

РУДЫ И МЕТАЛЛЫ



3/2007

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

ОСНОВАН В 1992 ГОДУ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор И.Ф.МИГАЧЕВ

Б.И.БЕНЕВОЛЬСКИЙ
Э.К.БУРЕНКОВ
В.И.ВАГАНОВ
С.С.ВАРТАНЯН
П.А.ИГНАТОВ
М.А.КОМАРОВ
М.М.КОНСТАНТИНОВ
А.И.КРИВЦОВ, зам. главного редактора
В.В.КУЗНЕЦОВ
Н.К.КУРБАНОВ
Е.В.МАТВЕЕВА
Г.А.МАШКОВЦЕВ
Н.И.НАЗАРОВА, зам. главного редактора
Г.В.РУЧКИН
Ю.Г.САФОНОВ
Г.В.СЕДЕЛЬНИКОВА
В.И.СТАРОСТИН



УЧРЕДИТЕЛЬ

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦВЕТНЫХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ
Роснедра
МПР России**

Издается при участии
Международной академии минеральных ресурсов,
Фонда им. академика В.И.Смирнова

Москва ЦНИГРИ 2007

Редакция: Н.И.Назарова, Г.В.Вавилова
Компьютерный набор: Н.И.Назарова
Верстка и оригинал-макет: Т.В.Лукина

Сдано в набор 22.05.07 г.
Подписано в печать 31.05.07 г.
Тираж 400 экз.

Формат 30×42 1/2
Бумага листовая
Печать офсетная

Адрес редакции: 117545, Москва, Варшавское шоссе, 129, корп. 1, ЦНИГРИ
Телефон: 315-28-47
Факс: 313-18-18
E-mail: tsnigri@tsnigri.ru
Типография ЦНИГРИ: Варшавское шоссе, 129, корп. 1

© «Руды и металлы», 2007

Постановление коллегии Федерального агентства по недропользованию МПР России	4	A Resolution of the Federal Agency of Subsoil Use, MNR of the Russian Federation	
<i>Кривцов А.И., Беневольский Б.И., Мызенкова Л.Ф.</i> Долгосрочные тенденции использования и развития минерально-сырьевой базы благородных и цветных металлов — оценка ситуации	7	<i>Krivtsov A.I., Benevol'sky B.I., and Myzenkova L.F.</i> <i>Long-term tendencies in the precious and base metal mineral base use and development: A Review</i>	
<i>Беневольский Б.И., Мызенкова Л.Ф., Августинчик И.А.</i> Минерально-сырьевая база благородных металлов — ретроспектива и прогноз	25	<i>Benevol'sky B.I., Myzenkova L.F., and Avgustinszyk I.A.</i> Mineral base of precious metals: A retrospective and future views	
Поздравляем с юбилеем		Our congratulations	
А.А.Буйнова, В.П.Ивановскую, И.Н.Засухина, И.А.Карпенко, В.И.Кочнева-Первухова, Б.П.Макарова	92	A.A.Buinov, V.P.Ivanovskaya, I.N.Zasukhin, I.A.Karpenko, V.I.Kochnev-Pervukhov, and B.P.Makarov	

**Постановление коллегии Федерального агентства по недропользованию МПР России
№ 1 от 28 марта 2007 г. об итогах работы Агентства в 2006 г. и задачах на 2007 г.**

На заседании председательствовал А.А.Ледовских, присутствовали члены коллегии В.П.Орлов, В.Н.Бавлов, А.Ф.Морозов, О.С.Монастырных, Е.А.Козловский, Д.В.Рундквист, С.И.Федоров, П.А.Хлебников, Б.К.Михайлов, А.А.Романченко, А.В.Липилин, М.А.Айвазова. В заседании участвовали представители МПР России (5 человек), органов государственной власти (3), администраций субъектов РФ (60), Российской академии наук, высших учебных заведений (18), общественных организаций (15), руководители территориальных органов Агентства (82), ФГУП, ГУП, ФГУ, научно-аналитических центров (64), горнодобывающих, нефтегазодобывающих компаний (36), работники центрального аппарата Агентства (44).

Коллегия констатирует, что суммарные затраты на проведение геологоразведочных работ в 2006 г. за счет всех источников финансирования составили 103 731,5 млн. руб., в том числе из средств федерального бюджета — 16 381,0 млн. руб., бюджетов субъектов РФ — 1172,2 млн. руб., внебюджетных источников (собственных или заемных средств недропользователей) — 86 178,3 млн. руб.

Наиболее значительная доля (42%) средств федерального бюджета в соответствии с приоритетами, определенными «Долгосрочной государственной программой изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005–2010 годы и до 2020 года)» (далее — Долгосрочная программа), направлена на проведение работ на углеводородное сырье — 6842,7 млн. руб.

Финансирование геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые из средств федерального бюджета в 2006 г. составило 5367,8 млн. руб., работ общегеологического и специального назначения — 3437,9 млн. руб., работ на подземные воды — 244,6 млн. руб.

Основные результаты геологоразведочных работ Федерального агентства по недропользованию в 2006 г. Региональными геологическими исследованиями обеспечен существенный прирост геолого-геофизической изученности территории страны, Арктики и Антарктики. Выявлены 63 перспективные площади для постановки разномасштабных поисковых работ. Получены данные по уточнению границы континентального шельфа Российской Федерации в Охотском море. Подготовлены геологические материалы к обоснованию расширения внешних границ континентального шельфа Российской Федерации в районе хребта Менделеева Северного Ледовитого океана.

Впервые созданы и введены в работу общедоступные Интернет-сайты, отражающие состояние мониторинга геологической среды федеральных округов и Российской Федерации в целом.

Выполненный комплекс региональных геологоразведочных работ на *нефть и газ* позволил локализовать в 2006 г. прогнозные ресурсы углеводородного сырья в объеме 6400 млн. т условного топлива (тут), что более чем в 1,5 раза превышает показатели 2005 г. (4200 млн. тут).

Выявлен ряд перспективных структур на акваториях арктического шельфа, к лицензированию подготовлены участки недр площадью 395 тыс. км², из них на суше — 88.

В соответствии с приоритетами Долгосрочной программы и в целях реализации Программы геологического изучения и предоставления в пользование месторождений углеводородного сырья Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) основные объемы работ были сконцентрированы на территории Восточной Сибири и Республики Якутия для дальнейшего наращивания сырьевой базы углеводородов в районе строящегося нефтепровода.

В значительных объемах проводились работы по выявлению новых зон нефтегазоаккумуляции и последующего их лицензирования на территориях Уральского и Приволжского федеральных округов, а также на континентальном шельфе Российской Федерации.

В 2006 г. значительно увеличены объемы бурения параметрических скважин (почти в 2 раза по сравнению с предыдущими годами) при некотором снижении объемов сейсморазведочных работ.

Положительные результаты получены недропользователями. По предварительной информации количество открытых месторождений нефти и газа достигает 37. Второй год подряд прирост разведанных запасов углеводородов превышает годовой уровень их добычи.

По подземным водам завершены поисковые и поисково-оценочные работы по обоснованию защищенных подземных источников водоснабжения для гг. Волгоград, Владикавказ, Киров и др.

На твердые полезные ископаемые проводились работы (более чем на 40 видов, в том числе 17 стратегических) за счет средств федерального бюджета на 302 объектах. Наиболее значимые результаты получены в следующих регионах.

На юге Красноярского края и в Иркутской области выявлена металлогеническая зона с промышленными рудами никеля, меди и сопутствующими платиноидами, сопоставимая по ресурсному потенциалу с никеленосными поясами Канады и Северного Китая и являющаяся достойной альтернативой выбывающим богатым рудам норильских месторождений.

Расширены перспективы промышленной золотоносности Яно-Колымского геолого-экономического района, доказанный ресурсный потенциал которого обеспечивает возможность создания на Северо-Востоке страны крупнейшего центра золотодобычи мирового уровня.

Подтверждены возможности существенного расширения сырьевой базы сурьмы действующего Сырлахского золото-сурьмяного ГОКа (Республика Саха (Якутия), испытывающего существенный дефицит разведанных запасов, и Забайкальского региона.

Выявлены новые алмазоносные кимберлитовые трубки в Архангельской алмазоносной провинции.

Расширен минерально-сырьевой потенциал Северо-Кавказского региона за счет открытия новых перспективных объектов рудного золота, титана и циркония, неметаллических полезных ископаемых.

Ранее оцененные и переданные для геологического изучения прогнозные ресурсы к 2006 г. позволили *недропользователям получить приросты разведанных запасов* основных видов стратегических полезных ископаемых, превышающие их добычу из недр: по нефти на 26%, по углю в 4,5 раза, по меди в 3 раза, по вольфраму, титану и цирконию в 5 раз, по золоту более чем в 8 раз.

Результаты *лицензионной деятельности* выразились в проведении 880 аукционов, из них на углеводородное сырье — 270, на твердые полезные ископаемые — 610. Стартовые разовые платежи, объявленные в условиях проведения аукционов, составили 15,5 млрд. руб., итоговые разовые платежи по результатам проведения аукционов — 66,5 млрд. руб.

Для геологического изучения недр за счет недропользователей предоставлено в пользование 250 участков, в том числе по углеводородному сырью — 76, по твердым полезным ископаемым — 174.

Федеральным агентством по недропользованию и его территориальными органами направлено 198 уведомлений о возможном досрочном прекращении права пользования недрами недропользователям, не выполняющим условия лицензий. Досрочно прекращено право пользования недрами по 116 лицензиям за невыполнение лицензионных соглашений.

Коллегия постановляет:

1. Принять к сведению результаты работы Федерального агентства по недропользованию в 2006 г.

2. В качестве приоритетных задач Агентства на 2007 г. определить следующие.

Для работ *общегеологического и специального назначения* по региональному изучению и мониторингу состояния недр:

проведение геолого-съемочных и гравиметрических работ м-ба 1:200 000 в слабоизученных регионах страны с использованием современных геофизических, геохимических, изотопно-геохимических, дистанционных методов, дающих принципиально новую фактографическую информацию и непосредственно влияющих на эффективность общегеологического обеспечения работ по воспроизводству минерально-сырьевой базы;

наращивание в структуре региональных исследований видов, объемов и технологий геологических, геофизических и геохимических работ, направленных на увеличение прогнозно-поисковой и глубинной составляющих в государственной геолого-картографической продукции;

повышение уровня региональной гидрогеологической и инженерно-геологической изученности территории страны для уточнения и формирования ресурсного потенциала подземных вод, выявления и оценки инженерно-геологического и экологического состояния геологической среды;

оптимизация работ федерального уровня по мониторингу состояния опасных геологических процессов, состояния и качества подземных вод, а также по прогнозированию их развития на средне- и долгосрочную перспективы;

выполнение работ по реализации геологического сопровождения российской заявки на юридическое закрепление внешней границы континентального шельфа в Северном Ледовитом и Тихом океанах в геополитических интересах Российской Федерации.

Для геологоразведочных работ на *углеводородное сырье*:

реализация Программы геологического изучения и предоставления в пользование месторождений углеводородного сырья Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) в целях дальнейшего наращивания минерально-сырьевой базы углеводородного сырья в зоне строящегося магистрального нефтепровода Восточная Сибирь – Тихий океан;

продолжение геологического изучения перспективных на нефть и газ территорий для подготовки новых участков недр к лицензированию.

Для работ на *твердые полезные ископаемые*:

укрепление минерально-сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий, создание новых и альтернативных сырьевых баз твердых полезных ископаемых;

увеличение объемов работ на урановое сырье согласно плану совместных действий Росатома, МПР России и Роснедра по формированию минерально-сырьевой базы и освоению месторождений урана на среднесрочную перспективу;

реализация Комплексного плана геологоразведочных работ по развитию минерально-сырьевой базы Северного, Приполярного и Полярного Урала на 2006–2009 гг.;

увеличение объемов геологоразведочных работ на территориях дотационных субъектов Российской Федерации, где за последние годы получено обоснование создания новых крупномасштабных центров экономического роста на основе вовлечения в хозяйственный оборот высоколиквидных полезных ископаемых;

расширение объемов работ на медно-порфиновый тип месторождений на Урале и в восточных регионах страны;

увеличение объемов работ по геолого-экономической и технологической переоценке запасов и ресурсов минерального сырья.

3. При подготовке предложений о внесении изменений и дополнений в Долгосрочную программу, а также при формировании предложений по геологоразведочным работам за счет средств федерального бюджета на 2008 г. и последующие годы необходимо предусмотреть:

включение в Программу мероприятий по геологоразведочным работам общегеологического специального назначения;

увеличение финансирования геологоразведочных работ;

развитие работ в Восточной Сибири и на континентальном шельфе РФ в пределах районов, перспективных на обнаружение месторождений дефицитных и стратегических видов минерального сырья;

усиление научно-технического и лабораторного обеспечения геологоразведочных работ;

концентрацию финансовых средств и объемов поисковых работ в пределах приоритетных геолого-экономических районов, согласованных с проектируемыми объектами инфраструктуры в рамках национальных проектов и программ социально-экономического развития отдельных регионов и федеральных округов на среднесрочную перспективу;

проведение организационных мероприятий по повышению эффективности геологоразведочных работ, выполняемых за счет средств недропользователей, на этапах ежегодного планирования и приемки отчетных материалов.

УДК 553.41/48

© А.И.Кривцов, Б.И.Беневольский, Л.Ф.Мызенкова, 2007

ДОЛГОСРОЧНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ БЛАГОРОДНЫХ И ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ — ОЦЕНКА СИТУАЦИИ*

А.И.Кривцов, Б.И.Беневольский, Л.Ф.Мызенкова (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)

Минерально-сырьевое обеспечение сбалансированного развития мировой экономики. Сбалансированное развитие (СР), как следует из доклада Всемирной комиссии ООН «Наше общее будущее» (1987 г.), предполагает обеспечение минерально-сырьевых потребностей нынешнего поколения без ущерба для будущих поколений удовлетворять их собственные потребности. В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, проходившей в Рио-де-Жанейро, делегации 182 государств приняли «Декларацию Рио», в которой были конкретизированы правовые аспекты СР, в первую очередь в экономической, экологической и социальной сферах. В начале 90-х годов XX в. за рубежом и в России интенсивно разрабатывались преимущественно экологические аспекты СР с несколько меньшим вниманием к проблемам будущего минерально-сырьевого обеспечения.

В апреле 2003 г. Правительством РФ утверждены «Основы государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования», в которых содержатся положения, отвечающие принципам СР. В числе основных целей и задач отечественной государственной политики определены следующие:

обеспечение воспроизводства и эффективного освоения минерально-сырьевой базы Российской Федерации в целях обеспечения устойчивого экономического развития России, повышения благосостояния ее граждан;

организация рационального и комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов в интересах нынешнего и будущих поколений граждан Российской Федерации.

Для выбора путей и способов достижения целей СР в России, а также конкретизации роли государства в СР представляются значимыми результаты уже выполненных зарубежных исследований в минерально-сырьевой сфере.

Ведущие зарубежные горнодобывающие компании для оценки последствий перехода к СР и возможных будущих угроз бизнесу учредили в 1999 г. программу «Глобальная горнорудная инициатива», ориентированную на проблемы мирового минерально-сырьевого обеспечения; в том же году в США был организован постоянно функционирующий «круглый стол» для разработки показателей оценок вклада сырьевых и энергетических систем в СР.

В 2001–2002 гг. был выполнен широкий комплекс работ по проекту «Горнодобывающая промышленность в сбалансированном развитии» (MMSD), который поддержали 31 горнорудная компания из разных стран мира и ряд некоммерческих организаций. Результаты исследований по проекту MMSD изложены в многочисленных частных и региональных отчетах, итоговом докладе по проекту, а также ряде критических обзоров. Материалы MMSD и итоги их обсуждения демонстрируют многоаспектность проблемы СР и путей его реализации. В первую очередь, остаются несогласованными сущность СР (экономическая, этическая, экологическая, социальная, идеологическая), а также определения, цели СР и способы их достижения для обеспечения баланса интересов всех его участников.

Социально-экономическая структура системы СР. Структура СР в обобщенном виде может рассматриваться как система взаимодействия между государством (правительством), горнодобывающей

*В 2003 г. ЦНИГРИ издан обзор-анализ «Мировая минерально-сырьевая база благородных и цветных металлов: 1970–2000–2005 гг.». В 2003–2006 гг. продолжались исследования состояния мировой минерально-сырьевой базы и прогноз до 2025 г. В целях ускорения доведения этой информации до читателей редколлегией принято решение опубликовать имеющиеся материалы в виде серий статей в журнале «Руды и металлы».

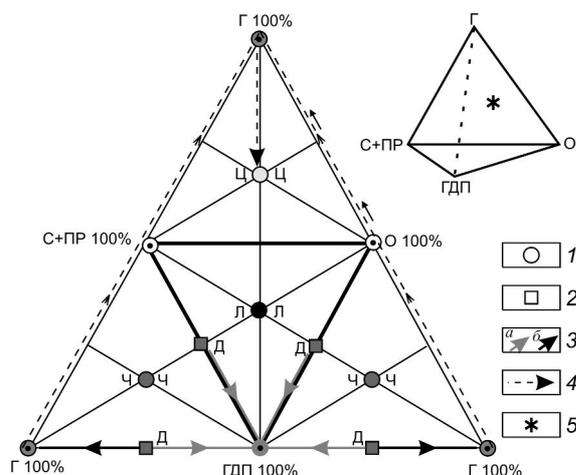


Рис. 1. Варианты сбалансированности системы ГДП – Г – О – (С+ПР) в развертке тетраэдра:

Г — государство, О — общество, С — среда, ПР — природные ресурсы; 1 — точки баланса (паритета) интересов; 2 — динамические равновесия; 3 — векторы интересов (*a* — горнодобывающей промышленности, *b* — государства); 4 — перераспределение средств от горнодобывающей промышленности к государству; 5 — точка баланса системы; Ц, Л, Д, Ч — точки частных равновесий

промышленностью (ГДП), обществом (населением) и средой обитания (включая возобновляемые и невозобновляемые природные ресурсы). Отметим, что в системе СР пассивна (беззащитна) природная среда. Общество может защищать свои интересы исторически известными способами. Горнодобывающая промышленность эксплуатирует природный и общественный (человеческий) капиталы, создавая финансовый капитал. Государство определяет «правила игры» для функционирования ГДП, включая ее взаимодействие с природой и обществом, а также перераспределяя часть ее прибылей. Государство также может привносить в систему средства из иных источников (рис. 1).

Если равновесие в системе поддерживается только за счет средств ГДП, то она должна сохранять приемлемый уровень состояния среды, воспроизводить используемые природные ресурсы, обеспечивать социальную сферу общества. К этой ситуации близки (были близки?) некоторые крупные отечественные градообразующие предприятия, несущие также и общегосударственную налоговую нагрузку. С другой стороны, государство, тотально перераспределяющее средства, может полностью принимать на себя создание равновесия между собой, обществом и природной средой.

В целом реализация идеи СР требует достижения и поддержания балансов, соподчиненных в ряде подсистем.

Минерально-сырьевой баланс мировой технологической инфраструктуры. В модели СР пока недостаточно учитывается то обстоятельство, что в общей структуре мирового минерально-сырьевого потребления различные полезные ископаемые связаны друг с другом определенными пропорциями, которые отражают основные технологические процессы современной промышленной инфраструктуры и служат показателями межотраслевого сырьевого баланса. Для оценок зависимостей между потреблением различных полезных ископаемых в свое время отдельными исследователями предлагалось использование так называемых Fe-фактора и Cu-фактора, для вычисления которых потребляемые массы ведущих полезных ископаемых нормировались на 1 т потребляемых железных руд или на 1 т меди соответственно.

