

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

А.В. Аникин
А.Е. Воробьев

Горно-технологический аудит золотодобывающей компании ЗАО «Васильевский рудник»

Монография



Москва 2013

УДК (622.342.1:622.27):658

А67

Рецензенты

зав. кафедрой геологии МПИ, декан геологоразведочного факультета
РГГУ им. С. Орджоникидзе, д-р г-м. наук, проф. *А.А. Верчеба*;
доц. кафедры ИЗОС МГГУ, канд. техн. наук *А.А. Шилов*;
проф. кафедры нефтепромысловой геологии,
горного и нефтегазового дела РУДН, д-р хим. наук *Н.А. Киприянов*

Аникин, А.В.

А67 Горно-технологический аудит золотодобывающей компании ЗАО «Васильевский рудник» : моногр. / А.В. Аникин, А.Е. Воробьев. – М. : Изд. Дом МИСиС, 2013. – 317 с.
ISBN 978-5-87623-706-4

В монографии рассматриваются проблемы и перспективы развития российской золотодобывающей отрасли, представлены организационные мероприятия по повышению эффективности производства золота, отражено современное состояние и развитие компании ЗАО «Васильевский рудник», проведен аудит минерально-сырьевой базы компании, а также горно-технический аудит «Васильевского рудника», описаны геоэкологические аспекты загрязнения окружающей среды от переработки золотосодержащих руд. Особое внимание уделяется горно-технологическому аудиту проекта «Участок кучного выщелачивания» ЗАО «Васильевский рудник».

Для научных работников, сотрудников предприятий, специализирующихся на добыче и переработке полезных ископаемых, преподавателей, а также студентов, аспирантов и докторантов вузов горно-технической специализации.

УДК (622.342.1:622.27):658

ISBN 978-5-87623-706-4

© Аникин А.В.,
Воробьев А.Е., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. РОССИЙСКАЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩАЯ ОТРАСЛЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	8
2. ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИМЕР ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗОЛОТА	28
2.1. Основные инструменты оценки эффективности организации производства золота	28
2.2. Базовые критерии оценки эффективности золоторудного производства.....	29
2.3. Экономическая оценка проекта кучного выщелачивания ЗАО «Васильевский рудник»	31
2.4. Экономическая оценка эффективности производства	33
2.4.1. Теоретическая часть.	33
2.4.2. Пример расчета экономики проекта КВ.....	37
3. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ЗАО «ВАСИЛЬЕВСКИЙ РУДНИК»	47
3.1. История создания предприятия	47
3.2. Техническое оснащение Васильевского рудника	51
3.3. Получаемая продукция.....	52
3.4. Инфраструктура	52
3.5. Организационная структура ЗАО «Васильевский рудник», персонал и общие вопросы.....	55
4. АУДИТ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ЗАО «ВАСИЛЬЕВСКИЙ РУДНИК»	60
4.1. Современная минерально-сырьевая база ЗАО «Васильевский рудник»	60
4.2. Ресурсная база месторождения Архангельское.....	73
4.3. Расширение минерально-сырьевой базы для участка кучного выщелачивания (месторождения и рудопроявления группы «Урал»).....	76
4.4. Выводы аудита минерально-сырьевой базы ЗАО «Васильевский рудник»	79
5. ГОРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ АУДИТ ЗАО «ВАСИЛЬЕВСКИЙ РУДНИК».....	83
5.1. Производственный план ЗАО «Васильевский рудник».....	83
5.2. Подземная отработка Центральной и Восточной зон Васильевского месторождения.....	92
5.3. Горные работы на месторождении Архангельское.....	95
5.4. Мероприятия по открытым горным работам.....	108
5.5. Управление качеством добываемой золотосодержащей руды	118
6. ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ЗИФ.....	124
6.1. Совершенствование основных узлов ЗИФ на аналогичных предприятиях.....	124
6.2. Отделение дробления и измельчения	135
6.3. Отделение гравитации.....	149
6.4. Отделение сгущения.....	161
6.5. Отделение цианирования и сорбции.....	173

6.6. Отделение приготовления реагентов.....	187
6.7. Узел опробования.....	188
7. ИНФРАСТРУКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ	195
8. ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ПРОЕКТА «УЧАСТОК КУЧНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ» ЗАО «ВАСИЛЬЕВСКИЙ РУДНИК».....	201
8.1. Опыт ведущих золотодобывающих стран в области кучного выщелачивания золота из минерального сырья.....	201
8.2. Кучное выщелачивание золота на месторождениях Кызылкумского региона	214
8.3. Кучное выщелачивание золота на Васильковском ГОКе (Казахстан).....	233
8.4. Кучное многоярусное выщелачивание золота	244
8.5. Практический опыт кучного выщелачивания золотосодержащих руд в России.....	252
8.6. Предпосылки для реализации проекта кучного выщелачивания на ЗАО «Васильевский рудник»	259
8.7. Технологические исследования золотосодержащих руд месторождения Архангельское и применение метода кучного выщелачивания	264
8.8. Оценка проекта кучного выщелачивания на Архангельском месторождении	270
8.8.1. Описание укладки штабелей	270
8.8.2. Сооружение площадки штабелей КВ.....	272
8.8.3. Расчет объемов оборота угля между УКВ и ЗИФ. Баланс мощности ЗИФ по сорбции золота (с учетом УКВ).....	273
8.8.4. Организация процесса десорбции и получения золота на существующей ЗИФ	274
8.8.5. Проектирование участка КВ	276
8.8.6. Основные показатели проекта КВ	279
8.9. Технический и технологический аудит проекта опытно-промышленного участка кучного выщелачивания месторождения Архангельское в 2011 г.	280
9. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД.....	286
9.1. Необходимость очистки сточных вод ЗИФ от загрязнителей	286
9.2. Аудит современного геоэкологического состояния хвостохранилищ ЗИФ	292
9.3. Оценка воздействия кучного выщелачивания золота на окружающую среду	296
Заключение.....	301
Библиографический список.....	305

ВВЕДЕНИЕ

Добыча и переработка различных полезных ископаемых (не в последнюю очередь – золота) и в перспективе останется одним из приоритетных направлений развития национальной экономики России. К тому же по имеющимся запасам и добыче благородных металлов Россия входит в число мировых лидеров [15]. Так, общая добыча и производство золота в РФ в 2010 г. составили 203 т и по данным GFMS и Союза золотопромышленников Россия вышла на четвертое место среди основных продуцентов золота (после Китая, Австралии и США).

Причем, начиная с 2002 г. в России наметилась устойчивая тенденция к росту добычи золота (70% от общей добычи в 2010 г.) из коренных (рудных) месторождений. При этом с завершением разведки двух сверхкрупных российских золоторудных месторождений (Сухой Лог и Наталкинское) доля коренного золота составила уже около 85% его общероссийских запасов [15].

Однако учитывая имеющееся повышение глобальной конкуренции, а также общее ухудшение горно-геологических условий золоторудных месторождений и постоянный рост издержек, в настоящее время как никогда остро стоит проблема повышения эффективности промышленного производства золота. Поэтому вопросы научного формирования и дальнейшего совершенствования конкретных инструментов реальной оценки имеющейся эффективности организации производства золота весьма актуальны как для национальной экономики России в целом, так и для отдельных золотодобывающих компаний.

При этом в установлении наиболее эффективного способа получения золота основное значение имеют принятые технологии разработки месторождения, определяющие объемы и качество поступающих для переработки на золотоизвлекательную фабрику (ЗИФ) золотосодержащих руд [136].

В частности, при открытой добыче золотосодержащих руд необходимые удельные эксплуатационные затраты по обогащательно-металлургическому комплексу существенно превышают аналогичные удельные затраты по горному цеху. Поэтому в данном случае в целях повышения эффективности производства золота необходимо исследовать реальные возможности обеспечения существенной реструктуризации перерабатывающего производства (ЗИФ). При этом в установлении наиболее эффективного способа переработки золотосодержащих руд основное значение имеют принятые технологии

разработки месторождения, определяющие объемы и качество поступающих для переработки на ЗИФ золотосодержащих руд [136].

