $K_3=2$ K_4	$K_1=4$ $K_2=4$ $K_3=4$ K_4	$K_1=K_2=K_3=K_4$	$K_1=2$ $K_2=2$ $K_3=2$ K_4	$K_1=4$ $K_2=4$ $K_3=4$ K_4	$K_1=K_2=K_3=K_4$	$K_1=2$ $K_2=2$ $K_3=2$ K_4	$K_1=4$ $K_2=4$ $K_3=4$ K_4
	R, %			R, %			R, %		
$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = 2$	99,7	97,0	94,1	99,6	101,3	103,2	97,5	101,1	105,2
$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Z_4 = 4$	218,3	213,6	208,5	220,3	222,4	224,8	217,5	222,1	227,4
$Z_1 = 2$ г/т, $Z_2 = Z_3 = Z_4 = 4$	194,9	175,1	151,4	194,8	180,2	162,0	192,2	179,9	164,5
$Z_1 = 4$ г/т, $Z_2 = Z_3 = Z_4 =2$	133,3	148,4	164,0	135,1	156,3	179,2	132,7	156,0	181,7

Источник: рассчитано авторами.

Из приведенных расчетов видно, что, в отличие от задачи с *N*=2 и расположенной между ними ЗИФ, здесь нет полной взаимной компенсации транспортных расходов даже для варианта K1=K2=K3=K4. Это объясняется тем, что сумма расстояний от карьеров до ЗИФ-КОФ не является постоянной величиной, как это было в задаче с N=2. С другой стороны, вариации рентабельности для разных позиций ЗИФ относительно месторождений не очень велики – в пределах 2–6 %. Сравнительно малые вариации R связаны с тем, что происходит усреднение рентабельностей по нескольким объектам. Поэтому при «перемещении» ЗИФ по территории суммарные транспортные расходы меняются весьма слабо. Отсюда следует вывод, что в случае разработки группового золотодобычного проекта конкретное положение ЗИФ внутри территории проекта не столь важно. Таким образом, расположение должно быть в первую очередь привязано к экономико-ландшафтному критерию (рельеф местности, гидрогеологическая сеть, размещение площадок складирования руды и отвалов, энергетика, инфраструктура и др.). Разумеется, в том случае, когда один из золотосодержащих объектов значительно (в несколько раз) превосходит другие групповые объекты по запасам руды и золота, то ЗИФ желательно располагать ближе к этому объекту. Так, здесь имеет смысл привести т.н. последовательность Херфиндаля [1], по которой эксплуатация близкорасположенных месторождений полезных ископаемых должна подчиняться принципу: «оптимальная разработка отобранной группы месторождений с сопоставимыми между собой запасами полезных ископаемых подчиняется очередному порядку увеличения средних переменных затрат на разработку каждого из месторождений». При такой последовательности совокупные затраты на разработку группы месторождений минеральных ресурсов стремятся к минимуму [93;94].

Если считать, что ЗИФ уже существует, но она расположена вне территории нового группового проекта, то задача сводится к нахождению обобщенной рентабельности для нескольких рудников, расположенных на определенных расстояниях от нее. Это фактически является модельной задачей, рассмотренной нами выше, о включении некоего месторождения в разработку в зависимости от дальности его расположения и от содержания золота в руде. В этом случае необходимо провести простое средневзвешенное суммирование расходов на добычу золота от разных источников.

В вышерассмотренных задачах, как с N=2, так и с N=4, неявно предполагалось, что переработка руды на ЗИФ производится отдельно для каждого из рудников. Это выражалось в том, что себестоимости производства золота для каждого рудника рассчитывались по отдельности (эти себестоимости зависят от конкретной величины Z) и затем проводилось их средневзвешенное усреднение. Можно полагать, что для ЗИФ предпочтительной будет технология, когда используется смешанная руда разных источников – шихта. В этом случае шихта будет иметь усредненную Z, от величины которой будет зависеть себестоимость получения золота на ЗИФ. Таким образом, общая себестоимость производства золота от нескольких рудников будет состоять из усредненной себестоимости технологических операций вне ЗИФ (добыча и транспортировка руды, кучное выщелачивание) и из себестоимости технологических операций со смешанной рудой на ЗИФ. Задача со смешанной рудой от нескольких рудников будет рассматриваться при проведении расчетов по реальным данным золоторудных объектов Сибири и Дальнего Востока в Главе 4.

Как следует из всех результатов, именно высокая цена золота в тот или иной период предопределяет существенную рентабельность проекта (свыше 100%), а не оптимизация транспортных и иных расходов. В принципе эти избыточные доходы должны быть вложены в дальнейшее развитие данного или других проектов, а также на поддержание работоспособности проекта в период относительно низких цен.

Модельные задачи решались в базовом варианте, т.е. без учетов налоговых выплат. Включение налогов принципиальных изменений не внесет, но в определенных условиях рентабельность проектов может стать отрицательной. Но здесь мы вновь возвращаемся к уже рассмотренной выше задаче о существовании минимальных уровней золотосодержания, обеспечивающих заданные уровни рентабельности.

3.3. Моделирование механизма льготного налогообложения при групповой разработке малых (и средних) месторождений рудного золота

Рассмотренные выше задачи относятся к базовому варианту проекта групповой разработки малых (и средних) золоторудных месторождений. Этот вариант, не включающий в себя налог на добычу полезных ископаемых (НДПИ), налог на прибыль и другие платежи, наиболее отчетливо демонстрирует корреляции между рентабельностью, транспортными расходами и золотосодержанием. На рис. 21 сопоставлены графические зависимости *Z(R)* для варианта 2009 г., но либо только при учете платежей НДПИ (δ=0,06 (6%) от стоимости добытого металла), либо также при выплате налога на прибыль (γ=0,2 (20%), исчисленного после выплаты НДПИ. Графические зависимости вычисляются по следующим формулам:

$$Z = \frac{\alpha}{\frac{1-\delta}{R} - \beta}$$ – *при выплате только НДПИ*; (39)

$$Z = \frac{\alpha \cdot R - \gamma \cdot \alpha}{(1-\delta)\cdot(1-\gamma) + \gamma \cdot \beta - \beta \cdot R}$$ – *при выплате НДПИ и налога на прибыль*; (40)

Здесь *R* – либо индекс рентабельности после выплаты только НДПИ (для формулы (39)) или после выплаты обоих налогов (формула (40)). Значения *R* для этих случаев вычисляются по формулам:

$$R_{НДПИ} = \frac{(1-\delta)\cdot j}{t} \quad (41)$$

$$R_{НДПИ+НП} = \frac{j\cdot(1-\delta) - \gamma\cdot\left[(1-\delta)\cdot j - t\right]}{t} = \frac{j}{t}\cdot(1-\delta)\cdot(1-\gamma) + \gamma \quad (42)$$

Очевидно, что налоговые выплаты повышают требования к необходимому золотосодержанию в рудах месторождений. В этом отношении данные на рис. 26 позволяют количественно оценивать эти изменения. Для других моделей могут быть рассчитаны соответствующие зависимости изменения параметров от вводимых институциональных условий коммерческого варианта. Заме-

тим также, что формулы (41–42) при δ = 0 и γ = 0 (т.е. при отсутствии НДПИ и налога на прибыль) возвращаются к исходному определению рентабельности $R = \frac{j}{t}$. Оговоримся, что налог на прибыль начисляется только при наличии самой прибыли, т.е. формула (41) действует только тогда, когда величина $\frac{(1-\delta)\cdot j}{t} \geq 1$. Если прибыль отрицательная (т.е. величина $\frac{(1-\delta)\cdot j}{t} < 1$), то в формуле (41) мы должны положить величину γ = 0 (иначе математически появляются «доплаты» за убытки).

На рис. 27 и 28 графически показана чувствительность модельной рентабельности проекта в экономических условиях 2009 г. к возможным изменениям ставок налогов – при вариации НДПИ ± 3% от нынешних 6% (т.е. в пределах 3–9%) и при вариации налога на прибыль ± 6% от ставки 20% (в пределах 14–26%).

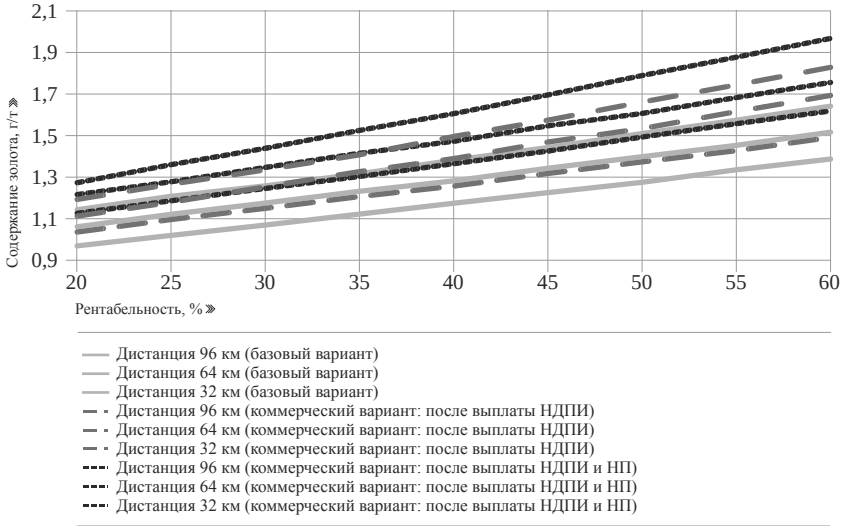


Рис. 26. Зависимость требуемых содержаний золота Z для обеспечения заданных уровней рентабельности при разных дистанциях транспортировки руды (базовый и коммерческий варианты для 2009 г.)

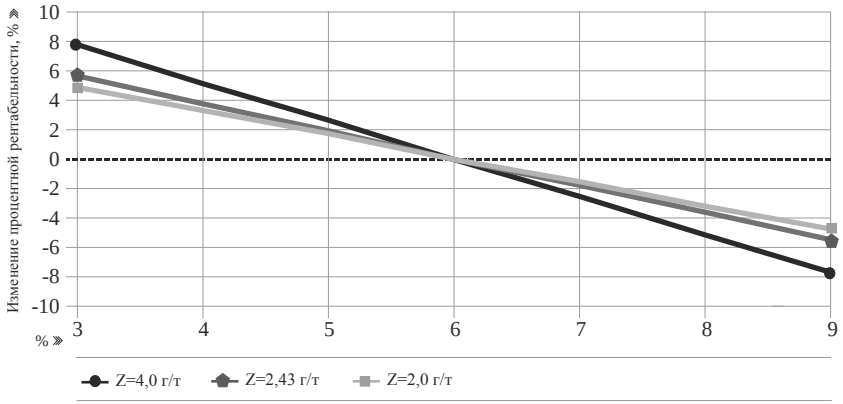


Рис. 27. Чувствительность проекта (по рентабельности) при изменении ставки НДПИ для разных содержаний золота в руде и экономических условий 2009 г.

Поскольку рентабельность (прибыль) проекта сильно зависит от золотосодержания *Z*, что в свою очередь определяет величину самих выплат по налогу на прибыль, то зависимости на рис. 27 (а также на рис. 28) приведены для нескольких величин *Z*. Рентабельность *R* рассчитывалась по полученной ранее формуле (42):

$$R = \frac{j}{\frac{W}{Z} + V} \cdot (1 - \delta) \cdot (1 - \gamma) + \gamma \qquad (43)$$

Здесь δ – ставка НДПИ (она будет варьироваться в пределах 0,03–0,09), γ – ставка налога на прибыль (вариации в диапазоне 0,14–0,26).

Как видим из графика на рис. 27 ставка налога на добычу полезных ископаемых прямо пропорционально сказывается на рентабельности проекта (коэффициент пропорциональности равен величине $-\frac{j}{\frac{W}{Z} + V} \cdot (1 - \gamma)$, т.е. отрицательный). При типичном *Z*=2–3 г/т это соответствует изменению рентабельности примерно на 1% на однопроцентное изменение налога (разумеется, рента-

бельность падает с увеличением ставки). Зависимость рентабельности от ставки налога на прибыль также линейная (коэффициент пропорциональности равен $-\frac{j}{\frac{W}{Z}+V}\cdot((1-\delta)+1)$, но прирост или падение рентабельности, во-первых, менее зависит от изменения налоговой ставки и, во-вторых, также зависит от золотосодержания Z (рис. 28). Это понятно, поскольку этот налог насчитывается при наличии самой прибыли, которая в свою очередь связана с золотосодержанием.

В случае низкого содержания золота в рудах прибыль может быть нулевой или даже отрицательной (в формуле (43) надо принимать γ=0), так что здесь вообще не важно, какова ставка налога на прибыль. И наоборот – при высоком содержании золота изменение ставки налога на прибыль приводит к изменению рентабельности проекта, соразмерному самому уровню рентабельности. Это особенно ясно проявляется при увеличении цены на золото, когда рентабельность проекта является высокой даже при пониженном содержании золота.

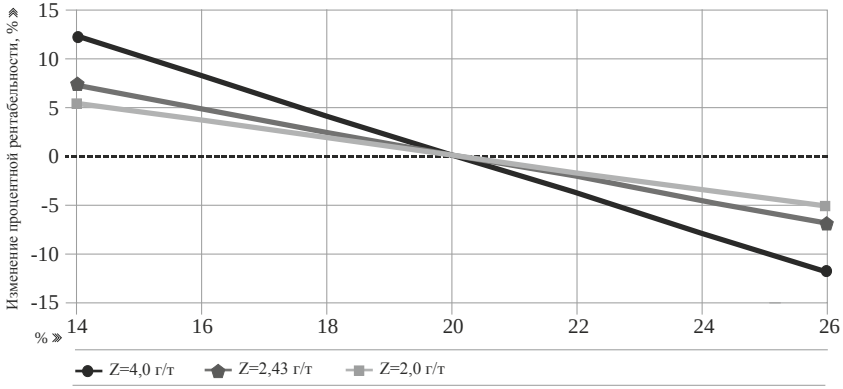


Рис. 28. Чувствительность проекта (по рентабельности) при изменении ставки налога на прибыль для разных содержаний золота (экономические условия 2009 г.)

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$_{WORKING}$;
- на создаваемой ЗИФ/ККВ – ЗИФ/ККВ$_{DEVELOPMENT}$.

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 некрупных 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.

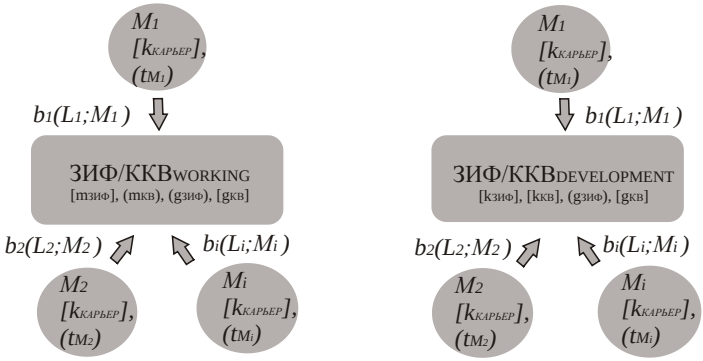


Рис. 29. Групповая разработка золоторудных месторождений на кустовой ЗИФ/ККВ

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

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

t_{Mi} – 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);

$m_{ЗИФ/КВ}$ – 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).

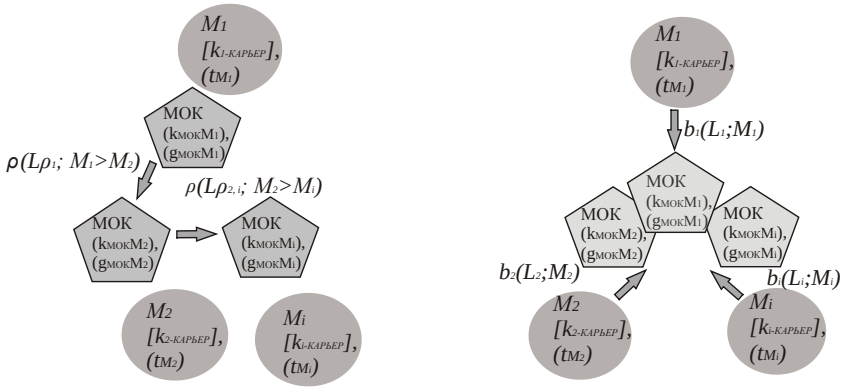


Рис. 30. Групповая разработка золоторудных месторождений на МОК

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

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

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 (золотокварцевыми, 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.

Таблица 24

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_1	Содержание золота в $BC_1/C_2/P_1$, г/т	L (от кустовой ЗИФ, км)	Запасы руды, тыс. т		Прогнозные ресурсы руды по P_1, тыс. т
	ABC_1	C_2				ABC_1	C_2	
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_1	C_2	Забалансовые			ABC_1	C_2	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 (неразрабатываемые). 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 C_2 и забалансовых, г/т	L (от кустовой МОК, км)	Запасы руды, тыс. т		
	ABC_1	C_2	Забалансовые				ABC_1	C_2	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 капвложениях 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[1]) 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 рассматривается 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

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

Таблица 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 выще-

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%).