А.И.Кривцовым в конце 90-х годов был предложен показатель металлоемкости топливно-энергетического сырья — ТЭС (нефть+газ+уголь), поскольку именно потребление ТЭС, как прямое, так и в форме электроэнергии, составляет основу всех ведущих отраслей промышленности (рис. 2). В свою очередь, производство, передача и использование ТЭС и энергии невозможны без потребления других видов минерального сырья и материалов. Соответственно, металлоемкость ТЭС как интегральный показатель отражает баланс в подсистеме

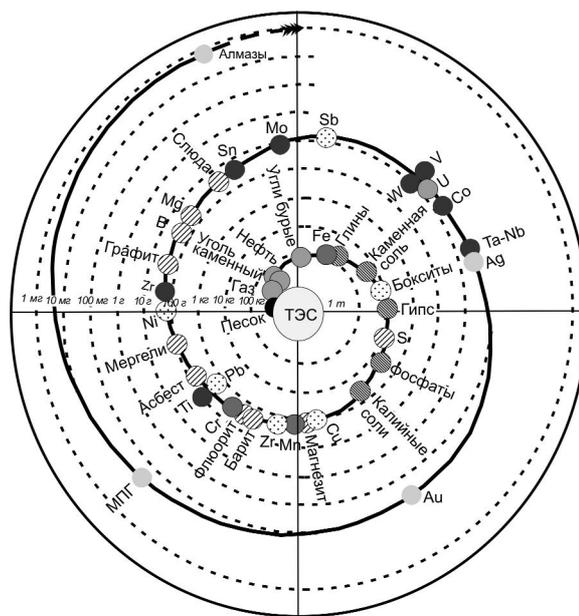


Рис. 2. Массы основных полезных ископаемых, приходящиеся на 1 туг ТЭС в мировом потреблении (1997 г.), исходные данные по Ф.В.Веллмеру с соавторами, пересчеты и графические построения А.И.Кривцова, Ю.В.Никешина

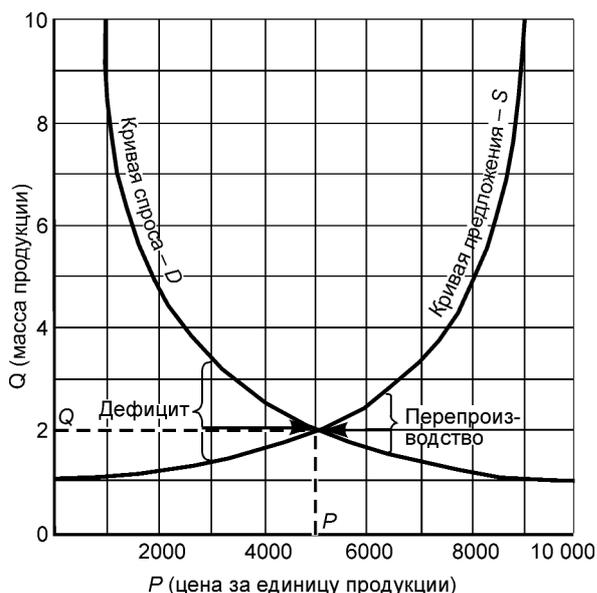


Рис. 3. Баланс спроса и предложения:

пунктир — значения равновесного состояния

мирового минерально-сырьевого обеспечения, требуемого достигнутым уровнем научно-технического прогресса. Сложившиеся пропорции используемых минерально-сырьевых масс могут меняться лишь при радикальных преобразованиях в мировой технологической инфраструктуре.

Баланс в системе цены – производство – потребление минерального сырья. Баланс между добычей (производством) и потреблением отвечает системе предложение–спрос и для подавляющего большинства полезных ископаемых определяется ценами на соответствующую продукцию. Цены на минеральное сырье и продукты его переработки фиксируют частные моменты между относительным переизобилием и дефицитом соответствующего минерально-сырьевого продукта (товара). В наиболее общем случае цена отвечает компромиссу между экономическими интересами добывающих и потребляющих предприятий (рис. 3).

Среди долговременных глобальных тенденций мирового минерально-сырьевого обеспечения многие эксперты отмечают снижение цен на металлы вместе с падением цен на золото, давление возвратного золота на его цены и другие металлы, независимость потребления металлов от динамики цен. Происходит устойчивый рост потребления вне прямой зависимости от уровня цен, снижение или стабилизация состояния запасов, не подчиняющиеся колебаниям цен, продолжающаяся убыль вклада добычи металлов в валовой внутренний продукт развитых стран (рис. 4).

Отказ от золотого приоритета национальных валют, инициированный США в начале 70-х годов, фактически ознаменовал усиление монетаристской экономики с принижением роли реальной (материальной) экономической сферы. С течением времени доллар США приобрел роль почти универсального платежного средства, т.е. как бы заменил золотой паритет многих национальных валют. Известно, что уровень ценности доллара зависит от политики Федерального резервного фонда США, определяющего целесообразность и масштабы эмиссии этих бумажных денег. Переход стран ЕЭС на евро — попытка коллективного противостояния доминанте доллара в глобальной денежно-валютной системе.

Ликвидность запасов металлических полезных ископаемых можно определить путем сопоставления цен на металлы в долларовом выражении и золотом эквиваленте по модели «кросс-курсов». Такое сопоставление основано на анализе динамики цен на Au, Ag, Pt, Pd, Cu, Pb, Zn, Ni, Co по данным

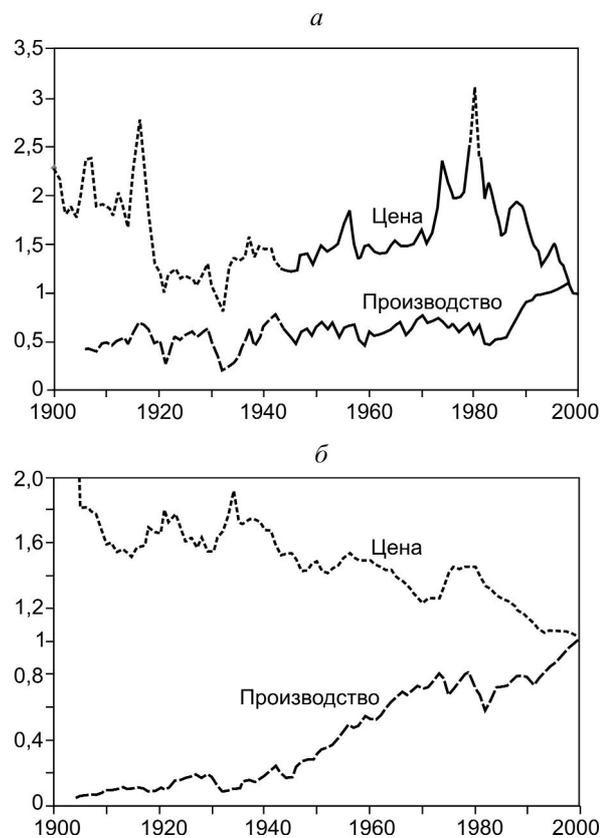


Рис. 4. Индексы производства и цен в США за 1900–2000 гг. (доля 2000 г.), по данным Геологической службы США:

а — металлы (2000 г.=1); б — неметаллы (2000 г.=1)

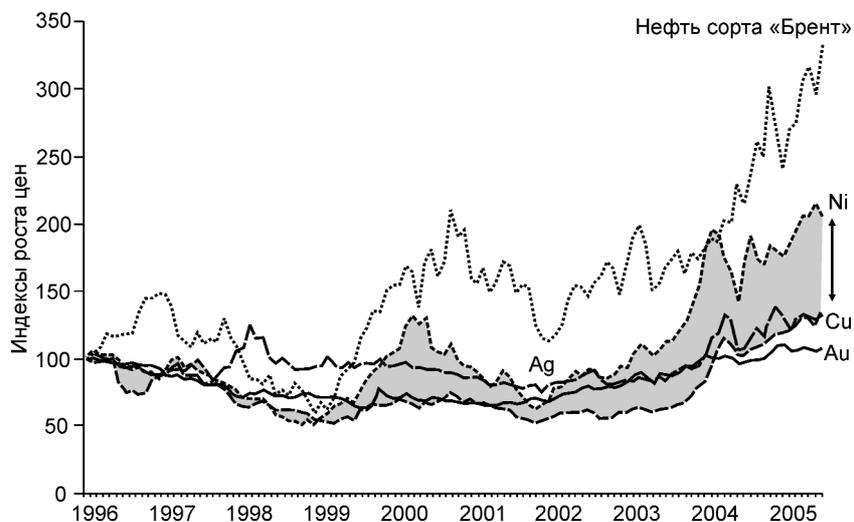


Рис. 5. Динамика среднемесячных мировых цен на нефть, никель, медь, серебро, золото, по данным ИАЦ «Минерал»

Геологической службы США за 1970–2000 гг. Названные металлы обладают высокой ликвидностью и весьма значительной чувствительностью к конъюнктуре мирового рынка. В то же время они характеризуются стабильностью потребительских свойств, определяемой отсутствием полноценных или эквивалентных заменителей. В наиболее общем («идеальном») случае цена на тот или иной металл должна в первую очередь отражать затраты на его производство, которые в силу инерционности масштабных технологических систем относительно стабильны. Однако долговременность высокоамплитудных колебаний цен свидетельствует о воздействии и других факторов ценообразования.

С отказом от золотого паритета постепенно усиливалась дифференциация цен на различные металлы в долларовом выражении. Менее отчетливо эта тенденция проявляется и в золотом эквиваленте долларовых цен.

Общая долговременная тенденция динамики цен на рассматриваемые металлы (исключая палладий) выражается в относительно слабом росте при увеличении цен на золото и падении цен на металлы в золотом эквиваленте. Соответственно, справедливо и обратное утверждение. Иными словами, все рассматриваемые металлы в условиях снижения цен на золото будут обесцениваться и в долларовом выражении.

Рост цен на нефть для всех стран-экспортеров, естественно, рассматривается как благо. Однако в тех случаях, когда такие страны в значительных объемах импортируют другие продукты, в том чис-

ле с высокой энергоемкостью производства, может возникнуть и уже возникает эффект бумеранга. С ростом цен на энергоносители поставщики товаров, естественно, увеличивают свои цены как минимум на нефтяную «добавку». Соответственно, возникает дополнительная нагрузка на потребителей (главным образом товаров массового потребления). В итоге непредвиденные нефтяные доходы экспортеров нефти и правительств сопровождаются предсказуемым ростом расходов населения и ускорением инфляционных процессов.

Воздействие роста цен на нефть в первую очередь сказывается на энергоемких производствах, отражением чего является близкая согласованность колебаний среднемесячных цен на нефть, никель и медь на фоне относительной независимости колебаний цен на золото, рост которых, скорее, отражает обесценивание доллара США. Этот фактор представляется достаточно значимым и для роста цен на нефть. Отмеченные выше зависимости характерны и для других металлов (рис. 5).

В то же время значительных изменений в объемах добычи полезных ископаемых за последние годы не наблюдается; они характеризуются положительной динамикой с близкими значениями темпов роста. Добыча нефти с 1996 г. растет близкими темпами, несмотря на контрастные перепады цен. При спаде цен на золото в 1997–2001 гг. его добыча начала медленно повышаться, а при подъеме цен проявилась тенденция к уменьшению добычи. Производство серебра обнаруживает несколько большую зависимость от динамики цен. Добыча цинка, свинца, олова вяло реагирует на

падение и рост цен, обнаруживая противоположные тенденции.

Поскольку мировое предложение нефти остается недостаточным для удовлетворения растущего спроса на энергию, становится все более ясным, что завышенные цены на нефть нескольких последних лет, ранее считавшиеся относительно непродолжительным явлением, останутся таковыми как минимум в течение еще нескольких лет.

Геозекологические проблемы текущего и будущего мирового минерально-сырьевого обеспечения. Идея сбалансированного развития мира — обеспечение минерально-сырьевых потребностей нынешних поколений без ущерба для будущих поколений удовлетворять их собственные потребности. Возможные пути достижения этих целей за последние годы анализировались в ряде международных проектов с учетом взаимодействия комплекса политических, экономических, социальных и экологических факторов. Представляется очевидным, что сбалансированное развитие требует достижения равновесия интересов в системе государство — горнодобывающие компании — общество — среда. Два первых элемента системы обладают наиболее мощным воздействием; возможности общества существенно ограничиваются потенциалом традиционных демократических институтов, а также стихийными или организованными протестными движениями (включая террористические акты). Среда же обитания, в принципе, беззащитна и пассивна до достижения критических состояний, создающих угрозу для обитания человечества. Профилактические меры предупреждения таких состояний пока составляют лишь незначительную часть природоохранных процессов. Человечество преимущественно борется с уже накопленными негативными эффектами и текущими воздействиями мировой технологической инфраструктуры на окружающую среду, далеко не всегда поддающимися прогнозированию на перспективу, в первую очередь, в кумулятивном выражении.

Интенсивно развивающиеся процессы глобализации в минерально-сырьевой сфере мировой экономики (и политики) еще более усилили разделение стран на поставщиков минерального сырья и его потребителей (во многих случаях — на потребителей уже обогащенного исходного сырья). Соответственно, в странах-поставщиках неизбежно усиливаются нагрузки на геологическую среду и возрастают экологические угрозы во благо улучшения ситуации в странах-потребителях, в том числе и за счет технологических отходов, остающихся за пределами их территорий, что в целом не способствует реализации идеи сбалансированного развития.

Так или иначе, в системах разделения мира следует считаться и с нарастающим разделением стран на экологически «чистые и нечистые».

При любых достижениях научно-технического прогресса в обозримой перспективе человечество не сможет отказаться от потребления минерального сырья, принадлежащего к невозобновляемым (в масштабах длительности истории человечества) природным ресурсам. Повторное использование некоторых металлов и минералов (рециклинг) ограничительно влияет на рост уровней их первичной добычи, а топливно-энергетическое сырье (нефть, газ, уголь) в значительных масштабах исчезает уже на первых стадиях использования при далеко не полной утилизации отходов сгорания.

Благосостояние человечества в значительной степени зависит от добычи и потребления топливно-энергетических ресурсов. В современной технологической инфраструктуре мира доминирует базовая схема — производство металлов и материалов для производства, передача и потребление энергии. В свою очередь, энергия потребляется не только для производства металлов и материалов, но и для производства самой энергии.

Возможности наращивания добычи минерального сырья в дальней перспективе ограничиваются исчерпанием естественных ресурсов недр на континентах, снижением уровней содержаний полезных ископаемых до технологически и экономически предельных (так называемый минералогический барьер), а также при росте глубин добычи до технологически непреодолимых величин. Реальность последних угроз очевидна из интенсификации добычи нефти и газа в акваториях внутренних и окраинных морей, а также шельфовых зонах.

В современном мире сложился минерально-сырьевой баланс глобальной технологической инфраструктуры, наиболее выразительными показателями которого служат значения металлоемкости (материалоемкости) энергопотребления — масс минерального сырья, приходящихся на 1 т потребляемого условного топлива [3].

Трудно усомниться в том, что в обозримой перспективе человечество будет добывать и потреблять все больше и больше минерального сырья. Сохранение достигнутого уровня комфортности обитания, включая энергетическую комфортность, требует увеличения потребления в темпах, по крайней мере, равных увеличению народонаселения, что не может обеспечить необходимый рост жизненного уровня большей части населения мира.

«Верхний» и «нижний» миллиарды народонаселения Земли различаются и будут еще долго различаться не только по уровню доходов на душу на-

селения, но и по массам энерго- и материалопотребления.

По данным многих исследователей, современное население мира, составляющее 6,38 млрд. человек (2004 г.), в ближайшие полвека может прирастать на 1,5% в год и, по крайней мере, удвоиться к 2050 г. В настоящее время на одного жителя Земли приходится [4] 2,32 га земли, 0,26 га пашни, 0,8 га лесных земель при водообеспеченности 7,2 тыс. м³. При этом удельная обеспеченность запасами топливно-энергетического сырья, выявленными в настоящее время, составляет на одного жителя планеты — нефть 26,2 т, газ 25,4 тыс. т, уголь 300 т.

Американские исследователи полагают, что на время жизни каждому из граждан США в будущем потребуется 1620 т основных полезных ископаемых (в том числе около 370 т нефти, более 160 тыс. м³ газа, что намного выше среднемировых удельных запасов).

Долговременные среднемировые тенденции добычи основных видов минерального сырья, принятые в прогнозах до 2025 г. [3], отвечают значительным темпам роста потребления, но далеко не достигают его среднедушевого уровня в США (табл. 1).

Интенсивность воздействия на окружающую среду процессов получения и использования минерально-сырьевых ресурсов прямо зависит от масс полезных ископаемых, извлекаемых из недр и подвергающихся различным способам переработки для применения в форме конечного продукта. При этом неизбежно возникают и накапливаются техногенные отходы, относительные массы которых тем больше, чем ниже содержания полезных ископаемых в исходном сырье (рудах). Если такие материалы, как песок и гравий, используются практически без отходов, то при добыче относительно бедных руд золота после извлечения 1 г этого металла на многих месторождениях остается не менее 1 т пустых пород.

Двадцать семь основных полезных ископаемых по массам, добытым из недр в 2003 г., условно разделяются на следующие группы (исходные данные Геологической службы США): I. 2–1 млрд. т (цементное сырье 1,86; руды меди 1,4; руды железа 1,12; сырье для абразивов 1,1; руды золота 1,0); II. 210–100 млн. т (руды цинка 210; каменные соли 210; бокситы 144; руды никеля 140; фосфаты 138; руды платиноидов 120; известняки 117; руды свинца 100); III. 55–27 млн. т (глины 55, алмазные руды 50, руды серебра 40, руды олова, торф, калийные соли по 27); IV. 16–10 млн. т (руды марганца 16; руды хрома 14; руды молибдена 13; пемза 13; тальк

10); V. <10 млн. т (барит 7, флюорит 5, кремнезем 4). В целом учетная мировая добыча твердых полезных ископаемых в 2003 г. эквивалентна извлекаемой горной массе 10 млрд. т (не менее 5 км³).

Ежегодно добываемая масса топливно-энергетического сырья существенно выше массы первой группы твердых полезных ископаемых. В 2003 г. в мире было добыто более 3 млрд. т нефти, почти 4 млрд. т угля, более 3 трлн. м³ природного газа.

В оценках масс потребляемого минерального сырья следует считаться с массовой, в ряде случаев «кустарной», добычей общераспространенных полезных ископаемых, традиционно ведущейся во многих странах мира и не поддающейся точному учету.

В целом по минимальным оценкам в настоящее время в мире ежегодно добывается не менее 20 млрд. т основных видов минерального сырья. Сверх этого извлекаются из недр и перемещаются массы вскрышных пород, которые препятствуют доступу к скоплениям полезных ископаемых. Учет таких масс централизованно не ведется. По материалам работы [4], на 1 т добытого угля приходится 1,5 м³ вскрышных пород (около 3 т).

Интегральные оценки масс, которые могут быть добыты к 2025 г., приведены в табл. 1. По этим данным с учетом средних содержаний полезных компонентов в рудах отходы от использования ведущих видов минерального сырья, которые будут накоплены к 2025 г., оцениваются в 150 млрд. т (75 км³), в том числе по Fe 36, Mo 35, Au 31,6, фосфатам 20,8, Cu 34,5, Zn, Pb, Ni, платиноидам от 4,5 до 2,5 млрд. т.

Соответственно, рост добычи и использования минерального сырья сокращает размеры исходного геологического пространства, занимаемого для добычи, первичной и окончательной переработки, а также для складирования отходов горнодобычного, обогащительного и металлургического производств.

Использование минерального сырья в наиболее общем случае отвечает циклу сопряженных процессов, который начинается с геологоразведочных работ по поискам и разведке месторождений, и при этом достигаются успехи на ограниченном числе объектов. В дальнейшем в освоение вовлекаются лишь те из открытых месторождений, которые обладают необходимой инвестиционной привлекательностью на то или иное время. Отработка заключается в извлечении запасов минерального сырья из недр и в большинстве случаев сопровождается его первичной переработкой — обогащением с отделением полезных компонентов от так называемых пустых пород, которые после дробления

1. Прогноз мировой добычи основных полезных ископаемых (без Российской Федерации и Китая), по [3]

Полезные ископаемые	Факт, 2000 г.	Прогноз на 2025 г.	Накопленная добыча
Нефть с конденсатом, млн. т	<u>2893,02</u> 5,84	<u>4730,00</u> 9,56	95 287,75
Природный газ, млрд. м ³	<u>2327,69</u> 12,93	<u>3710,00</u> 20,61	75 471,13
Уголь, млн. т	<u>3116,45</u> 2,69	<u>4200,00</u> 3,62	91 455,63
Всего ТЭС, в пересчете на млн. тут	<u>9777,94</u> 5,10	<u>15 010,00</u> 7,83	309 849,20
Железные руды, млн. т	<u>669,80</u> 3,40	<u>1236,00</u> 6,27	23 822,50
Фосфатное сырье, «	<u>99,51</u> 5,21	<u>195,00</u> 10,21	3681,39
Cu, тыс. т	<u>12 320,00</u> 5,60	<u>15 524,00</u> 7,06	348 050,00
Хромовые руды, млн. т	<u>12,24</u> 7,20	<u>17,00</u> 10,00	365,50
Ni, тыс. т	<u>833,00</u> 7,00	<u>1304,00</u> 10,96	26 712,50
Mo, «	<u>94,50</u> 6,75	<u>186,00</u> 13,29	3506,25
Sb, «	<u>8,50</u> 0,25	<u>26,40</u> 0,78	436,25
Sn, «	<u>132,84</u> 0,81	<u>127,00</u> 0,77	3248,00
Pb, «	<u>2325,00</u> 1,55	<u>2930,00</u> 1,95	65 687,50
Zn, «	<u>6475,00</u> 3,50	<u>8690,00</u> 4,70	189 562,50
Hg, «	<u>0,80</u> 0,20	<u>3,10</u> 0,78	48,75
Au, «	<u>2,08</u> 2,60	<u>3,10</u> 3,88	64,75
Ag, «	<u>15,08</u> 2,90	<u>20,40</u> 3,92	443,50
Марганцевые руды, млн. т	<u>15,40</u> 4,81	<u>12,50</u> 3,91	348,75
Алмазы, млн. карат	<u>7,80</u> 6,00	<u>179,00</u> 11,70	2335,00
Платиноиды, г	<u>265,00</u> 17,55	<u>402,00</u> 26,62	8337,50
Бокситы, млн. т	<u>120,75</u> 17,50	<u>189,00</u> 27,39	3871,88

Примечание. В числителе — абсолютные значения, в знаменателе — нормированные на уровень 1950 г.