В случае применения на месторождении подземной добычи золотосодержащих руд (особенно в условиях маломасштабного производства) удельные затраты по горному комплексу обычно значительно превышают аналогичные удельные затраты на переработку. Поэтому основной акцент при изучении возможности улучшения экономических показателей таких предприятий делается на снижение сложившейся на предприятии стоимости горных работ.

Кроме этого, расширение имеющейся минерально-сырьевой базы золотодобывающего предприятия и соответствующее увеличение производства золота возможно за счет преимущественного вовлечения в переработку забалансовых руд при наращивании перерабатывающих мощностей на основе их кучного выщелачивания (КВ). Это обусловлено тем, что в условиях ограниченной минерально-сырьевой базы основным путем расширения экономически эффективного производства золота является внедрение новых (инновационных) эффективных технологий, позволяющих вовлекать в производство нетрадиционные и бедные (по содержанию золота) виды минерального сырья (в том числе и техногенного).

В частности, технология КВ позволяет существенно снизить сложившиеся на золотодобывающем предприятии капитальные и эксплуатационные затраты на добычу золота, а также вовлечь в переработку золотосодержащие руды с содержанием золота около 1 г/т и менее и повысить выработку металла на одного работающего с 1 до 20 кг в год [136].

Кучное выщелачивание металлов как альтернатива традиционным методам их извлечения при обогащении впервые было применено в конце 1960-х годов компанией «Карлин» (США). С тех пор эта прогрессивная технология получила широкое распространение в мировой золотодобывающей промышленности: в настоящее время на ее долю приходится более 40% мировой добычи золота [7–12].

Для оценки эффективности золотодобывающей отрасли в целом важным представляется изучение регионального распределения минерально-сырьевой базы и производства золота. В частности, Красноярский край уже длительное время является лидирующим регионом России по добыче золота. Здесь в 2011 г. было добыто около 39 т золота (примерно 21% от общей добычи по РФ за этот период). Основная добыча золота в Красноярском крае в настоящий момент сосредоточена в пределах Ерудинского (Олимпиадинское месторождение) и Северо-Енисейского (Соврудник) районов.

Вместе с тем еще недостаточно полно изученным и в то же время весьма перспективным (с геологической точки зрения) является Партизанский рудный узел, расположенный в пределах Южно-Енисейского золотоносного района, в котором осуществляет добычу золота ЗАО «Васильевский рудник» (далее – Компания).

Это предприятие дало свое первое золото в конце 2005 г. и ежегодно производит порядка 1 т золота в год. При этом обеспеченность золотосодержащими минеральными запасами с момента его запуска остается на неизменном уровне 5–6 лет.

Однако себестоимость производства золота на этом предприятии в настоящий момент относительно высока, что ограничивает его возможности направлять часть прибыли на расширение геологоразведочных работ.

Этот замкнутый круг во многом предопределен сложившейся бессистемностью в управлении данным золотодобывающим предприятием, отсутствием четких приоритетов при формировании стратегии его дальнейшего развития, а также недостаточным вниманием к организационным мероприятиям, которые могли бы значительно повысить эффективность работы Компании в целом.

В этой связи на первый план выходит проблема обоснования определенных численных показателей, которые могут стать в дальнейшем индикаторами эффективности организации производства в золотодобыче и позволят количественно оценить производственную деятельность отдельного (конкретного) золотодобывающего предприятия.

При анализе эффективности работы золотодобывающего предприятия на основе принятых индикаторов целесообразно провести расстановку приоритетов и пересмотреть сроки и соответственно затраты на проведение геологоразведочных работ, НИР и ПИР исходя из реальных потребностей Компании. В то же время основным параметром оптимизации ее производства для собственников, да и работников, а значит, и Красноярского края в целом является не уровень добычи, переработки руды или золота, а уровень прибыли, которую может дать это предприятие.

С этой точки зрения на данном этапе преждевременно задавать целевые параметры по уровню производительности золотодобывающего предприятия, а нужно вначале проработать вопрос по размеру, качеству и надежности минерально-сырьевой базы золота.

1. РОССИЙСКАЯ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩАЯ ОТРАСЛЬ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Под ресурсным потенциалом страны следует понимать структуру минерально-сырьевых ресурсов (МСР), размеры их запасов, качество, степень изученности и направления хозяйственного освоения, оказывающие непосредственное влияние на экономический потенциал. Количество видов минерального сырья, разведанного на территории России, является уникальным и не имеет аналогов в мире [126]. Так, по запасам никеля, природного газа (33% мировых запасов) Россия занимает первое место в мире, по запасам нефти – второе (после Саудовской Аравии), угля – третье (после США и Китая), золота – третье (после ЮАР и Австралии) [153] (рис. 1.1).

В кризисные времена большинство предприятий заботится, прежде всего, о приобретении безрисковых активов. Одним из лучших активов в данном случае является золото. В том числе и России (с ее золотовалютными резервами в полтриллиона американских долларов) необходимо держать накопленные средства в довольно надежных инструментах (рис. 1.2). Учитывая мировой кризис и нестабильность финансовых систем Европы и США, наилучшим решением является увеличение доли золота в структуре госрезервов. Так, Китай с быстрорастущей экономикой с наступлением кризиса в 2008 г. объявил об увеличении золота в резервах в 5 раз с 600 до 3000 т. К 2013 г. золотые резервы Китая составили уже 1200 т [207].

Возросшие геополитические и экономические риски, высокая угроза инфляции и продолжение рецессии в большинстве развитых экономик мира создают предпосылки для роста привлекательности золота:

- Центральные банки стали нетто-покупателями золота на рынке.
- Долгосрочный рост спроса со стороны азиатских потребителей, особенно в Индии и Китае.
- Возросла роль золота как инвестиционного инструмента – бурное развитие Gold ETF.
- Нарастающее выбытие из разработки старых месторождений и отсутствие адекватного восполнения добычи и прироста новых запасов.
- Резкий рост затрат на геологоразведку во всех странах мира и одновременно с этим падение среднего содержания золота во вновь открываемых месторождениях.
- Рост капитальных затрат и операционных издержек, вызванный как ростом цен на энергетические ресурсы, подрядные услуги, так и усложняющимися горно-техническими условиями добычи золота.