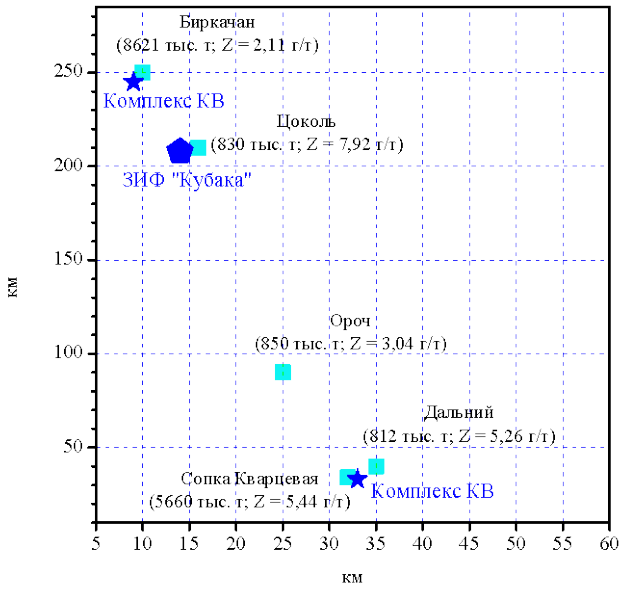


Рис. 31. Территориальное расположение месторождений проекта Магаданский и их основные характеристики
(приведенные эксплуатационные запасы руд и золотосодержание)

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 их 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[1].

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 (≈3,3 г/т), так и небольшого количества добытого золота (менее 2,5 т) и удаленности от ЗИФ (130 км).

---

[1] 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.

Таблица 26

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						
						Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
	Переработка руды	ЗИФ	ЗИФ и ККВ (1:1)	ЗИФ	ЗИФ	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		
ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ								
1	Разведанные запасы руды в недрах категории $B+C_1$, т	455000	0	0	779000	1380000		
2	То же C_2, т	590000	15866000	1386000	32000	1624000		
3	Коэффициент достоверности C_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		
4	Руда по кат. P_1 (прогнозные ресурсы), т	252000	2036000	560000	0	13396000		
5	Коэффициент достоверности кат. P_1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах $B+C_1$, г/т	9,89	–	–	5,72	12,32		
7	C_2, г/т	6,65	2,13	3,32	8,34	10,76		
8	Среднее содержание в руде кат. P_1, 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	$B+C_1$, т	4,500	0,000	0,000	4,456	17,002		
11	C_2, т	1,962	16,897	2,301	0,133	8,737		

12	Золота в руде кат. P_1, 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	$B+C_1$, т	464646	0	0	795515	1409256					
17	C_2, т	301254	8101180	707692	16339	829214					
18	Руда (приведенная) по кат. P_1, 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

Продолжение табл. 26

ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ НА ПЕРЕДЕЛ											
36	Доля затрат на аффинаж от цены золота, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
37	Затраты на аффинаж, млн руб.	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
38	Доля затрат на транспортировку концентрата до аффинажного завода от цены золота, %	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
39	Затраты на транспортировку концентрата , млн руб.	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
40	Общие затраты на аффинаж и транспортировку, млн руб	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
41	Извлечение золота при аффинаже, %	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
42	Содержание золота в концентрате, %	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)											
43	Цена концентрата в 2010 г., млн руб./т	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8
44	Цена концентрата в предположении 100% золота в концентрате в 2010 г., млн руб./т	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7
45	Годовая стоимость продукции при известной цене золота в 2010 г., млн руб.	5484,1	2888,1	2153,2	3563,6	6747,9	1486,0	6747,9	2738,2	6747,9	2503,5
46	Годовая стоимость продукции при известной цене производимого концентрата золота в 2010 г., млн руб.	5484,1	2888,1	2153,2	3563,6	6747,9	1486,0	6747,9	2738,2	6747,9	2503,5
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)											
47	*Удельные затраты на вскрышу, добычу, переработку и обогащение руды, долл./т*	55,0	34,5	48,4	60,6	80,4	49,2	80,4	39,9	80,4	32,0
48	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т	1649,9	1036,0	1452,3	1818,3	2412,1	1476,8	2412,1	1198,4	2412,1	960,3
49	себестоимость добычи 1 т руды, руб./т	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7		344,7		344,7	
50	себестоимость транспортировки руды (для данного L), руб./т–км	10,60	3,25* / 9,4*	2,62	2,59	2,59		2,59	2,59* / 9,4*	2,59	9,41
51	расстояние L транспортировки руды "Карьер–ЗИФ", км	1,2	42** / 2**	130	180	180		180	180** / 2**	180	2
52	себестоимость дробления/сепарации руды, руб./т	–	– / 42,2***	–	–	–		–	– / 42,2***	–	42,2***
53	себестоимость переработки руды на ЗИФ, руб./т	211,1	211,1	211,1	211,1	211,1		211,1		211,1	
54	себестоимость извлечения золота ЗИФ, руб./г	107,4	107,4	107,4	107,4	107,4		107,4		107,4	

55	себестоимость извлечения золота КВ, руб./г	–	155,7	–	–	–		–	155,7	–	155,7
56	отношение количеств руды kКВ/kЗИФ	–	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	
60	коэффициент вскрыши, куб.м/т	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	
62	себестоимость транспортировки вскрыши (для L1), руб./т–км	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	
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	
65	Прочие расходы в % от затрат на добычу и обогащение	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0					
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (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		2041,0	
70	Количество лет до полного амортизационного списания оборудования ЗИФ	9	5	9	9	3		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 эксплозатрат 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 эксплозатрат и амортизации, млн руб.	2677,4	316,4	318,2	1132,4	3510,1	–388,8	3510,1	–36,4	3510,1	559,5

Окончание табл. 26

КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ								
77	*Общие капвложения 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 обогатительного 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
БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ								
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

	Параметры разработки / годы						
Вариант 1 (ЗИФ/ЗИФ)	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 ≈26% от полной удельной стоимости 1818 руб./т. Основные расходы здесь приходятся на конечное извлечение золота на ЗИФ (850,6 руб./т, т.е. ≈52% от полных расходов для Цоколя с высоким *Z*; 564,9 руб./т и ≈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) –

Таблица 28

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./т	на ККВ, руб./т	на ЗИФ, руб./т	на ККВ, руб./т	
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

Окончание табл. 28

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 НДПИ (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 НДПИ. Выполнен анализ чувствительности ЧДП для проектов раздельной разработки каждого из месторождений Магаданской группы. Для проектов с отрицательной дисконтированной прибыльностью (Цоколь, Биркачан, Ороч и Дальний) приведение ставки НДПИ 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 (±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 НДПИ 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 НДПИ 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 НДПИ 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 НДПИ), или при снижении эксплуатационных затрат на 20% (14% при НДПИ=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 НДПИ). 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 долевой 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 ($\sum \approx -1000$ 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≈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 НДПИ 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 $B+C_1$	т	2614000
2	То же C_2	т	19498000
3	Коэффициент достоверности C_2		0,5
4	Руда по кат. P_1 (прогнозные ресурсы)	т	16244000
5	Коэффициент достоверности кат. P_1	–	0,25
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах $B+C_1$	г/т	9,93
7	C_2	г/т	3,08
8	Среднее содержание в руде кат. P_1	г/т	2,82
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	т	67,436
10	$B+C_1$	т	25,957
11	C_2	т	30,027
12	Золота в руде кат. P_1	т	11,452
13	Потери при добыче	%	8,0
14	Разубоживание	%	11,0
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	т	16772189
16	$B+C_1$	т	2669417
17	C_2	т	9955679
18	Руда (приведенная) по кат. P_1	т	4147093
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные)	т	62,799

Окончание табл. 29

ПЕРИОДЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ			2010 г.	2011–2012 гг.	2013–2018 гг.	2019 г.	2020–2021 гг.
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 30

Вариант 1. 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	4,404	4,393	4,393	5,502	5,502	5,502	5,502	5,502	5,502	6,139	2,852	2,852
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	66909,2	0,0	0,0	3865,2	4048,7	4251,1	5590,3	5869,8	6163,3	6471,5	6795,0	7134,8	8359,7	4078,0	4281,9
Затраты всего, млн руб.	45984,6	2550,0	2550,0	2435,7	2582,5	2700,2	3256,2	3408,4	3568,6	3737,3	3914,8	4101,5	3785,0	3607,0	3787,3
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	40884,6	0,0	0,0	2435,7	2582,5	2700,2	3256,2	3408,4	3568,6	3737,3	3914,8	4101,5	3785,0	3607,0	3787,3
Чистый приток, млн руб.	19799,7	–2550,0	–2550,0	1551,6	1580,9	1648,7	2275,3	2377,1	2483,7	2595,3	2712,2	2834,6	4067,8	376,8	395,7
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	19799,7	–2550,0	–5100,0	–3548,4	–1967,5	–318,8	1956,5	4333,6	6817,3	9412,6	12124,8	14959,4	19027,2	19404,0	19799,7
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	7155,8	–2318,2	–2107,4	1165,7	1079,8	1023,7	1284,3	1219,8	1158,7	1100,7	1045,7	993,5	1296,1	109,1	104,2
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**7155,8**	–2318,2	–4425,6	–3259,9	–2180,1	–156,4	127,9	1347,8	2506,4	3607,1	4652,8	5646,3	6942,4	7051,6	7155,8
Индекс доходности инвестиций		**2,62**													
Внутренняя норма прибыльности		**31,27%**													
Срок возврата инвестиций, лет		**3**													
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**6**													
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

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.	**7738,8**	–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		**2,75**													
Внутренняя норма прибыльности		**38,36%**													
Срок возврата инвестиций, лет		**3**													
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**5**													
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

Таблица 32

Вариант 3. 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
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Объемы производства концентрата золота, т	58,061	0,000	0,000	8,687	10,726	10,726	8,072	3,849	3,075	3,075	3,283	3,283	3,283
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	60043,6	0,0	0,0	7625,2	9885,2	10379,4	8201,7	4106,9	3445,0	3617,2	4054,9	4257,6	4470,5
Затраты всего, млн руб.	43102,3	2550,0	2550,0	3071,8	4821,8	5051,4	4856,9	2429,4	3028,0	3169,6	3679,8	3854,8	4038,9
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
эксплуатационные с учетом налогов	38002,3	0,0	0,0	3071,8	4821,8	5051,4	4856,9	2429,4	3028,0	3169,6	3679,8	3854,8	4038,9
Чистый приток, млн руб.	16613,0	–2550,0	–2550,0	4050,7	4458,7	4670,4	3083,9	1750,0	741,6	766,1	708,1	730,3	753,2
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	16613,0	–2550,0	–5100,0	–1049,3	3409,5	8079,8	11163,7	12913,7	13655,3	14421,4	15129,5	15859,7	16613,0
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	8641,7	–2318,2	–2107,4	3043,4	3045,4	2899,9	1740,8	898,0	346,0	324,9	273,0	256,0	240,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**8641,7**	–2318,2	–4425,6	–1382,2	1663,1	4563,1	6303,8	7201,8	7547,8	7872,7	8145,7	8401,7	8641,7
Индекс доходности инвестиций		**2,95**											
Внутренняя норма прибыльности		**55,73%**											
Срок возврата инвестиций, лет		**3**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**4**											
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

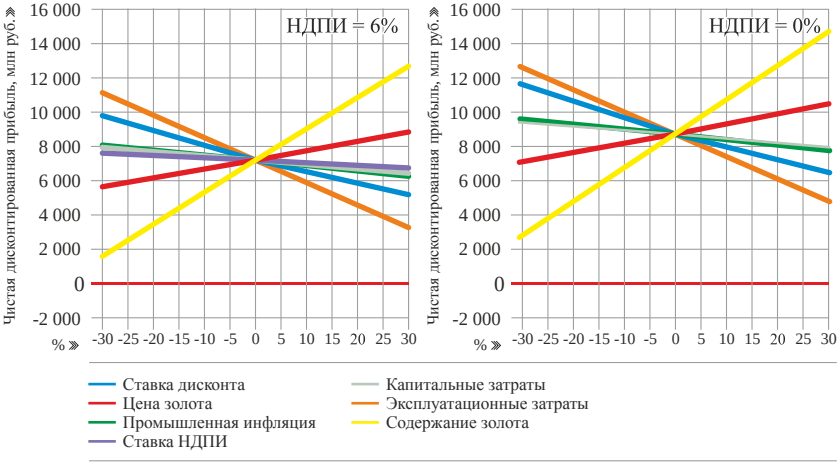


Рис. 32 (а, б). Чувствительность ЧДП проекта Магаданский по Варианту 1 (приоритетная разработка бедных месторождений) к изменению параметров его разработки при НДПИ=6% и при НДПИ=0%

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 переработке 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 перевозки руды) – дробление/сепарация и стоимость извлечения золота на ККВ.

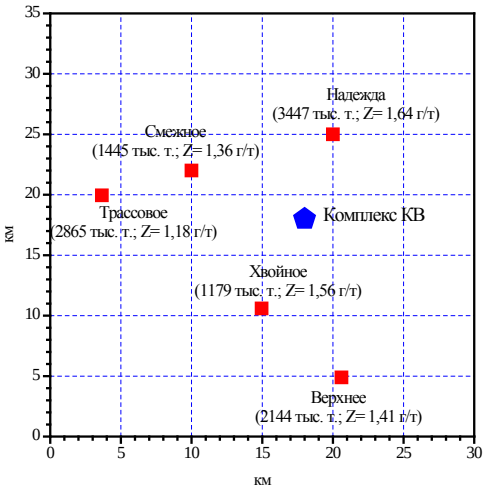


Рис. 33. Территориальное расположение месторождений проекта Якутский и их основные характеристики (приведенные эксплуатационные запасы руд и золотосодержание)

Таблица 34

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, легкообогатимые				
	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
ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ						
1	Разведанные запасы руды в недрах категории $B+C_1$, т	0	2861000	1091000	0	1935000
2	То же C_2, т	2310000	1028000	648000	5611000	329000
3	Коэффициент достоверности C_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	Руда по кат. P_1 (прогнозные ресурсы), т	0	0	0	0	0
5	Коэффициент достоверности кат. P_1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах $B+C_1$, г/т	1,71	1,8	1,49	1,29	1,55
7	C_2, г/т	1,71	1,8	1,49	–	1,55
8	Среднее содержание в руде кат. P_1, г/т	–	–	–	–	–
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	1,975	6,075	2,108	3,619	3,254
10	$B+C_1$, т	0	5,150	1,626	0	2,999
11	C_2, т	1,975	0,925	0,483	3,619	0,255
12	Золота в руде кат. P_1, 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	$B+C_1$, т	0	2921653	1114129	0	1976022
17	C_2, т	1179486	524897	330869	2864977	167987
18	Руда (приведенная) по кат. P_1, т	0	0	0	0	0
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные), т	1,839	5,657	1,963	3,370	3,031
Периоды эксплуатации		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
РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ						
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	Ивлечение 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./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	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
ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ НА ПЕРЕДЕЛ						
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
СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)						
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
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)						
44	*Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, долл./т*	30,0	30,2	28,9	28,4	30,1
45	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т	900,4	906,1	865,7	850,6	903,5

Продолжение табл. 34

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./г	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_1), руб./т–км	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
55	расстояние L_1 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
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)						
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 эксплозатрат 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 эксплозатрат и амортизации, млн руб.	–102,2	–56,7	–226	–340	–179
КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ						
69	*Общие капвложения 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
НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ						
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
ИТОГОВЫЕ МОДЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАСЧЕТОВ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК МЕСТОРОЖДЕНИЙ (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
БЮДЖЕТНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ						
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

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 раздельные 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 раздельных проектах амортизационные отчисления включатся в доходную часть в полном объеме по причинам, уже объясненным выше. В противном случае (без начисления остаточной стоимости имущества или без продажи обогатительного 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 $^{2}/_{3}$ 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	Себестоимость			Среднее содержание золота	Себестоимость извлечения золота		Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды, руб./т
		от карьера до ККВ	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	в эксплуатационной руде, г/т	на ККВ, руб./г	на ККВ, руб./т	
Хвойное	**344,7**	7	**40,6**	**42,2**	**230,0**	1,56	155,7	**242,9**	**900,4**
доля в затратах, %	38,3	–	4,5	4,7	25,5	–	–	27,0	100,0
Надежда	**344,7**	5	**36,3**	**42,2**	**230,0**	1,60	155,7	**252,9**	**906,1**
доля в затратах, %	38,0	–	4,0	4,7	25,4	–	–	27,9	100,0
Смежное	**344,7**	6	**37,1**	**42,2**	**230,0**	1,36	155,7	**211,7**	**865,7**
доля в затратах, %	39,8	–	4,3	4,9	26,6	–	–	24,5	100,0
Трассовой	**344,7**	10	**50,5**	**42,2**	**230,0**	1,18	155,7	**183,2**	**850,6**
доля в затратах, %	40,5	–	5,9	5,0	27,0	–	–	21,5	100,0
Верхнее	**344,7**	15	**66,5**	**42,2**	**230,0**	1,41	155,7	**219,9**	**903,5**
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 ±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.