и соответствующих технологических операций складываются в отвалы. Концентраты полезных ископаемых в большинстве случаев подвергаются переделу на других предприятиях, включая металлургические, где образуются собственные отходы. Металлы превращаются в изделия, часть которых после износа служит вторичными источниками металлов (скрап). Все перечисленные процессы оказывают влияние на окружающую среду, ухудшая состояние различных ее элементов.

Принято считать, что воздействие геологоразведочных работ на среду минимально и их последствия легко устранимы. Исключение составляют поиски и разведка месторождений нефти и газа, при которых проходятся глубокие скважины с применением технологических систем, занимающих значительные площади. Последствия строительства подъездных путей и коммуникаций, устройства площадок для буровых установок, сооружений амбаров для накопления отходов и другие геомеха-

нические нарушения поверхности после завершения проходки скважин до конца не устраняются. В процессе бурения в России используется 1 м³ воды на 1 м проходки скважин. При этом накапливаются буровые сточные воды, отработанные буровые растворы и буровой шлам. В Западной Сибири на 1 м проходки такие воды в сумме составляли 0,64 м³. Годовой объем отходов, загрязняющих в первую очередь почвенные слои, оценивается в 25 млн. м³ при содержании в них 1,7 млн. т химических реагентов в пересчете на твердое вещество. Масштабы подобных воздействий зависят от объемов бурения и уровней концентрации буровых работ; объем бурения, накопленный в России, превышает 160 млн. м [4]. Такие же факторы воздействуют на среду и при строительстве эксплуатационных скважин (промыслов), когда растет удельная нагрузка на единицу площади. За 1991–1999 гг. объемы сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водотоки по нефтедобывающей промышленности России составил около 200 млн. м³ [4].

Специфическая проблема отечественной нефтедобычи — полнота утилизации попутного газа, которая в современной России не превышает 80%. Более 5,5 млрд. м³ газа ежегодно сгорает в так называемых газовых факелах с выбросами в атмосферу около 400 тыс. т вредных веществ. Горящие факелы генерируют конвективные тепловые потоки воздуха и создают локальные метеорежимы в радиусе до 5 км от устья скважин.

Годовая утечка метана в атмосферу при нефти и газодобыче оценивается в 560 млн. т [4]; масштабы аварийных выбросов газа при фонтанировании скважин и разрывах трубопроводов не поддаются достоверной интегральной оценке.

Эксплуатация месторождений нефти и газа сопровождается мощными геохимическими процессами; с нефтью, газом и нефтяными водами на поверхность перемещаются огромные массы ряда элементов, включая радиоактивные. На нефтедобывающих предприятиях США за последние 20 лет накопилось около 8 млн. т радиоактивных отходов.

Нефтедобывающие предприятия по масштабам перемещения элементов и росту их концентраций сопоставимы с природными рудообразующими системами. Зонам их питания отвечают эксплуатируемые нефтеносные пласты и горизонты, а зонам накопления — технологические устройства, трубопроводы (табл. 2).

Значительные преобразования происходят и в подземном пространстве. Изменения геохимических характеристик среды в сочетании с радикальными изменениями гидродинамического режима принципиально влияют на гидрогеохимическое и

2. Содержания микроэлементов в нефти и пластовых водах, по [4]

Элементы	Нефть, г/т	Зола нефтей, %	Пластовые воды, г/м ³
V	0,03–1170	До 20,0	0,003
Ni	2,0–350,0	До 6,0	0,06
Al	1,0–75,0	До 2,5	–
Zn	0,1–35,8	До 1,1	0,1–28,0
Co	0,03–42,7	10 ⁻⁴	0,004
Fe	3,2–165,0	До 3,7	0,127
Se	0,03–4,0	–	–
Mn	0,1–30,0	10 ⁻³	0,004
As	0,05–8,8	0,005–0,03	До 0,03
Sc	До 0,01	10 ⁻⁴ –10 ⁻⁵	–
Cr	0,1–2,4	До 0,08	До 0,7
Sb	0,03–0,11	–	–
Hg	0,02–30,0	–	0,02–0,18
Ba	0,01–0,14	До 0,35	До 60,0
Br	1,0–10,0	До 1,9	51– 4107
I	1,0–10,0	До 3,2	2,0–120,0
Sr	0,2–19,0	0,03–1,51	(8·10 ⁻³)–8
Li	–	До 0,14	2,0–32,0
Mo	30,0	0,02	0,001
Pb	0,01–10,0	До 0,68	До 84,0
Cu	0,1–20,0	0,03–10,0	До 29,0
Sn	0,001–0,6	10 ⁻³	–
Au	До 0,001	–	0,01
Ag	10 ⁻³ –9,8	10 ⁻⁴	До 2,0
B	До 10,0	До 0,3	6,0–2054
Ga	До 0,001	10 ⁻³	–
In	До 0,5	10 ⁻³	–
Ge	0,015–0,69	10 ⁻⁵	0,002
Ti	До 3,4	10 ⁻³	0,01–1,3
Cs	–	–	0,3–15,0
Cd	0,02–12,7	–	–
U	До 0,001	10 ⁻⁴ –0,05	0,4–0,7
Ra	До 10 ⁻⁸	–	10 ⁻⁹
Th	До 10 ⁻⁴	–	–
Rb	До 0,28	–	До 8,7
Re	0,05–0,2	–	До 0,01
Be	До 0,1	–	0,0002

гидрогеологическое состояния недр. В сочетании с межпластовыми перетоками вод это ведет к необратимым изменениям водонасыщенности сред, негативно сказывающимся на состоянии подземного водного баланса и создающим сложные проблемы

текущего и перспективного бытового и промышленного водообеспечения в крупных центрах нефтедобычи.

Наиболее грозные сигналы о превышении пределов извлечения углеводородов из недр, допускаемых природой, служат техногенные землетрясения в нефте- и газодобывающих районах, возникающие в результате вывода эксплуатируемых месторождений из состояния геодинамического равновесия.

Добыча твердых полезных ископаемых отличается от нефтедобычи не только способами извлечения полезных ископаемых из недр, но и существенно большими массами технологических отходов, приходящихся на единицу полезного компонента, а также значительно большей территориальной распространённостью добывающих предприятий (исключая отдельные крупные системообразующие горнодобывающие и горно-металлургические комбинаты).

Добычу угля в России ведут 330 основных предприятий — 212 шахт (150 млн. т в год) и 118 разрезов (210 млн. т в год). На каждый 1 млн. т добытого угля приходится 3,22 млн. м³ вод, сбрасываемых в водотоки, около 1,5 млн. м³ вскрышных и вмещающих пород и почти 3 тыс. т вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, а также более 10 га нарушенных земельных угодий [4]. Отходы угледобычи и обогащения углей дополняются продуктами их сжигания (золы и шлаки), в которых многократно возрастают содержания многих элементов, включая токсичные и радиоактивные [4].

Извлечение твердых полезных ископаемых из недр как при открытой, так и подземной добыче неизбежно сопровождается деформациями массивов горных пород и нарушениями геодинамического равновесия, что нередко приводит к просадкам земной поверхности, возникновению техногенных оползней, а в отдельных случаях и к локальным землетрясениям, поражающим и центры урбанизации. В сфере воздействия горных выработок изменяется гидрогеологический режим вследствие откачки подземных вод, сбрасываемых в поверхностные водотоки.

Разрушение добываемых руд и пород с использованием взрывчатых веществ сопровождается загрязнением атмосферы и поверхности земли, прилегающей к предприятиям. Особенно значительно действие массовых взрывов, производимых в карьерах для отбойки и дробления пород и руд. Основные загрязнители атмосферного воздуха в сфере деятельности горнорудных и горно-металлургических предприятий [4] — диоксид серы и пыль (ежегодно по Российской Федерации 200 млн. т), оксиды азота (60 млн. т), оксиды углерода (8 млрд. т).

Для горнорудного предприятия средней производительности требуется земельный отвод площадью 2–3 тыс. га. В результате ветров и миграции вод площадь воздействия на среду увеличивается в 10–15 раз. Показателен пример горнообогатительных комбинатов Криворожья (Украина), которые занимают более 20 тыс. га и ежегодно складировуют 90 млн. т хвостов обогащения железных руд.

Крупнейший в мире карьер по добыче медных руд и попутных молибдена и золота на месторождении Бингхэм (штат Юта, США), эксплуатируемый более 100 лет, имеет в поперечнике 4 км при глубине 1200 м. Протяженность внутрикарьерных и отвальных дорог превышает 800 км. За время эксплуатации месторождения извлечено и перемещено 5,4 млрд. т (около 2,7 км³) горной массы (руд и вскрышных пород). Добыто 17 млн. т меди, что в мировых ценах последних лет эквивалентно 25,5 млрд. дол. США (примерно 5 дол. на каждую извлеченную из недр тонну горной массы). При приведении массы извлеченных из недр руд и пород к добытой массе меди нетрудно подсчитать, что получение каждой тонны основной товарной продукции (меди) сопровождалось накоплением различных видов отходов горнорудного и обогатительного производства массой около 300 т (примерно 150 м³). Складирование этих отходов требует постоянного наращивания площадей горного отвала, из-за чего в 1971 г. был снесен городок Бингхэм, давший название месторождению, а в 1996 г. под отвалы было дополнительно отведено 1300 га.

По доступным публикациям трудно оценить размеры площади, занятой отвалами карьера Бингхэм. Если исходить из приведенных выше значений интегрального объема горной массы (примерно 2,7 км³) и возможной высоты отвалов 50 м, то площадь отвалов должна составлять 50 км².

Массы горных пород, складированные на столь значительной площади, обладают принципиально иными, чем исходная поверхность, тепло-светопоглощающими и отражающими характеристиками, провоцирующими изменения естественного метеобаланса.

Все виды техногенных отходов обладают повышенной токсичностью, которая зависит как от исходных свойств полезных ископаемых, так и от комплекса химических реагентов, используемых при обогащении руд. Весьма существенно и в действие экзогенных факторов, в первую очередь атмосферных осадков и кислорода, на изменения минеральных форм и подвижность рудообразующих элементов, определяющее возможность их миграции в сфере обитания.

В работе [4] приведены комплексные описания ряда горнодобывающих и горно-металлургических комплексов России, обладающих как длительной, так и относительно короткой историей функционирования.

Более двух столетий Российская Федерация была и пока еще остается практически единственной в мире страной со значительной добычей золота из россыпных месторождений, большинство которых находится в особо неустойчивых и неустойчивых ландшафтных зонах. За всю историю российской золотодобычи в отработку было вовлечено более 4000 россыпных месторождений, не считая множества мелких объектов.

Добычные работы ведутся в долинах водотоков. При этом еще до начала отработки золотоносных песков перемещаются огромные объемы вскрышных пород («торфов») с охватом речных пойм и террас в соответствии с регламентами добычных работ, что приводит к полному уничтожению всей растительности и формированию техногенных ландшафтов. При промывке собственно золотоносных отложений накапливаются отвалы пустых пород, массы которых ежегодно возрастают по мере снижения предельно допустимых содержаний золота, вследствие чего объем перемещенных и промытых пород в 1995 г. достиг 1 млрд. м³ против 500–600 млн. м³ в 1970 г.

Разрыхление отложений и промывка золотоносных песков сопровождаются загрязнением вод и заиливанием речных русел на многие километры ниже россыпей, что влияет на состояние водных биоценозов. При дражной отработке россыпей создаются искусственные водоемы, радикально изменяющие гидрологические режимы с обезвоживанием нижележащих пойменных долин. Изменения структуры дренажных систем дополнительно влияют на тепловой режим многолетней мерзлоты с изменением состояния массивов горных пород.

В районах с длительной историей золотодобычи накопились огромные объемы вскрышных и отвальных пород, млрд. м³: Ленско-Бодайбинский 10,5, Верхнеколымский 9,0, Алданский 4,0, Среднеуральский, Южноуральский, Енисейский, Верхнеиндигирский от 2,4 до 2,0. В десяти других районах эти объемы колеблются около 1 млрд. м³. Некоторые районы россыпной золотодобычи обладают способностью к самоочистке, самовосстановлению со скоростью от 7–20 до 15–30 и 15–50 лет. Однако эти процессы прерываются в тех случаях, когда отходы более ранней добычи вновь вовлекаются в отработку.

При добыче твердых полезных ископаемых основная часть отчуждаемых и нарушаемых земель

приходится на горные выработки, породные отвалы, хвосто- и шламохранилища. Площади нарушаемых земель значительно варьируют по размерам: на 1 млн. т добываемых в России железных руд приходится 14–500 га, известняков — 60–1200 га, фосфоритов — 20–80 га.

В работе [4] приводятся описания воздействия на среду крупнейших российских территориально-промышленных комплексов по добыче, обогащению и металлургической переработке руд черных и цветных металлов.

Комплекс Курской магнитной аномалии (КМА) по добыче железных руд располагается в густонаселенной черноземной зоне России. Ежегодно из трех карьеров и одной шахты добывается около 65 млн. т руды и складывается более 25 млн. м³ вскрышных пород. На каждом из добычных предприятий функционируют обогатительные фабрики, накапливающие хвосты обогащения руд. Переработка концентратов ведется на Старооскольском электрометаллургическом комбинате. На Лебединском горнообогатительном комбинате сооружается завод горячебрикетированного железа.

С начала действия комплекса вскрыты докембрийские породы на площади 200 км², выведено из сельхозоборота более 100 тыс. га черноземов. Отходы обогащения руд составляют около 60% их массы, а вместе с металлургическим переделом около 80%; доля используемой горной массы оценивается в 10% от извлеченной из недр; объем отвалов и хвостохранилищ превышает 1,5 млрд. м [4]. Интенсивно формируется техногенный рельеф — долины и балки заполняются отходами (хвостами), отвалы вскрышных пород имеют высоту 60–100 м. Лебединский карьер площадью в 10 км² достиг глубины 350 м, Стойлинский (7 км²) — 200 м.

На карьерах в год откачивается около 100 млн. м³ воды. Депрессионная воронка Лебединского карьера охватывает 380 км² с понижением уровня вод на 10–15 м, что привело к осушению колодцев и водозаборных скважин, а также ручьев и мелких рек. Потери вод из хвостохранилищ, оцениваемые в тысячи кубических метров в час, приводят к загрязнению источников водоснабжения.

Отбойка породы в карьерах массовыми взрывами с мощностью зарядов более 400 т взрывчатых веществ сопровождается выбросами пыли и газов объемом 15–20 млн. м³ на высоту до 300 м с последующим разносом и выпадением на удалении до 10 км.

Специфическая проблема КМА — рост концентраций радона, выбрасываемого из пород при их разрушении, а также из вскрытых трещинных структур.

Загрязнение атмосферы и пылевая нагрузка на почвы сопровождаются накоплением многих элементов, включая токсичные. В радиусе 15–17 км от Лебединского горнообогатительного комбината не рекомендуется использовать в пищевом рационе ряд сельскохозяйственных культур.

В комплексе КМА создан ряд дополнительных производств по утилизации отходов горнодобывающих предприятий. Однако такие производства так или иначе создают дополнительные нагрузки на все компоненты геологической среды.

В работе [4] также содержатся характеристики Норильского горно-промышленного комплекса, добывающего и перерабатывающего руды цветных металлов. Здесь весьма велики выбросы сернистого ангидрида в атмосферу (до 2 млн. т в год); накопление меди в почвах вблизи плавильных предприятий по содержанию превышает первичные концентрации в природных рудах. Город Норильск блокирован со всех сторон металлургическими предприятиями и находится под воздействием многокомпонентного смога.

В целом главные факторы воздействия добычи твердых полезных ископаемых на геологическую среду определяются процессами создания в недрах полостей и накопления на поверхности тех или иных отходов добычи и переработки. Основные факторы нарушения равновесий дополняются технологическими процессами дробления и переработки руд, ведущимися с использованием взрывчатых веществ и различных реагентов.

Горнодобычные работы и металлургическое производство обладают высокой энергоемкостью. Основные объемы энергоресурсов используются при процессах горения, сопровождающихся потреблением атмосферного кислорода. Пока еще должным образом не оценены расходы этого элемента на преобразования дезинтегрированных пород и руд, которые постепенно приходят в химическое (и геохимическое) равновесие с условиями земной поверхности.

Проблему кислородного обеспечения человечества рассмотрел в ряде работ А.Т.Пихлак [5], показавший, в частности, что для сжигания всех запасов топливного энергетического сырья, готовых к отработке, потребуется 1637 млрд. т кислорода. При постоянном уровне потребления этот ресурс может быть исчерпан уже к 2038 г. Расходование атмосферного кислорода на окисление огромных горных масс, извлекаемых на поверхность, в таких расчетах не учитывается, но, вероятно, составляет весьма внушительные величины. Нельзя не присоединиться к позиции А.Т.Пихлака, убежденного в том, что лишь лесной покров может уберечь планету не

только от дефицита кислорода, но и от парникового эффекта.

Предполагаемое к 2050 г. удвоение населения Земли приведет к тому, что площадь суши, приходящаяся на одного человека, сократится почти до 1 га (!). Рост производства и потребления минерального сырья, по крайней мере, такими же темпами, что и населения, еще более ускорит подобное сокращение за счет накопления отходов на земной поверхности. Несмотря на интенсификацию природоохранных процессов, невозможно представить, что человечеству удастся все накопленные отходы добычи минерального сырья «положить обратно», поскольку это потребует громадных затрат, пожалуй, даже несопоставимых с кумулятивными затратами на добычу и переработку минерального сырья.

Из минерально-сырьевого баланса современной технологической структуры (металло- и материалоёмкости потребляемой энергии) следует, что в 2000 г. потребление 1 туг, полученной из нефти, газа и угля, сопровождалось накоплением не менее 6,5 т отходов, получаемых при добыче 25 основных полезных ископаемых (без учета металлургических отходов). Для наглядности заметим, что за каждым золотым перстнем массой 9 г с бриллиантом в 3 карата маячит «тень» 4–5 т отходов, находящихся вне среды обитания владельца (владелицы) такого украшения.

Усиливающаяся со временем угроза истощения площадей среды обитания при ухудшении состояния и качества воздушного баланса, поверхностных и подземных вод может быть ослаблена расширением использования нетрадиционных источников энергии (в первую очередь, геотермальных), а также созданием принципиально новых (альтернативных) систем энергообеспечения.

При комплексном подходе к проблеме, определяемом многовековыми традициями ведущих горнодобывающих стран мира, система недропользования в наиболее общем виде должна включать: создание того, что доступно для пользования; регламент и формы передачи в пользование; мониторинг процессов пользования; порядок вывода объектов из пользования, в том числе и при истощении используемых ценностей; статус выведенных из пользования объектов, включая права собственности и ответственность за состояние и техногенные последствия воздействия недропользования на среду.