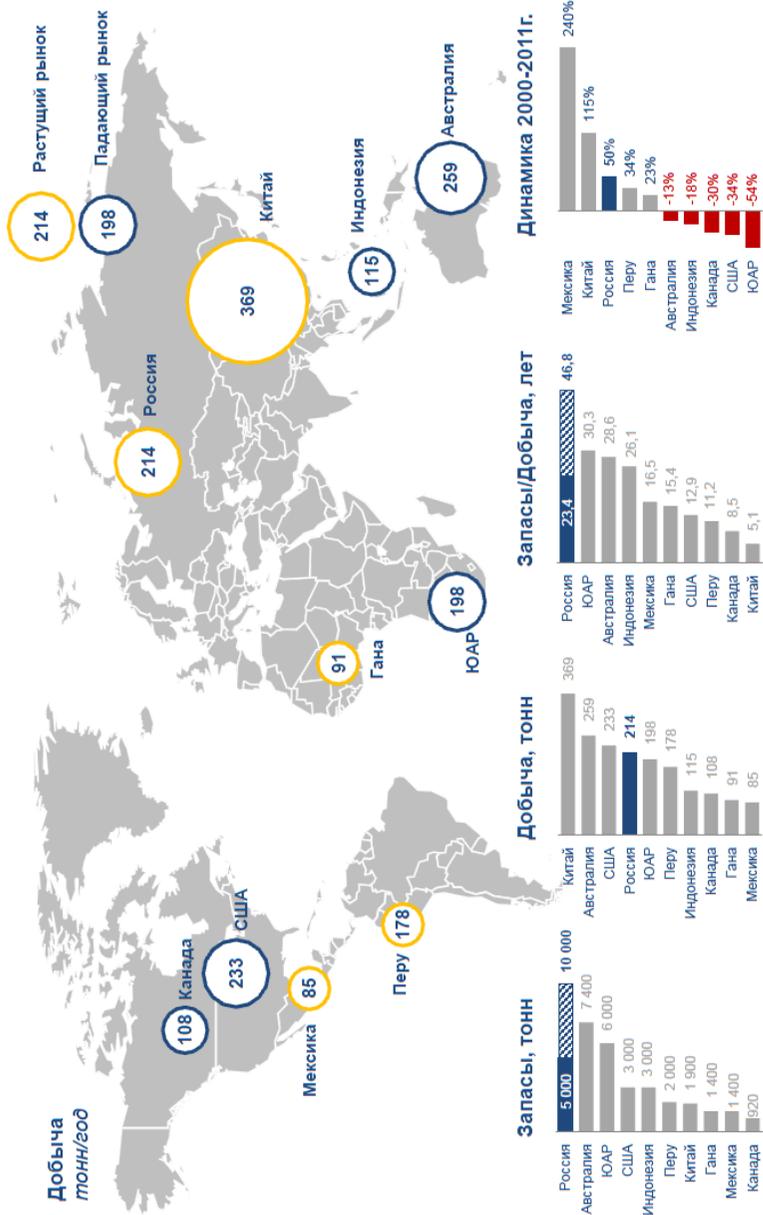


Рис. 1.1. Карта золотодобывающей отрасли в мире

(Источник: US Geological Survey. Государственный доклад МПР России. Данные по запасам АВС1+С2 приведены только для РФ)

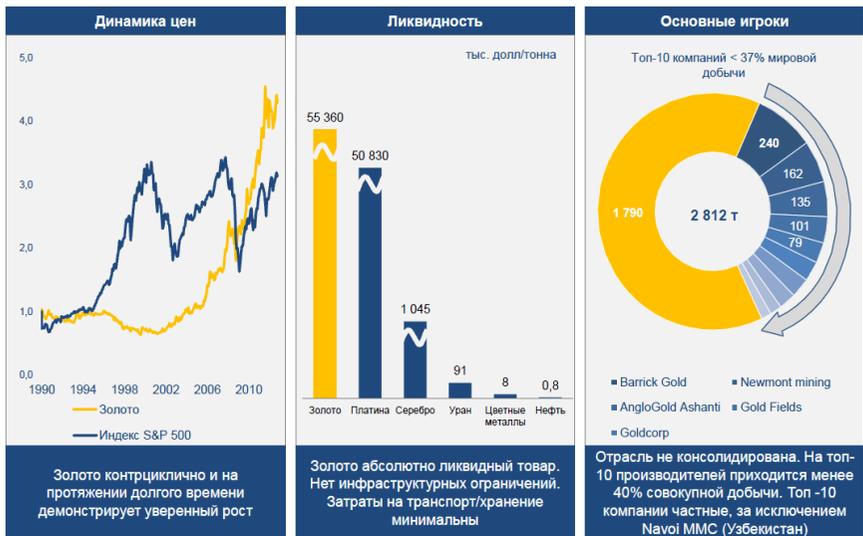


Рис. 1.2. Привлекательность рынка золота

Источником значительного пополнения золотых резервов для России должна стать отечественная золотодобывающая отрасль [6, 84, 112]. С 2000 г. на рынке золота происходит неуклонный подъем (рис. 1.3): цена на золото за этот период выросла в 5 раз и достигла уровня в 1600–1700 долларов за унцию.



Рис. 1.3. Динамика цены золота
(Источник: kitco.com)

В этих условиях имеющаяся динамика производства золота в России (обладающей третьими запасами в мире) не отражает сложившуюся благоприятную конъюнктуру, что связано с целым комплексом ограничивающих факторов [124].

Так, Россия занимает пятую позицию в мировой добыче золота (рис. 1.4), а по золотосодержащим запасам (минерально-сырьевой базе) уступает лишь ЮАР и Австралии [24].

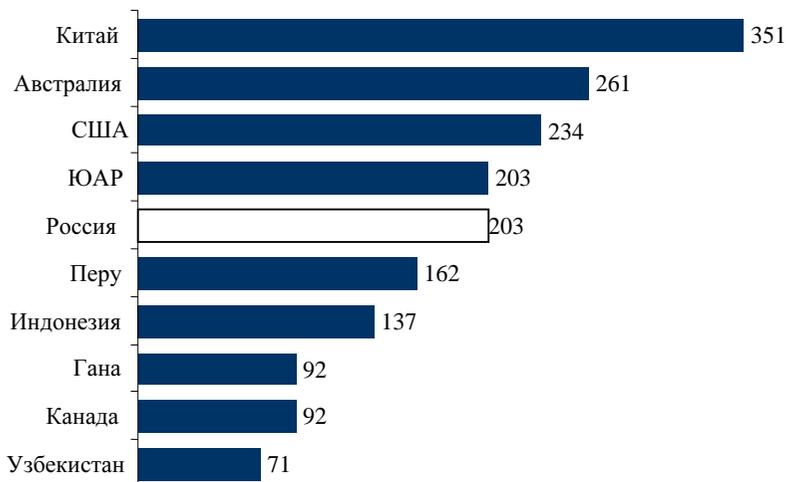


Рис. 1.4. Добыча золота по странам в 2010 г., т
(Источник:GFMS)

Более половины запасов золота сосредоточено в собственно золоторудных месторождениях. Стратегическим направлением развития золотодобывающей промышленности России является увеличение добычи золота из коренных месторождений при поддержании россышной добычи на прежнем уровне.

Однако для дальнейшего раскрытия имеющегося потенциала золотодобычи в России необходимы дополнительные инвестиции в эту отрасль [32]. Ограничивающим фактором для притока инвестиций (в том числе иностранных) являются весьма инерционные страновые и общеотраслевые риски.

По сочетанию золотосодержащих минерально-сырьевых запасов и прогнозных геологических данных, а также по потенциалу наращивания ресурсов и текущих условий добычи золота Россия имеет высокую конкурентоспособность. Но даже эти ресурсы золота в РФ освоены сла-

бо – при 20%-ной доле в общемировых запасах золота доля российской добычи составляет лишь 8% и существенно уступает Китаю, Австралии, ЮАР и США, что предполагает наличие значительного потенциала для роста золотодобывающей отрасли [206]. Запасы РФ составляют около 7 тыс. т золота, а полные предполагаемые золотые минерально-сырьевые ресурсы – почти 15 тыс. т, что обуславливает огромную обеспеченность текущей добычи золота – более 70 лет.

Кроме того, определенную поддержку золотодобывающей отрасли могут оказать и особенности внутреннего рынка золота РФ: колоссальный рост внутреннего ювелирного потребления и заинтересованность официальных властей в увеличении национального золотого государственного запаса.

Главное достоинство России для золотодобывающего бизнеса – гигантская территория и огромные возможности как для разработки уже существующих минерально-сырьевых запасов, так и для поиска новых месторождений золота. Большая часть страны была подробно изучена в советский период, что сегодня снимает с компаний, ведущих геологоразведочные работы (ГРП), значительную часть рисков и удешевляет стоимость производства самих работ. При этом Россия не страдает от синдрома «переразведанности», отталкивающего новых «игроков» от золотой индустрии в ЮАР. С советских времен современным недропользователям осталась в наследство крупнейшая база данных по геологии. В тот период (в отличие от многих западных стран) изучение недр проводилось системно, покрывая работами и исследованиями целые провинции и регионы.

Вместе с тем изученность огромной российской территории все еще остается на крайне низком уровне: только 1–2% территории золотоносных районов покрыта аэрофотосъемками, позволяющими определить перспективность районов на золото (рис. 1.5).

При этом качество золотосодержащих запасов, утвержденных в советские времена ГКЗ, не всегда подтверждается заверочным бурением и детальной разведкой. Кондиции, по которым ставили золотосодержащие запасы на баланс в советские времена, зачастую ничего общего с реальностью не имеют и требуют детальной переоценки.

После распада Советского Союза золотодобывающая отрасль довольно долгое время находилась в глубоком кризисе. На место хорошо отлаженной государственной машины пришли сотни акционированных обществ, которые зачастую не имели четкой стратегии своего развития и финансирования. Результатом стало падение добычи золота с 134 т в 1991 г. до 105 т в 1998 г.