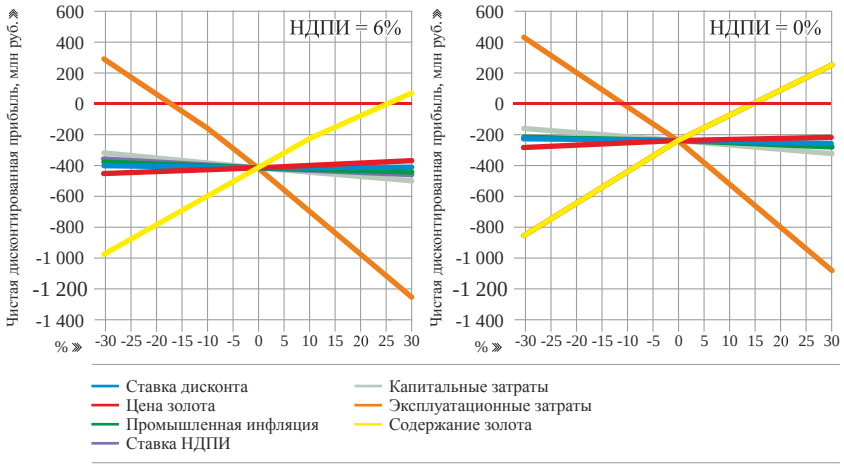


Рис. 34 (а, б). Анализ чувствительности проекта разработки месторождения Надежда к изменениям параметров при НДПИ=6% и при НДПИ=0%

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, ≈1,3 г/т для месторождения Трассовое) и/или меньших запасах руды (≈3,5 млн т для Надежды, ≈1,2 млн т для Хвойного).

Групповая разработка месторождений

Для разработки группового проекта составлялся долевой 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

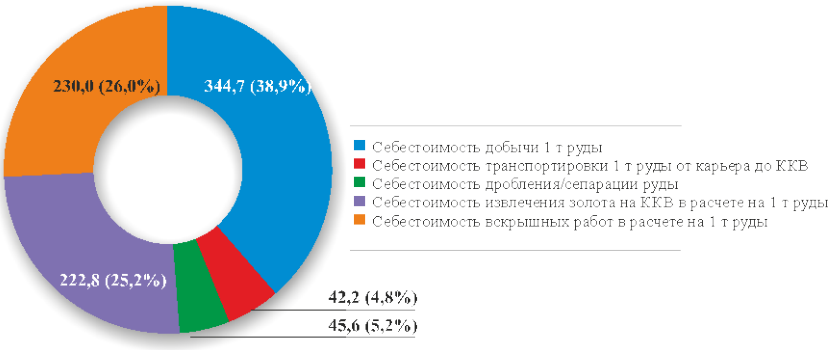


Рис. 35. Усредненная структура эксплуатационных затрат на весь период разработки группового проекта Якутский (для Варианта 1, приведенные на 2010 г.), руб./т

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).

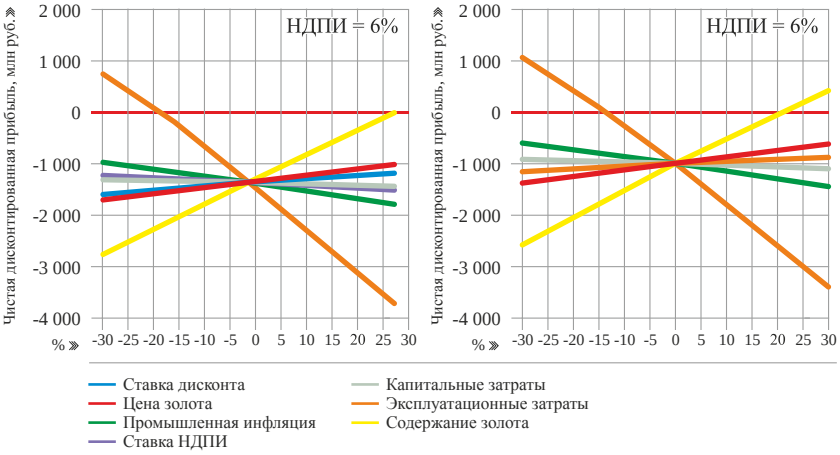


Рис. 36 (а, б). Чувствительность ЧДП группового проекта Якутский для Варианта 1 (разработка всех месторождений) к изменению параметров его разработки при НДПИ=6% и при НДПИ=0%

Таблица 37

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 $B+C_1$	т	5888000			
2	То же C_2	т	9926000			
3	Коэффициент достоверности C_2		0,5			
4	Руда по кат. P_1 (прогнозные ресурсы)	т	0			
5	Коэффициент достоверности кат. P_1		0,25			
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах $B+C_1$	г/т	1,63			
7	C_2	г/т	1,43			
8	Среднее содержание в руде кат. P_1	г/т	–			
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	т	17,033			
10	$B+C_1$	т	9,776			
11	C_2	т	7,257			
12	Золота в руде кат. P_1	т	0			
13	Потери при добыче	%	8,0			
14	Разубоживание	%	11,0			
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	т	11081041			
16	$B+C_1$	т	6012826			
17	C_2	т	5068216			
18	Руда (приведенная) по кат. P_1	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:	т				
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
ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ КОНЦЕНТРАТА НА ПЕРЕДЕЛ						
31–37	…**	…**	…**	…**	…**	…**
СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)						
38–41	…	…	…	…	…	…
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (значения для 2010 г., ежегодный 5–% инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)						
42–55	…	…	…	…	…	…
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)						
56–65	…	…	…	…	…	…
ОБЩИЕ И УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ						
66–71	…	…	…			
НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ						
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			
ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЕ ОКРУЖЕНИЕ						
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.

Таблица 38

Вариант 1 (все месторождения группы).
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	13,037	0,000	0,000	1,493	1,535	1,504	1,418	1,418	1,418	1,418	1,418	1,418	0,000
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	13977,6	0,0	0,0	1310,9	1414,8	1455,2	1440,3	1512,3	1587,9	1667,3	1750,7	1838,2	0,0
Затраты всего, млн руб.	16946,9	280,0	280,0	1492,1	1577,2	1627,7	1721,2	1806,1	1895,3	1989,0	2087,4	2190,8	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	16386,9	0,0	0,0	1492,1	1577,2	1627,7	1721,2	1806,1	1895,3	1989,0	2087,4	2190,8	0,0
Чистый приток, млн руб.	–2521,2	–280,0	–280,0	**–136,4**	**–117,6**	**–127,7**	**–236,1**	**–249,0**	**–262,6**	**–276,9**	**–291,9**	**–307,8**	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–2521,2	–280,0	–560,0	–696,4	–814,0	–941,7	–1177,8	–1426,8	–1689,4	–1966,3	–2258,2	–2566,0	–2521,2
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–1455,2	–254,5	–231,4	–102,5	–80,3	–79,3	–133,3	–127,8	–122,5	–117,4	–112,6	–107,9	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–1455,2**	–254,5	–486,0	–588,4	–668,8	–748,0	–881,3	–1009,1	–1131,6	–1249,0	–1361,6	–1469,5	–1455,2
Индекс доходности инвестиций		**–1,99**											
Внутренняя норма прибыльности		**–**											
Срок возврата инвестиций, лет		**не окупается**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**не окупается**											
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

Таблица 39

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	**–60,2**	**–91,5**	**–97,0**	**–244,8**	**–258,1**	**–327,3**	**–344,8**	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.	**–1177,2**	–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		**–1,42**											
Внутренняя норма прибыльности		**–**											
Срок возврата инвестиций, лет		**не окупается**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**не окупается**											
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

Таблица 40

Вариант 3 (без месторождений Верхнее и Трассовое).
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 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Объемы производства концентрата золота, т	7,567	0,000	0,000	1,513	1,513	1,513	1,513	1,513	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	7339,9	0,0	0,0	1328,3	1394,8	1464,5	1537,7	1614,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	8624,8	280,0	280,0	1460,3	1532,0	1607,4	1686,5	1769,7	3,6	2,7	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	8064,8	0,0	0,0	1460,3	1532,0	1607,4	1686,5	1769,7	3,6	2,7	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	–836,9	–280,0	–280,0	**–87,2**	**–92,5**	**–98,1**	**–104,0**	**–110,3**	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–836,9	–280,0	–560,0	–647,2	–739,6	–837,7	–941,7	–1051,9	–1010,7	–968,6	–925,6	–881,7	–836,9
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–707,4	–254,5	–231,4	–65,5	–63,1	–60,9	–58,7	–56,6	19,2	17,9	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–707,4**	–254,5	–486,0	–551,4	–614,6	–675,5	–734,2	–790,8	–771,5	–753,7	–737,1	–721,7	–707,4
Индекс доходности инвестиций		**–0,46**											
Внутренняя норма прибыльности		**–**											
Срок возврата инвестиций, лет		**не окупается**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**не окупается**											
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 ±30% *годовых ставок роста цены золота, промышленной инфляции, дисконта, ставки НДПИ* 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 НДПИ), или иметь увеличенную концентрацию золота >30% (и ≈22% при нулевом НДПИ). 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 Центральный и Старо-Берикульский кластеры (наиболее крупные объекты в каждой из групп).

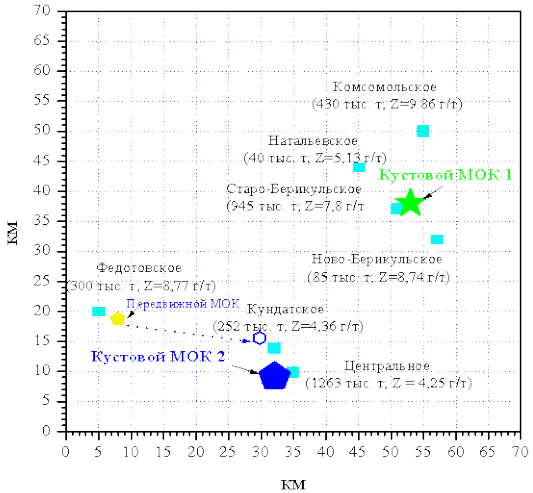


Рис. 37. Территориальное расположение месторождений проекта Кемеровский и их основные характеристики (приведенные эксплуатационные запасы руд и золотосодержание)

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 переработает 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 взаимносогласованной 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 вариантными 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).

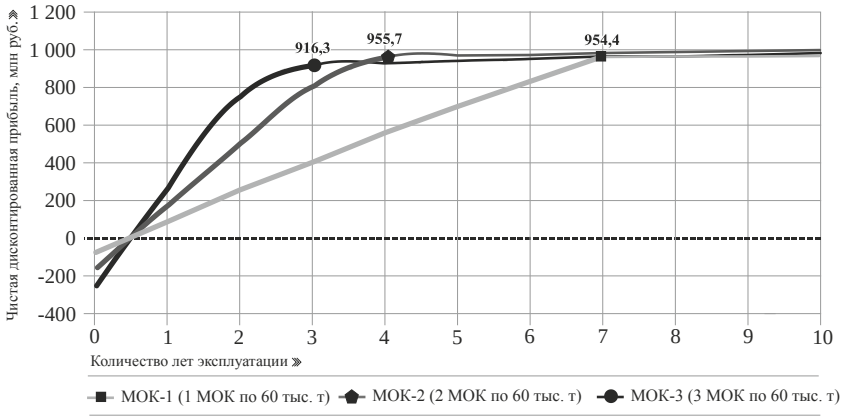


Рис. 38. Изменение ЧДП в зависимости от параметров МОК и количества лет эксплуатации месторождения Комсомольское

Таблица 41

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

№ п/п	Показатели, единицы измерения	Значения показателей						
	Наименование месторождения	Центральное	Федотовское	Старый Берикуль	Новый Берикуль	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
ИСХОДНЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО МЕСТОРОЖДЕНИЯМ								
1	Разведанные запасы руды в недрах категории $B+C_1$, т	105000	43000	184000	11000	0	235000	205000
2	То же C_2, т	2268000	497000	1454000	142000	72000	28000	434000
3	Коэффициент достоверности C_2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	Руда по кат. P_1 (прогнозные ресурсы), т	0	0	0	0	0	0	0
5	Коэффициент достоверности кат. P_1	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах $B+C_1$, г/т	7,84	10,61	15,49	23,55	–	4,78	11,73
7	C_2, г/т	4,37	9,45	6,82	7,45	5,63	4,75	9,94
8	Среднее содержание в руде кат. P_1, г/т	–	–	–	–	–	–	–
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	5,779	2,805	7,808	0,788	0,203	1,1898	4,454
10	$B+C_1$, т	0,823	0,456	2,850	0,259	–	1,1233	2,405
11	C_2, т	4,956	2,348	4,958	0,529	0,203	0,0665	2,049
12	Золота в руде кат. P_1, 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	$B+C_1$, т	107226	43912	187901	11233,2	–	239982	209346
17	C_2, т	1158041	253768	742412	72505,2	36763	14297	210520
18	Руда (приведенная) по кат. P_1, 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
РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ								
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
ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ НА ПЕРЕДЕЛ								
30–36	…**	…**	…**	…**	…**	…**	…**	…**
СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% рост цены учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)								
37–40	…	…	…	…	…	…	…	…
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5–% инфляционный рост учитывается в индивидуальных модельных расчетах для каждого месторождения)								
41–53	…	…	…	…	…	…	…	…
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)								
54–64	…	…	…	…	…	…	…	…
КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ								
65–76	…	…	…	…	…	…	…	…
НОРМИРУЮЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И НАЛОГОВЫЕ ОТЧИСЛЕНИЯ								
77–91	…	…	…	…	…	…	…	…

Окончание табл. 41

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 (≈10 г/т для Комсомольского, ≈9 г/т – для Федотовского).

Таблица 42

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./т
			транспортировки 1 т руды от карьера до МОК	переработки руды на МОК	вскрышных работ в расчете на 1 т руды	в эксплуатационной руде	на МОК, руб./т	на МОК, руб./т	
Центральное	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	4,25	107,4	**456,6**	**1261,2**
доля в затратах, %	27,3	–	1,5	16,7	18,2	–	–	36,2	100,0
Федотовское	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	8,77	107,4	**942,5**	**1747,1**
доля в затратах, %	19,7	–	1,1	12,1	13,2	–	–	53,9	100,0
Старый Берикуль	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	7,8	107,4	**837,7**	**1642,3**
доля в затратах, %	21,0	–	1,1	12,9	14,0	–	–	51,0	100,0
Новый Берикуль	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	8,74	107,4	**939,0**	**1743,6**
доля в затратах, %	19,8	–	1,1	12,1	13,2	–	–	53,9	100,0
Натальевское	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	5,13	107,4	**551,6**	**1356,2**
доля в затратах, %	25,4	–	1,4	15,6	17,0	–	–	40,7	100,0
Кундатское	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	4,36	107,4	**468,2**	**1272,8**
доля в затратах, %	27,1	–	1,5	16,6	18,1	–	–	36,8	100,0
Комсомольское	**344,7**	2	**18,8**	**211,1**	**230,0**	9,86	107,4	**1059,7**	**1864,3**
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 долевой эксплуатации 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 (≈2–2,5 г/т), ниже которых разработка месторождения будет экономически невыгодной при существующих фискальных и экономических условиях.