Основные тенденции изменения качества минерально-сырьевой базы золота и цветных металлов. К концу истекшего века усилились тенденции снижения требуемых при разработке содержания ряда металлов, в первую очередь благород-

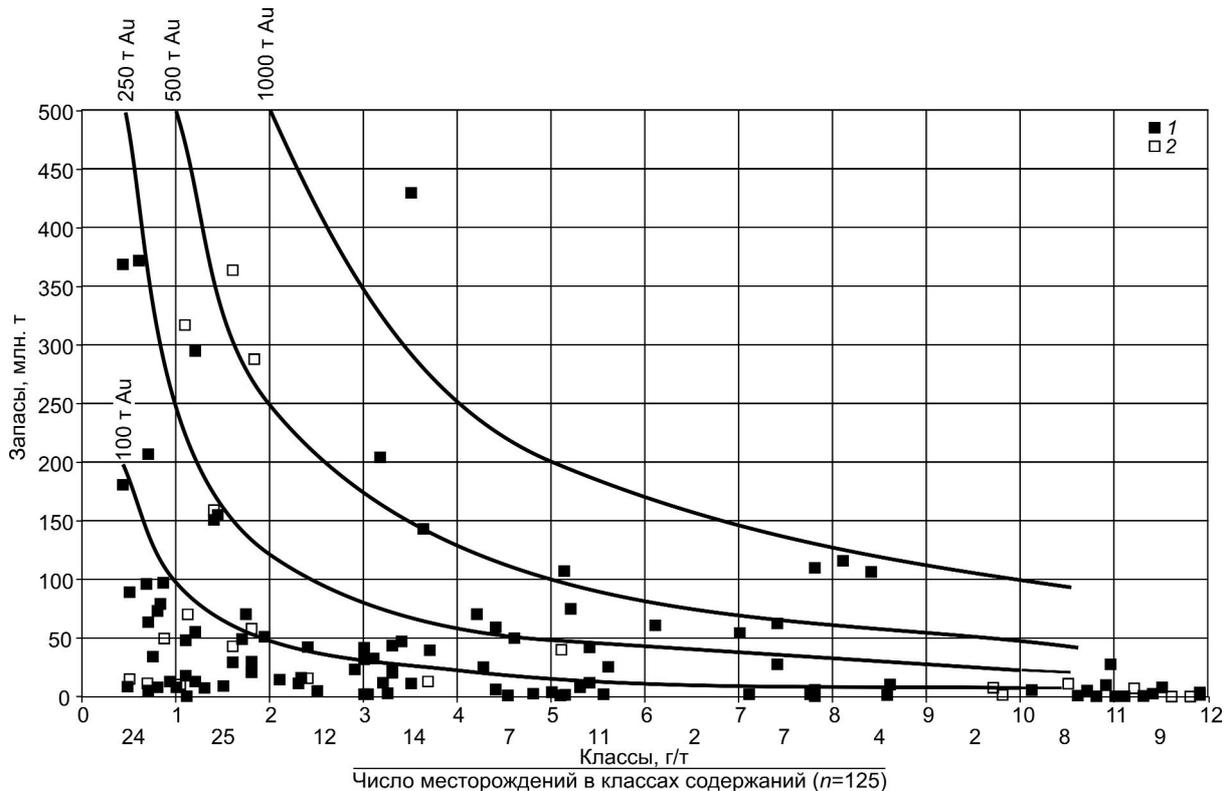


Рис. 6. Распределение зарубежных золоторудных месторождений по доказанным запасам руды и классам содержаний Au (исключены пять месторождений с запасами >500 млн. т):

1 — эксплуатируемые месторождения; 2 — проекты

ных, отчасти и цветных, в рудах разведываемых и эксплуатируемых месторождений. Наиболее показательным примером в этом отношении служат россыпные месторождения благородных металлов, где ранее возникшие отвалы промытых металлоносных пород неоднократно вовлекались (и вовлекаются) в переработку. На смену относительно богатым массивным сульфидным рудам меди (колчеданное семейство) пришли медно-порфиновые, в настоящее время доминирующие в мировой добыче меди при средних ее содержаниях ниже 0,5%. Существенно снизилось и качество руд на коренных месторождениях золота, как благодаря новым технологиям извлечения этого металла, так и под воздействием периодически возникающих ценовых бумов.

Как видно на примере медно-порфиновых и многих золоторудных месторождений в терригенных и карбонатных толщах, вместо рудных тел, достаточно контрастно отличающихся от вмещающих пород, геологи-рудники оказались перед принципиально новым, пока еще до конца непонятым феноменом — минерализованными породами, в которых рудные компоненты не обособлены в тех или

иных телах, а рассеяны во вмещающей геологической среде. Это обстоятельство имеет революционное значение как для традиционных генетических парадигм, так и для методов и методик поисков таких месторождений.

В чем же заключаются изменения качества минерально-сырьевой базы золота и какие последствия они влекут за собой? Эти тенденции можно оценить на примере зарубежных золоторудных месторождений, освоенных и осваиваемых ведущими иностранными компаниями. Основу анализа составляют данные, систематизированные Л.Ф. Мызенковой по 125 зарубежным месторождениям, включая 102 эксплуатируемых и 23 введенных или вводимых в освоение после 2005 г. Исходные данные этой выборки, не включающей месторождения России, СНГ, Китая и отдельные месторождения ЮАР, обладают должной представительностью. Они учитывают около половины мировых доказанных запасов золота и примерно столько же мировой добычи этого металла.

В табл. 3 месторождения, включенные в выборку, ранжированы по классам содержаний, результа-

3. Группировка зарубежных золоторудных месторождений по классам содержания Au

Классы Содержания Au, г/т	Месторождения			Доказанные запасы					Годовая производительность				
	Группы	Число	%	руды		содержания, г/т	металла		по руде		по металлу		
				млн. т	%		т	%	млн. т	%	т	%	
<u>1</u> 0,3-1,0	В	24	19,20	8361,72	63,64	0,74	6174,33	27,79	257	490,02	59,11	334,38	25,06
	Э	20	16,00	7250,92	55,18	0,74	5401,40	24,31		434,02	52,35	300,98	22,55
	П	4	3,20	1110,80	8,45	0,70	772,93	3,48		56,00	6,76	33,40	2,50
<u>2</u> 1,1-2,0	В	25	20,00	2332,39	17,75	1,44	3366,11	15,15	135	160,76	19,39	222,20	16,65
	Э	17	13,60	1022,70	7,78	1,43	1434,50	6,46		140,76	16,98	183,70	13,77
	П	8	6,40	1309,70	9,97	1,45	1931,60	8,69		20,00	2,41	38,50	2,88
<u>3</u> 2,1-3,0	В	12	9,60	220,87	1,68	2,62	579,34	2,61	48	25,93	3,13	71,10	5,33
	Э	10	8,00	189,37	1,44	2,66	504,36	2,27		25,93	3,13	71,10	5,33
	П	2	1,60	31,50	0,24	2,38	74,98	0,34					
<u>4</u> 3,1-4,0	В	14	12,00	1042,23	7,93	3,51	3655,67	16,45	261	57,05	6,88	152,56	11,43
	Э	12	10,40	1009,13	7,68	3,51	3546,31	15,96		53,09	6,40	139,15	10,43
	П	2	1,60	33,10	0,25	3,30	109,36	0,49		3,96	0,48	13,41	1,00
<u>5</u> 4,1-5,0	В	7	6,40	255,40	1,94	4,48	1143,82	5,15	163	25,25	3,05	78,15	5,86
	Э	7	6,40	255,40	1,94	4,48	1143,82	5,15		25,25	3,05	78,15	5,86
	П	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
<u>6</u> 5,1-6,0	В	11	8,80	316,14	2,41	5,23	1654,12	7,44	150	28,35	3,42	133,44	10,00
	Э	10	8,00	276,14	2,10	5,25	1449,12	6,52		28,35	3,42	133,44	10,00
	П	1	0,80	40,00	0,30	5,13	205,00	0,92					

Нет данных

Нет данных

Нет данных

Нет данных

Продолжение табл. 3

Классы Содержания Au, г/т	Месторождения			Доказанные запасы					Годовая производительность					
	Группы	Число	%	руды		содер- жания, г/т	металла		по руде		по металлу			
				млн. т	%		т	%	млн. т	%	г	%		
$\frac{7}{6,1-7,0}$	В	2	1,60	115,00	0,88	6,52	750,13	3,38	375	8,01	0,97	3,93	31,51	2,36
	Э	2	1,60	115,00	0,88	6,52	750,13	3,38		8,01	0,97	3,93	31,51	2,36
	П	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
$\frac{8}{7,1-8,0}$	В	7	5,60	209,95	1,60	7,65	1605,93	7,23	229	17,09	2,06	7,02	119,89	8,98
	Э	7	5,60	209,95	1,60	7,65	1605,93	7,23		17,09	2,06	7,02	119,89	8,98
	П	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
$\frac{9}{8,1-9,0}$	В	4	3,20	233,70	1,78	8,24	1924,62	8,66	481	7,53	0,91	7,33	55,14	4,13
	Э	4	3,20	233,70	1,78	8,24	1924,62	8,66		7,53	0,91	7,33	55,14	4,13
	П	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
$\frac{10}{9,1-10,0}$	В	2	1,60	8,80	0,07	9,60	84,44	0,38	42	0	0	0	0	0
	Э	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
	П	2	1,60	8,80	0,07	9,60	84,44	0,38						
$\frac{11}{10,1-15}$	В	8	6,40	60,00	0,46	12,85	770,76	3,47	96	3,98	0,48	12,13	48,30	3,62
	Э	7	5,60	49,00	0,37	13,40	656,76	2,96		3,98	0,48	12,13	48,30	3,62
	П	1	0,80	11,00	0,08	10,36	114,00	0,51						
$\frac{12}{>15}$	В	9	7,20	23,16	0,18	22,04	510,42	2,30	56	5,03	0,61	17,47	87,84	6,58
	Э	6	4,80	16,01	0,12	24,66	394,73	1,78		4,18	0,50	17,61	73,54	5,51
	П	3	2,40	7,15	0,05	16,18	115,69	0,52		0,85	0,10	16,82	14,30	1,07
	Итого	125	100,00	13 179,37	100,00	1,69	22 219,69	100,00	177,75	829,00	100,00	1,61	1334,51	100,00
	Э	102	81,60	10 627,32	80,64	1,77	18 811,68	84,66		748,19	90,25	1,65	1234,9	92,54
	П	23	18,40	2 552,05	19,36	1,34	3408	15,48		80,81	9,75	1,23	99,61	7,46

Примечание. В — всего по классу, Э — эксплуатируемые месторождения, П — проекты.

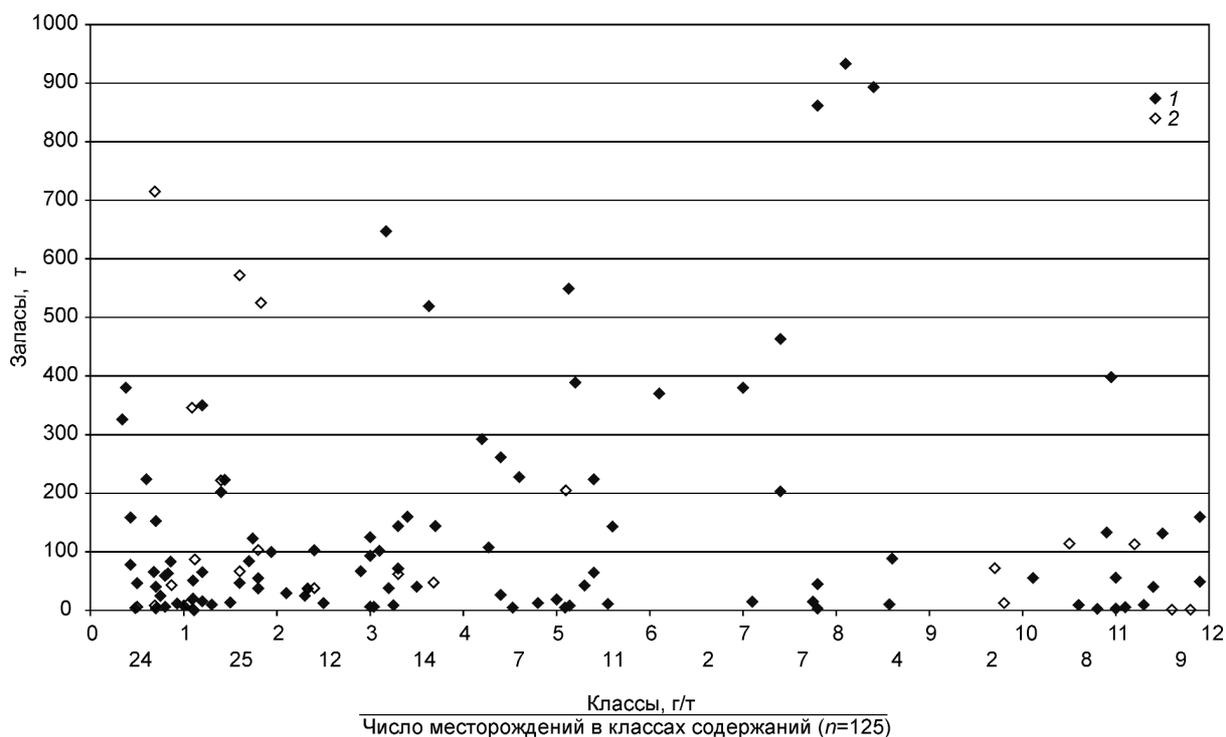


Рис. 7. Распределение зарубежных золоторудных месторождений по доказанным запасам металла в них и классам содержаний Au (исключены три месторождения с запасами >1000 т):

1 — эксплуатируемые месторождения; 2 — проекты

ты чего отражены на рис. 6, 7. Средние содержания металла в доказанных запасах составляют 1,68 г/т, в добываемых рудах — несколько ниже. На первый класс месторождений (0,3–1,0 г/т) приходится около 28% запасов металла (24 месторождения, около 20% от выборки); годовая добыча на этих месторождениях составляет 25% от выборки при содержании металла 0,68 г/т.

Следующий класс (1,1–2,0 г/т) включает 25 месторождений и охватывает 15% запасов металла при среднем содержании в руде 1,44 г/т. Близкими значениями обладают показатели годовой добычи на этих месторождениях. В эти же два класса (0,3–2 г/т) входят 40% месторождений с 80% запасов руды и 43% запасов металла со средним его содержанием ниже 2 г/т.

На десять остальных классов приходится около 20% запасов руды (76 месторождений) и 57% запасов металла с усредненными уровнями содержаний Au более 5 г/т, которые получают за счет пока еще заметного вклада богатых руд.

Запасы золота, приходящиеся на одно месторождение в выборке, составляют около 180 т при колебаниях средних значений по классам от 40 до 500 т (см. табл. 3).

Возникает вопрос о том, в каких странах наиболее высок вклад в запасы месторождений с низкими содержаниями выборки. Ответ на этот вопрос легко найти в табл. 4. Месторождения с содержаниями Au менее 1 г/т находятся в Бразилии (2 месторождения с запасами 236 т Au при содержании Au 0,43 г/т), Индонезии (2 — более 3 тыс. т Au, 0,84 г/т), Чили (2 — 758 т Au, 0,70 г/т), США (7 — 557 т Au, 0,44 г/т). Группу месторождений с содержаниями золота, несколько превышающими 1 г/т, представляют Аргентина (1 — 317 т Au, 1,09 г/т), Перу (5 — около 1400 т Au, 1,11 г/т). Четырнадцать месторождений Канады обладают запасами Au 880 т при его содержании более 4,5 г/т. Богатыми рудами располагают ЮАР (17 — 5300 т Au, 6,23 г/т), Танзания (3 — 800 т Au, 7,39 г/т).

Из приведенного анализа следует, что снижение требуемых содержаний золота в рудах отражает общемировые тенденции, которые следует учитывать при формировании минерально-сырьевой базы России [1], поскольку так называемые бедные руды золота, не отвечающие рамкам текущих экономических фильтров, с учетом фактора времени могут и должны стать основой фонда будущих поколений. При этом следует иметь в виду, что

4. Распределение зарубежных золоторудных месторождений по странам внутри классов по содержаниям Au

Классы Содержания Au, г/т	Число	Страны	Доказанные запасы			Годовая производительность		
			руды, млн. т	Au, г/т	металла, т	по руде, млн. т	Au, г/т	по металлу, т
$\frac{1}{0,3-1,0}$	5	Австралия	391,77	0,70	272,35	58,89	0,25	14,96
	1	Аргентина	372	0,60	223,92	29,478	0,80	23,62
	2	Бразилия	549,8	0,43	236,45	33,558	0,38	12,6
	1	Гондурас	34,1	0,75	24,88	6,046	0,66	4,02
	2	Индонезия	3600,1	0,84	3032	113,067	0,95	107,96
	1	Папуа-Новая Гвинея	7,81	0,80	6,2	5,946	0,76	4,49
	2	Перу	1000,77	1,02	1022,62	72,522	0,98	71,08
	7	США	1257,3	0,44	557,38	129,873	0,44	57,22
	2	Чили	1084,57	0,70	758,1	56	0,60	33,4
	1	ЮАР	63,5	0,70	40,43	14,117	0,36	5,03
По классу 1	24		8361,72	0,74	6174,33	490,019	0,68	334,38
$\frac{2}{1,1-2,0}$	6	Австралия	536,25	1,59	851,75	12,259	5,53	67,8
	1	Аргентина	317,2	1,09	346	16	1,07	17,1
	1	Гайана	7,4	1,30	9,8	7,727	1,29	9,94
	5	Гана	278,5	1,53	426,44	31,958	1,48	47,14
	1	Гвинея	55,4	1,20	65,31	9,462	0,88	8,37
	1	Канада	29,4	1,60	47	2,147	2,89	6,2
	1	Мексика	48	1,10	51	6,6	0,71	4,69
	3	Перу	239,82	1,48	355,08	28	1,00	27,9
	1	Суринам	42,9	1,60	66,55	4,6	1,65	7,6
	2	США	307,92	1,19	365,5	8,96	4,35	39
	1	Узбекистан	154,9	1,44	223	35,317	0,38	13,48
	1	Чили	305,8	1,78	545	17,344	1,67	29
	1	ЮАР	8,9	1,50	13,68	0,983	1,96	1,93
По классу 2	25		2332,39	1,44	3366,11	160,757	1,38	222,2
$\frac{3}{2,1-3,0}$	5	Австралия	97,66	2,48	242,65	12,922	2,87	37,07
	1	Гана	11,4	2,30	24,9	2,566	2,94	7,54
	1	Гватемала	15,6	2,40	38	Нет данных		
	1	Зимбабве	4,8	2,50	12,44	1,155	2,64	3,05
	2	Канада	57,6	2,81	162	1,963	4,12	13,29
	1	Мали	31,8	3,00	93,3	5,05	2,96	14,93
	1	США	2,01	3,00	6,05	2,271	1,53	3,48
По классу 3	12		220,87	2,62	579,34	25,927	2,74	71,1
$\frac{4}{3,1-4,0}$	3	Австралия	55,4	3,27	181,37	8,318	2,97	24,74
	1	Зимбабве	2,7	3,25	8,71	1,18	1,09	1,29
	2	Канада	72	3,41	245,7	3,812	4,38	16,7
	3	Мали	71,1	3,49	247,9	6,865	2,59	17,79
	1	Мексика	20,2	3,30	61,89	1,8	3,28	5,91
	2	Папуа-Новая Гвинея	186,63	3,55	663,1	7,077	4,83	34,17
	1	США	204,2	3,17	647	Нет данных		
1	Узбекистан	430	3,50	1600	28	2,07	58	
По классу 4	14		1042,23	3,51	3655,67	57,052	2,67	152,56