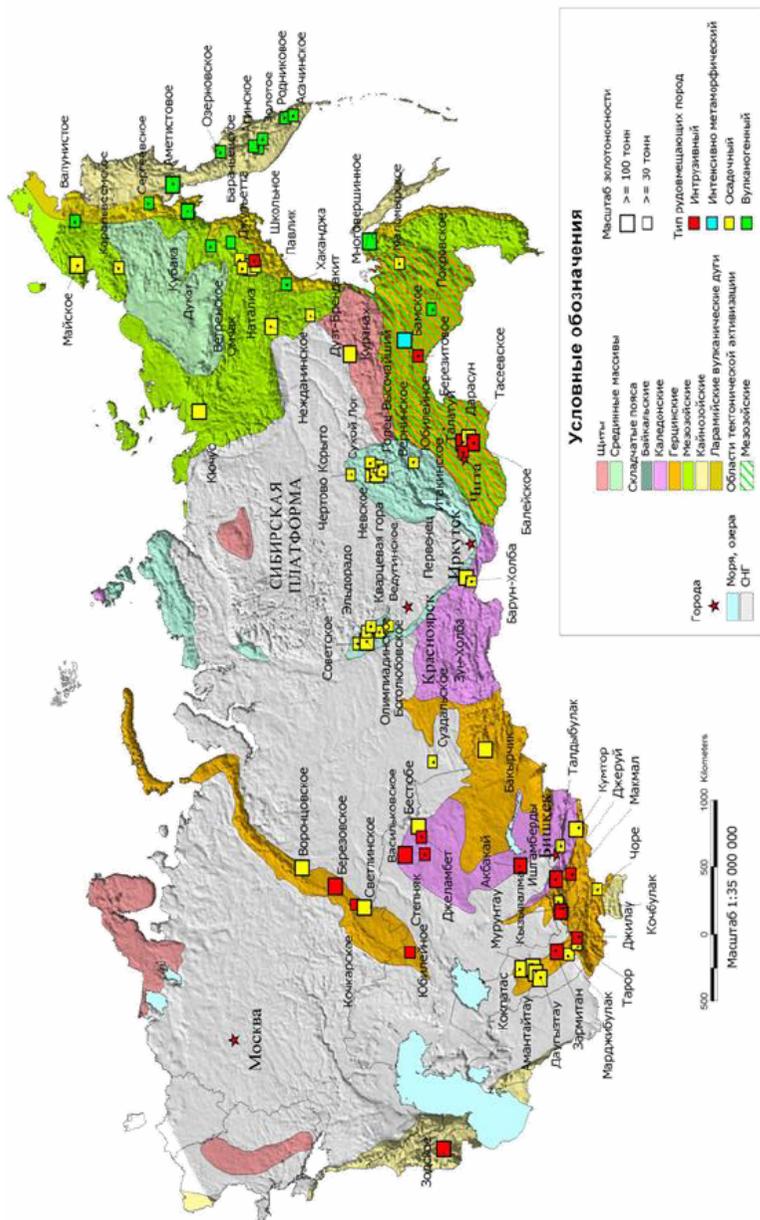


Рис. 1.5. Основные золоторудные месторождения на территории бывшего СССР

После кризиса 1998 г. и отмены обязательства продавать золото только Гохрану наступил ренессанс в золотодобывающей отрасли РФ. В результате до середины 2000-х годов Россия была одним из лидеров по темпам роста добычи золота в мире: в период с 1998 по 2003 г. около 7% в год [111].

После этого наметился некоторый спад в золотодобыче, вызванный в основном отсутствием подготовленных к освоению объектов – новых золотосодержащих месторождений. Данное обстоятельство обусловлено тем, что ввод в строй горного производства на крупных золоторудных месторождениях требует длительной – от 6 до 10 лет – подготовки.

С 2008 года с запуском золотосодержащего месторождения Купол дальнейший рост производства золота продолжился (табл. 1.1).

В целом среднегодовой темп роста добычи золота (CAGR) в РФ за последние 20 лет составил 2%, а за 10 лет – 3% [17]. Данные показатели пока еще не способны обеспечить достойное место России, отражающее ее значительный минерально-сырьевой потенциал.

С точки зрения технологических исследований по золоту в России минусов столько же, сколько и плюсов:

«–» значительная часть месторождений представлена упорными рудами (рис. 1.6);

«–» коэффициент извлечения золота в последние годы постепенно снижается;

«–» новые технологии очень медленно приходят в Россию;

«–» в независимых российских лабораториях отсутствуют «пилотные» фабрики для стадии полупромышленных испытаний (5–10 тыс. т по руде);

«+» в Россию пришли лаборатории международных компаний (Alex Stewart, SGS), что повышает надежность результатов лабораторных исследований;

«+» российские лаборатории постепенно оснащаются новым оборудованием для разработки современных технологических регламентов;

«+» стал проще процесс вывоза руды за рубеж для проведения технологических исследований;

«+» ряд российских золотодобывающих компаний заявили об успешных результатах лабораторных и полупромышленных исследований или о закупке и монтаже оборудования для запуска новых технологий по переработке упорных руд (РОХ-сепарация, сверхтонкий помол, биоокисление, автоклавная технология, процесс Альбион, технология Личокс).

Таблица 1.1

Динамика производства золота в России, т

Показатель	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Добыча	134	130	136	132	122	114	116	105	113	131	141
В том числе:											
из коренных	н.д.	51	61								
из россыпных	н.д.	80	81								
Попутное производство	10	9	8	5	6	6	7	8	9	11	11
Вторичное производство	24	12	5	6	4	4	1	1	2	2	2
Итого производство	168	150	150	143	132	123	124	115	124	143	154
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	CAGR 2010/1991,%	CAGR 2010/2001,%
Добыча	159	158	159	152	148	145	164	178	177	1	2
В том числе:											
из коренных	79	81	85	83	85	86	110	125	122	н.д.	7
из россыпных	80	77	74	69	63	59	54	53	54	н.д.	-4
Попутное производство	10	12	10	11	12	12	12	15	13	1	1
Вторичное производство	3	7	5	5	5	6	8	12	13	-3	21
Итого производство	171	177	174	168	164	163	184	205	203	1	3

(Источник: Союз золотопромышленников России)