Таблица 43

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	7,287	0,000	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628	7,287
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	7910,4	0,0	728,0	764,4	802,6	842,8	884,9	703,6	738,7	775,7	814,5	855,2	7910,4
Затраты всего, млн руб.	4811,0	441,3	373,3	391,0	415,4	435,2	456,1	417,5	437,5	458,6	480,7	504,4	4811,0
в т.ч. капитальные	441,3	441,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	441,3
эксплуатационные с учетом налогов	3865,3	0,0	373,3	391,0	415,4	435,2	456,1	417,5	437,5	458,6	480,7	504,4	3865,3
Чистый приток, млн руб.	2744,3	–441,3	319,1	334,1	345,1	361,3	378,4	264,2	276,3	289,0	302,3	316,0	2744,3
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	2744,3	–441,3	–122,2	211,8	556,9	918,2	1296,6	1560,8	1837,1	2126,1	2428,4	2744,3	2744,3
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	1274,0	–364,7	239,7	228,2	214,3	204,0	194,2	123,2	117,2	111,4	106,0	100,7	1274,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**1274,0**	–364,7	–125,0	103,2	317,4	521,4	715,6	838,8	956,0	1067,4	1173,4	1274,0	1274,0
Индекс доходности инвестиций		**4,49**											
Внутренняя норма прибыльности		**74,5%**											
Срок возврата инвестиций, лет		**2**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**3**											
Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	364,7	364,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

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.	**2282,9**	–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		**7,72**											
Внутренняя норма прибыльности		**107,6%**											
Срок возврата инвестиций, лет		**2**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**3**											
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 45

Показатели коммерческой эффективности проекта групповой разработки Кемеровский (суммарно 2 кластера – Центральный и Староберикульский), 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	17,334	0,000	1,815	1,815	1,858	1,836	1,836	1,635	1,635	1,635	1,635	1,635	17,334
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	19007,5	0,0	1592,8	1672,4	1797,8	1865,8	1959,1	1831,4	1923,0	2019,1	2120,1	2226,1	19007,5
Затраты всего, млн руб.	10022,0	852,6	755,7	791,5	844,5	878,1	920,3	904,1	947,6	993,4	1041,6	1092,6	10022,0
в т.ч. капитальные	852,6	852,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	852,6
эксплуатационные с учетом налогов	8076,8	0,0	755,7	791,5	844,5	878,1	920,3	904,1	947,6	993,4	1041,6	1092,6	8076,8
Чистый приток, млн руб.	7700,0	–852,6	737,9	773,0	830,8	858,3	899,2	810,1	848,5	888,8	931,0	975,0	7700,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	7700,0	–852,6	–114,7	658,3	1489,1	2347,4	3246,6	4056,7	4905,2	5794,0	6725,0	7700,0	7700,0
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	3556,9	–704,6	554,4	527,9	515,9	484,5	461,4	377,9	359,8	342,7	326,3	310,7	3556,9
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**3556,9**	–704,6	–150,2	377,7	893,6	1378,1	1839,5	2217,4	2577,3	2919,9	3246,3	3556,9	3556,9
Индекс доходности инвестиций		**6,0**											
Внутренняя норма прибыльности		**91,0%**											
Срок возврата инвестиций, лет		**2**											
Дисконтированный срок возврата инвестиций, лет		**3**											
Дисконтированные капитальные вложения, млн руб.	704,6	704,6	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-Берикульский (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 золотосодержание. 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

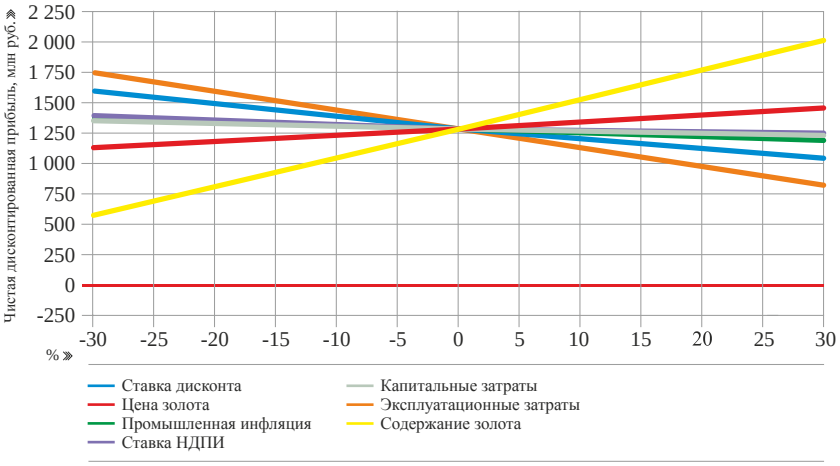


Рис. 39. Чувствительность ЧДП кластера Центральный к изменению параметров его разработки

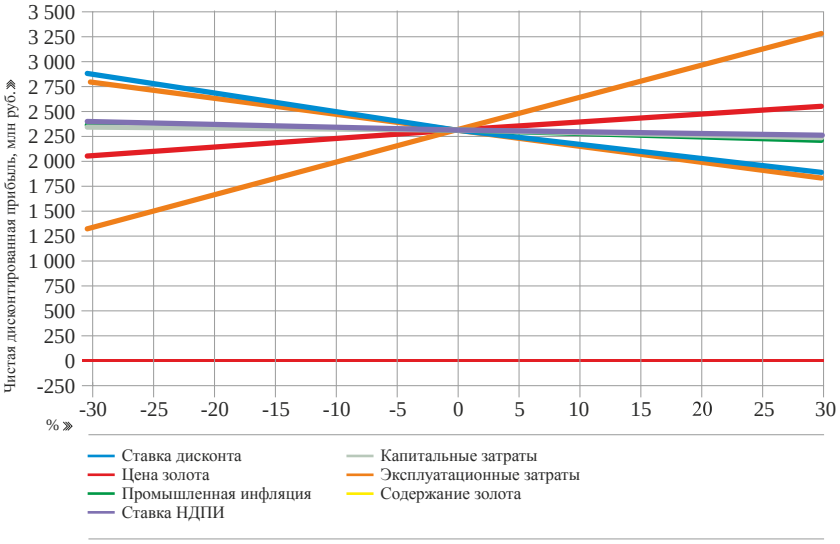


Рис. 40. Чувствительность ЧДП кластера Старо-Берикульский к изменению параметров его разработки

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 раздельных 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, энергомощностей, 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.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты проведенного исследования представлены в следующих выводах:

Общемировые тенденции добычи золота определяются тем, что практически любые реальные объемы производимого золота могут быть востребованы как в качестве инвестиционного, накопительного и страхового ресурсов для финансового сектора мировой экономики, так и для использования в ювелирном производстве, в промышленных технологиях. Золото в том или ином виде, состоянии и количестве, используется в качестве компонента при производстве инновационных технологических продуктов, применяется в сложных производственных цепочках и современных медицинских технологиях.

Все известные в мире крупные по запасам руды и золота месторождения разведаны и в настоящее время эксплуатируются ведущими золотодобывающими корпорациями. Аналогичная ситуация наблюдается и в России, где практически все перспективные месторождения (за некоторыми исключениями) распределены среди российских предприятий и зарубежных компаний. В этом отношении представляет экономический и технологический интерес освоение разведанных и вновь разведываемых малых (и средних) месторождений, которые могут разрабатываться не только крупными компаниями, но и относительно небольшими региональными предприятиями. Проведенный анализ данных Государственного баланса рудного запасов золота в РФ и других доступных источников показал существенные потенциальные запасы металла в малых (и средних) месторождениях нераспределенного фонда недр. Их совокупные балансовые запасы в Сибири и на Дальнем Востоке превышают 1,2 тыс. т на примерно 100 месторождениях, что составляет 38% запасов золота промышленных категорий $ВС_1$ и около 20% по категории $С_2$.

Показано, что золотодобывающая отрасль представляет собой кластерное образование, включающее в себя компоненты экономической деятельности кластера. Золотодобывающий сектор Сибири и Дальнего Востока является структурно интегрированным в рамках золотодобывающих компаний и холдингов, от начальной стадии геологоразведки и до производства товарного золота. Отмечается, что сложившиеся региональные золотодобывающие кластеры охватывают практически все золотоносные территории и локальные месторождения регионов Сибири и Дальнего Востока. Выделены региональные золотодобывающие кластеры, показаны ареалы их влияния на восточные регионы размещения минерально-сырьевой базы и золотодобывающие предприятия в них.

На основе анализа программ развития российских золотодобывающих компаний выявлено, что ими используются производственные стратегии, позволяющие предприятиям эффективно реализовывать свой финансовый и технологический потенциал. Стратегии делятся на три основных направления: первое – концентрация разведочных и добывающих мощностей, локализованных в одном горно-промышленном районе; второе – территориальная диверсификация разведочных и добывающих мощностей с формированием на новых территориях самостоятельных золотодобывающих предприятий с полным циклом добычи ценного сырья и его обогащения; третье – собственно, их комбинация. Стратегии предусматривают вовлечение в эксплуатацию средних и малых месторождений, расположенных в территориальной доступности от существующих и проектируемых обогатительных комплексов. В этом отношении представляет методологическое и практическое значение создание компьютерной модели оценки эффективности (рентабельности) разработки малых (и средних) месторождений, в том числе групповым способом. Проведенное экономико-математическое моделирование, основанное на геологических и технико-экономических показателях реальных золотодобывающих проектов-аналогов, дало возможность получения количественных оценок эффективности этих и других возможных проектов разработки малых месторождений рудного золота.

Разработан и детализирован методический подход к построению экономико-математических моделей зависимости между параметрами геолого-промышленных характеристик золоторудных месторождений в задаваемых экономических условиях (в основе геолого-промышленных, технологических и экономических характеристик использованы реальные данные разработки месторождения Эльдорадо), в соответствии с их территориальной удаленностью от центра переработки/обогащения руды и ожидаемыми (или задаваемыми) уровнями рентабельности. Получены математические зависимости рентабельности от расстояния транспортировки руды до центра переработки, от содержания золота в рудах, от значений налогов на добычу полезных ископаемых и на прибыль. Показано, что доля транспортных расходов в общей себестоимости добычи, транспортировке и обогащения руды во многих случаях (даже наиболее удаленных объектов, на расстояние до 180 км) невелика, 11–23% для разных задаваемых дистанций. Количественно определены минимальные значения золотосодержания в рудах, позволяющие обеспечивать положительные рентабельности в зависимости от дистанции транспортировки руды при разных фискально-экономических условиях (цена золота, промышленная инфляция, налоги).

Разработан и детализирован методический подход к построению моделей оценки рационального размещения обогатительного комплек-

са, единого для группы месторождений/рудников. Показано, что при эксплуатации группы рудников суммарные транспортные расходы слабо изменяются (в пределах 2–6%) при различных положениях планируемого обогатительного комплекса относительно объектов. Это связано с частичной компенсацией транспортных расходов при «приближении» размещаемого комплекса к какому-либо месторождению группы, но одновременному «удалению» от других. Рассчитаны уровни рентабельности в зависимости от относительного расположения золотоизвлекательного комплекса от темпов добычи руды из разных рудников с разными запасами руды и содержания золота в них.

На примере трех реальных инвестиционных проектов в Магаданской области (5 месторождений), в Якутии (5 месторождений) и Кемеровской области (7 месторождений) проведена верификация моделирования и выполнена стоимостная оценка индивидуальных и групповых подходов к освоению данных объектов. В зависимости от их геолого-промышленных характеристик и территориального расположения предложены и подтверждены модельными расчетами рентабельные и экономически эффективные варианты-графики разработок, технологические способы добычи, транспортировки и переработки руды: ЗИФ и комплекс кучного выщелачивания в проекте Магаданский, комплекс кучного выщелачивания – в проекте Якутский, модульные обогатительные комплексы – в проекте Кемеровский.

Модельные расчеты показывают, что индивидуальные проекты разработки месторождений во многих случаях оказываются нерентабельными или недостаточно эффективными (Якутская группа). Причины этого заключаются прежде всего в низких концентрациях золота (менее 2 г/т руды) и/или в недостаточно большом количестве производимого золота, недостаточного для окупаемости капитальных вложений и эксплуатационных затрат. Для месторождений, имеющих приемлемое (более 2,5–3 г/т) содержание золота и его достаточные запасы, рентабельность индивидуальных разработок оказывается положительной.

С другой стороны, расчеты показывают, что групповые способы разработки месторождений являются более эффективными, чем индивидуальные. Это связано с тем, что относительные общие инвестиции для строительства капиталоемкого и технологически эффективного обогатительного комплекса (например, ЗИФ) менее обременительны для группы, чем для отдельного месторождения при той же производительности.

В данном случае происходит взаимное субсидирование рентабельных и нерентабельных объектов, снижение капитальных, технологических и организационных затрат. Суммарные запасы золота всей группы почти всегда обеспечивают окупаемость инвестиций. В случае низких содержаний золота в большинстве добываемых руд (менее 2 г/т) эконо-

мическая эффективность групповой разработки может также оказаться отрицательной (даже при используемой для разработки именно низкокачественных руд некапиталоемкой технологии кучного выщелачивания). Это показано в расчетах проекта Якутский (содержание золота варьировалось от 1,2 до 1,8 г/т). То есть для вовлечения в общехозяйственный оборот золота из бедных малых месторождений необходимо группировать такие объекты с более качественными, по содержанию и запасам золота, месторождениями.

В модели учитывались такие параметры проектов, как годовая ставка дисконтирования денежных потоков, темпы годового роста цены золота и промышленной инфляции, капитальные затраты и эксплуатационные расходы, золотосодержание, налог на добычу полезных ископаемых и на прибыль. Проведена оценка влияния вариаций этих параметров на экономическую устойчивость (оценка чувствительности чистой дисконтированной прибыли) как индивидуальных, так и групповых разработок месторождений. Показано, что проекты Магаданский и Кемеровский проявляют высокую устойчивость к изменениям параметров. При этом вариации золотосодержания в добываемых рудах и изменения эксплуатационных расходов на получение золота оказывают наибольшее влияние. В частности, показано, что для достижения Якутским проектом положительной рентабельности необходимо иметь повышенную концентрацию золота в рудах (т.е. реальное содержание должно быть выше геологического) более чем на 30% (до 2 г/т и более), или снизить эксплуатационные расходы более чем на 20%. В случае нулевого НДПИ золотосодержание должно быть выше уже на 22%, а эксплуатационные расходы ниже уже на 15%.

Сопоставление результатов получаемых чистых дисконтированных прибылей при разных способах обогащения/извлечения золота – золотоизвлекательная фабрика, комплекс кучного выщелачивания и модульный обогатительный комплекс – показало, что использование технологий ЗИФ (частично в комбинации с ККВ) является эффективным для проекта Магаданский (большой объем руды, – 16 млн т, и приемлемое золотосодержание, – около 4 г/т для всей группы).

Применение модульных обогатительных комплексов оказалось высокоэффективным при разработке месторождений проекта Кемеровский. Его особенности и преимущества: разработка двумя отдельными кластерами, по 3 и 4 месторождения, каждое из которых обладает небольшим количеством руды (от 40 до 1300 тыс. т); высокие содержания золота (4–10 г/т); низкие удельные капитальные затраты, размещение МОК непосредственно вблизи карьера (снижение транспортных расходов), а также возможность перемещения МОК от месторождения к месторождению по мере их выработки. Сумма чистой дисконтированной

прибыли по всем индивидуальным проектам Кемеровской группы оказывается на 18% больше, чем общая групповая чистая прибыль. Такие «потери» образуются в основном за счет действия ставки дисконтирования на продолжительном временном интервале групповой эксплуатации и неаддитивного взаимного субсидирования высокорентабельных и рентабельных объектов группы. Разработка месторождений с большим объемом руды и сравнительно малым содержанием золота требует длительного срока эксплуатации и, следовательно, больших дисконтных потерь, так что при групповой разработке их показатели снижают общие доходы, образуемые от месторождений с высокими золотосодержаниями в рудах. Вместе с тем, при групповой разработке проект становится более устойчивым к отраслевым рискам, в т.ч. нивелируется риск приобретения близкорасположенных месторождений другими компаниями, снижаются капитальные, технологические и организационные затраты.

Дополнение способов групповой эксплуатации малых (и средних) месторождений золота совершенствованием институциональных условий лицензирования и недропользования (лицензирование сгруппированных месторождений едиными группами, введение нулевых или дифференцированных ставок НДПИ для низкорентабельных объектов и групп месторождений) позволяет повысить системную эффективность (эмерджентность) их освоения для инвестора и государства.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Актуальные** проблемы развития топливно-энергетического комплекса Сибири // под ред. Пляскиной Н.И, Чурашева В.Н. – Новосибирск: ИЭОПП СО АН СССР, 1991. – С. 69–76.

2. **Бакланов П.Я.** Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении // П.Я. Бакланов; [отв. ред. П.А. Минакир]; Тихоокеан. Ин-т географии ДВО РАН. – М.: Наука. – 2007. – 239 с.

3. **Батугина Н.С.** Возможности горнорудного предприятия при изменении цен на минеральное сырье // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2008. – №12. С. 138–145.

4. **Беневольский Б.И.** Золото России: проблемы использования и воспроизводство минерально-сырьевой базы. Изд. 2-е, испр. и доп. М: ЗАО «Геоинформмарк». – 2002. – С.20–395.

5. **Беневольский Б.И., Кривцов А.И.** Долгосрочная стратегия геологоразведочных работ на золото. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2004. Специальный выпуск «Драгоценные металлы». – С. 8–13.

6. **Беневольский Б.И., Блинова Е.В, Лобач В.И.** Инвестиционная привлекательность резервного фонда месторождений цветных и благородных металлов. // Разведка и охрана недр. – 2009. – № 1. С.9–12.

7. **Большая** Советская Энциклопедия (в 30 томах). Гл. ред. А.М. Прохоров. Изд. 3-е. М., «Советская Энциклопедия», – 1972. – Т. 22. – Ремень-Сафи. – С. 451–452.

8. **Борисов С.М.** Золото в современном мире. Ин-т мировой экономики и междунар. отношений РАН. – М.: Наука, – 2006. – С. 79.

9. **Брайко В.Н., Иванов В.Н.** Итоги работы отрасли по добыче и производству драгоценных металлов и драгоценных камней в 2010 г. и прогноз ее развития на ближайшие годы годы // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2011. – №3. – С. 56–65.

10. **Брайко В.Н., Иванов В.Н.** Анализ итогов работы отрасли по добыче и производству драгоценных металлов и драгоценных камней в 2009 г. и прогноз ее развития на ближайшие годы // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2010. – №3. – С. 56–65.

11. **Брайко В.Н., Иванов В.Н.** Итоги работы золотодобывающей промышленности России в 2008 г. и прогноз на 2009 г. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2009. – №3. – С. 61–75.

12. **Брайко В.Н., Иванов В.Н.** Итоги работы золотодобывающей промышленности России в 2007 г. и ее перспективы на ближайшие годы // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2008. – №3. – С. 55–68.

13. **Брайко В.Н., Иванов В.Н.** Итоги работы золотодобывающей промышленности России в 2006 г. и ее перспективы на ближайшие годы // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2007. – №2. – С. 62–74.

14. **Брайко В.Н., Иванов В.Н.** Российская промышленность по добыче драгоценных металлов: итоги 2005 г. и ее перспективы развития // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2006. – №3. – С. 56–65.

15. **Гайнутдинов Р.И.** Сухой экономический расчет. // Эксперт-Сибирь. – 2008. – №27 (215). – С. 34–36.