Продолжение табл. 4

Классы Содержания Au, г/т	Число	Страны	Доказанные запасы			Годовая производительность		
			руды, млн. т	Au, г/т	металла, т	по руде, млн. т	Au, г/т	по металлу, т
<u>5</u> 4,1–5,0	1	Австралия	3,8	5,00	18,66	0,682	3,77	2,57
	1	Канада	1,1	4,53	4,91	0,546	3,85	2,1
	1	Кыргызстан	25,1	4,27	107,61	5,75	2,86	16,44
	1	США	6	4,40	26,4	0,665	4,81	3,2
	1	Танзания	70,4	4,20	292,34	4,979	3,62	18,01
	2	ЮАР	109	4,49	488,9	12,632	2,84	35,83
По классу 5	7		255,4	4,48	1143,82	25,254	3,09	78,15
<u>6</u> 5,1–6,0	1	Австралия	2	5,55	11,2	0,591	7,31	4,32
	1	Индонезия	1,59	5,14	8,25	1,916	5,31	10,17
	2	Канада	19,9	5,39	107,31	4,951	5,60	27,73
	1	Россия	0,95	5,09	4,85	0,85	14,78	12,56
	1	США	107,1	5,13	549	10,322	4,24	43,8
	5	ЮАР	187,4	5,19	973,51	12,229	4,51	55,15
По классу 6	11		316,14	5,23	1654,12	27,761	4,86	134,92
<u>7</u> 6,1–7,0	1	Гана	60,8	6,10	370,09	4,627	3,61	16,71
	1	ЮАР	54,2	7,00	380,04	3,383	4,37	14,8
По классу 7	2		115	6,52	750,13	8,01	3,93	31,51
<u>8</u> 7,1–8,0	1	Бразилия	1,9	7,75	14,86	0,625	7,84	4,9
	1	Индонезия	0,4	7,80	3,11	0,306	23,59	7,22
	1	США	2,1	7,10	15	1,331	7,76	10,33
	4	ЮАР	205,55	7,65	1572,96	14,828	6,57	97,44
По классу 8	7		209,95	7,65	1605,93	17,09	7,02	119,89
<u>9</u> 8,1–9,0	1	Аргентина	10,3	8,60	88,3	0,634	9,51	6,03
	1	Канада	1,2	8,57	10,32	0,456	6,14	2,8
	2	ЮАР	222,2	8,22	1826	6,435	7,20	46,31
По классу 9	4		233,7	8,24	1924,62	7,525	7,33	55,14
<u>10</u> 9,1–10,0	1	Аргентина	7,5	9,70	72	Нет данных		
	1	Фиджи	1,3	9,80	12,44			
По классу 10	2		8,8	9,60	84,44			
<u>11</u> 10,1–15,0	2	Канада	5,7	10,16	57,9	0,101	20,40	2,06
	1	Папуа-Новая Гвинея	0,2	15,00	3,11	0,165	13,58	2,24
	1	США	9,8	13,60	133	1,638	12,15	19,9
	2	Танзания	38,4	13,33	512	1,075	10,33	14,1
	1	Чили	5,1	11,00	55,73	0,688	14,83	10,2
	1	ЮАР	0,8	10,60	9,02	0,316	8,86	2,8
По классу 11	8		60	12,85	770,76	3,882	12,68	49,24
<u>12</u> >15,0	3	Канада	7,27	34,17	248,44	0,852	39,40	33,57
	1	Мали	7,8	16,80	131,24	2,735	11,97	32,74
	4	Перу	1,09	16,37	17,84	0,59	12,25	7,23
	1	США	7	16,12	112,9	0,85	16,82	14,3
По классу 12	9		23,16	22,04	510,42	5,027	17,47	87,84
Итого	125		13 179,36	1,69	22 219,69	828,304	1,71	1414,73

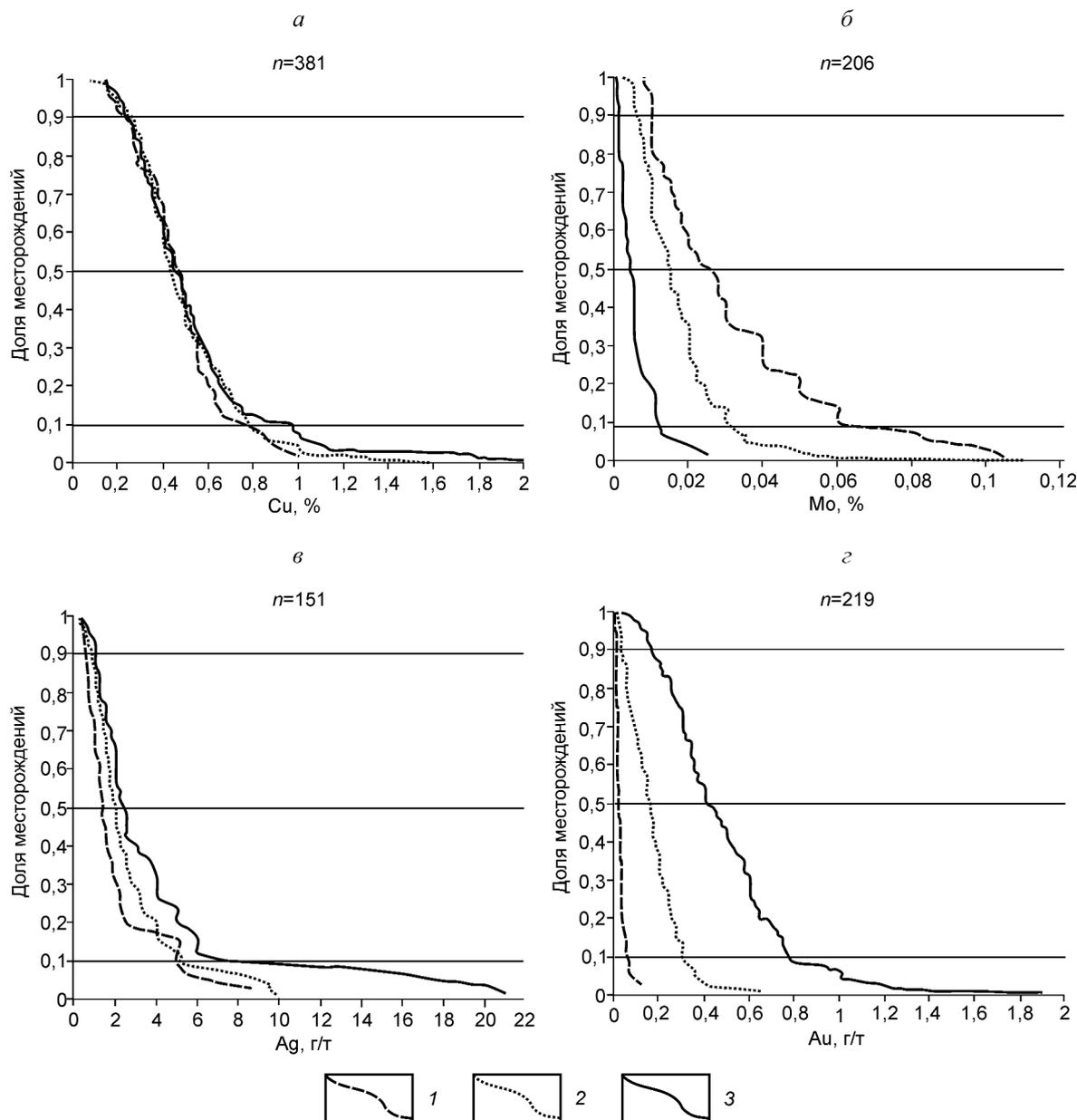


Рис. 8. Распределение месторождений медно-порфирового семейства по содержаниям металлов, рассчитано по данным Д. Сингера с соавторами, 2002:

a — Cu; *б* — Mo; *в* — Ag; *г* — Au; кривые распределения по типам месторождений: 1 — Cu-Mo-порфировый, 2 — Mo-Cu-порфировый, 3 — Au-Cu-порфировый

именно бедными рудами сложены как зарубежные (Янакоча и Пьерина в Перу), так и отечественные (Сухой Лог, Наталкинское) месторождения-гиганты мирового класса. Если два последних представляют золотоносные терригенно-сланцевые толщи, то на перуанских месторождениях рудные тела — это минерализованные витрокластические туфы, находящиеся в верхних пластах и на флан-

гах золото-медно-порфировых рудно-магматических систем.

Наряду с этим, в мировой добыче золота весьма значительна доля руд всего медно-порфирового семейства, где золото, как правило, извлекается попутно, что существенно снижает производственные издержки. Данные о золотоносности основных типов месторождений этого семейства,

обработанные В.С.Звездовым [2], отражены на рис. 8.

В целом охарактеризованные мировые тенденции определяют приоритетные для РФ объекты и направления геологоразведочных работ на золото: терригенно-сланцевые толщи Востока страны и рудно-магматические системы ВПП Северо-Востока, Прибайкалья и Алтае-Саянской складчатой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгосрочная государственная программа изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005–2010 годы и до 2020 года). Утверждена МПР России 8 июня 2005 г.
2. Звездов В.С. Крупные и сверхкрупные месторождения медно-порфирового семейства в ранговых рядах запасов и содержаний // Отечественная геология. 2005. № 2. С. 46–56.
3. Кривцов А.И. Минерально-сырьевая база на рубеже веков — ретроспектива и прогнозы. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999.
4. Недра России. Т. 2. Экология геологической среды / Под ред. Н.В.Межеловского и А.А.Смыслова. — СПб. — М., 2002.
5. Пихлак А.Т. О роли кислорода в стратегии развития минерально-сырьевого комплекса // Маркшейдерия и недропользование. 2005. № 1 (15). С. 54–55.

УДК 553.41/48:338

© Б.И.Беневольский, Л.Ф.Мызенкова, И.А.Августинчик, 2007

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВАЯ БАЗА БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ — РЕТРОСПЕКТИВА И ПРОГНОЗ

Б.И.Беневольский, Л.Ф.Мызенкова, И.А.Августинчик (ЦНИГРИ Роснедра МПР России)

Основные тенденции изменения показателей МСБ металлов. За 1970–2003 гг. запасы золота выросли в 1,8 раза и на начало 2004 г. составили 56,4 тыс. т, среднегодовые темпы роста — 7,7%.

За 1970–2000 гг. изменилось распределение запасов по типам месторождений: доля золотоносных конгломератов снизилась с 45 до 36%, увеличился вклад золото-серебряных месторождений в вулканоплутонических поясах, золото-сульфидных в углеродистых терригенно-карбонатных формациях и медно-порфировых месторождений (с попутным золотом). Значительно снизилась доля россыпных объектов (с 12 до 4%).

Рудничное производство золота в мире в 2004 г. превысило 2450 т, увеличившись с 1970 г. в 1,7 раза. Устойчивый рост мировой золотодобычи в 1970–2000 гг. происходил за счет роста производства в традиционных странах-лидерах (США — в 6,5 раза, Австралия — в 15,3 раза, Канада — в 2 раза) и значительной ее интенсификации в странах Латинской Америки (Перу, Чили, Бразилия — в десятки раз), Азии (Индонезия, Папуа-Новая Гвинея — более чем в 100 раз), Африки (Танзания, Мали, Гана). В конце 90-х – начале 2000 гг. темпы роста рудничного производства золота снизились, что было обусловлено пятилетним (1997–2001 гг.) снижением цен на золото. В этот период падала золотодобыча в США, Канаде, Австралии, продолжился многолетний спад в ЮАР. Все это привело к самому крупному с 1943 г. спаду (5%) мировой золотодобычи в 2004 г. Падение добычи могло быть еще более значительным, если бы не ее рост в Китае, Перу, России, Танзании и др.

Двукратный рост промышленного потребления золота в 1970–2004 гг. стимулировал увеличение золотодобычи даже в условиях пятилетнего снижения цены на золото, значительно превышая ее в 1984–2004 гг. Наиболее высокий уровень мирового потребления в 1997–2000 гг. обусловлен значительным его ростом в Индии и Италии — ведущих странах-потребителях, активно развивающих ювелирную промышленность в условиях снижения цены на золото. Последующий спад потребления (2001–2003 гг.) вызван ростом цены и сокращением

нея — более чем в 100 раз), Африки (Танзания, Мали, Гана). В конце 90-х – начале 2000 гг. темпы роста рудничного производства золота снизились, что было обусловлено пятилетним (1997–2001 гг.) снижением цен на золото. В этот период падала золотодобыча в США, Канаде, Австралии, продолжился многолетний спад в ЮАР. Все это привело к самому крупному с 1943 г. спаду (5%) мировой золотодобычи в 2004 г. Падение добычи могло быть еще более значительным, если бы не ее рост в Китае, Перу, России, Танзании и др.

спроса на ювелирные изделия практически во всех регионах мира. В 2004 г. уровень мирового потребления вырос до 3160 т.

За 35 лет мировые цены на золото возросли в 12,4 раза, пройдя через максимальное значение (19,8 дол./г) в 1980 г. и последующие разнонаправленные колебания. В период пятилетнего снижения (1997–2001 гг.) цены отмечен ее минимальный за 20-летний период уровень 8,71 дол./г (2001 г.). Снижение цены на золото сопровождалось сокращением инвестиций в геологоразведочные работы (ГРП), уменьшением темпов роста запасов и мировой добычи и наметившейся тенденцией ее спада при сокращении производства в ряде ведущих стран-производителей (ЮАР, США, Австралия, Канада). В 2002–2006 гг. цена на золото стабильно растет (до 19,4 дол./г в 2006 г.), приближаясь к историческому максимуму 1980 г., в соответствии с политическими (нестабильность в различных регионах мира) и экономическими (рост цен на нефть, ослабление национальной валюты США и др.) факторами.

Более чем 30-летний отрезок истории мировой МСБ золота характеризуется в целом устойчивым ростом запасов, рудничного производства и потребления в условиях разнонаправленной динамики цен после максимального за всю историю золотодобычи уровня 1980 г. Обеспеченность мировой добычи доказанными запасами с учетом запасов ЮАР составляет около 23 лет, что вызывает необходимость активизации ГРП в ближайшем будущем. Консолидация мировой золотодобычи привела к образованию мощных ресурсных групп с широкими возможностями выбора приоритетов в различных регионах мира.

Мировые доказанные запасы *серебра* за 1970–2003 гг. возросли в 2,22 раза, и на 01.01.04 г. составили 672,1 тыс. т. Высокий среднегодовой темп их роста с 1970 по 1990 гг. (5,7%) в последующем снизился в мире в целом (до 0,31%) и ведущих странах-держателях. Первое место по запасам серебра принадлежит России (10,8% мировых запасов). Наиболее крупные запасы сосредоточены также в Польше, США, Мексике, Таджикистане и Боливии (в сумме с РФ 48,0% мировых запасов). Высокий рост запасов за весь период характерен для Таджикистана, Аргентины и Индонезии. Рост запасов РФ был обеспечен за счет Дукатского и Хаканджинского месторождений. Коэффициент компенсации добычи серебра мировым приростом запасов в целом за 1970–2004 гг. составил 3,1.

В 1970–2004 гг. мировое рудничное производство серебра росло со среднегодовым темпом 3,26%, выросло в 2,31 раза и в 2004 г. составило 19 731 т. На пять ведущих стран (Мексика, Перу,

Австралия, Китай, Польша) в 2004 г. приходилось 59,45% мирового рудничного производства. Наиболее значительно увеличили добычу серебра за этот период Польша (в 246 раз), Чили (в 243 раза), Китай (в 80 раз), Индонезия (в 30 раз). 70% мировых доказанных запасов серебра приходится на комплексные серебросодержащие месторождения, поэтому добыча его тесно связана с рудничным производством свинца и цинка, меди, отчасти золота.

Освоение новых месторождений с реализацией горнорудных проектов приводит к повышению обеспеченности добычи запасами мировой МСБ серебра на среднесрочную перспективу в среднем на 20 лет.

Общие производственные затраты на производство серебра (включая амортизацию и отчисления на восстановление запасов) в 2000 г. незначительно снизились (с 0,097 до 0,076 дол./г), несмотря на более существенный рост цен на металл, в связи с ростом цен на топливо, сталь, рабочую силу, транспортировку и другие виды товаров и услуг.

Мировое потребление серебра за период 1970–2004 гг. выросло в 1,89 раза при среднегодовом темпе 3,34%, достигло максимума в 2000 г. — 28 621 т и к 2004 г. снизилось до 26 024 т. Крупнейшие мировые страны-потребители серебра — США, Индия, Япония, Китай (более 58% мирового потребления). Потребление ведущих 15 стран в 2004 г. составило в сумме 22 743 т, или более 87% общемирового потребления. Россия занимает первое место в мире по запасам серебра, входит в число 15 ведущих стран по рудничному производству и располагает пятым по годовому объему производства металла рудником в мире (Дукатский ГОК), но крупным потребителем серебра не является в связи с экспортной политикой страны и ведущих компаний, ориентированной на вывоз металла.

Общее потребление серебра в 1970–2004 гг. устойчиво превышало его добычу. Дефицит компенсировался за счет наземных запасов: роста производства из вторичного сырья, складских запасов бирж, государственных продаж и тезаврационных запасов частных лиц.

В 1970–2004 гг. мировые цены на серебро выросли более чем в 4 раза и достигали максимумов в 1980 и 1983 гг. (0,67 и 0,37 дол./г). Устойчивый дефицит предложения серебра на мировом рынке в 1990–2004 гг. привел к повышению цен на серебро в 2000 г. до современных значений 0,3–0,4 дол./г в результате высокого и растущего промышленного спроса на металл.

Обеспеченность мировой добычи доказанными запасами серебра за весь период незначительно увеличилась от 32 до 36 лет, с максимумами в

1980 г. и 1994 г., отвечающими периодам открытий крупных золото-серебряных, свинцово-цинковых и медных месторождений. С 1980 г. до настоящего времени происходит ее общее снижение в результате интенсивного погашения запасов при низком уровне их воспроизводства.

Перспектива рынка серебра на ближайшие годы положительная с сохранением высокого уровня потребления в традиционных сферах (фотоиндустрия, потребительский ювелирный спрос, медицина и др.) и ростом потребления металла в промышленной сфере (электронная техника, очистка промышленных и питьевых вод).

Доказанные запасы *металлов платиновой группы* (МПГ) в мире (без России) за 1970–2003 гг. возросли в 8 раз и составили на 1.01.04 г. 53,5 тыс. т, из них 93% сосредоточены в ЮАР, 2,8% — в Зимбабве, 2,6% — в Канаде и США.

Состояние мировых запасов определяется их динамикой в ЮАР. Наиболее высокий прирост мировых запасов приходится на 1985–1990 гг., когда запасы ЮАР выросли в 2 раза (до 49,9 тыс. т); среднегодовые темпы роста запасов за 1970–2003 гг. составили 24%, коэффициент компенсации — 15, обеспеченность добычи запасами к 2004 г. — более 160 лет.

Рост производства МПГ в мире за последние 35 лет (в 5,4 раза) обусловлен более чем шестикратным его увеличением в ЮАР. Доля этой страны в мировом производстве МПГ (84%) сохраняется, и в 2000 г. Канада и США занимают второе и третье места среди зарубежных стран (5,8 и 5,2 соответственно). Ведущую роль в мировом производстве МПГ играет, кроме ЮАР, Россия.

Мировое потребление платиновых металлов в 1970–2004 гг. возросло в 5 раз и устойчиво превышало рудничное производство, потребление платины и палладия выросло в 4,5 и 5,2 раза соответственно. Основные потребители — страны с развитыми ювелирной промышленностью и автомобилестроением (США, Канада, Япония и Европа). Рост спроса на МПГ, обусловленный развитием инновационных технологий, привел к активизации ГРР и подготовке к освоению новых объектов, расширению производства на действующих рудниках, оживлению ранее закрытых горнорудных предприятий.

Постоянное превышение потребления МПГ над их производством воздействовало повышательно на цены 1970–2005 гг. Цена на платину, оставаясь в 90-е годы на уровне 12 дол./г, резко возросла в 2000 г. и, превысив в 2003 г. исторический максимум 1980 г., увеличилась в 2006 г. до 32,7 дол./г; цена на ранее более дешевый (3–5 дол./г) палладий после значительного роста в 2000 г. (до 21,9 дол./г) снизилась в 2006 г. до 10,3 дол./г.

Рост потребления МПГ устойчиво опережает рост мирового производства. Рост потребления палладия определяет ключевую позицию России на мировом рынке. Перспективы сложившейся в 90-е годы конъюнктуры мирового рынка остаются благоприятными для зарубежных производителей МПГ и России и в 2000 г.

Золото. *Основные типы месторождений золота.* Золото образует промышленные концентрации в эндогенных и экзогенных месторождениях различной генетической принадлежности. Коренные (эндогенные) месторождения в общем случае группируются следующим образом: собственно золотые, где удельная ценность золота превышает 50%; комплексные золотосодержащие, в которых золото входит в состав руд цветных, редких, черных и благородных металлов в качестве попутного промышленного компонента.

Экзогенные месторождения представлены в основном двумя большими группами — россыпями и корами химического выветривания.

В минерально-сырьевой базе России коренные месторождения относятся к важнейшим. В отечественной классификации обычно используется геолого-промышленная типизация, под которой понимается совокупность месторождений, характеризующихся сходством геологической позиции и близкими геолого-экономическими показателями промышленного освоения.

1. Распределение общих запасов золота по геолого-промышленным типам в мире и РФ

Геолого-промышленные типы	Общие запасы, %	
	РФ	мировые
Месторождения в углеродистотерригенных СВК	31,2	17,0
Месторождения комплексных золотосодержащих руд	28,8	14,3
Месторождения в СВК вулканоплутонических поясов	9,9	12,2
Месторождения зеленокаменных поясов раннего докембрия	«	8,0
Месторождения в вулканогенно-осадочных и интрузивных СВК	8,4	4,6
Золотоносные россыпи	17,8	3,95
Месторождения золотоносных кор выветривания и окисленных руд	3,4	1,9
Месторождения золото-скарновые	0,5	0,9
Месторождения в глубокометаморфизованных кристаллических породах	«	0,7
Итого	100	100

По тектоническим позициям и отвечающим им структурно-вещественным комплексам (СВК) выделяются семейства месторождений (табл. 1), среди которых в России выявлены следующие: в комплексах наложенных вулканоплутонических поясов и зон тектономагматической активизации; в терригенных и терригенно-карбонатных комплексах мио-мезозогеосинклинальных зон; в вулканогенно-осадочных и интрузивных комплексах эвгеосинклинальных зон.