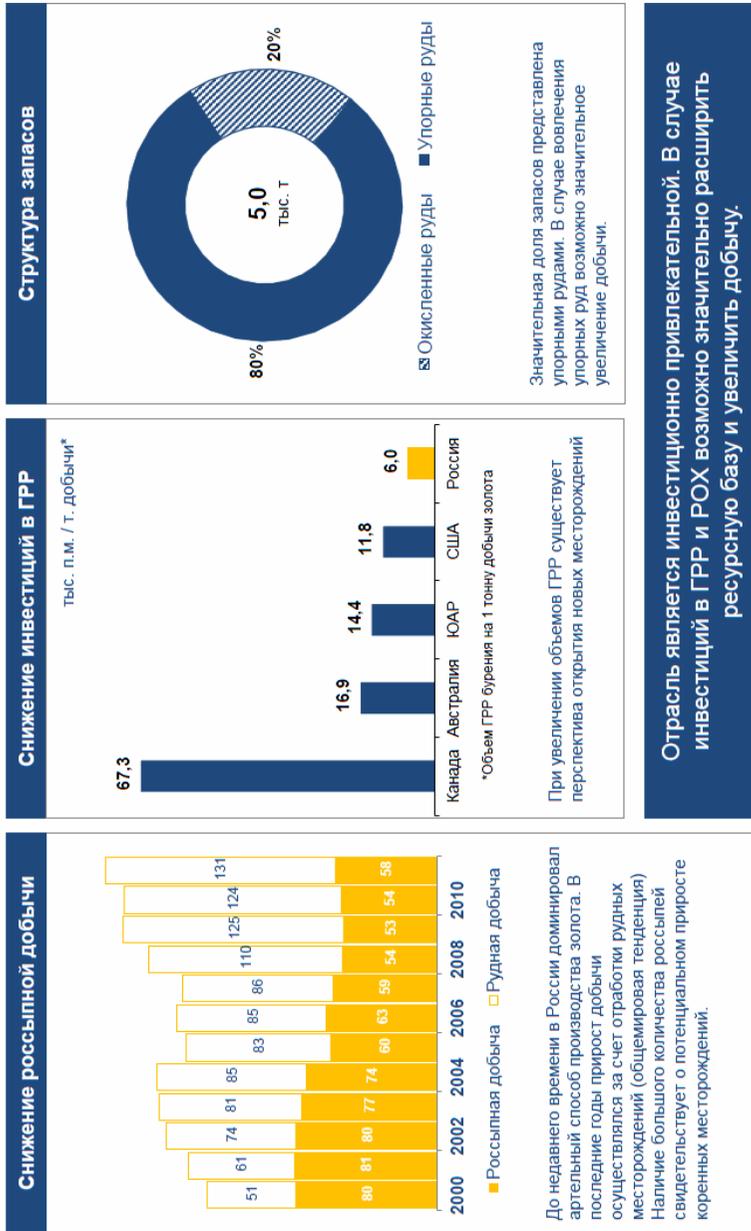


Рис.1.6. Основные тенденции золотодобычи в РФ

Добыча золота в РФ сильно сконцентрирована в территориальном отношении [6]: 99% добываемого золота в России обеспечивают 13 золотодобывающих регионов (с годовым объемом более 1 т). По балансовым минерально-сырьевым запасам золота в России лидируют следующие регионы[19]: Иркутская область, Красноярский край, Республика Саха (Якутия), по прогнозным ресурсам – Магаданская область, Читинская область, Республика Саха (Якутия) (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Региональное распределение балансовых запасов и прогнозных ресурсов золота в России (по данным МПР России)

Регион	Доля балансовых запасов, %	Регион	Доля прогнозных ресурсов, %
1. Иркутская область	15	1. Магаданская область	11
2. Красноярский край	13	2. Читинская область	8
3. Республика Саха	12	3. Республика Саха	8
4. Магаданская область	9	4. Красноярский край	7
5. Читинская область	8	5. Амурская область	6
6. Оренбургская область	7	6. Республика Башкортостан	5
7. Республика Башкортостан	6	7. Чукотский АО	5
8. Чукотский АО	5	8. Иркутская область	5
9. Челябинская область	4	9. Челябинская область	5
10. Свердловская область	3	10. Свердловская область	5

Традиционно самый «золотой» регион РФ в последние годы – Красноярский край, обеспечивающий около 19% общероссийской добычи золота (рис. 1.7) [18, 33].

Второе место принадлежит Амурской области, где активно ведет свою деятельность быстро растущая компания «Петропавловск» [26]. На третье место в РФ в последние годы вырвалась Чукотка за счет запуска в разработку уникального золотосодержащего месторождения Купол (рис. 1.8). На четвертом месте находится Республика Саха (Якутия). Практически на одном уровне добычи золота в 2010 г. оказались Магаданская, Иркутская области и Хабаровский край (табл. 1.3) [135].

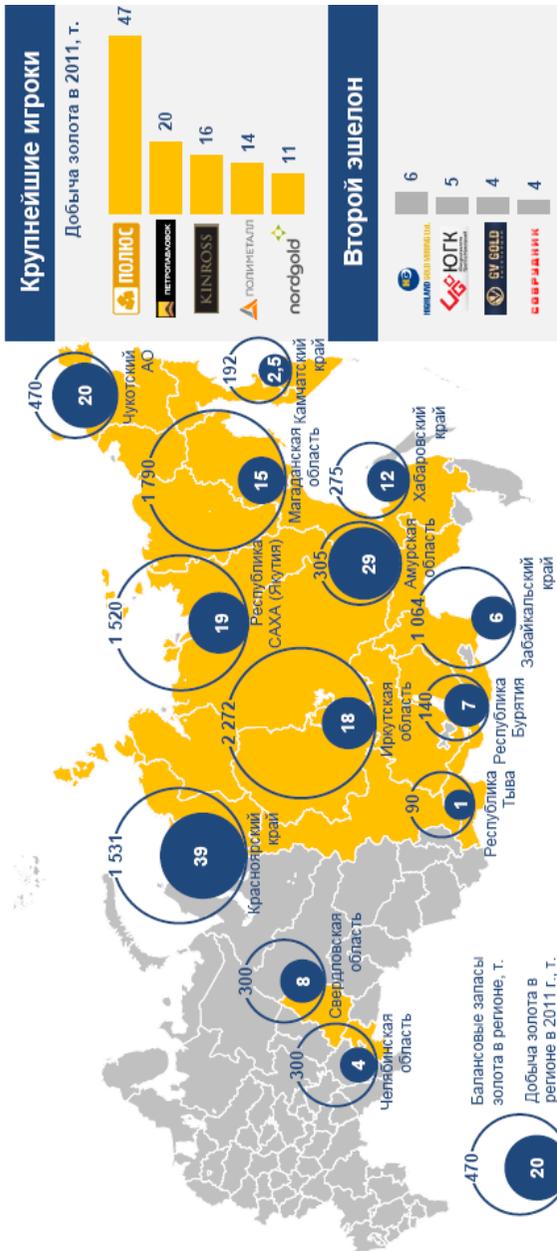
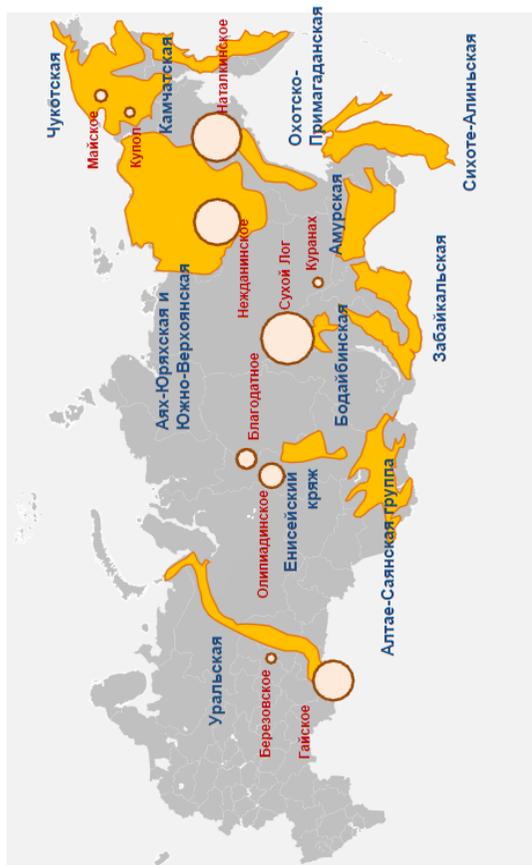


Рис. 1.7. Структура золотодобывающей отрасли РФ
(Источник: Союз золототромышленников России)

Основные золоторудные зоны и месторождения



Крупнейшие месторождения*



Крупнейшие месторождения РФ в настоящее время находятся в нераздeленном фонде или не разрабатываются.

Рис. 1.8. Основные месторождения РФ

Распределение золотодобычи по регионам, т

Регион	Доля, %	2010	2009	2008	2007	2006	2005
Красноярский край	20	36	34	34	32	31	29
Чукотка	14	25	31	20	4	5	5
Амурская обл.	11	20	22	19	15	14	15
Якутия	11	19	19	19	19	20	19
Иркутская обл.	9	16	15	15	15	15	15
Магаданская обл.	9	15	14	14	15	17	23
Хабаровский край	9	15	15	16	15	16	18
Свердловская обл.	5	8	7	7	6	6	6
Бурятия	3	6	7	7	6	7	8
Забайкалье	3	6	5	6	6	6	6
Челябинская обл.	2	4	4	4	4	3	3
Камчатка	1	2	2	1	2	1	0
Тува	1	1	1	1	2	2	2
Хакасия	1	1	1	1	1	2	2
Итого – ведущие регионы	99	176	176	162	141	144	148
ВСЕГО по РФ	100	176	178	164	145	148	152

(Источник: Союз золотопромышленников России)

Если рассматривать крупнейшие мировые компании по добыче золота, то среди них выделяется российская золотодобывающая компания ОАО «Полюс Золото». Так, по итогам 2009 г. среди крупнейших мировых золотодобывающих компаний «Полюс Золото» заняла 10-е место. При этом данная компания обещает дополнительно увеличить производство золота в ближайшие 5 лет в 2,5–3 раза. Драйверами роста получения золота выступают также проекты по разработке Наталкинского, Благодатного и Вернинского золотосодержащих месторождений, а также проекты в Казахстане. В России на долю этой компании приходится около 21% добычи золота в стране.