16. **Годовой** отчет ОАО «Полюс Золото» за 2009–2010 гг. // Москва. – 2010–2011.

17. **Годовой** отчет ОАО «Полиметалл» за 2009–2010 гг. – Санкт-Петербург. – 2010–2011.

18. **Годовой** отчет ОАО «Золото Селигдара» за 2009–2010 гг. // Алдан. – 2010–2011.

19. **Государственный** баланс запасов золота РФ по данным на 01.01.06 г. Федеральное Агентство по недропользованию. ФГУП «Российский Геологический Фонд». – М. – 2007.

20. **Долгосрочная** государственная Программа изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья до 2020 г. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 16.07.2008 № 151 «Об утверждении Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья».

21. **Зорин А.П., Паламарь С.В., Глухова И.П.** Вопросы формирования, учета и лицензирования объектов при недропользовании. // Филиал по Камчатскому краю ФГУ «Территориальный фонд информации по Дальневосточному федеральному округу». Электронный ресурс. [Режим доступа: www.tfikamchatka.ru].

22. **Иванов В.Н.** Проблема частных инвестиций в ГРР на золото // Золото и технологии 2011. – №4 (14). – С. 24–27.

23. **Инструкция** о порядке установления факта открытия месторождения (утв. Приказом МПР РФ от 11.11.2004 г. №689).

24. **Классификация** запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых // Утверждена Приказом МПР России от 11.12.2006 г., № 278.

25. **Классификация** автомобильных дорог. Основные параметры и требования. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р №52395–2005. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: – 2005.

26. **Кожогулов Б.К.** Экономическая оценка разработки месторождений золота с учетом отраслевых рисков // Дисс. на соиск. уч. степени кандидата экономических наук. ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск. – 2005. – С. 10–17.

27. **Комплекс** мер по дополнительному стимулированию расширения геологоразведочной деятельности частных компаний. // Предложения компаний по добыче драгоценных металлов, осуществляющих геологоразведочную деятельность на территорий РФ (к поручению Президента РФ №Пр-1467 от 9 июня 2009 г.).

28. **Комаров М.А.** Горнопромышленные отходы – дополнительный источник минерального сырья / Комаров М.А., Алискеров В.А, Кускевич В.И., Заверткин В.Л. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2007. – №4. – С. 3.

29. **Крюков В.А.** Особенности формирования системы недропользования в России – взгляд на проблему с позиций институциональной теории. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2005. – №5. – С. 53–69.

30. **Ледовских А.А.** Итоги работы федерального агентства по недропользованию в 2008 г. и задачи на 2009 г. // Разведка и охрана недр. – 2009. – №4. – С.3–12.

31. **Леонов С.Б.** Модульные фабрики для обогащения золотосодержащих руд. // Горный журнал. 1998.– №5.–С.10–14.

32. **Марков Л.С., Ягольницер М.А.** Кластеры: формализация взаимосвязей в неформализованных производственных структурах. – Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2006. – 194 с.

33. **Методические** рекомендации по подготовке условий и порядку проведения конкурсов и аукционов на право пользования участками недр. (Утв. Распоряжением МПР РФ от 14.11.2002 г., №457-р).

34. **Методические** рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. – М. – 2007.

35. **Методика** стоимостной оценки запасов твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). – ВИЭМС. – М. – 2004.

36. **Методические** рекомендации по технико-экономическому обоснованию кондиций для подсчета запасов месторождений твердых полезных ископаемых (кроме углей и горючих сланцев). Разработаны Федеральным государственным учреждением «Государственная комиссия по запасам полезных ископаемых» (ФГУ ГКЗ) по заказу МПР РФ и за счет средств федерального бюджета. (утв. распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р). – М. – 2007.

37. **Методические** рекомендации по оптимальной групповой геолого-экономической оцнеке рудных месторождений. – Алма-Ата: КазИМС. –1982. –54 С.

38. **Мигачев И.Ф., Беневольский Б.И.** Золото России: современность и будущее // Отечественная геология. – 1997. – №3. – С.7–11.

39. **Мировые** тенденции в геологоразведке. Специальный доклад для горнопромышленного форума Майнекс Россия и СНГ 2010. // Metals Economics Group. – 2010. – С. 6.

40. **Михайлов Б.К., Вартанян С.С., Аристов В.В., Беневольский Б.И.** Минерально-сырьевые основы новых горнорудных центров Российской Федерации. // Отечественная геология. – 2007. – №3. – С. 14.

41. **Муравьева О.В., Смирнов В.М., Парамонова Л.И.** Оптимизация технологии изучения и оценки эффективности воспроизводства МСБ твердых полезных ископаемых при проведении ГРР. // Информационный отчет. // ВИЭМС. – М. – 2007. – С. 113–115.

42. **Михайлов Б.К., Воробьев Ю.Ю., Киммельман С.А., Неженский И.А., Николаева Л.Л.** Геолого-экономические особенности развития и освоения российской минерально-сырьевой базы. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2008. – №5. – С. 54–63.

43. **Некрасов А.И.** Основные результаты геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в 2010 г. и задачи на 2011 г. // Доклад на Горнопромышленном Форуме «МАЙНЕКС Россия 2011», Москва, октябрь 2011 г.

44. **Никитина Н.К., Никитин С.Е.** Лицензирование как инструмент управления фондом недр. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», – 2008. – 214 С.

45. **Налоговый** Кодекс РФ. Глава 26, ст. 342, п. 1, пп. 4.

46. **Отчет** о научно-исследовательской работе «Разработка экономических критериев оценки эффективности использования государственного фонда недр» / (исп. Муравьева О.В.) ФГУП ВИЭМС. – М. – 2006. – Ч.1. С.156.

47. **Основы** государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования (Утв. распоряжением Правительства РФ от 21.04.2003 г. N494-р). – М. – 2003.

48. **Отчет** по теме «Маркетинговые исследования рентабельности освоения золоторудных (золотосеребряных) месторождений различного типа на территории Магаданской области. Ответств. исп. С.А. Кимельман, А.И. Райхлин, Б.И. Беневольский. ВИЭМС. – М. – 2001.

49. **Переоценка** балансовой принадлежности запасов золота Северо-западного фланга месторождения Советское в современных экономических условиях с подсчетом экономически эффективных запасов в границах. // Махнева Г.Г., Поляков А.В., Васин С.Ю., Кавицкий С.Л., Тагаров А.В. // Отчет о результатах научно-исследовательских работ. ООО «Соврудник». – Северо-Енисейский, – 2004. – Северо-Енисейский, – 2004.

50. **Поляков А.В.** Группа золоторудных месторождений – как особый объект оценки. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2004. – №6. – С.30–33.

51. **Положение** о порядке лицензирования пользования недрами (Утв. Постановлением Верховного Совета РФ от 15 июля 1992 г. № 3314-1 «О порядке введения в действие Положения о порядке лицензирования пользования недрами»).

52. **Портер М.** Конкуренция.: Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс». – 2005. – 608 с.

53. **Порядок** рассмотрения заявок на получение права пользования недрами при установлении факта открытия месторождения полезных ископаемых пользователем недр, проводившим работы по геологическому изучению участков недр за счет собственных (в том числе привлеченных) средств для целей разведки и добычи полезных ископаемых такого месторождения (Утв. Приказом МПР РФ от 24.01.2005 г., №23). – М. – 2005.

54. «**Привлечение** иностранных инвестиций в горнодобывающую отрасль Российской Федерации». Финансово-экономическое исследование и рекомендации для Правительства РФ, подготовленные в рамках работы Консультативного совета по иностранным инвестициям Российской Федерации (КСИИ). – 2011. – 80 с.

55. **Республиканская** целевая программа «Развитие золотодобывающей промышленности и освоение месторождений цветных металлов в Республике Саха (Якутия) на 2002 – 2006 гг.». Утв. Постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 5 декабря 2002 г. N 611. Якутск. – 2002.

56. **Рекомендации** «круглого стола» Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии «Актуальные проблемы обеспечения развития рынка драгоценных металлов и драгоценных камней» (от 17.02.2009 г.) Электронный ресурс. [Режим доступа: http://www.duma.gov.ru/cnature/parl_conf/krug_stol/recomend170209.htm]

57. **Самсонов Н.Ю.** Самая благородная металлургия. // Эксперт-Сибирь. – 2008. – №27 (215). С. 28–36.

58. **Самсонов Н.Ю.** Взаимосвязь запасов золота с экономическими показателями добычи // Регион: экономика и социология. – 2010.– №1. С. 306–315.

59. **Самсонов Н.Ю.** Техногенные запасы золота – альтернатива росту золотодобычи // ЭКО. – 2008. – №8. – С.60–74.

60. **Самсонов Н.Ю.** Иностранные золотодобывающие компании в России: прогнозная добыча до 2015 г. // ЭКО. – №10. – 2009. – С.51–70.

61. **Самсонов Н.Ю.** Экономическая оценка эффективности переработки отвальных комплексов золоторудных месторождений // Экономика региона. – 2010. – №2. С. 139–146.

62. **Соколов В.М.** Мировой рынок золота // ЭКО. – 1995. – №1. – С.99–116.

63. **Соколов А.В., Соколов В.М.** Рынок золота: тенденции 90-х годов // ЭКО. – 1999. – №2. – С. 2–19.

64. **Соколов В.М.** Экономическая стратегия развития цветной металлургии России в условиях интеграции отрасли в мировую экономику // Дисс. на соиск. уч. степени доктора экономических наук. ИЭОПП СО РАН. – Новосибирск. – 2000. – С. 34; 152–173.

65. **Соколов В.М., Соколов А.В.** Оценка ренты в золотодобывающей промышленности и добыча золота в России. // Природные ресурсы России: территориальная локализация, экономические оценки. // Отв. ред. К.К. Вальтух, В.М. Соколов; Рос. акад. наук, Сиб. Отд-ние, ИЭОПП и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. – 2007. – С. 302–324.

66. **Смирнов В.И.** Геология полезных ископаемых. – М.: – Недра. – 1976. – С. 688.

67. **Стенограмма** «круглого стола» Комитета Государственной Думы по природным ресурсам, природопользованию и экологии «Актуальные проблемы обеспечения развития рынка драгоценных металлов и драгоценных камней» от 17.02.2009 г. Электронный ресурс. [Режим доступа: http://www.j-r.ru/index.php?block=spr#].

68. **Стратегия** развития металлургической промышленности Российской Федерации на период до 2015 года. Утверждена Минпромэнерго РФ от 27.05.2007 г. – М. – 2007.

69. **Ставский А.П., Войтенко В.Н.** Перспективы развития геологоразведочных работ в России. // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2006. – №1. – С.55–70.

70. **Стенографический** отчет о совещании по вопросам социально-экономического развития Магаданской области. 24 сентября 2008 г. Магадан. Электронный ресурс. [Режим доступа: http://www.kremlin.ru/transcripts/1505].

71. **Стенографический** отчет о совещании по вопросам социально-экономического развития Магаданской области. 22 ноября 2005 г. Магадан. Электронный ресурс. [Режим доступа: [http://archive.kremlin.ru/events/chron/2005/11/97839.shtml].

72. **Тальгамер Б.Л.** Основные направления развития золотодобычи в Восточной Сибири. // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2006. – № 1. – С. 259–262.

73. **Термины** и понятия отечественного недропользования (словарь-справочник). Кривцов А.И, Беневольский Б.И., Морозов И.В.; под ред. Кривцова А.И. / ФГУП ЦНИГРИ. 2–3 изд.; исправ. и доп. – М. – 2008. – С. 257.

74. **Трутнев Ю.П.** О долгосрочной государственной программе изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005–2010 гг. и до 2020 гг.) // Минеральные ресурсы России: экономика и управление. – 2004. – №5–6. – С. 3–14.

75. **Трутнев** считает необходимым обсудить вопрос государственных инвестиций в геологоразведочные работы. // Российские недра // 2009. – №13 (93) от 25.12.2009 г. – С. 2.

76. **Федеральный** закон «О недрах» от 21.02.1992 № 2395-1 (действующая в 2010 г. редакция). Электронный ресурс. [Режим доступа: http://www.consultant.ru/popular/nedr/].

77. **Цветков Н.И.** Вопросы экономического изучения и оценки месторождений минерального сырья. – 1983. – М.: Наука. – С.131.

78. **Цветков Н.И.** Методы и модели экономической оценки месторождения минерального сырья в районах нового освоения. – 1982. – М.: Наука. – С. 166.

79. **Юркова Т.И.** Экономика цветной металлургии: тексты лекций: учеб. пособие. Гос. ун-т цветных металлов и золота. — Красноярск, 2004. – С. 114.

80. **Шерер Ф.М., Росс Д.** Структура отраслевых рынков: Пер. с англ. – М.: ИНФРА – М. – 1997. – С. 67.

81. **Annual** report and Accounts by Kinross Gold Corp. at 2009 // Toronto. Ontario. Canada. P.158.

82. **Annual** report and Accounts by High River Gold Mines Ltd. at 2009 // Toronto. Ontario. Canada. P.112.

83. **Annual** report and Accounts by Peter Hambro Mining plc. at 2009 // London. United Kingdom. P.82.

84. **Annual** report and Accounts by Highland Gold Mining Ltd. at 2009 // St. Helier, Jersey, Channel Islands, United Kingdom. P.70.

85. **Annual** report for the financial year 2009 by Central Asia Gold // Stocksund, Sweden. P.72.

86. **Annual** report for the financial year 2009 by Trans-Siberian Gold plc. // United Kingdom. P.46.

87. **Craig** and Rimstidt, 1998, p. 460 Craig J.R., Rimstidt J.D. 1998. Gold production history of the United States Ore Geology Reviews, v.13. no.6, November.

88. **Commodity** Statistics and Information. Gold 2008–2011. – Geological Survey. – Reston: U.S.

89. **China** Gold Reports and Overviews: June 30, 2009; December 31, November 2008 Up. – Goldletter International. – Amsterdam.

90. **Falkner** and Edmond, 1990, p. 219 Falkner, K.K., and Edmond, J.M., 1990, Gold in seawater: Earth and Planetary Science Letters, v. 98, no. 2, May, p. 208–221.

91. **Glossary** of statistical terms. – OECD. Электронный ресурс. [Режим доступа: http://stats.oecd.org/glossary/].

92. **Gold** Survey. Reports 2000–2009. – GFMS Ltd. – London. Электронный ресурс. [Режим доступа: http://www.gfms.co.uk].

93. **Hartwick J.M., Kemp M.C., Long N.V.** Set-up costs and the theory of exhaustible resources // Papers of the regional science association, – Vol. 56, – 1985 – PP. 99–111.

94. **Herfindahl O. C.** Depletion and economic theory. // Extractive Resources and Taxation. ed. Gaffncy. M. M., Madison, – Wisconsin: University of Wisconsin Press. – 1967. – PP. 63–90.

95. **Kemp M.C., Long N.V.** Essays in Economics of Exhaustible Resources. European Journal of Political Economy. – Vol. 2, – Issue 1, – 1986, – PP. 137–139.

96. **London** Bullion Market Association. London Gold Market Fixing Ltd. by Averages gold fixings from 1980 to 2008. Электронный ресурс. [Режим доступа: www.lbma.org.uk].

97. **Management's** discussion and analysis for the year ended May 31, – Press release by Kola Mining Corp. – 2009.

98. **Minerals** Yearbook metals and minerals. Gold 1980–2011. – Bureau Of Mines. – Washington: U.S.

99. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1980. – PP. 347–373.

100. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1981. – PP. 365–391.

101. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1982. – PP. 369–396.

102. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. –1983. – PP. 385–412.

103. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1984. – PP. 405–436.

104. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1985. – PP. 445–480.

105. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. –1986. – PP. 421–458.

106. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1987. – PP. 349–436.

107. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1988. – PP. 425–448.

108. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1989. – PP. 445–482.

109. **Mineral** Yearbook metals and minerals. Gold. Prepared by J.M. Lucas. Bureau of Mines (by USGS). Washington. – 1990. – PP. 495–522.

110. **Randall's** Gold Project feasibility study:10-year mine life from two-phase development. ASX Release. 24 July 2009. Электронный ресурс. [Режим доступа: www.infomine.com/index/pr/Pa780932.PDF].

111. **Report** on the svetloye gold property, Khabarovsky krai, Okhotsky rajon, Russia. Report on Resource Estimation. Prepared for Fortress Minerals Corp. June 28, 2008 Prepared By: Thomas E. Bowens, James C. Ashleman, Peter Holbek, M.Sc. P.Geo., Viking GeoScience. – Vancouver. Canada. – P. 88.

112. Runge I.C. Mining economics and strategy. // Society for mining, metallurgy and exploration Inc. – Littleton – 1998. – PP. 35–66.

113. **Singer, D.A.** World class base and precious metal deposits – A quantitative analysis: Economic Geology, – Vol. 90. – 1995.

114. **Technical** report and pre-feasibility study on the La Ronge Gold Project, Northern Saskatchewan, Canada for Golden Band Resources Inc. by P&E Mining Consultants Inc. January 16, 2009. 217 P. Электронный ресурс. [Режим доступа: http://www.goldenbandresources.com/html/news/reports].