Распределение общих запасов и прогнозных ресурсов золота в России по этим семействам показано на рис. 1.

Предложенная в табл. 1 типизация охватывает все совокупности родственных золоторудных месторождений, играющих основную роль в минерально-сырьевой базе России и зарубежных стран, в том числе объектов, известных за рубежом, но пока не имеющих аналогов в нашей стране.

Как видно из табл. 1, структура запасов золота коренных месторождений Российской Федерации по геолого-промышленным типам отличается от структуры запасов месторождений мира [6, 32]. Если около половины мировых запасов сосредоточено в месторождениях, связанных с докембрийскими золотоносными конгломератами и архейскими зеленокаменными поясами, то в Российской Федерации промышленные объекты этих типов до настоящего времени не выявлены; оценены лишь прогнозные ресурсы категории P_3 в отдельных структурах, приуроченных к выступам древних щитов. Нет в РФ и месторождений в зеленокаменных поясах раннего докембрия. Преобладающая часть запасов коренного золота РФ сосредоточена в терригенных углеродистых и терригенно-карбонатных СВК, представленных крупными месторождениями двух геолого-промышленных типов с относительно низким содержанием металла: золото-(мышьяково)-сульфидным (Сухой Лог) и золото-кварцевым малосульфидным (Наталкинское).

Запасы. На начало 2004 г. мировые доказанные запасы (далее — запасы) золота составляли 56 411 т. За 1970–2003 гг. они увеличились в 1,77 раза (рис. 2, табл. 2) [8, 9]. Наиболее значительный их рост (на 36%) произошел в 1980–1994 гг. Падение цены золота на мировом рынке в 1997–2001 гг. вызвало резкое сокращение (в 2,5 раза) инвестиций в геологоразведочные работы на золото (с 2,61 млрд. дол. в 1997 г. до 1,05 млрд. дол. в 2001 г.), которое продолжалось вплоть до 2003 г. Тенденция уменьшения расходов на ГРП привела к сокращению прироста запасов, а снижение цены золота — к их геолого-экономической переоценке ведущими золотодобывающими компаниями. Часть запасов была переве-

дена в категорию ресурсов. В 2002 г. по сравнению с 1996 г. масса запасов золота в мире снизилась на 2,2 тыс. т. Однако рост цены золота стимулировал увеличение затрат на ГРП, и уже на 01.01.04 г. масса запасов увеличилась более чем на 1000 т за счет в основном их роста в развивающихся странах — Китае, Гане, Индонезии, Перу, Филиппинах и др.



Рис. 1. Структура минерально-сырьевой базы коренного золота России:

месторождения: I — СВК вулканоплутонических поясов, II — вулканогенно-осадочных и интрузивных СВК, III — углеродисто-терригенных СВК

2. Состояние доказанных запасов золота в ведущих странах мира в 1970-2003 гг., т [6, 8, 9]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	% от мира	2003/ 1970
ЮАР	18 500	25 000	25 000	23 550	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	22 000	20 000	18 500	18 000	17 500	17 000	16 000	16 000	28,4	0,86
Россия	3384	4125	5048	5658	6211	6378	6456	6623	6620	6576	6522	6460	6372	6241	6171	6057	5934	5811	10,3	1,72
США	2550	3750	1400	1720	4980	4980	4980	4980	5050	5050	5050	4950	4800	4750	4550	4370	4430	4480	7,9	1,76
Австралия	300	900	600	770	1800	1800	1800	2500	2450	2450	2500	2300	2350	2500	3300	3270	3350	3420	6,1	11,4
Индонезия	Нет данных	Нет данных	34	40	754	1447	1587	1827	1850	1850	2400	2400	2750	3000	3100	3000	2940	3040	5,4	89,4*
Канада	750	1500	1300	770	3190	3190	3190	3190	3190	3250	3280	3200	3130	3170	3070	2930	2850	2640	4,7	3,52
Китай	Нет данных	Нет данных	900	900	900	900	900	900	900	700	810	1000	1200	1300	1700	1950	2000	2200	3,9	2,44**
Узбекистан	1878	2381	3177	3488	3500	3450	3400	3450	3450	3400	3400	3500	2050	2020	2100	2100	2100	2100	3,7	1,12
Папуа-Новая Гвинея	610	700	1943	1943	1943	1943	1943	1943	1943	1900	1870	1820	1740	1680	1700	2020	1960	1940	3,4	3,2*
Чили	70	45	559	610	559	559	610	610	630	630	1088	1345	1484	1685	1720	1710	1710	1685	3,0	24,1*
Гана	240	180	227	276	253	253	276	380	380	820	820	850	804	790	900	1020	1140	1300	2,3	5,4*
Филиппины	550	560	931	931	931	931	931	931	931	1000	1060	1100	1070	1070	1090	1080	1080	1150	2,0	2,09*
Перу	70	70	70	70	70	70	70	184	190	200	280	390	590	782	750	800	940	1150	2,0	16,4*
Танзания	38	38	52	64	52	52	64	64	70	100	300	300	301	408	513	660	675	650	1,2	17,1*
Аргентина	15	13	25	25	77	77	255	450	450	425	425	422	556	478	520	665	630	610	1,1	40,7*
Итого	27 362	37 656	37 622	38 132	47 142	48 030	48 462	50 032	50 104	50 351	51 805	50 037	47 697	47 874	48 684	48 632	47 739	48 176	85,4	1,76
Мир	31 884	43 825	42 278	43 548	54 016	55 208	56 152	57 682	57 677	55 451	57 448	55 359	54 772	55 411	56 121	54 957	55 204	56 411	100,0	1,77

*Отношения 2003/1980.

**Отношения 2003/1990.

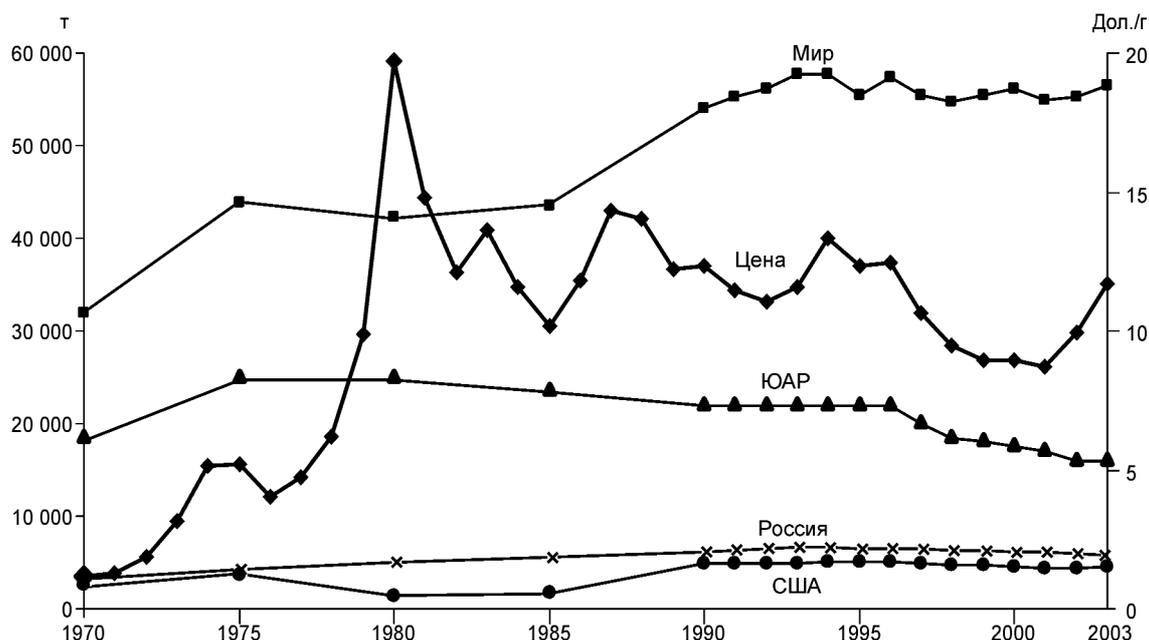


Рис. 2. Состояние доказанных запасов золота в мире и ведущих странах (ЮАР, России, США) в 1970–2003 гг. в сопоставлении с ценой

Пятнадцать ведущих золотодобывающих стран, запасы каждой из которых в 2003 г. превысили 600 т, обладают 85% мировых запасов золота. Со второй половины 90-х годов в число стран с запасами более 2000 т, кроме традиционных лидеров — ЮАР, России, США, Австралии, Канады и Узбекистана, входит Индонезия. В 1996–2003 гг. в этих странах, за исключением Австралии и Индонезии, имело место уменьшение запасов, особенно существенное в ЮАР (на 27%), США (11%) и Канаде (19%). В то же время, характерен значительный рост запасов в Перу (в 4,1 раза), Китае (2,6 раза), Танзании (2,2 раза), Аргентине, Чили и Гане (более чем в 1,5 раза). Именно эти страны компенсировали большую часть потерь запасов странами-лидерами.

Темпы прироста запасов в мире за 1971–2003 гг. в целом характеризуются положительной динамикой при среднегодовом показателе 7,7%. С начала 90-х годов особенно высокими темпами роста запасов отличались страны Южной Америки и Азии — Перу, Чили, Аргентина, Индонезия. Среднегодовой коэффициент компенсации рудничного производства (добычи) приростом запасов золота (K) в мире за 1971–2002 гг. составил 1,43. Падение цены золота в конце 90-х годов и инвестиций в ГРП привело к снижению темпов роста запасов, что при увеличении в 1995–2001 гг. рудничного производства обеспечило лишь простое воспроизводство запасов ($K=1$). При этом $K<1$ наблюдался в ведущих странах-производителях — Канаде, США,

ЮАР, а расширенное воспроизводство с высоким показателем ($K>2$) — в Чили, Мексике, Перу, Венесуэле, Индонезии, Мали.

Обеспеченность мировой добычи золота запасами в 1970–2003 гг. в начале и конце периода оценивается в 19–23 года с учетом запасов ЮАР, где более чем 40-летняя обеспеченность сохраняется в последние годы из-за спада добычи. Обеспеченность России составляет около 35 лет. Обеспеченность других ведущих стран-производителей к 2004 г. снизилась, в том числе в США до 16 лет, Австралии до 12 лет.

В рассматриваемый период развития и освоения мировой минерально-сырьевой базы золота произошли существенные изменения ее структуры. К концу 70-х годов 45% запасов было сосредоточено в месторождениях золотоносных конгломератов, к 2000 г. их доля снизилась до 36,5%, но при этом увеличились запасы золото-серебряных месторождений вулканоплутонических формаций (12,2%), золото-сульфидных месторождений углеродистых терригенно-карбонатных формаций (17%) и медно-порфириковых, в рудах которых золото является сопутным компонентом (более 14%). Значительно снизилась доля запасов россыпных месторождений — с 12 до 4%.

Оценки запасов и ресурсов — это динамичные характеристики, изменяющиеся в зависимости от многих факторов. Новые открытия, технологические достижения, динамика цен на мировом рынке,

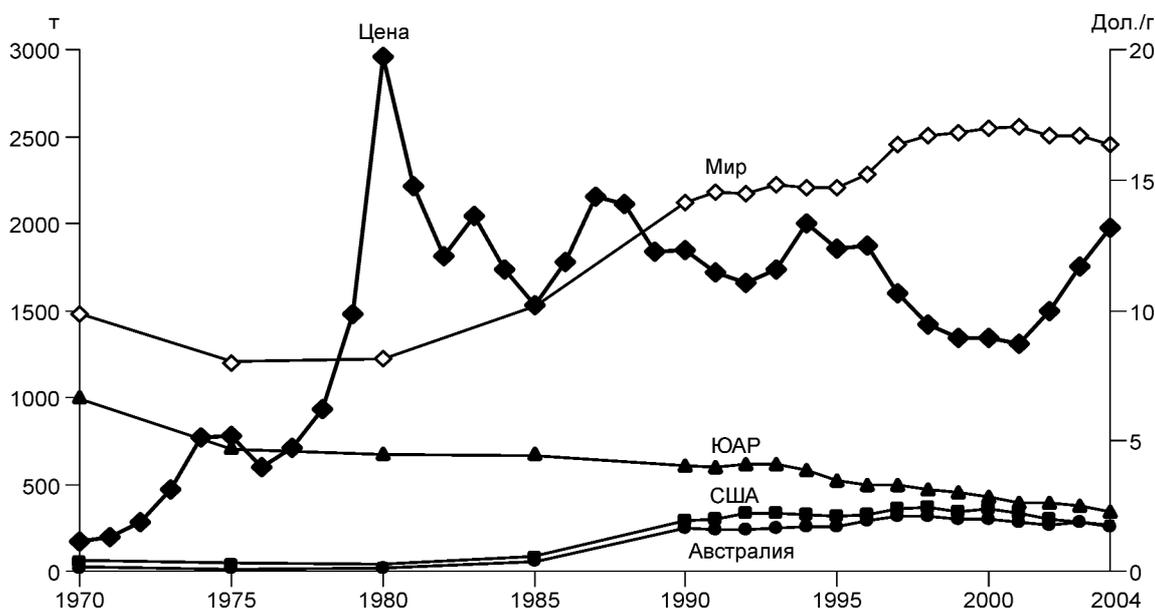


Рис. 3. Рудничное производство золота в мире, ЮАР, США и Австралии в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

правовые, экономические, социально-политические и другие факторы воздействуют как на стоимость получения золота, так и на ведение бизнеса в разных странах (курсы валют, трудозатраты, налогообложение, правительственная геополитика и др.). Оценки запасов и ресурсов различных стран и компаний не всегда сопоставимы в связи с различными критериями и системами классификации.

В ретроспективе за 1970–2003 гг. значительный рост цены на золото до ее максимального уровня в 1980 г. определил развитие геологоразведочных работ и привел к обнаружению новых месторождений, ревизии ранее открытых, но нерентабельных. При этом с начала 80-х годов заметно усилились разведка и ввод в эксплуатацию месторождений с низким содержанием золота по технологии «кучного выщелачивания» (Карлин, США и др.) и комплексных (главным образом медно-порфировых) золотосодержащих руд с крупными запасами золота. Если активизация геологоразведочных работ на золото в 80-е годы привела к значительному (почти на 30%) увеличению запасов и созданию условий для быстрого роста производства золота, то снизившаяся цена на него в 1997–2001 гг. — лишь к неустойчивому приросту запасов (вследствие спада активизации ГРП) и спаду с 2002 г. мирового производства.

Рудничное производство. В 2004 г. рудничное производство золота в мире составило 2452 т, увеличившись за более чем тридцатилетний период в 1,7 раза. К 2004 г. число стран, ведущих добычу золота, возросло вдвое и достигло ста. Объемы золото-

добычи по странам колеблются от нескольких килограммов до сотен тонн в год [8–10, 19, 26]. В 2004 г. в число восьми стран-лидеров с добычей более 100 т вошли ЮАР (самый крупный мировой производитель, 343 т Au) США, Австралия, Китай, Перу, Россия, Канада и Индонезия; на их долю приходится 72% мировой золотодобычи. В 2004 г. 15 ведущих стран, каждая из которых произвела более 35 т золота, обеспечили 83% мировой добычи (табл. 3).

Главенствующее положение в добыче золота продолжают занимать месторождения золотосодержащих конгломератов, хотя роль их сократилась с 73% в конце 70-х годов до 14% к 2004 г., что связано с многолетней тенденцией спада золотодобычи в ЮАР из-за удорожания работ на очень больших глубинах. Существенно возросло значение месторождений эпитептермального типа (14,7%), полисульфидно-кварцевых руд зеленокаменных поясов (16,3%) и золото-сульфидных в углеродистых терригенно-карбонатных породах (16,8%). Кроме того, возросла доля добычи золота из комплексных месторождений, главным образом медно-порфировых. Так, в 1999 г. 60% индонезийского золота (96 т) было добыто на крупнейшем в мире медедобывающем карьере Грасберг [8, 9, 19].

В 1970 г. рудничное производство золота в мире достигло рекордного за всю предшествующую историю золотодобычи уровня в 1480 т. Основное его количество (более 1000 т) добыто в ЮАР [6, 8, 9]. В 70-е годы произошло снижение добычи в мире за счет ее спада в ЮАР, США и Канаде. Скачок

3. Рудничное производство золота в ведущих странах-производителях мира в 1970–2004 гг., т [3, 6, 8, 9, 19, 25, 26]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	% от мира	2004/ 1970
ЮАР	1000,4	713,5	675,1	671,7	605,1	601,1	614,1	619,5	583,9	522,4	494,6	492,0	473,0	449,5	428,3	393,7	395,2	376,0	342,7	13,90	0,3
США	54,2	32,7	29,8	79,5	294,2	296,0	329,1	332,1	326,0	319,0	326,0	362,0	366,0	341,9	355,2	334,5	298,8	285,0	261,3	10,60	4,8
Австралия	19,3	15,1	17,0	38,5	244,2	236,2	243,5	247,3	254,9	253,5	289,5	313,0	314,5	302,8	296,4	285,0	263,7	284,0	258,1	10,50	13,4
Китай		Нет данных		59,0	93,6	103,9	112,2	119,4	120,7	132,6	121,0	153,0	161,0	156,3	172,2	173,0	190,0	213,0	217,3	8,80	3,7*
Перу	4,0	3,2	7,0	10,9	14,6	15,1	18,0	27,4	39,3	57,4	64,0	77,0	93,2	127,4	139,7	134,0	157,3	172,0	173,2	7,00	43,3
Россия	174,0	175,0	163,5	149,4	155,7	155,4	146,9	156,6	146,1	130,1	130,3	126,3	119,7	127,6	141,3	152,7	168,4	170,1	169,3	6,90	1,0
Канада	74,9	51,4	50,6	90,0	167,4	175,3	160,4	153,1	146,4	150,3	165,0	172,0	166,1	157,9	155,0	157,4	148,2	141,0	128,5	5,20	1,7
Индонезия	0,2	2,4	2,3	5,6	17,6	24,4	45,9	52,2	55,3	74,1	84,0	90,0	124,0	129,0	124,6	175,0	140,0	163,0	114,2	4,60	571,0
Узбекистан	36,4	52,3	68,5	70,9	65,0	75,0	64,5	66,6	65,0	66,6	78,3	81,7	80,4	88,1	87,5	83,4	83,4	80,0	83,7	3,40	2,3
Папуа-Новая Гвинея	0,7	18,4	14,3	31,3	33,6	60,8	71,2	61,5	60,5	54,9	52,0	49,0	60,3	65,0	76,4	68,1	65,1	69,0	74,5	3,00	106,4
Гана	22,0	16,3	12,8	12,0	17,3	27,3	33,3	41,4	44,5	52,7	49,0	54,0	74,3	81,5	73,8	71,7	70,3	70,0	57,6	2,30	2,6
Танзания	Нет данных	Нет данных	0,1	0,2	2,0	5,0	5,0	7,0	6,5	5,3	5,5	5,3	5,5	9,2	17,2	33,8	42,3	44,6	47,9	1,90	479**
Бразилия	5,3	12,5	35,0	72,3	84,1	78,6	76,5	75,7	73,4	67,4	57,0	59,1	55,6	43,0	52,6	50,7	38,0	43,0	42,0	1,70	7,9
Мали	Нет данных	Нет данных	0,3	0,5	2,6	4,6	6,0	6,4	6,3	7,8	6,6	18,5	22,8	23,7	30,4	41,0	55,6	47,0	39,3	1,60	131**
Чили	1,6	4,1	6,5	22,8	33,3	33,0	39,3	38,5	43,3	48,5	52,0	50,0	46,7	41,6	50,4	39,8	35,3	38,0	38,6	1,60	24,1
Итого	1393	1096,9	1082,7	1334	1828	1891,7	1966,9	2005,2	1972	1942,6	1974,8	2102,9	2163,1	2146,2	2201,0	2193,8	2151,6	2195,7	2048,2	83,6	1,50
Мир	1480	1200	1220	1530	2119	2175,9	2174,2	2220,9	2207	2209,4	2284,8	2451,3	2505,4	2517,4	2578,1	2619,1	2586,6	2592,6	2452,1	100	1,70

* Отношения 2004/1985.

** Отношения 2004/1980.

цен на золото в 1980 г. (рис. 3) стимулировал резкое увеличение добычи в США (почти в 10 раз к началу 90-х годов), Австралии (в 14 раз), Канаде (в 3 раза); другим его результатом стало принципиальное изменение географии золотодобычи, выразившееся в появлении среди лидеров ряда развивающихся стран — Индонезии, Чили, Ганы и др. К 1993 г. золотодобыча за десятилетие увеличилась в 1,5 раза и достигла 2176 т (см. табл. 3).