Также среди добытчиков золота можно выделить Kinross Gold, «Петропавловск», «Северсталь» и «Полиметалл». Так, Kinross сконцентрировала свои усилия на Чукотке, отрабатывая золотосодержащее месторождение Купол, приобретенное в рамках поглощения Vema Gold. В дополнение эта компания приобрела золотосодержащие месторождения Двойное и Водораздельное, также расположенные на Чукотке.

ГК «Петропавловск» исторически работает в Амурской области на базе своего флагманского объекта – Покровского рудника, в

дополнение к которому эта компания в 2008 г. запустила проект по разработке месторождения Пионер, в 2010 г. – рудника Маломыр, а в 2011 г. – Албын.

«Северсталь» в золотодобывающую отрасль вошла с 2007 г. как спекулятивный игрок, совершив ряд разрозненных приобретений (месторождения Таборное, Погромное, Бурятзолото и Березитовое, объекты в Казахстане, в Буркина-Фасо и ряд ГРП активов), но на сегодня стала полноценным крупным производителем, объединив свои активы под брендом Nord Gold и разместив их на бирже.

Таблица 1.4

Ведущие золотодобывающие компании России (2009–2011 гг.)

Компания	Объем добычи, кг			2011/ 2010, %
	2009	2010	2011	
1. «Полюс Золото», ОАО	38 006	39 668	42 848	108
2. «ГК «Петропавловск», ЗАО	14 835	13 924	21 247	152,6
3. «Чукотская ГТК», ЗАО	25 591	19 910	16 061	80,7
4. «Полиметалл», ОАО	9277	11 072	10 969	99,1
5. «Nordgold N.V.»	9801	9297	10599	114
6. «Highland Gold Mining»	5145	6230	5739	92,1
7. «Южуралзолото ГК», ОАО	5263	4804	5143	107
8. «Высочайший», ОАО	3478	3760	4444	118,2
9. «Соврудник», ООО	3290	3455	3463	100,2
10. «Сусуманзолото», ОАО	4334	3552	3259	91,8
11. «Селигдар» а/с, ОАО	2607	3146	3026	96,2
12. «Прииск Соловьевский», ОАО	2500	2497	2827	113,2
13. «Витим», а/с	1950	2294	2309	100,6
14. «Западная», а/с	1901	2110	2308	109,4
15. «Поиск», ООО	1958	2056	2242	109
16. «Золото Камчатки», ОАО	2108	2084	2027	97,3
17. «Амур Золото», ООО	2482	2111	1651	78,2
18. «Рудник Каральвеем», ОАО	1969	1893	1401	74
19. «Дальневосточные ресурсы», ОАО	1286	1241	1287	103,7
20. «Друза», ООО	1188	1372	1286	93,7
21. «Омсукчанская ГТК», ЗАО	1608	1630	1246	76,4
22. «Ойна», а/с	980	1224	1175	96
23. «Чукотка», а/с, ООО	1770	1582	1165	73,6
24. «Концерн «Арбат», ЗАО	419	920	1129	122,7
25. «Статус», ООО	529	832	1020	122,6
26. «Васильевский рудник», ЗАО	949	1138	1012	88,9
Всего ведущими компаниями:	145 224	143 802	150 883	104,9
Всего по России	178 428	178 100	188 748	106
% от добычи в РФ	81,4	80,7	79,9	

ОАО «Полиметалл» является производителем в основном серебра, но доля золота с вводом новых специализированных проектов постоянно растет. Активы этой компании находятся в Магаданской (месторождения Дукат, Лунное, Сопка Кварцевая и Дальнее), Свердловской (Воронцовское), Амурской (Албазино) областях, Хабаровском крае (Хаканджа), на Чукотке (Майское) и в Казахстане (Варваринское).

Всего в России насчитывается примерно 400 золотодобывающих предприятий. На долю крупнейших 26 компаний приходится 80% общей добычи золота в стране. Пять-шесть самых больших компаний добывают 50% российского золота, что свидетельствует о том, что за последние 10 лет в России закончился процесс консолидации крупнейших золотодобывающих компаний (так называемых мэйджоров – majors). Предполагавшийся рядом аналитиков приход государства в золотодобывающую отрасль в период кризиса не состоялся – перераспределения активов в пользу госкомпаний пока не предвидится.

В течение 5 последних лет крупнейшие добывающие компании страны скупили наиболее крупные российские золоторудные месторождения. Внутри страны не осталось нераспределенных месторождений с значительными запасами золота (за исключением Сухого Лога), что привело к экспансии крупных компаний за рубеж (Полюс – Казахстан; Петропавловск – Венесуэла, Гайана; Полиметалл – Казахстан; Highland Gold – Киргизия; Северсталь – Казахстан, Буркина-Фасо, Гвинея).

Средние и мелкие месторождения золота пока не представляют для крупных компаний практического интереса, если они не находятся в непосредственной близости от их добывающих активов. Крупные компании начали постепенную продажу непрофильных для них средних по запасам месторождений, которые не отвечают критериям выбранной ими ранее стратегии или стали для них со временем мелкими проектами. Консолидация средних по запасам месторождений – следующий этап развития российской золотодобывающей отрасли. Процесс консолидации средних по запасам месторождений и небольших компаний – объективная неизбежность дальнейшего этапа развития российской золотодобывающей отрасли, который уже осуществляется средними добывающими компаниями, российскими банками и фондами прямых инвестиций:

- золотодобывающая компания «Селигдар» с 2008 г. совместно с инвестиционной компанией «Русские фонды» ведет консолидацию активов внутри России (Якутия, Алтай, Оренбургская область) и в Киргизии;

- в 2007 г. был создан фонд прямых инвестиций DBM Capital Partners, который уже совершил выход из ранее купленного месторождения Гольцовое и теперь вошел в компанию Ovoca, обладающую золоторудными активами в Магаданской области;

- американский предприниматель Престон Хаскел провел в 2009 г. слияние своих золотодобывающих активов в Забайкальском крае с публичной шведской компанией Central Asia Gold AB, владеющей золоторудными активами в Тыве, и рассматривает новые приобретения;

- новым игроком этого рынка стал в конце 2009 г. Газпромбанк, который вошел в капитал Васильевского рудника (Красноярский край), и стал проводить активную покупку новых месторождений;

- российский предприниматель М. Финский в конце 2010 г. через процедуру обратного поглощения канадской компании White Tiger Gold провел объединение с принадлежащей ему управляющей компанией «Дальцветмет», которая владеет золотодобывающими активами, расположенными в Забайкальском крае.

Сейчас на рынке сделок находятся месторождения с запасами от 5 до 10 т золота (категории C1+C2) и рудопроявления с прогнозными ресурсами от 15 до 40 т (категории P1). Через 2–3 года перераспределение этих активов будет закончено.

В России у золотодобывающей отрасли есть все шансы занять первые места в мировой таблице о рангах. Этому способствуют следующие факторы[27]:

- невысокая степень разработанности российской золотосодержащей минерально-сырьевой базы;

- наличие крупных неотрабатываемых месторождений (Сухой Лог, Наталкинское, Нежданинское и Майское);

- относительно низкие затраты на добычу золота;

- благоприятный уровень налогообложения (по сравнению с другими странами).

Однако существует ряд существенных проблем, которые серьезно ограничивают развитие золотодобывающей отрасли РФ[27]. В частности, к ним необходимо отнести слабое развитие или даже полное отсутствие инфраструктуры в ряде золотоносных районов. Компании вынуждены проектировать новые производства «на краю Земли», где нет ни электричества, ни дорог, ни рабочей силы. Кроме этого, в последнее время компании все чаще сталкиваются с дефицитом электроэнергетической мощности [123].