115. **Technical** report on the Tumannoye gold project, Chukotka Autonomus Okrug, Russia. Prepared for the Zoloto Resources Ltd. By William J. and Crowl, R.G. (Gustavson Associates, LLC). Dated March 10, 2008. – Vancouver. Canada. – P. 44.

116. **The Value** of Gold to Society. Report by World Gold Council. – London. – 2004.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица П.1

Крупнейшие компании-производители золота в мире в 2006–2009 гг. и их сырьевая база

№ п/п	Компания	Добыча, т						Доля в мировой добыче в 2009, %	Запасы* на 01.01.09, т	Запасы* на 01.01.2008, т	Прирост 2009/ 2008, %
		2007 г.	Прирост 2007/ 2006, %	2008 г.	Прирост 2008/ 2007, %	2009	Прирост 2009/ 2008, %				
1.	Barrick Gold (Канада)	259,2	–6,7	246,2	–5,0	237,9	–3,4	10,1	4 493,1	4 453,5	0,9
2.	Newmont (США)	199,8	–14,5	200,6	0,4	209,0	4,2	8,9	1 951,4	2 731,8	–28,6
3.	AngloGold Ashanti (ЮАР)	176,1	–2,8	160,2	–9,0	147,9	–7,7	6,3	2 222,0	2 408,4	–7,7
4.	Gold Fields (ЮАР)	129,0	–7,9	117,0	–9,3	115,8	–1,0	4,9	2 535,8	2 589,3	–2,1
5.	China National Gold Group (Китай)	78,0	56,0	80,0	2,6	90,5	13,1	3,9	1 294,0	1 290,0	0,3
6.	Freeport–McMoRan (США)	74,9	25,0	41,5	–44,6	85,6	106,3	3,6	1 200,0	1 163,9	3,1
7.	Goldcorp (Канада)	73,7	35,5	74,7	1,4	77,9	4,2	3,3	512,2	1 488,7	–65,6
8.	Zijin Mining (Китай)	52,3	2,8	57,3	9,6	75,4	31,6	3,2	752,5	752,5	0,0
9.	Kinross Gold (Канада)	51,1	7,6	59,0	15,5	70,7	19,8	3,0	1 640,0	1 466,2	11,9
10.	Навойский ГОК (Узбекистан)	59,0	0,0	59,0	0,0	59,0	0,0	2,5	н./д.	н./д.	–
11.	Newcrest (Австралия)	52,0	5,7	57,3	10,2	52,4	–8,6	2,2	1 380,0	1 286,0	7,3
12.	Harmony Gold (ЮАР)	54,3	–26,8	48,2	–11,2	45,4	–5,8	1,9	1 498,0	1 622,9	–7,7
13	Buenaventura (Перу)	34,9	–29,8	38,3	9,7	42,5	11,0	1,8	792,0	427,0	85,5
14	Полюс–Золото (Россия)	39,0	–0,3	39,5	1,3	40,6	2,8	1,7	3 274,0	2 586,3	26,6
15	Xstrata (Швейцария)	51,6	–10,7	47,8	–7,4	40,3	–15,7	1,7	н./д.	н./д.	–
16.	LihirGold (Австралия)	22,5	7,7	32,2	43,1	36,2	12,4	1,5	925,9	701,0	32,1
17.	IAMgold (Канада)	31,0	50,5	32,0	3,2	30,2	–5,6	1,3	466,5	308,6	51,2
18.	Yamana Gold (Канада)	32,9	225,7	31,6	–4,0	26,9	–14,9	1,1	570,0	622,6	–8,4
19.	Centerra Gold (Канада)	17,9	–5,3	24,1	34,6	21,7	–10,0	0,9	234,7	186,8	25,6
20.	Shandong Gold (Китай)	15,5	89,0	17,0	9,7	17,7	4,1	0,8	17,9	17,9	–0,3
	Добыча 20 компаний, т	1504,7	0,1	1463,5	–2,7	1523,6	4,1	64,8	25 760,0	24 817,4	3,8
	Добыча в мире, т	2480,0	–	2260,0	–	2350,0	–	–	–	–	–
	Доля 20 компаний, %	60,7	–	64,8	–	64,8	–	–	–	–	–

* Рассматриваются категории proven and probable reserves (P&P) по классификация резервов и ресурсов полезных ископаемых JORC.

Источник: рассчитано по годовым отчетам компаний за 2006–2009 гг.

Таблица П.2

Размещение запасов золота РФ по федеральным округам и распределение запасов по типам месторождений в целом по фонду недропользования на 01.01.2006

Федеральный округ, тип месторождения	Запасы золота, кат. ABC_1*, т	Доля запасов кат. ABC_1 от общих запасов РФ, %	Запасы золота, кат. C_2, т	Доля запасов кат. C_2 от общих запасов РФ, %
Северо-Западный	44,65	0,79	11,84	0,43
Южный	41,75	0,74	97,27	3,55
Приволжский	989,22	17,46	204,80	7,47
Уральский	443,26	7,82	221,86	8,10
Сибирский	2 366,97	41,77	1 260,17	45,98
Дальневосточный	1 791,38	31,61	944,53	34,47
Всего по РФ	5 667,23	100,00	2 740,47	100,00
в т.ч. коренные	2 692,34	47,51	1 893,97	69,11
комплексные	1 708,88	30,15	718,88	26,23
россыпные	1 276,01	22,52	127,62	4,66

* Запасы категории А подсчитываются только на разрабатываемых золоторудных месторождениях по данным эксплуатационной разведки. К ним относятся запасы, подготовленные к выемке. К запасам категории В относятся запасы, выделенные на участках разведочной детализации или в пределах других частей рудных тел. К категории C_1 относятся запасы на участках месторождений, в пределах которых выдержана принятая сеть горных выработок и скважин, достоверность подтверждена на новых месторождениях разведочной детализацией, а на разрабатываемых — данными эксплуатации. Разведанными балансовыми запасами принято считать сумму категорий ABC_1. Запасы категории C_2 подсчитываются по конкретным рудным телам путем экстраполяции от контуров разведанных запасов более высоких категорий [24].

Источник: [19].

Таблица П. 3

Запасы коренного золота в Сибири и на Дальнем Востоке в целом по фонду недропользования на 01.01.2006

Федеральный округ	Запасы коренного золота, ABC_1, т	Доля запасов ABC_1 от общих запасов коренного золота, %	Запасы коренного золота, C_2, т	Доля запасов коренного золота C_2 от общих запасов коренного золота, %
Сибирский	1 594,63	59,23	889,58	46,97
Дальневосточный	917,78	34,09	868,37	45,85
Всего по РФ	2 692,34	100,00	1 893,97	100,00

Источник: [19].

Таблица П. 4

Запасы нераспределенного фонда коренного золота в Сибири и на Дальнем Востоке на 01.01.2006

Федеральный округ	Кол-во месторождений	Запасы золота, ABC_1, т	Доля запасов ABC_1 от коренных запасов нераспределенного фонда, %	Запасы золота, кат. C_2, т	Доля запасов C_2 от коренных запасов нераспределенного фонда, %
Сибирский	38	884,53	91,11	291,36	75,63
Дальневосточный	44	60,58	6,24	40,91	10,62
Всего по РФ	95	970,89	100,00	385,227	100,00

Источник: [19].

Таблица П.5

Размещение прогнозных ресурсов золота РФ по федеральным округам в целом по фонду недропользования на 01.01.2006

Федеральный округ	Прогнозные ресурсы, $P_1P_2P_3$, т				Доля прогнозных ресурсов от общих ресурсов, %	Доля категорий прогнозных ресурсов в общих ресурсах макрорегионов, %		
	Всего	P_1	P_2	P_3		P_1	P_2	P_3
Северо-Западный	437,0	1,0	87,0	349,0	3,4	0,23	19,91	79,86
Южный	130,0	–	19,0	111,0	1,1	0,00	14,62	85,38
Приволжский	335,0	64,0	89,0	182,0	2,6	19,10	26,57	54,33
Уральский	1 160,0	182,0	550,0	428,0	9,0	15,69	47,41	36,90
Сибирский	4 023,0	1 084,0	1 551,0	1 388,0	31,2	26,95	38,55	34,50
Дальневосточный	6 812,0	2 125,0	2 220,0	2 467,0	52,8	31,19	32,59	36,22
Всего по РФ	12 897,0	3 456,0	4 516,0	4 925,0	100,0	26,80	35,02	38,19

Источник: [19].

Таблица П.6

Прогнозные ресурсы коренного золота в Сибири и на Дальнем Востоке в целом по фонду недропользования на 01.01.2006

Федеральный округ	Прогнозные ресурсы, $P_1P_2P_3$, т				Доля прогнозных ресурсов коренного золота от ресурсов, %	Доля категорий прогнозных ресурсов коренного золота в ресурсах коренного золота макрорегионов, %		
	Всего	P_1	P_2	P_3		P_1	P_2	P_3
Сибирский	4 023,0	1 084,0	1 551,0	1 388,0	35,4	26,9	38,6	34,5
Дальневосточный	5 870,0	1 670,0	1 910,0	2 290,0	51,7	28,5	32,5	39,0
Всего по РФ	11 360,0	2 830,0	3 980,0	4 550,0	100,0	24,9	35,0	40,1

Источник: [19].

Таблица П.7

Добыча золота российскими золотодобывающими компаниями в 2007–2010 гг.

№ п/п	Компания/регионы операционной деятельности	2007	Объем добычи, т					
			2008	Темп прироста, 2008/2007, %	2009	Темп прироста, 2009/2008, %	2010	Темп прироста, 2010/2009, %
1.	ЗДК «Полюс» («Полюс Золото») / Красноярский край, Иркутская область, Республика Саха (Якутия)	37,8	38,26	1,22	39,6	3,50	44,56	12,53
2.	«Полиметалл» / Свердловская и Магаданская области, Хабаровский край	7,54	8,86	17,51	9,99	12,75	14,27	42,84
3.	Северсталь-Ресурс (NordGold) / Республика Бурятия, Забайкальский край, Амурская область, Республика Саха (Якутия)	2,35	5,99	154,89	9,8	63,61	9,69	–1,12
4.	ГК «Южуралзолото» / Челябинская область, Ресупблика Хакасия, Забайкальский и Красноярский края	4,96	5,43	9,48	5,47	0,74	6,93	26,69
5.	Сусуманзолото / Магаданская область	3,16	3,18	0,63	3,56	11,95	3,46	–2,81
6.	Высочайший / Иркутская область, Республика Саха (Якутия)	3,19	4,04	26,65	3,45	–14,60	4,02	16,52
7.	«Соврудник» / Красноярский край	1,98	2,59	30,81	3,29	27,03	3,55	7,90
8.	Холдинг «Селигдар» / Республика Саха (Якутия), Алтайский край, Республика Бурятия	2,1	2,4	14,29	2,87	19,58	3,12	8,71
9.	Артель старателей «Витим» / Иркутская область	2,1	1,57	–25,24	1,95	24,20	2,29	17,44
10.	Артель старателей «Западная» / Республика Саха (Якутия)	1,78	1,81	1,69	1,9	4,97	2,11	11,05
Всего, т		66,96	74,13	–	81,88	–	94,00	–
Доля 10 компаний в общероссийской добыче, %		46,23	45,23	–	45,93	–	53,31	–

Источник: рассчитано по [9–11].

Таблица П.8

Основные технико-экономические показатели разработки месторождения Эльдорадо (на 2005 г.)

Показатели	Единица измерения	Значение показателей
Сырьевая база		
Геологические запасы:		
– руды	тыс. т	10 975
– золота	кг	30 478
Среднее содержание золота в руде	г/т	2,8
Эксплуатационные потери	%	5,7
Разубоживание при добыче	%	14,3
Эксплуатационные запасы:		
– руды	тыс. т	11 829
– золота	кг	28 741
Среднее содержание золота в руде	г/т	2,43
Коэффициент вскрыши		3,0
Объем горной массы	тыс. куб. м	39 868,2
В том числе вскрыши	тыс. куб. м	35 487
Годовая производительность карьера:		
– по руде	тыс. т	600
– по вскрыше	тыс. куб. м	1800
– по горной массе	тыс. куб. м	2022
Срок существования	лет	19,7
Режим работы карьера:		
– на добыче	дн · см · час	365 · 2 · 11
– на вскрыше	дн · см · час	365 · 2 · 11
Транспорт руды		
Расстояние транспортировки руды карьер – Советская ЗИФ	км	65
Расстояние транспортировки вскрыши на отсыпку автодорог	км	До 1,6
Переработка руды		
Годовая производительность по переработке руды на Советской ЗИФ с участка	тыс. т	354
Годовое получение товарного металла на ЗИФ	кг	949,2
Переработка руды по технологии КВ	тыс. т	246
Годовое получение товарного металла КВ	кг	312,8

Экономические показатели		
Списочная численность трудящихся	чел.	129
Себестоимость добычи 1 т руды	руб./т	237,7
Себестоимость извлечения металла по технологии кучного выщелачивания (без стоимости исходной руды): – на 1 т руды – на 1 г металла (2005 г.)	 руб./т руб./г	 139 107,4
Себестоимость транспортировки руды на ЗИФ (64 км)	руб./т–км	128
Себестоимость 1 $м^3$ вскрыши	руб./куб. м	44,3
Себестоимость 1 г. металла в добытой руде	руб./г	90,6
Себестоимость дробления, сепарации руды	руб./т	29,1
Себестоимость переработки руды на ЗИФ	руб./т	145,6
Себестоимость извлечения 1 гр. металла (2005г.)	руб./г	74,1
Эффективность отработки месторождения		
Годовая стоимость товарной продукции	тыс. руб.	453 856,5
Чистая прибыль	тыс. руб.	69 656,9
Рентабельность добычи, извлечения и реализации	%	21

Источник: Рабочий проект развития горных работ по добыче рудного золота открытым способом на месторождении Эльдорадо (гор. 700–590 м). Т. 1. Общая пояснительная записка. ООО «Соврудник». – Северо-Енисейский. – 2003 г.

Таблица П.9

Индексы цен производителей промышленных товаров в РФ в 2005–2010 гг.

2005	2006	2007	2008	2009	2010
113,4	110,4	125,1	93,0	113,9	116,7

Источник: Федеральная служба государственной статистики.

Таблица П.10

Среднемесячные мировые цены и среднегодовая цена на золото (долл./тр.унц) в 2009–2010 гг.

Год	01'	02'	03'	04'	05'	06'	07'	08'	09'	10'	11'	12'	Средняя цена
2009	858,7	943,2	924,3	890,2	928,6	945,7	934,2	949,4	996,6	1043,2	1127,0	1134,7	973,0
2010	1118,0	1095,4	1113,3	1148,7	1205,4	1232,9	1193,0	1215,8	1270,9	1340,4	1369,9	1390,0	1224,5

Источник: LBMA.

Таблица П.11

Среднемесячные мировые цены и среднегодовая цена на золото (долл./г) в 2009–2010 гг.

Год	01'	02'	03'	04'	05'	06'	07'	08'	09'	10'	11'	12'	Средняя цена
2009	27,6	30,3	29,7	28,6	29,9	30,4	30,0	30,5	32,0	33,5	36,2	36,5	31,3
2010	35,9	35,2	35,8	36,9	38,8	39,6	38,4	39,1	40,9	43,1	44,0	44,7	39,4

Источник: LBMA.

Таблица П.12

Среднемесячная и среднегодовая цена на золото в России (руб./г) в 2009–2010 гг.

Год	01'	02'	03'	04'	05'	06'	07'	08'	09'	10'	11'	12'	Средняя цена
2009	897,0	1086,6	1029,9	960,4	955,2	944,3	946,1	966,1	988,7	988,7	1047,2	1090,8	995,5
2010	1071,8	1061,0	1059,6	1073,0	1177,8	1233,7	1181,8	1184,3	1256,1	1308,0	1367,1	1379,9	1200,8

Источник: ЦБ РФ.

Таблица П.13

Приведенные к балансовым и эксплуатационным значениям запасы, ресурсы и золотосодержания руд группы месторождений проекта Магаданский при соответствующих коэффициентах достоверности* и коэффициентах разубоживания* и потерь при добыче руды*

Месторождения / параметры/годы	Приведенные к балансовым запасам руды и содержаниям золота				Приведенные к эксплуатационным запасы руды и содержаниям золота				Средние приведенные золотосодержания для разных рудных категорий и разных способов переработки		
	Запасы руды по BC_1	Запасы руды по C_2	Прогнозные ресурсы руды по P_1	Всего	Запасы руды по BC_1	Запасы руды по C_2	Прогнозные ресурсы руды по P_1	Всего	ЗИФ	ЗИФ и ККВ	ККВ
Цоколь, тыс. т	455	295	63	813	465	301	64	830	–	–	–
Содержание золота, г/т	9,89	6,65	9,57	–	8,91	5,99	8,62	–	7,92	–	–
Биркачан, тыс. т	–	7933	509	8442	–	8101	520	8621	–	–	–
Содержание золота, г/т	–	2,13	5,16	–	–	1,94	4,67	–	4,67	1,94	–
Ороч, тыс. т	–	693	140	833	–	708	143	851	–	–	–
Содержание золота, г/т	–	3,32	3,39	–	–	3,03	3,07	–	3,04	–	–
Дальний, тыс. т	779	16	–	795	796	16	–	812	–	–	–
Содержание золота, г/т	5,72	8,34	–	–	5,21	7,66	–	–	5,26	–	–
Сопка Кварцевая, тыс. т	1380	812	3349	5541	1409	829	3420	5658	–	–	–
Содержание золота, г/т	12,32	10,76	2,31	–	11,10	9,70	2,09	–	10,79	2,09	2,09

* Исходные значения запасов и ресурсов руды месторождений приведены к эксплуатационным значениям с использование коэффициентов достоверности категорий руды – для C_2 – 0,5, для P_1 – 0,25; коэффициент разубоживания принимался равным 11%, коэффициент потерь при добыче руды – 8%.