К концу XX в. золотодобыча в мире продолжала неуклонно возрастать (на 22% в 2000 г. по сравнению с 1990 г.). В то же время в ЮАР продолжался устойчивый спад, и ее доля в суммарном объеме

золотодобычи снизилась с 28 до 17%. Произошел также спад в Бразилии, Канаде и России. Умеренный рост (в 1,2 раза) наблюдался в США и Австралии, но особенно значительным он был в странах Латинской Америки — Перу (в 9,5 раза), Мексике (в 2,5 раза), Чили (в 1,5 раза) и Юго-Восточной Азии — Индонезии (в 7 раз). Быстрыми темпами (в 1,6 раза) росло производство золота в Китае, которое с 1997 г. превзошло российскую золотодобычу (рис. 4) [6, 8, 9, 24].

Максимальные темпы роста добычи приходятся на период 1986–1990 гг., что обусловлено показателями Австралии, США и Канады (63,5, 54,0 и

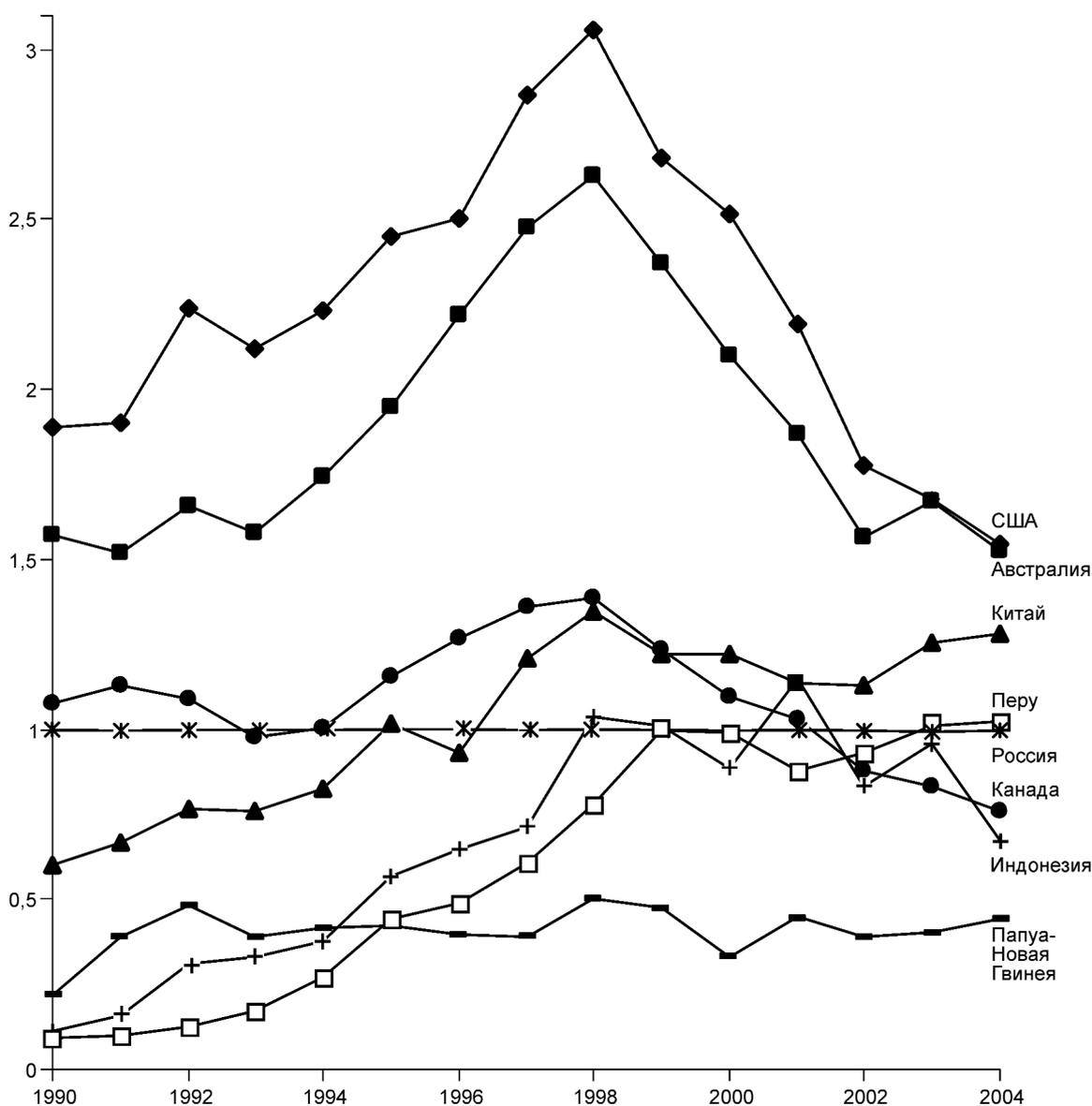


Рис. 4. Добыча золота в основных странах-производителях в 1990–2004 гг., нормированная на значения ежегодных уровней добычи в РФ

17,2% соответственно). В развивающихся странах наибольшие темпы добычи были достигнуты в следующем пятилетии, когда ряд ведущих горнорудных компаний США, Канады и других стран реализовал проекты освоения выявленных месторождений в Индонезии (Грасберг), Перу (Янакоча), Чили (Рефухио) и др.

В конце 90-х – начале 2000 гг. темпы роста мировой добычи золота снизились, что обусловлено спадом цены на него на мировом рынке. В этот период снижалась добыча в США, Канаде и Австралии, продолжался спад в ЮАР. Однако незначительное увеличение мировой золотодобычи обеспечил ее рост в Индонезии, Китае, Мали и Танзании (см. табл. 3).

Значительное снижение общемировой добычи в 2002 г. (примерно на 1,3%) зарегистрировано впервые с 1974 г. — только четыре ведущих страны (США, Австралия, Канада, Индонезия) потеряли в сумме более 100 т золота. Падение добычи могло быть более существенным, если бы не ее рост на 55 т в Перу, Китае и России.

В 2003–2004 гг. продолжался спад производства в ЮАР, Австралии, США, Канаде, Индонезии. При этом в США добыча упала до самого низкого уровня с 1989 г., и в целом в начале века они потеряли более чем 90 т годовой добычи. Остальные ведущие страны сохранили или сумели увеличить производство, что, очевидно, явилось реакцией на подъем цены на золото. В 2004 г. мировое производство упало на 5% с потерей 140 т (из них около 50 т в Индонезии из-за аварий на месторождении Грасберг).

Рассмотренная динамика производства золота показывает чуткую его реакцию на глобальные мировые процессы, связанные, в первую очередь, с геополитической ситуацией (локальные войны, терроризм, распад некогда федеративных государств и т.д.), а также с экономикой США и Европейского союза как главными факторами мирового ценообразования наиболее ликвидного минерального сырья — топливно-энергетического и благородных металлов.

В жестких условиях низкой цены на золото транснациональные компании принимали самые разнообразные меры для поддержания на приемлемом уровне прибыльности: консервировались мало-рентабельные рудники, «замораживались» мало-перспективные проекты, изыскивались и разрабатывались инновационные технологии добычи и менеджмента в целях сокращения издержек производства, в том числе за счет диверсификации портфеля компании, как действенных способов выживания. Иллюстрирует эти процессы, например, деятельность компании *Placer Dome* — крупнейшего производителя

золота, до 2004 г. имеющего в активе медный рудник (*Zaldivar* в Чили) и проявляющего интерес к разведке МПП в ЮАР. Другой пример — изменение производственных направлений компании *Barrick*, много лет разрабатывающей лишь золотые месторождения. С 2003 г. компания планирует в рамках совместного предприятия с *Falconbridge* осваивать никелевое месторождение *Kabanga* в Танзании.

Широко диверсифицированный портфель добычи различных полезных ископаемых имеют крупные ресурсные группы: *Rio Tinto* — золото, уголь, железная руда, алюминий, медь; *Anglo American* — алмазы, золото, МПП, уголь, медь, никель, цинк, свинец, железная руда; *Teck Cominco* — золото, серебро, медь, цинк, свинец, молибден, уголь; *Xstrata* — медь, уголь, феррохром, ванадий, цинк, золото, свинец, серебро. К традиционным представителям диверсифицированных групп относятся золотодобывающие канадские компании *Comeco Corp.* — крупнейший в мире производитель урана и *Cambior Inc.* — один из трех основных производителей ниобия в мире. Другие компании ведущей группы диверсифицированы в связи с разработкой золотосодержащих медно-порфировых месторождений (например, *Grasberg*, *Batu Hijau*, *Ok Tedi* и др.) [40, 41].

В период пятилетнего (1997–2001 гг.) спада цены на золото снижение производственных издержек произошло во всех ведущих странах-производителях и мире (с 8,61 дол./г в 1996 г. до 5,66 дол./г в 2001 г.). Себестоимость золота при этом снизилась с 10,5 до 7,33 дол./г. В 2002 г. эта тенденция, совпавшая с началом роста цены, была нарушена — издержки производства начали расти практически во всех золотодобывающих регионах (рис. 5). Следует отметить, что впервые не США, а ЮАР продемонстрировала наиболее низкий среди ведущих производителей уровень издержек — 5,76 дол./г против 6,30 дол./г.

В 2003 г. рост издержек продолжился и средне-взвешенные показатели для мира увеличились на 23%, но при этом 97% мирового золота добывалось при средних производственных издержках, не превышающих мировую цену [19].

Рост цены на золото на мировом рынке сам по себе способствовал увеличению расходов на его производство, так как стимулировал увеличение налога на добычу и роялти. В структуре затрат возросла доля расходных материалов (сталь, резина и др.), электроэнергии, топлива, а также заработной платы. Наконец, одной из основных причин роста издержек производства стало укрепление ряда национальных валют относительно доллара США. Ранд ЮАР вырос на 28%, канадский и австралийский доллары — на 11 и 16% соответственно.

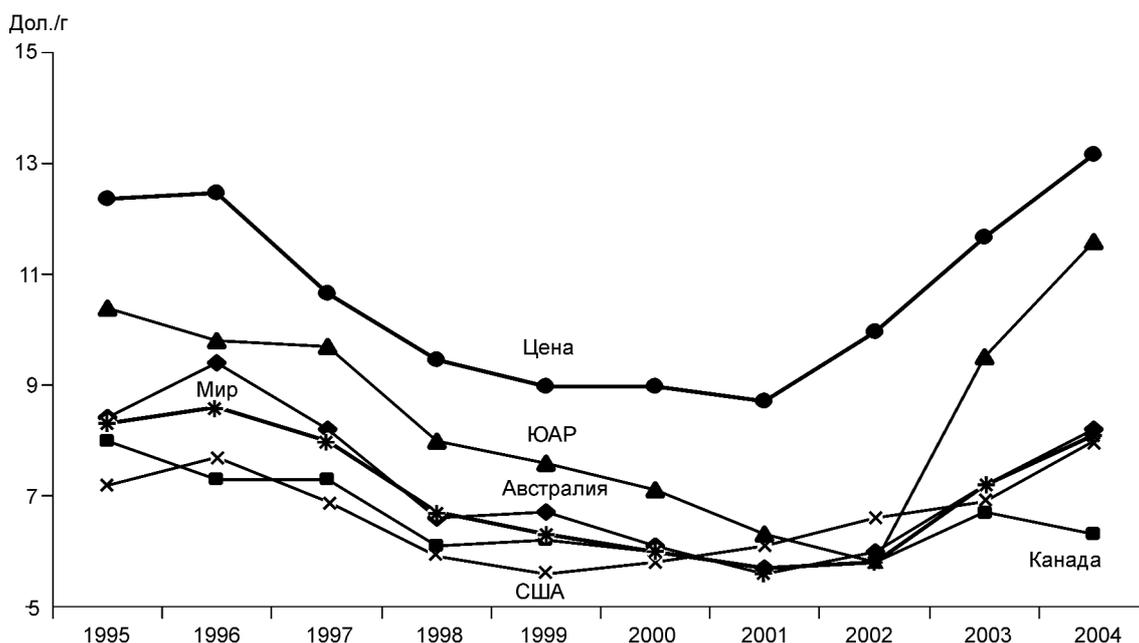


Рис. 5. Издержки производства золота в ведущих странах-производителях и мире в 1995–2004 гг. в сопоставлении с ценой

Влияние упомянутых факторов, наряду с общим снижением качества МСБ (за счет вовлечения в отработку бедных руд по новым технологиям), не позволяет прогнозировать значительный рост мировой золотодобычи. В обозримое время ее объем, по-видимому, может незначительно увеличиться, но не за счет традиционной пятерки ведущих производителей, а в Индонезии, Китае, странах Латинской Америки и России.

Потребление. Тенденция роста в мире промышленного потребления золота в период 1970–2000 гг. выражена более четко по сравнению с рудничным производством (рис. 6, табл. 4). Среднегодовые темпы роста потребления по сравнению с производством составили 5,0% против 2,1%. Максимальное значение мирового потребления зафиксировано в 1997 г. На высоком уровне оно удерживалось в течение 1997–2000 гг. До 90% золота потребляется ювелирной отраслью, и именно ее развитие вносит основной вклад в динамику потребления [6, 9, 19].

Объемы потребляемого мировой ювелирной промышленностью золота находятся в обратной зависимости от его цены, что и определяет особенности общей динамики. Наиболее значительный годовой рост потребления металла в 17% пришелся на 1997 г., когда спад цены составил 14,6%.

Годовые темпы роста потребления более 10% пришлось на 1981–1990 гг. Именно в этот период наблюдался бурный рост потребления золота в Ин-

дии (в 22 раза), Италии (в 4 раза), Турции (в 13 раз), Саудовской Аравии (в 17 раз) и некоторых других странах (рис. 7; см. табл. 4). В 1998–2000 гг. потребление золота относительно стабилизировалось на уровне несколько ниже рекордного 1997 г. На росте потребления золота негативно отразился восточно-азиатский кризис 1997 г., причем не только в странах этого региона (Япония, Тайвань, Гонконг, Малайзия, Индонезия), но и в мире в целом. Изменились и показатели душевого потребления золота, в том числе в традиционных странах-лидерах — Гонконге (с 16,1 г/чел. в 1997 г. до 9,1 г/чел. в 2000 г.), Саудовской Аравии (с 10,5 до 7,2 г/чел.); в Италии этот показатель оставался примерно на уровне 9 г/чел.

Таким образом, для 1970–2000 гг. характерен в целом устойчивый рост потребления золота при его превышении над производством. Увеличение потребления стало движущим фактором, стимулирующим рост рудничного производства (хотя и с уменьшением темпов в 1999–2000 гг.) даже в условиях снижения цены на мировом рынке до почти критического уровня (<9 дол./г).

Начавшийся рост цены на золото в конце 2001 г. и укрепление этой тенденции в 2002–2004 гг. спровоцировали очередное снижение потребления по сравнению с 2000 г. Основная причина спада — сокращение спроса на ювелирные изделия (минимального с 1991 г.) практически во всех регионах мира. К другим важным факторам мировые аналитики от-

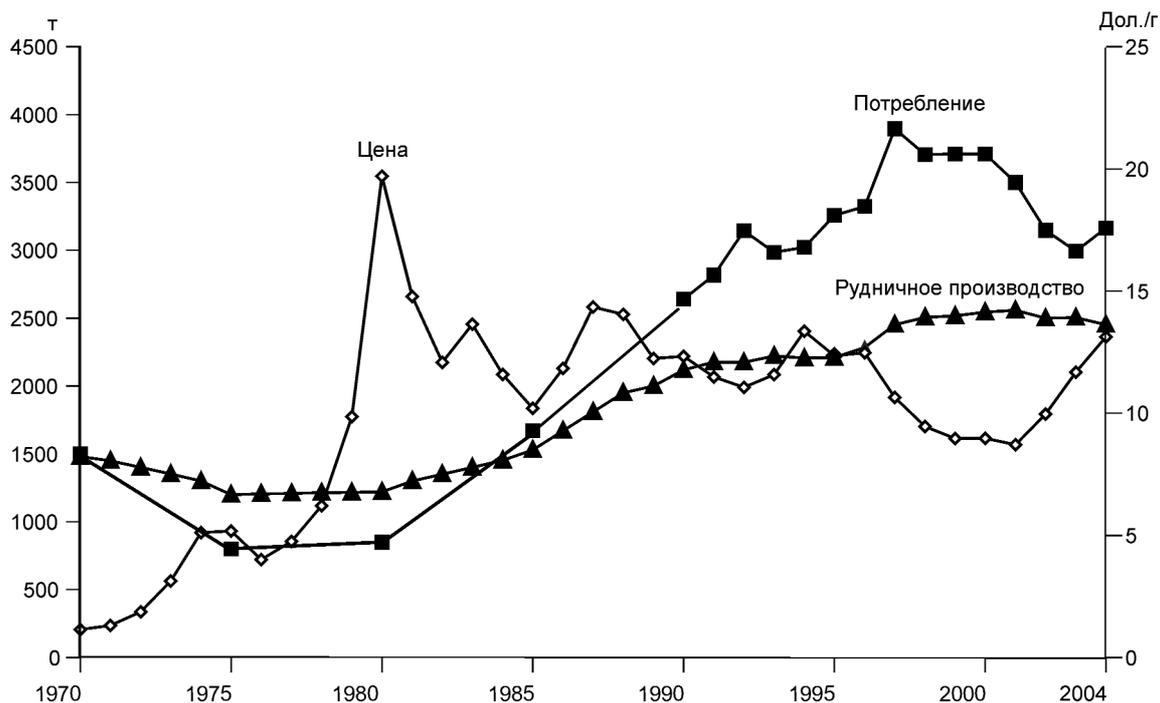


Рис. 6. Промышленное потребление, рудничное производство золота в мире в сопоставлении с ценой в 1970–2004 гг.

носят мировую нестабильность и замедление экономического роста в Европе и США.