Серьезной проблемой, с которой столкнулась золотодобывающая отрасль РФ, является острый дефицит квалифицированных кадров и низкая производительность труда, вызывающие быстрый рост расходов компаний на оплату труда и, в конечном итоге, увеличение себестоимости получения золота [98].

Негативное влияние на бизнес золотодобывающих компаний оказывают и последствия имевшегося в 1990-х годах недоинвестирования, в том числе дефицит готовых к разработке месторождений, что взвинчивает цены на аукционах по месторождениям до запредельных значений. В результате в 2009 г. более 60% всех объявленных аукционов не состоялось из-за отсутствия заявок [101, 123].

Среди основных рисков, существующих в золотодобывающей отрасли РФ, необходимо выделить опережающий рост себестоимости производства золота, что даже в условиях благоприятной конъюнктуры может негативно сказаться на финансовых результатах [13].

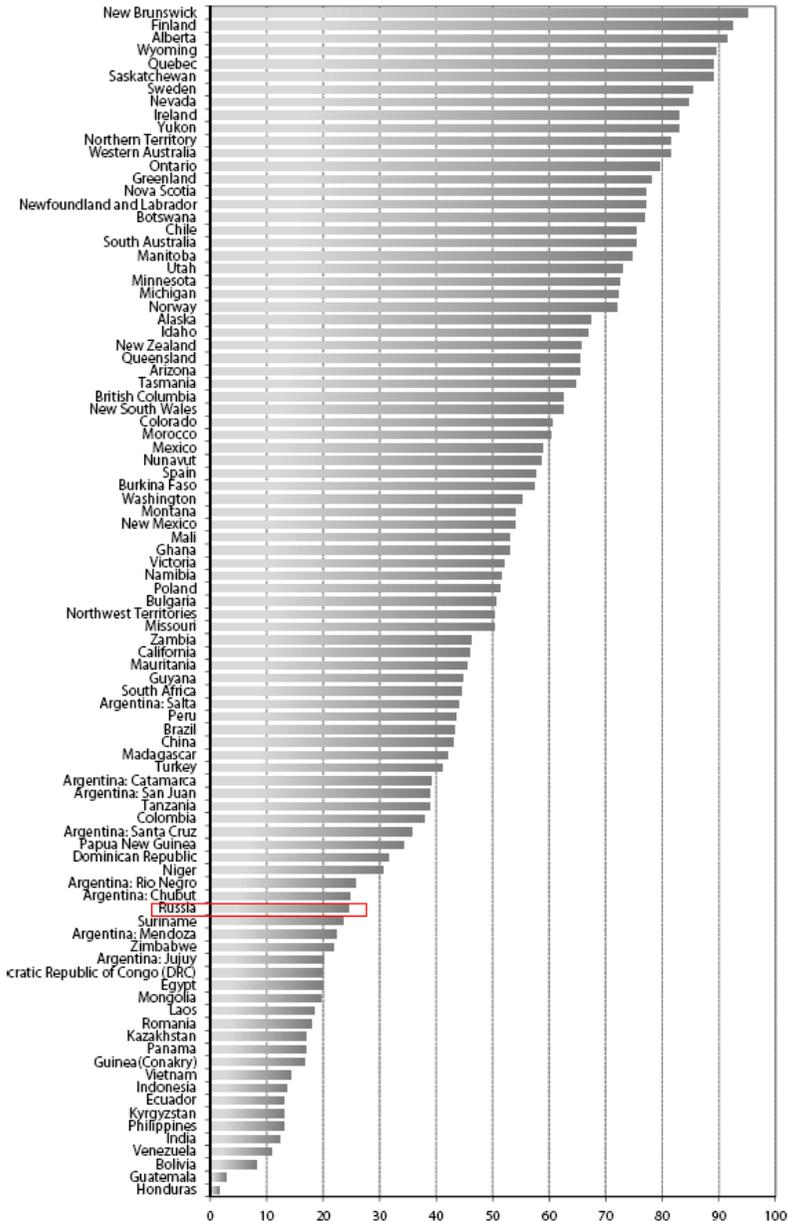
По общим денежным затратам российские компании и компании с активами в России выглядят привлекательнее крупнейших мировых золотодобывающих компаний [118]. В то же время эта ситуация может поменяться в ближайшее время за счет укрепления рубля, низкой производительности труда, роста заработной платы, стоимости материалов, топлива и ухудшения горно-геологических условий.

Другим важным фактором, ограничивающим развитие отрасли, являются административно-правовые барьеры, введенные государством. К ним относятся принятие в 2008 г. Федерального закона «Об иностранных инвестициях в стратегические отрасли и предприятия», ограничивающего доступ иностранных инвесторов к золоторудным месторождениям с запасами свыше 50 т, старая и неадаптированная к рыночным условиям система защиты запасов в ГКЗ, огромное количество бюрократических процедур, сопутствующих запуску нового производства.

Канадский институт Фрейзера ежегодно проводит опрос руководителей 600–700 разведочных и добывающих международных компаний и составляет обзор 70–80 горных юрисдикций в мире по степени привлекательности ведения горного бизнеса в этих странах. В 2010 г. Россия занимала в этом рейтинге 69-е место (из 79); в 2009 г. – 45-е место (из 72), в 2008 г. – 53-е место (из 71). В 2011 г. в опросе института приняли участие руководители 800 компаний, с совокупным бюджетом на геологоразведочные работы в размере 6,3 млрд долл. Россия заняла 71-е место из 91 (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Рейтинг стран по привлекательности ведения горного бизнеса



Критерии оценки:

- минерально-сырьевой потенциал;
- соблюдение текущего законодательства;
- выполнение экологических требований;
- дублирование функций и полномочий различных уровней власти;
- прозрачность и честность юридической системы;
- налоговый режим;
- соблюдение прав на недропользование;
- охрана исторических зон и парков в районах недропользования;
- качество инфраструктуры;
- социально-экономические соглашения с местным населением;
- торговые барьеры;
- валютные ограничения;
- репатриация прибыли;
- политическая стабильность;
- трудовое законодательство и разрешение трудовых споров;
- качество и доступность геологической информации;
- безопасность и правопорядок;
- наличие трудовых ресурсов;
- уровень коррупции;
- ухудшение ситуации в целом или ее возможное улучшение.

Ниже приведен анализ сильных и слабых сторон российской золотодобычи, а также выделены возможности и риски, с которыми сталкивается золотодобывающая отрасль РФ (табл. 1.6).

На сегодняшний момент можно надеяться, что золотодобывающая отрасль РФ прошла «дно» падения добычи и имеются серьезные предпосылки для прогноза дальнейшего роста добычи золота. В целом имевшийся потенциал экстенсивного роста золотодобычи за счет заброшенных, разработанных советских месторождений золота с хорошей инфраструктурой, практически уже исчерпан. Дальнейшее развитие золотодобывающей отрасли РФ и масштабное увеличение добычи золота может быть только при кардинальном увеличении инвестиционных программ компаний, направленных на освоение новых месторождений золота и геологоразведку [6].

Наиболее активная фаза роста объемов производства золота в РФ начнется после 2011–2012 гг., когда в промышленную эксплуатацию будет введен целый ряд строящихся сегодня предприятий.

Российская золотодобыча: SWOT-анализ[6]

Сильные стороны	Возможности
<p>Одна из крупнейших в мире минерально-сырьевых баз</p> <p>Большой потенциал прироста минерально-сырьевой базы</p> <p>Наличие огромной систематизированной базы данных с советских времен</p> <p>Относительно низкая себестоимость добычи</p>	<p>Обнаружение новых объектов и расширение запасов за счет доразведки</p> <p>Увеличение производства благодаря применению новых технологий извлечения</p> <p>Рост доли рудного золота</p> <p>Улучшение инвестиционного климата в отрасли</p>
Слабые стороны	Риски
<p>Дефицит квалифицированных кадров</p> <p>Инфраструктурные ограничения</p> <p>Большая доля вымирающей россыпной добычи</p> <p>Высокая стоимость новых лицензий</p>	<p>Рост себестоимости</p> <p>Невыполнение добытчиками амбициозных инвестиционных планов</p> <p>Законодательные ограничения в лицензировании и разработке</p> <p>Отзывы лицензий из-за несоблюдения требований</p>

Дальнейшее развитие золотодобывающей отрасли РФ будет связано с проведением масштабных геологоразведочных работ, которые позволят обеспечить существующий ресурсный потенциал экономически рентабельными запасами. Если все заявленные публичные планы золотодобывающих компаний отрасли будут полноценно реализованы, то объем среднегодовой добычи золота в РФ в течение ближайших 3 лет составит около 250 т. Тогда доля России в мировом производстве золота вырастет до 10%. Будущее золотодобывающей отрасли РФ зависит от своевременной подготовки запасов и успешного строительства новых производств.