Таблица П.14

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Цоколь

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	6,248	0,0	0,0	6,248	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	5484,1	0,0	0,0	5484,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	7531,2	2550,0	2550,0	2137,4	65,3	57,1	49,0	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	2431,2	0,0	0,0	2137,4	65,3	57,1	49,0	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	1363,6	–2550,0	–2550,0	3085,3	342,7	350,9	359,0	367,2	375,4	383,5	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	1363,6	–2550,0	–5100,0	–2014,7	–1671,9	–1321,1	–962,0	–594,8	–219,5	164,1	555,7	955,6	1363,6
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–505,6	–2318,2	–2107,4	2318,1	234,1	217,9	202,7	188,4	175,1	162,6	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	–505,6	–2318,2	–4425,6	–2107,6	–1873,5	–1655,6	–1452,9	–1264,5	–1089,4	–926,7	–775,7	–635,6	–505,6

Таблица П.15

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Биркачан

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	16,452	0,0	0,0	3,290	3,290	3,290	3,290	3,290	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	15958,3	0,0	0,0	2888,1	3032,5	3184,1	3343,3	3510,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	18834,5	2550,0	2550,0	2492,6	2605,4	2724,2	2849,4	2981,3	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	13734,5	0,0	0,0	2492,6	2605,4	2724,2	2849,4	2981,3	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	742,7	–2550,0	–2550,0	**724,4**	**749,7**	**775,9**	**803,1**	**831,3**	375,4	383,5	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	742,7	–2550,0	–5100,0	–4375,6	–3626,0	–2850,1	–2047,0	–1215,7	–840,3	–456,8	–65,1	334,7	742,7
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–1248,8	–2318,2	–2107,4	544,2	512,0	481,8	453,3	426,6	175,1	162,6	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	–1248,8	–2318,2	–4425,6	–3881,4	–3369,4	–2887,6	–2434,3	–2007,7	–1832,6	–1669,9	–1518,9	–1378,8	–1248,8

Таблица П.16

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Ороч

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	2,453	0,0	0,0	2,453	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	2153,2	0,0	0,0	2153,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	7149,2	2550,0	2550,0	1755,4	65,3	57,1	49,0	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	2049,2	0,0	0,0	1755,4	65,3	57,1	49,0	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	–995,6	–2550,0	–2550,0	726,2	342,7	350,9	359,0	367,2	375,4	383,5	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–995,6	–2550,0	–5100,0	–4373,8	–4031,1	–3680,2	–3321,2	–2954,0	–2578,6	–2195,1	–1803,4	–1403,6	–995,6
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–2278,1	–2318,2	–2107,4	545,6	234,1	217,9	202,7	188,4	175,1	162,6	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	–2278,1	–2318,2	–4425,6	–3880,0	–3645,9	–3428,1	–3225,4	–3037,0	–2861,9	–2699,2	–2548,2	–2408,1	–2278,1

Таблица П.17

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Дальний

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	4,060	0,0	0,0	4,060	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	3563,6	0,0	0,0	3563,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	7541,9	2550,0	2550,0	2148,1	65,3	57,1	49,0	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	2441,9	0,0	0,0	2148,1	65,3	57,1	49,0	40,8	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	–181,4	–2550,0	–2550,0	1540,4	342,7	350,9	359,0	367,2	375,4	383,5	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–181,4	–2550,0	–5100,0	–3559,6	–3216,9	–2866,0	–2507,0	–2139,8	–1764,4	–1380,9	–989,2	–589,4	–181,4
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–1666,4	–2318,2	–2107,4	1157,3	234,1	217,9	202,7	188,4	175,1	162,6	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	–1666,4	–2318,2	–4425,6	–3268,3	–3034,2	–2816,4	–2613,7	–2425,3	–2250,2	–2087,5	–1936,5	–1796,4	–1666,4

Таблица П.18

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Сопка Кварцевая (только ЗИФ)

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	29,838	0,0	0,0	7,688	7,688	7,688	1,694	1,694	1,694	1,694	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	28689,4	0,0	0,0	6747,9	7085,3	7439,5	**1720,8**	**1806,8**	**1897,2**	**1992,0**	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	22317,9	2550,0	2550,0	2768,3	2894,8	3028,2	**1987,5**	**2076,3**	**2169,9**	**2268,6**	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	17217,9	0,0	0,0	2768,3	2894,8	3028,2	1987,5	2076,3	2169,9	2268,6	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	7935,2	–2550,0	–2550,0	3591,7	3760,3	3937,1	141,3	138,6	135,3	131,4	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	7935,2	–2550,0	–5100,0	–1508,3	2252,0	6189,1	6330,4	6469,0	6604,2	6735,7	7127,4	7527,2	7935,2
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	3976,7	–2318,2	–2107,4	2698,5	2568,4	2444,6	79,8	71,1	63,1	55,7	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	3976,7	–2318,2	–4425,6	–1727,1	841,2	3285,8	3365,6	3436,7	3499,8	3555,6	3706,6	3846,7	3976,7

Таблица П.19

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Сопка Кварцевая (ЗИФ и КВ)

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	29,303	0,0	0,0	7,688	7,688	7,688	3,120	3,120	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	27770,8	0,0	0,0	6747,9	7085,3	7439,5	**3169,8**	**3328,3**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	20462,0	2550,0	2550,0	2768,3	2894,8	3028,2	**3219,4**	**3369,7**	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	15362,0	0,0	0,0	2768,3	2894,8	3028,2	3219,4	3369,7	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	8872,6	–2550,0	–2550,0	3591,7	3760,3	3937,1	358,5	366,6	375,4	383,5	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	8872,6	–2550,0	–5100,0	–1508,3	2252,0	6189,1	6547,6	6914,2	7289,5	7673,0	8064,7	8464,6	8872,6
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	4435,2	–2318,2	–2107,4	2698,5	2568,4	2444,6	202,3	188,1	175,1	162,6	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	4435,2	–2318,2	–4425,6	–1727,1	841,2	3285,8	3488,2	3676,3	3851,4	4014,1	4165,1	4305,2	4435,2

Таблица П.20

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Сопка Кварцевая (только КВ)

Показатели	Всего	Годы											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Объемы производства концентрата золота, т	28,768	0,0	0,0	7,688	7,688	7,688	2,852	2,852	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	27213,9	0,0	0,0	6747,9	7085,3	7439,5	**2898,1**	**3043,1**	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	19217,7	2550,0	2550,0	2768,3	2894,8	3028,2	**2612,4**	**2732,4**	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
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
эксплуатационные с учетом налогов	14117,7	0,0	0,0	2768,3	2894,8	3028,2	2612,4	2732,4	32,6	24,5	16,3	8,2	0,0
Чистый приток, млн руб.	9440,6	–2550,0	–2550,0	3591,7	3760,3	3937,1	636,6	656,5	375,4	383,5	391,7	399,8	408,0
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	9440,6	–2550,0	–5100,0	–1508,3	2252,0	6189,1	6825,7	7482,2	7857,6	8241,1	8632,8	9032,6	9440,6
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	4741,0	–2318,2	–2107,4	2698,5	2568,4	2444,6	359,3	336,9	175,1	162,6	151,0	140,1	130,0
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	4741,0	–2318,2	–4425,6	–1727,1	841,2	3285,8	3645,2	3982,1	4157,2	4319,8	4470,8	4611,0	4741,0

Таблица П.21

График индивидуальной эксплуатации месторождения Биркачан
при номинальной производительности кустовой ЗИФ по руде – 930 тыс. т в год, ККВ на Биркачане мощностью 930 тыс. т руды в год

Параметры разработки	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Поставка руды на ЗИФ, тыс. т	862	862	862	862	862
Поставка руды на ККВ, тыс. т	862	862	862	862	862
Золотосодержание для ЗИФ, г/т	2,94	2,94	2,94	2,94	2,94
Золотосодержание для ККВ, г/т	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	2,538	2,538	2,538	2,538	2,538
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	1,088	1,088	1,088	1,088	1,088
Золото всего в запасах, поступающих на переработку на ЗИФ и на ККВ, т	3,626	3,626	3,626	3,626	3,626

Таблица П.22

Вариант 1. График эксплуатации группы месторождений проекта Магаданский при заданной производительности кустовой ЗИФ по руде – 930 тыс. т в год, ККВ на Биркачане мощностью 930 тыс. т руды в год, ККВ на Сопке Кварцевой – 1710 тыс. т руды в год

Месторождения / параметры	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Цоколь, тыс. т	310	260	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Биркачан ЗИФ (1:1), тыс. т	450	450	450	450	450	450	450	450	450	520	0	0
Биркачан ККВ (1:1), тыс. т	450	450	450	450	450	450	450	450	450	0	0	0
Ороч, тыс. т	170	115	115	75	75	75	75	75	75	0	0	0
Дальний, тыс. т	0	105	105	85	85	85	85	85	85	90	0	0
Сопка Кварцевая ЗИФ, т	0	0	0	320	320	320	320	320	320	330	0	0
Сопка Кварцевая ККВ, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1710	1710
Золотосодержание в шихте ЗИФ, г/т	4,51	4,50	4,50	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75	5,75	6,88	–	–
Золотосодержание в сепарированной руде ККВ, г/т	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	0	2,09	2,09
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	4,194	4,183	4,183	5,350	5,350	5,350	5,350	5,350	5,350	6,463	0	0
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0	3,656	3,656
Золото всего в запасах, поступающих на переработку на ЗИФ и на ККВ, т	4,718	4,707	4,707	5,874	5,874	5,874	5,874	5,874	5,874	6,463	3,656	3,656

Таблица П.23

Вариант 2. График эксплуатации группы месторождений проекта Магаданский при заданной производительности кустовой ЗИФ по руде – 930 тыс. т в год, ККВ на Биркачане мощностью 930 тыс. т руды в год, ККВ на Сопке Кварцевой – 1140 тыс. т руды в год

Месторождения / параметры	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Цоколь, тыс. т	310	260	260	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Биркачан ЗИФ (1:1), тыс. т	450	450	450	450	450	450	450	450	450	520	0	0
Биркачан ККВ (1:1), тыс. т	450	450	450	450	450	450	450	450	450	0	0	0
Ороч, тыс. т	0	0	0	0	0	0	0	200	230	420	0	0
Дальний, тыс. т	0	0	0	0	0	0	280	280	250	0	0	0
Сопка Кварцевая ЗИФ, т	170	220	220	480	480	480	200	0	0	0	0	0
Сопка Кварцевая ККВ, т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1140	1140	1140
Золотосодержание в шихте ЗИФ, г/т	5,927	6,081	6,081	6,883	6,883	6,883	5,218	3,552	3,480	3,942		
Золотосодержание в сепарированной руде ККВ, г/т	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	2,085	2,085	2,085
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	5,512	5,655	5,655	6,401	6,401	6,401	4,853	3,303	3,236	3,705	0	0
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	2,377	2,377	2,377
Золото всего в запасах, поступающих на переработку на ЗИФ и на ККВ, т	6,036	6,179	6,179	6,925	6,925	6,925	5,377	3,827	3,760	6,082	2,377	2,377

Таблица П.24

Вариант-3. График эксплуатации группы месторождений проекта Магаданский при заданной производительности кустовой ЗИФ по руде – 930 тыс. т в год, ККВ на Биркачане мощностью 930 тыс. т руды в год, ККВ на Сопке Кварцевой – 1140 тыс. т руды в год

Месторождения / параметры	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Цоколь, тыс. т	310	260	260	0	0	0	0	0	0	0
Биркачан ЗИФ (1:1), тыс. т	0	0	0	0	520	625	625	935	935	935
Биркачан ККВ (1:1), тыс. т	0	0	0	0	0	625	625	935	935	935
Ороч, тыс. т	0	0	0	0	240	305	305	0	0	0
Дальний, тыс. т	0	0	0	640	170	0	0	0	0	0
Сопка Кварцевая ЗИФ, т	620	670	670	290	0	0	0	0	0	0
Сопка Кварцевая ККВ, т	0	1140	1140	1140	0	0	0	0	0	0
Золотосодержание в шихте ЗИФ, г/т	9,833	9,988	9,988	6,984	4,357	2,822	2,822	2,716	2,716	2,716
Золотосодержание в сепарированной руде ККВ, г/т	–	2,085	2,085	2,085	–	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164
Золото, поступающее в руде на ЗИФ, т	9,145	9,289	9,289	6,496	4,052	2,625	2,625	2,539	2,539	2,539
Золото, поступающее в руде на ККВ, т	0	2,377	2,377	2,377	0	0,728	0,728	1,088	1,088	1,088
Золото всего в запасах, поступающих на переработку на ЗИФ и на ККВ, т	9,145	11,665	11,665	8,872	4,052	3,352	3,352	3,628	3,628	3,628

Таблица П.25

Вариант 2: 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 $B+C_1$	т	2614000							
2	То же C_2	т	19498000							
3	Коэффициент достоверности C_2	–	0,5							
4	Руда по кат. P_1 (прогнозные ресурсы)	Т	16244000							
5	Коэффициент достоверности кат. P_1	–	0,25							
6	Среднее содержание в эксплуатационных запасах $B+C_1$	г/т	9,93							
7	То же C_2	г/т	3,08							
8	Среднее содержание в руде кат. P_1	г/т	2,82							
9	Запасы золота в эксплуатационных рудах, всего:	т	67,436							
10	$B+C_1$	т	25,957							
11	C_2	т	30,027							
12	Золота в руде кат. P_1	т	11,452							
13	Потери при добыче	%	8,0							
14	Разубоживание	%	11,0							
15	Эксплуатационные запасы (приведенные) руды, всего:	т	16772189							
16	$B+C_1$	т	2669417							
17	C_2	т	9955679							
18	Руда (приведенная) по кат. P_1	т	4147093							
19	Эксплуатационные запасы золота (приведенные)	т	62,799							
ПЕРИОДЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА РАСЧЕТНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ			2010 г.	2011–2012 гг.	2013–2015 гг.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020–2021 г.
20	Среднее содержание компонентов в эксплозапасах (по периодам):									
21	золото ЗИФ (усредненная по рудникам)	г/т	5,927	6,081	6,883	5,218	3,552	3,48	3,942	–
22	золото КВ (Биркачан 2010–2018 гг., Сопка Кварцевая 2019–2021 гг.)	г/т	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	1,164	2,085	2,085
23	Годовая переработка руды на ЗИФ	т	930000	930000	930000	930000	930000	930000	940000	0
24	Годовая переработка по руде для ККВ (Биркачан 2010–2018 гг., Сопка Кварцевая 2019–2021 гг.)	т	450000	450000	450000	450000	450000	450000	1140000	1140000
25	Общий годовой объем переработанной руды на ЗИФ и ККВ	т	1380000	1380000	1380000	1380000	1380000	1380000	2080000	1140000

26	Годовая производительность по золоту на ЗИФ	т	5,512	5,655	6,401	4,853	3,303	3,236	3,705	0
27	Годовая производительность по золоту на ККВ	т	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	0,524	2,377	2,377
28	Общая годовая производительность по золоту на ЗИФ и ККВ	т	6,036	6,179	6,925	5,377	3,827	3,760	6,082	2,377
29	Извлечение при обогащении	%								
30	золото ЗИФ	%	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	–
31	золото КВ	%	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
32	Количество лет эксплуатации при заданном объеме переработки руды	лет	1	2	3	1	1	1	1	2
33	Годовой выпуск товарной продукции:	т								
34	золота в золотом концентрате	т	5,656	5,792	6,500	5,029	3,557	3,494	5,422	1,902
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	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	964,5	964,5	964,5
ПОКАЗАТЕЛИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПЕРЕДЕЛА (АФФИНАЖ) И ТРАНСПОРТИРОВКИ КОНЦЕНТРАТА НА ПЕРЕДЕЛ										
37	Доля затрат на аффинаж от цены золота	%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
38	Затраты на аффинаж	млн руб.	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3
39	Доля затрат на транспортировку концентрата до аффинажного завода от цены золота	%	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
40	Затраты на транспортировку концентрата	млн руб.	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	19,3	0,0	0,0
41	Общие затраты на аффинаж и транспортировку	млн руб.	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6	38,6
42	Извлечение золота при аффинаже	%	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
43	Содержание золота в концентрате	%	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
СТОИМОСТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА (значения приведены для 2010 г., ежегодный 5-ти процентный рост цены учитывается в модельных расчетах для каждого периода)										
44	Цена концентрата (в 2010 г.)	млн руб./т	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8	833,8
45	Цена концентрата в предположении 100% золота в концентрате (в 2010 г.)	млн руб./т	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7	877,7
46	Годовая стоимость продукции при известной цене золота (в 2010 г.)	млн руб.	4964,0	5083,5	5705,4	4414,2	3122,3	3066,5	4758,8	1669,0
47	Годовая стоимость продукции при известной цене производимого концентрата золота (в 2010 г.)	млн руб.	4964,0	5083,5	5705,4	4414,2	3122,3	3066,5	4758,8	1669,0