Основным фактором неопределенности добычи золота в РФ является россыпная добыча, падение объемов которой трудно поддается прогнозам. Тем не менее есть надежда, что российская золотодобывающая промышленность сможет удачно воспользоваться благоприятной конъюнктурой для глубокой реновации производства и наращивания объемов добычи, что, в свою очередь, будет способствовать стабильности российской экономики в кризисные времена.

2. ОСНОВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИМЕР ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА ЗОЛОТА

2.1. Основные инструменты оценки эффективности организации производства золота

В общем виде максимальная экономическая эффективность работы отдельного золотодобывающего предприятия прямо и непосредственно зависит от того, насколько системно и полно используются современные (инновационные) формы организации производства [42]:

- специализация;
- концентрация;
- кооперирование;
- комбинирование.

Однако для обеспечения научно обоснованной и сравнительно точной количественной оценки экономической эффективности организации золоторудного производства достаточно применение довольно небольшого числа ключевых индикаторов, позволяющих получить полноценную и объективную оценку как текущего состояния исследуемого предприятия, так и его будущих (возможных) перспектив.

При этом систематическое снижение имеющихся издержек золоторудного производства представляет собой основное средство повышения общей экономической эффективности его функционирования. В настоящее время целесообразно выделить следующие основные направления снижения издержек производства на любом золотодобывающем предприятии:

- широкое использование достижений научно-технического прогресса (в том числе и мирового уровня);
- совершенствование организации производства и труда.

В ЗАО «Васильевский рудник» был принят следующий подход к повышению эффективности производства [42]:

- инвестиционная привлекательность;
- технические мероприятия;
- организационные мероприятия.

2.2. Базовые критерии оценки эффективности золоторудного производства

Для обеспечения объективной оценки эффективности имеющейся организационной структуры золотодобывающей компании необходимо использовать научно обоснованные и четко определенные количественные критерии, которые обычно классифицируются по следующим основным группам.

1. *Критерии статической эффективности* промышленного производства золота, обычно применяющиеся при условии, что объем выпускаемой продукции (золота) стабилен во времени. В некоторых случаях практическое использование такого критерия приводит к определенной организационной перегрузке руководства компании или же к созданию весьма громоздкой структуры аппарата управления, что обуславливает необходимость дальнейшего обеспечения децентрализованного решения различных производственных вопросов.

2. *Критерии маневренности производства* позволяют количественно оценивать способность той или иной золотодобывающей компании быстро и эффективно (в зависимости от сложившейся рыночной ситуации) изменять объемы и номенклатуру выпускаемой продукции (золота). Эффективная реализация этого условия возможна только в том случае, если применяющаяся в компании система управления является довольно гибкой и в ней были заранее созданы должная минерально-сырьевая база и необходимый резерв мощности золотодобывающего предприятия. Для этого нужно постоянно располагать объективной текущей и перспективной информацией о состоянии минерально-сырьевой базы, свойствах и характеристиках золотосодержащей руды, а также четко и оперативно решать различные возникающие производственные вопросы.

3. *Критерии гибкости стратегии* количественно оценивают способность той или иной золотодобывающей компании реагировать на периодически возникающие изменения в характере золотодобывающего производства, например, изменения в технологии, в стандартах, нормах, правилах техники безопасности и т.д.

Подобная гибкость стратегии предъявляет серьезные требования к сложившейся организационной структуре золотодобывающей компании [47]. Во-первых, должен существовать хорошо отлаженный механизм получения специальной информации о геологии разрабатываемых и запланированных к разработке золотосодержащих ме-

сторождений, а также современных инновационных технологиях их освоения. Во-вторых, обязательно наличие центра управления, куда передается эта и другая важная производственная информация.

4. *Критерии динамичности структуры* количественно оценивают способность золотодобывающей компании принципиально изменять свои изначально существующие, но морально устаревающие организационные формы. Потребность в динамической структуре вызывается также возможными изменениями технической базы управления компанией и производства продукции. Например, внедрение современных автоматизированных систем управления горным цехом и комплексом переработки золотосодержащих руд позволяет кардинально перестроить организационную структуру компании в более эффективные формы. Комплексная механизация основных технологических процессов разработки золоторудного месторождения и извлечения золота из руд также позволяет оптимально сгруппировать основные производственные и хозяйственные функции.

Данные обстоятельства указывают на то, что принятая структура золотодобывающей компании должна обеспечивать быструю реакцию на всевозможные (потенциальные) изменения в ее намеченной стратегии и оперативной деятельности путем своего постоянного самообновления. Для этого необходимо иметь принципиальную возможность совершенствования используемых технологических процессов и обладать такой схемой аппарата управления, которую легко можно расширить, сократить или как-то (даже кардинально) видоизменить, а также такими основными производственными фондами, которые могут быть легко переведены из одного подразделения компании в другое.

В том случае, когда организационная структура золотодобывающей компании максимально удовлетворяет указанным группам критериев, то ее потенциальная эффективность близка к возможному максимуму. Однако при формировании оптимальной организационной структуры золотодобывающей компании целесообразно учитывать и человеческий фактор. В связи с этим появляется необходимость введения ряда дополнительных специализированных критериев.

5. *Критерии оценки наличия экономических ресурсов (финансовых и материальных)* необходимы для создания и оптимального функционирования золотодобывающей компании.

6. *Критерии оценки трудовых ресурсов* позволяют оценить, насколько обеспечена золотодобывающая компания необходимыми трудовыми ресурсами, а также их профессиональный потенциал. Так

как в целях повышения эффективности многие организационные изменения должны осуществляться за сравнительно короткий промежуток времени, то в этих условиях решающим фактором (определяющим возможности изменения структуры компании) становится наличие квалифицированных кадров (особенно административно-управленческих и инженерно-технических).

7. *Критерии оценки качества принимаемых решений и набранной специализированной информации.* Данная группа критериев определяется специфическими характеристиками, которыми должна обладать компания для придания ей большей маневренности.

Основная черта маневренности – потребность в эффективной и экономической системе обработки поступающей специализированной информации [43]. Хотя система информации имеет важное значение для осуществления всех функций золотодобывающей компании, особое значение она приобретает для построения различных подсистем управления, так как по мере роста компании и усложнения ее организационной структуры увеличиваются объемы специализированной информации и технических знаний во всех ее подразделениях.

2.3. Экономическая оценка проекта кучного выщелачивания ЗАО «Васильевский рудник»

Ранее с учетом наличия различных рисков, которые могут отразиться на графике запуска проекта, руководством ЗАО «Васильевский рудник» были предусмотрены два сценария развития проекта.

1. *Основной сценарий* был основан на операционном плане по созданию и запуску участка кучного выщелачивания (УКВ) в 2010 г.

2. *Консервативный сценарий* развития проекта: все строительные работы будут завершены в 2010 г., получение первого металла – 2011 г. (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Экономические показатели КВ золота

Показатель	Ед. изм.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Итого
Производство								
Карьер								
Добыча руды	тыс. т	516	247	461	371	386	173	2 153
Среднее содержание	г/т	<u>1,16</u>	<u>1,50</u>	<u>1,37</u>	<u>1,77</u>	<u>1,78</u>	<u>1,60</u>	<u>1,49</u>
Содержание золота	кг	596	370	630	655	685	277	3 212
Вскрышные работы	м ³		700	792	789	789	503	3573