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ЗАТРАТЫ (значения для 2010 г., ежегодный 5-ти процентный инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)										
48	Удельные затраты на добычу и переработку (обогащение) руды	долл./т	44,8	45,7	50,5	46,5	41,8	41,6	39,2	32,0
49	Удельные затраты на вскрышу, добычу, транспортировку, переработку и обогащение руды	руб./т	1343,4	1371,0	1514,6	1394,1	1255,0	1247,0	1175,3	960,0
50	себестоимость добычи 1 т руды	руб./т	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7	344,7
51	себестоимость транспортировки руды (для данного L)	руб./т·км	Дистанции и стоимости транспортировки от разных рудников учтены при расчетах групповой себестоимости							
52	расстояние транспортировки руды «Карьер-ЗИФ»	км								
53	себестоимость дробления/сепарации руды	руб./т	42,2*	42,2*	42,2*	42,2*	42,2*	42,2*	42,2*	42,2*
54	себестоимость переработки руды на ЗИФ	руб./т	211,1	211,1	211,1	211,1	211,1	211,1	211,1	–
55	себестоимость извлечения золота ЗИФ	руб./г	107,4	107,4	107,4	107,4	107,4	107,4	107,4	–
56	себестоимость извлечения золота КВ	руб./г	155,7	155,7	155,7	155,7	155,7	155,7	155,7	155,7
57	отношение количеств руды kКВ/kЗИФ	–	1	1	1	1	1	1	–	–
58	коэффициент повышения золота в руде для ЗИФ	–	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	–	–
59	коэффициент понижения золота в руде для КВ	–	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	–	–
60	себестоимость вскрышных работ на карьере	руб./куб.м	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2	64,2
61	коэффициент вскрыши	куб.м/т	2	2	2	2	2	2	2	2
62	удельная плотность вскрышного грунта	т/куб.м	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
63	себестоимость транспортировки вскрыши (для L_1)	руб./т-км	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
64	дистанция транспортировки вскрышной породы	км	2	2	2	2	2	2	2	2
65	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
66	Прочие расходы в % от затрат на добычу и обогащение	%	13,0							
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАЗРАБОТКИ (значения для 2010 г., ежегодный 5-ти процентный рост цены на золото и 5-ти процентный инфляционный рост учитывается в модельных расчетах для каждого периода)										
67	Платежи налоги и отчисления в структуре годовых эксплуатационных затрат, в т.ч. за право пользования недрами	млн руб.	615,3	647,1	706,7	618,7	510,8	511,8	763,1	322,4
68	Годовые эксплозатраты на добычу и переработку руды	млн руб.	2095,0	2244,9	2734,2	2913,3	2753,7	2873,0	4285,6	2014,4
69	Амортизация	млн руб.	408	408	408	408	408	408	408	0,0
70	Остаточная стоимость имущества (на конец периода)	млн руб.	3672,0	2856,0	1632,0	1224,0	816,0	408,0	0,0	0,0
71	Годовой доход	млн руб.	2869,1	3092,7	2971,2	1500,9	368,6	193,4	473,2	–345,4
72	Годовой доход при вычете из эксплозатрат и амортизации	млн руб.	2661,8	2853,6	2672,6	1290,2	265,8	89,6	118,1	–667,7
73	Годовая прибыль	млн руб.	2253,8	2445,6	2264,6	882,2	–142,2	–318,4	–289,9	–667,7
74	Налоги на прибыль	млн руб.	450,8	489,1	452,9	176,4	0,0	0,0	0,0	0,0
75	Чистая годовая прибыль	млн руб.	1803,0	1956,5	1811,6	567,5	–142,2	–318,4	–289,9	–667,7
76	Чистая годовая прибыль при вычете из эксплозатрат амортизации	млн руб.	2129,4	2282,9	2138,0	1032,2	212,7	71,7	–231,9	–534,2

ОБЩИЕ И УДЕЛЬНЫЕ КАПИТАЛЬНЫЕ ЗАТРАТЫ			
77	Общие капитальные вложения	млн долл.	170,0
78	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по руде ЗИФ	долл./т	180,9
79	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по золоту ЗИФ	долл./г	26,6
80	Общие капитальные вложения	млн руб.	5100,0
81	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по руде ЗИФ	руб./т	5425,5
82	Удельные капитальные вложения по годовой производительности по золоту ЗИФ	руб./г	796,8
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 ОК)	%	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 П.27

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Хвойное

Показатели	Всего	Годы											
		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	1,471	0,0	0,0	1,471	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	1291,5	0,0	0,0	1291,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	2011,5	280,0	280,0	1419,2	7,2	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	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	1451,5	0,0	0,0	1419,2	7,2	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	–272,0	–280,0	–280,0	–83,0	37,6	38,5	39,4	40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–272,0	–280,0	–560,0	**–643,0**	–605,3	–566,8	–527,4	–487,1	–445,8	–403,7	–360,7	–316,8	–272,0
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–372,4	–254,5	–231,4	–62,3	25,7	23,9	22,3	20,7	19,2	17,9	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–372,4**	–254,5	–486,0	–548,3	–522,6	–498,7	–476,4	–455,7	–436,5	–418,6	–402,0	–386,6	–372,4

Таблица П.28

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Надежда

Показатели	Всего	Годы											
		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	4,526	0,0	0,0	1,509	1,509	1,509	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	4174,4	0,0	0,0	1324,1	1390,3	1459,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	4972,5	280,0	280,0	1395,0	1463,4	1535,3	5,4	4,5	3,6	2,7	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	4412,5	0,0	0,0	1395,0	1463,4	1535,3	5,4	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	–350,1	–280,0	–280,0	–26,0	–28,3	–30,7	39,4	40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–350,1	–280,0	–560,0	**–586,0**	–614,3	–644,9	–605,5	–565,2	–524,0	–481,8	–438,8	–394,9	–350,1
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–417,5	–254,5	–231,4	–19,5	–19,3	–19,0	22,3	20,7	19,2	17,9	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–417,5**	–254,5	–486,0	–505,5	–524,8	–543,8	–521,6	–500,9	–481,6	–463,8	–447,2	–431,8	–417,5

Таблица П.29

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Смежное

Показатели	Всего	Годы											
		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	1,571	0,0	0,0	1,571	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	1378,6	0,0	0,0	1378,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	2253,4	280,0	280,0	1661,2	7,2	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	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	1693,4	0,0	0,0	1661,2	7,2	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	–426,8	–280,0	–280,0	–237,7	37,6	38,5	39,4	40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–426,8	–280,0	–560,0	**–797,7**	–760,1	–721,6	–682,2	–641,8	–600,6	–558,5	–515,5	–471,6	–426,8
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–488,7	–254,5	–231,4	–178,6	25,7	23,9	22,3	20,7	19,2	17,9	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–488,7**	–254,5	–486,0	–664,6	–638,9	–614,9	–592,7	–572,0	–552,8	–534,9	–518,3	–502,9	–488,7

Таблица П.30

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Трассовое

Показатели	Всего	Годы											
		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	2,696	0,0	0,0	1,348	1,348	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	2425,7	0,0	0,0	1183,3	1242,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	3880,3	280,0	280,0	1608,0	1687,1	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	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	3320,3	0,0	0,0	1608,0	1687,1	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	–1006,6	–280,0	–280,0	–380,0	–399,9	38,5	39,4	40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–1006,6	–280,0	–560,0	–940,0	**–1339,9**	–1301,4	–1262,0	–1221,6	–1180,4	–1138,3	–1095,3	–1051,4	–1006,6
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–894,4	–254,5	–231,4	–285,5	–273,2	23,9	22,3	20,7	19,2	17,9	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–894,4**	–254,5	–486,0	–771,4	–1044,6	–1020,7	–998,4	–977,7	–958,5	–940,6	–924,1	–908,7	–894,4

Таблица П.31

Показатели коммерческой эффективности проекта индивидуального освоения месторождения Верхнее

Показатели	Всего	Годы											
		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	2,424	0,0	0,0	1,212	1,212	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0
Годовая стоимость товарной продукции, млн руб.	2181,1	0,0	0,0	1064,0	1117,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Затраты всего, млн руб.	3223,5	280,0	280,0	1287,7	1350,8	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	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	2663,5	0,0	0,0	1287,7	1350,8	6,3	5,4	4,5	3,6	2,7	1,8	0,9	0,0
Чистый приток, млн руб.	–594,4	–280,0	–280,0	–178,9	–188,8	38,5	39,4	40,3	41,2	42,1	43,0	43,9	44,8
Кумулятивный чистый приток, млн руб.	–594,4	–280,0	–560,0	–738,9	**–927,7**	–889,2	–849,8	–809,4	–768,2	–726,1	–683,1	–639,2	–594,4
Чистый дисконтированный приток, млн руб.	–599,1	–254,5	–231,4	–134,4	–129,0	23,9	22,3	20,7	19,2	17,9	16,6	15,4	14,3
Чистая дисконтированная прибыль, млн руб.	**–599,1**	–254,5	–486,0	–620,4	–749,3	–725,4	–703,2	–682,5	–663,2	–645,4	–628,8	–613,4	–599,1

Таблица П.32

Вариант 1 (переработка всех месторождений).
График эксплуатации группы месторождений проекта Якутский при заданной производительности кустовой КВ 1300 тыс. т руды в год

Месторождения / параметры	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Хвойное, т	450000	400000	329486	0	0	0	0	0	0
Надежда, т	189045	407188	407188	407188	407188	407188	407188	407188	407188
Смежное, т	600000	431857	484524	0	0	0	0	0	0
Трассовое, т	0	0	0	477496	477496	477496	477496	477496	477496
Верхнее, т	0	0	0	357335	357335	357335	357335	357335	357335
Переработка руды, т	**1239045**	**1239045**	**1221198**	**1242019**	**1242019**	**1242019**	**1242019**	**1242019**	**1242019**
Золотосодержание в шихте КВ, г/т	**1,48**	**1,52**	**1,51**	**1,39**	**1,39**	**1,39**	**1,39**	**1,39**	**1,39**
Золото, поступающее в руде на КВ, т	**1,828**	**1,879**	**1,841**	**1,732**	**1,732**	**1,732**	**1,732**	**1,732**	**1,732**

Таблица П.33

Вариант 2 (без месторождения Верхнее).
График эксплуатации группы месторождений проекта Якутский при заданной производительности кустовой КВ 1300 тыс. т руды в год

Месторождения / параметры	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Хвойное, т	577852	300574	300574	0	0	0	0
Надежда, т	698719	687070	687070	343535	343535	343535	343535
Смежное, т	0	288927	288927	433573	433573	0	0
Трассовое, т	0	0	0	499463	499463	933036	933036
Переработка руды, т	**1276571**	**1276571**	**1276571**	**1276571**	**1276571**	**1276571**	**1276571**
Золотосодержание в шихте КВ, г/т	**1,604**	**1,558**	**1,558**	**1,365**	**1,365**	**1.304**	**1.304**
Золото, поступающее в руде на КВ, т	**2,047**	**1,989**	**1,989**	**1,742**	**1,742**	**1,664**	**1,664**

Таблица П.34

Вариант 3 (без месторождений Верхнее и Трассовое).
График эксплуатации группы месторождений проекта Якутский при заданной производительности кустовой КВ 1300 тыс. т руды в год

Месторождения / параметры / годы	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Хвойное, т	235800	235800	235800	235800	235800
Надежда, т	689400	689400	689400	689400	689400
Смежное, т	289000	289000	289000	289000	289000
Переработка руды, т	**1214200**	**1214200**	**1214200**	**1214200**	**1214200**
Золотосодержание в шихте КВ, г/т	**1,558**	**1,558**	**1,558**	**1,558**	**1,558**
Золото, поступающее в руде на КВ, т	**1,892**	**1,892**	**1,892**	**1,892**	**1,892**

ТаблицаП.35

График эксплуатации группы месторождений проекта Кемеровский при заданных производительностях кустовых МОК: для кластера «Старый Берикуль» – 3 установки по 50 тыс. т руды в год, для проекта, для кластера «Центральный» – 2 установки по 60 тыс. т руды в год

КЛАСТЕР «СТАРЫЙ БЕРИКУЛЬ»										
Месторождения / параметры / годы	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Берикуль Старый, тонн	59000	59000	79000	107000	107000	107000	107000	107000	107000	107000
Ново-Берикульское, тонн	28000	28000	28000	0	0	0	0	0	0	0
Комсомольское, тонн	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000	43000
Натальевское, тонн	20000	20000	0	0	0	0	0	0	0	0
Переработка руды, т	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000	150000
Эксплуатационные запасы золота в руде, т	1,232	1,232	1,285	1,259	1,259	1,259	1,259	1,259	1,259	1,259
Золотосодержание в шихте МОК, г/т	8,21	8,21	8,57	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39	8,39
КЛАСТЕР «ЦЕНТРАЛЬНЫЙ»										
Месторождения / параметры / годы	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Центральное, тонн	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000	120000
Федотовское, тонн	60000	60000	60000	60000	60000	0	0	0	0	0
Кундатское, тонн	0	0	0	0	0	63000	63000	63000	63000	63000
Переработка руды, т	180000	180000	180000	180000	180000	183000	183000	183000	183000	183000
Эксплуатационные запасы золота в руде, т	1,036	1,036	1,036	1,036	1,036	0,785	0,785	0,785	0,785	0,785
Золотосодержание в шихте МОК, г/т	5,76	5,76	5,76	5,76	5,76	2,79	2,79	2,79	2,79	2,79

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора 5
Введение 7

Глава 1. Структурные особенности развития золотодобывающей отрасли в мире и в России 14
1.1. Современная мировая золотодобыча: закономерности, факторы и тенденции развития 14
1.2. Состояние и перспективы минерально-сырьевой базы золота России. Роль малых (и средних) рудных месторождений золота в минерально-сырьевой базе 22
1.3. Структура золотодобывающей отрасли в России. Систематизация геологоразведочных и производственных стратегий золотодобывающих компаний 41
1.4. Зарубежный опыт вовлечения в разработку малых (и средних) месторождений рудного золота 64
1.5. Региональные золотодобывающие кластеры Сибири и Дальнего Востока 71

Глава 2. Влияние институциональных факторов на эффективность функционирования золотодобывающих предприятий в регионах Сибири и Дальнего Востока 83
2.1. Инвестиционная привлекательность резервного фонда месторождений рудного золота: институциональные аспекты рационального недропользования 83
2.2. Предпосылки к составлению групповых лотов малых (и средних) месторождений рудного золота нераспределенного фонда как инструмент повышения системной эффективности передачи их в пользование 90

Глава 3. Технико-экономическое моделирование процесса групповой разработки малых (и средних) месторождений рудного золота 96
3.1. Технико-экономическое моделирование процесса групповой разработки малых (и средних) месторождений рудного золота в зависимости от геолого-промышленных характеристик месторождений и существующих экономических условий 96

3.2. Технико-экономическое моделирование размещения перерабатывающих мощностей при групповой разработке малых (и средних) месторождений в зависимости от их количества в группе, геолого-промышленных характеристик и существующих экономических условий 113

3.3. Моделирование механизма льготного налогообложения при групповой разработке малых (и средних) месторождений рудного золота 124

Глава 4. Оценка экономической эффективности групповой эксплуатации малых и средних золоторудных месторождений различными технологиями на территории Сибири и Дальнего Востока 128

4.1. Сценарии освоения сгруппированных малых (и средних) месторождений золота 128

4.2. Модельные параметры и условия для проведения экономико-математического моделирования и расчетов индивидуальной и групповой оценки экономической эффективности разработки месторождений 133

4.3. Сравнительная экономическая оценка инвестиционных проектов по индивидуальному и групповому освоению малых месторождений золота 141

4.3.1. Инвестиционный проект Магаданский (Магаданская область) 141

4.3.2. Инвестиционный проект Якутский (Республика Саха (Якутия)) 167

4.3.3. Инвестиционный проект Кемеровский (Кемеровская область) 183

Заключение 199

Литература 204

Приложение 214

Тематический план изданий СО РАН, 2012 г.
Поз. 58

Научное издание

ГРУППОВАЯ РАЗРАБОТКА МАЛЫХ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Под редакцией
чл.-корр. РАН Крюков В.А.

Кандидат экономических наук Николай Юрьевич Самсонов
samsonov@ieie.nsc.ru
(383)3301059
Кандидат экономических наук Мирон Аркадьевич Ягольницер
miron@ieie.nsc.ru
(383)3303825

ISBN 978-5-89665-246-5

9 785896 652465

Компьютерная верстка *С.А. Дучкова, А.П. Угрюмов*

Подписано к печати 10 мая 2012 г. Формат бумаги 60×84 1/16. Гарнитура «Таймс».
Объём п.л. 15. Уч.-изд.л. 14,5. Тираж 300 экз. Заказ № 32.

Издательство ИЭОПП СО РАН
Участок оперативной полиграфии ИЭОПП СО РАН,
630090, г. Новосибирск, проспект Академика Лаврентьева, 17.