В 2001–2003 гг. отмечен также спад потребления (на 20–30% по сравнению с 2000 г.) в электрон-

ной промышленности, вызванный сокращением спроса в ведущих странах этого сектора, США и Японии, на телекоммуникационную и полупроводниковую продукцию, но в 2004 г. ситуация несколь-

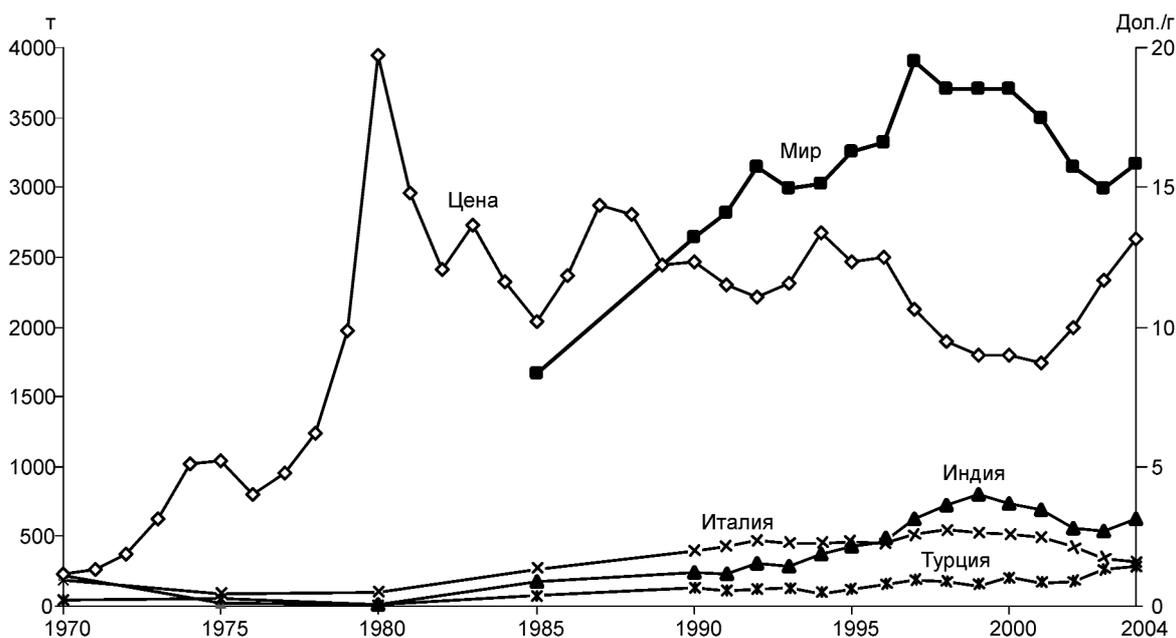


Рис. 7. Потребление золота в мире и ведущих странах-потребителях в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

4. Потребление золота в мире и ведущих странах-потребителях в 1970–2004 гг., т [3, 8, 9, 19, 24–26]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	% от мира	2004/1970
Индия	217,0	26,2	11,0	174,3	240,6	233,7	303,8	282,0	369,8	426,1	454,8	629,0	721,6	796,0	733,0	691,6	558,4	536,6	621,3	19,6	2,9
Италия	181,5	85,8	95,4	261,6	395,9	430,2	473,3	452,3	446,9	457,9	449,8	511,7	547,0	522,8	520,0	490,5	429,2	338,9	315,2	10,0	1,7
Турция	44,7	55,0	10,2	76,2	133,4	104,6	118,7	133,7	87,7	125,6	156,8	188,3	180,8	139,3	206,8	159,0	176,9	260,5	288,6	9,1	6,5
США	186,0	125,0	170,5	182,0	214,7	202,1	219,4	233,4	236,4	245,4	245,5	272,1	309,3	323,1	274,0	231,7	228,6	223,7	222,8	7,0	1,2
Китай	Нет данных	Нет данных	30,0	45,5	145,4	213,4	191,4	220,1	216,8	202,9	241,9	189,2	189,2	189,0	201,0	216,0	204,5	210,4	235,1	7,4	7,8*
Япония	74,0	75,2	70,5	131,1	204,8	267,9	190,3	218,8	187,0	189,2	187,5	183,7	151,3	158,7	173,0	134,3	146,6	151,3	159,5	5,0	2,1
Саудовская Аравия	5,0	10,0	4,0	51,6	70,0	112,5	158,6	150,8	130,4	156,1	162,3	205,0	167,1	149,2	152,0	137,3	121,0	110,3	118,0	3,7	23,6
Южная Корея	6,2	3,0	7,2	10,5	67,2	72,6	73,0	75,7	79,3	80,9	83,7	82,6	66,2	93,4	95,0	104,7	98,7	83,8	81,0	2,6	13,1
Индонезия	30,0	15,0	25,0	40,0	84,1	62,1	79,0	74,0	112,0	133,0	132,0	119,0	62,0	126,0	99,0	97,0	99,3	85,9	90,4	2,8	3,0
Египет	7,0	6,0	33,0	30,0	69,0	56,2	62,7	49,5	56,0	60,7	69,2	122,2	118,0	114,3	106,0	96,5	76,0	64,6	70,4	2,2	10,0
Таиланд	12,0	5,0	25,0	40,0	85,5	77,1	81,1	79,9	79,3	78,0	74,2	53,6	36,2	58,7	78,3	76,2	69,4	60,5	63,6	2,0	5,3
Малайзия	6,5	4,0	6,0	9,9	45,0	67,0	99,0	82,0	75,4	77,8	79,5	91,0	67,0	68,0	84,0	81,2	68,9	56,5	64,6	2,0	9,9
Пакистан	30,0	5,5	8,5	18,0	31,8	35,0	35,0	36,0	36,5	40,7	50,7	73,1	51,0	59,0	35,0	44,0	47,0	55,5	59,0	1,9	2,0
Германия**	82,1	57,5	71,3	57,7	77,5	80,8	76,8	73,5	72,0	70,4	69,3	68,8	64,7	63,6	63,2	68,5	60,6	53,0	54,3	1,7	0,7
ОАЭ	6,0	16,0	20,7	25,9	22,4	33,8	48,0	25,3	25,3	30,0	31,0	36,7	45,4	45,8	49,8	51,4	47,6	45,1	48,5	1,5	8,1
Итого	916,8	507,1	584,8	1138,8	1787,4	1981,0	2232,1	2158,3	2214,1	2388,6	2449,2	2878,7	2776,8	2906,9	2870,1	2679,9	2432,7	2349,5	2492,3	78,8	2,7
Мир	Нет данных	Нет данных	1671,0	2639,4	2816,2	3143,2	2986,6	3021,2	3257,0	3322,0	3322,0	3896,1	3705,1	3708,8	3708,6	3499,6	3146,9	2993,5	3163,5	100,0	1,9*

*Отношение потребления 2004/1985.

**Германия — с 1990 г.

ко улучшилась при неизменной структуре потребления. Активный рост потребления в Индии, Турции, Китае, Японии и Саудовской Аравии в 2004 г. обусловил увеличение потребления в мире на 5,5% [9, 19].

Цены. Поведение цены на золото на мировом рынке определяется не только объемом его потребления как товара, используемого в различных отраслях промышленности, но и главным образом общим состоянием мировой экономики, темпами развития инфляционных процессов, устойчивостью доллара как международной валюты, соотношением курсов основных национальных валют, политической и военной стабильностью в мире. Определенное влияние на цену оказывает параллельно существующий неофициальный рынок золота. Значение золота в качестве «валютного» металла, несмотря на отсутствие золотых котировок валют, сохраняется, что подтверждается реакцией его цены на различные мировые кризисные ситуации.

С 1968 по 2000 гг. динамика цены на золото демонстрирует четыре максимума с колебаниями в значительных пределах. Максимальная среднегодовая цена 19,8 дол./г (1980 г.) является абсолютным рекордом (см. рис. 6). В этот период произошел ряд событий, вызвавших политическую и экономическую нестабильность в мире: революция в Иране, ввод советских войск в Афганистан, начало войны между Ираком и Ираном, спад цен на нефтяном рынке, крупные инфляционные потрясения, спровоцировавшие спекулятивный спрос на золото. После этого пика, начиная с 1981 г., цена колебалась с тенденцией в сторону понижения. С 1997 г. начался новый спад цены, который продолжился в 1998 г. (9,47 дол./г), 1999 г. (8,96 дол./г), 2000 г. (8,94 дол./г) и достиг минимального уровня за последние 20 лет в 2001 г. (8,71 дол./г) [6, 19, 28].

К одной из причин снижения цены зарубежные аналитики относили нерегулируемые продажи золота на мировом рынке официальным сектором. В связи с этим в конце 1999 г. было принято Соглашение Центральными банками 15 стран об ограничении продажи золотых слитков из своих резервов до 400 т/год на протяжении пяти лет. По истечении срока первого Соглашения в 2004 г. было принято второе Соглашение, продлившее срок ограничения годовых продаж золота Центральными банками 15 европейских стран и увеличившее максимальный их объем до 500 т. Другой причиной считали укрепление доллара США в тот период, устойчивость которого обеспечивала стабильность и рост экономики США. Однако некоторые аналитики полагали, что Федеральная резервная система США и ряд Центральных банков сознательно сбивали цену на

золото, чтобы поддержать доверие к бумажному доллару и дискредитировать валютную ценность золота.

После пятилетнего спада цены до минимального значения в 2001 г. отношение к золоту на мировом рынке с 2002 г. начало меняться. Рост среднегодовой цены на золото в 2002 г. составил 14,3%, в 2003 г. — 17,3%, в 2004 г. — 13% (среднегодовая цена превысила порог 400 дол./унц.). Эта тенденция продолжилась и в 2005 г., цена золота повысилась почти на 9% — до 14,29 дол./г. В первой половине 2006 г. цена возрастала в соответствии с ростом спекулятивного спроса и достигала 726 дол./унц. (23,34 дол./г) в первой декаде мая, что приблизило ее к максимуму 1980 г., когда номинальная цена достигала 850 дол./унц. (27,33 дол./г) при среднегодовой 612,7 дол./унц. (19,7 дол./г). Резкий рост цены связан с ростом интереса инвесторов, обусловленным угрозой иранской ядерной программы, ослаблением доллара и повышением цен на нефть. В последующие месяцы цена несколько снизилась, сохранив среднемесячные значения в июне–сентябре 19,3–20,4 дол./г. Зарубежные аналитики полагали, что к концу года цена на золото может составить около 700 дол./унц., однако эти оценки не оправдались из-за упрочения позиций доллара в начале декабря. Среднегодовая цена на золото в 2006 г. на 36% превысила уровень предыдущего года и составила 19,44 дол./г (604,58 дол./унц.)

К факторам, способствующим укреплению конъюнктуры и цены золота, обычно относят проявления различного рода неопределенностей и нестабильности — войны, глобальную напряженность, высокие цены на нефть, рост инфляции, активизацию терроризма, экономический спад и др. Для периода 2005–2006 гг. характерны политическая нестабильность (отсутствие стабилизации в Ираке, вызывающая беспокойство геополитическая обстановка на Среднем Востоке, угроза обострения отношений США и Северной Кореи), трудности экономики и ослабление национальной валюты США по отношению к ведущим мировым валютам и, как следствие, рост интереса инвесторов к золоту, рост цен на нефть до абсолютного рекордного уровня в июле 2006 г. (78 дол./баррель на бирже Нью-Йорка) (рис. 8), спад на фондовых рынках и др.

Помимо вышеназванных факторов, существуют и долговременные причины: прогнозируемое и подтверждаемое реальностью снижение годового производства золота в результате уменьшения в предыдущие годы расходов на ГРП, истощение минерально-сырьевой базы в некоторых ранее богатых регионах, ослабление политики хеджирования продуцентов. В 2004 г. уменьшилось не только руд-

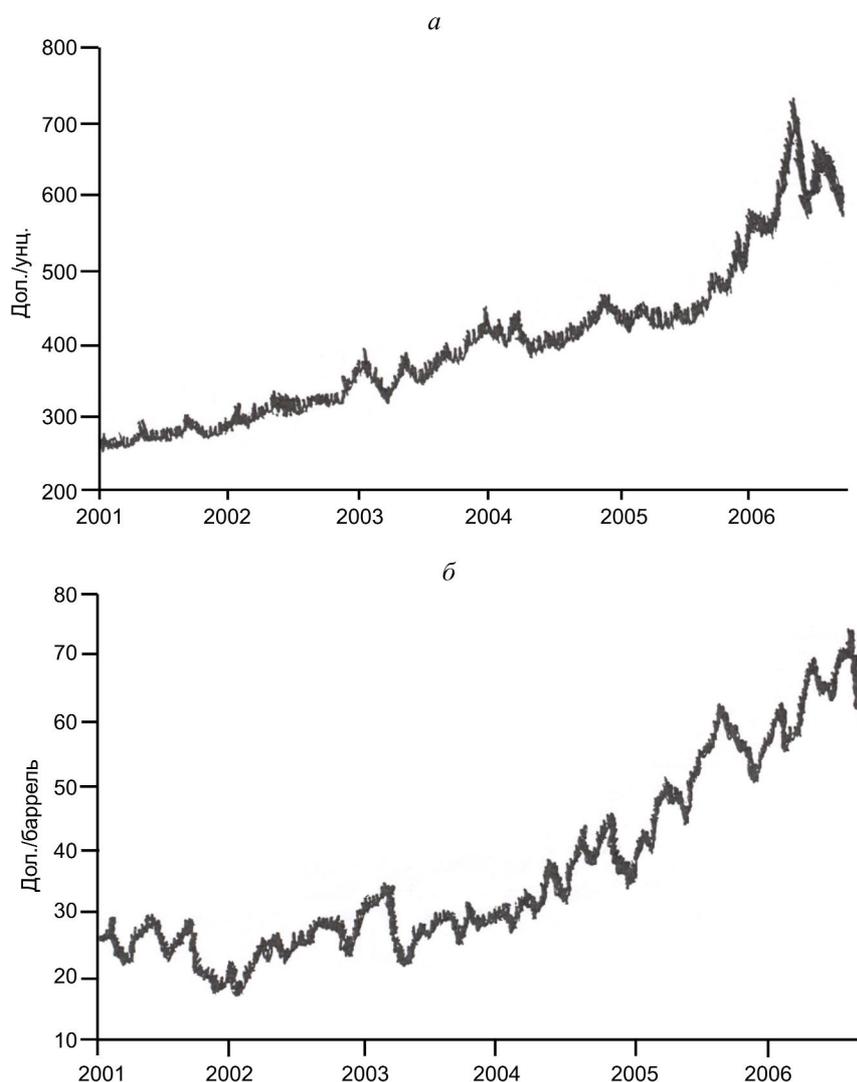


Рис. 8. Динамика цен на золото (а) и нефть (б) в 2001–2006 гг.

ничное производство, но и поставки на рынок скрапа (рис. 9) и продажи официального сектора, увеличились потребление и спрос в ювелирном секторе.

Значение золота как валютного металла сохраняется, что подтверждается огромными объемами золотовалютных резервов стран и международных организаций (табл. 5).

Зарубежные горнорудные проекты и прогноз добычи до 2025 г. В середине 80-х годов горнодобывающие предприятия многих развивающихся стран, работающие в защищенном государственном статусе, становятся одними из главных участников мирового рынка сырья. Эта тенденция развивалась в течение всего десятилетия. Две государственные компании — CVRD (Бразилия) и Codelco

(Чили) — занимали в 1992 г. третье и четвертое места (после *Anglo American Corp.* и *RTZ Corp.*, обе — Великобритания) среди 10 крупнейших горнорудных компаний мира, контролируя 5,6% суммарного производства неэнергетического сырья в странах западного мира [10].

В конце XX в. на авансцену развития мировой горнорудной промышленности выдвинулись глобальные политические и экономические факторы: распад мировой социалистической системы и Советского Союза, экономический спад, начавшийся после окончания «холодной войны»; изменения в инвестиционной политике в странах Латинской Америки и других регионах, способствующие притоку капитала крупных транснациональных компаний; беспрецедентное развитие приватизационных процессов,

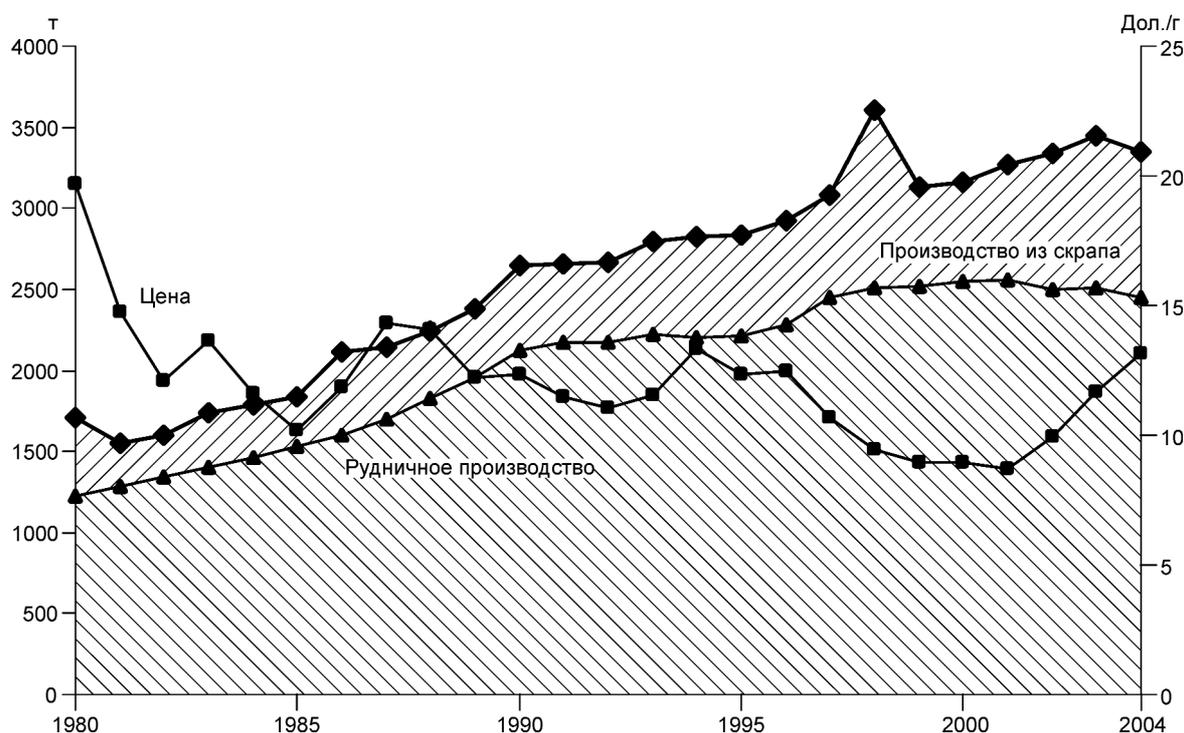


Рис. 9. Производство золота из первичного и вторичного сырья в мире в 1980–2004 гг. в сопоставлении с ценой

снизивших защитную роль государства в горнорудной промышленности развивающихся стран, глобализация деятельности горнорудных компаний.

В этот же период возникли определенные трудности для деятельности горнорудных компаний ведущих стран-производителей — США, Канады и Австралии — на своих территориях. Это было связано с предшествующим периодом активных геологоразведочных работ в этих странах и крупными расходами на них, бурным развитием золотодобычи и снижением в результате внедрения инновационных технологий качества собственной минерально-сырьевой базы, введением ряда ограничительных мер в проведение разведочных и добычных работ, особенно экологического характера.

Транснациональные геологоразведочные и горнорудные компании получили широкий доступ к новым регионам. Это обусловлено не только новыми значительными открытиями потенциальных объектов для инвестирования в Китае, Индии, России, СНГ и др., но и значительными преобразованиями в политической, правовой и финансовой сферах, которые играют главную роль в изменении вектора инвестиций транснациональных горных компаний.

Активная консолидация на сырьевом рынке в этот период характерна для известных крупнейших

компаний. Так, *RTZ* и *CRA*, *Billiton* и *Gencor*, *BHP* и *Magma Copper*, *Cyprus* и *Atach* объединили свои активы.

5. Официальные золотовалютные резервы 20 ведущих стран на март 2006 г., по [42]

Ранг	Страны и международные организации	Au, т
1	США	8133
2	Германия	3427
3	МВФ	3217
4	Франция	2856
5	Италия	2451
6	Швейцария	1290
7	Япония	765
8	Европейский центральный банк	719
9	Нидерланды	716
10	Китай	600
11	Испания	472
12	Тайвань	423
13	Португалия	407
14	Россия	386
15	Индия	357
16	Венесуэла	357
17	Великобритания	311
18	Австрия	302
19	Ливан	286
20	Бельгия	227

Со второй половины 90-х годов, когда цены на золото начали падать, активная консолидация золотодобывающей отрасли приобрела уже оттенки не только слияния и усиления ведущих компаний, но и выживания в негативных условиях рынка.

Обычно компании с устойчивым финансовым положением используют периоды снижения цены на золото как подходящую возможность для приобретения в первую очередь золотых рудников и компаний в целом, а не участков разведки при снижающейся их стоимостной ценности. Таким образом, золотодобыча концентрируется в наиболее эффективно работающих и активных компаниях. В результате этих процессов к 2005 г. практически все золотодобываю-

щие компании из 15 ведущих в мире претерпели в той или иной форме укрупнения и преобразования.

Компания *AngloGold*, потеряв в 2002 г. позиции мирового лидера золотодобычи, завершила в 2004 г. сделку по приобретению крупнейшей золотодобывающей компании Ганы — *Ashanti*. Запасы объединенной компании *AngloGold Ashanti* увеличились на 25%, и она наращивает производство золота, стремясь догнать компанию-лидера — *Newmont* (отставая от нее в 2004 г. лишь на 5 т), которая заняла лидирующее положение в 2002 г. после приобретения компании *Normandy Mining*.

К числу наиболее значительных соглашений 2005 года относятся приобретение *BHP Billiton* компании *WMC Resources*, консолидация компаний *Noranda* и *Falconbridge*, приобретение компанией *Barrick* компании *Placer Dome*. На эти сделки пришлось 3/4 всех затрат на приобретение активов золота и цветных металлов в 2005 г., составивших рекордную цифру — 40 млрд. дол. [19, 39]. Укрупнение компаний и слияние их с банковскими структурами привели к росту капитализации, определяемой рыночной стоимостью совместных активов (табл. 6).

Слияние компаний создает ряд благоприятных предпосылок для повышения эффективности работы и дальнейшего развития:

- проникновение в основные ресурсодобывающие регионы мира и расширение сферы влияния;
- диверсификация минерально-сырьевой базы;
- сбалансированность между различными способами отработки (открытая, подземная) и видами минерального сырья;

- слияние денежных потоков, обуславливающее эффективное использование капитала, снижение производственных издержек, увеличение прибыли, сокращение задолженности, сохранение уровня дивидендов, рационализацию активов;

- увеличение свободных резервов акций, их ликвидности и возможность переоценки их стоимости;
- освоение инновационных технологий.

Исследования золотодобывающей промышленности мира, проведенные шведской Группой сырьевых материалов за 25 лет (1975–2001 гг.) [13], показали снижение уровня концентрации вследствие активизации золотодобычи за пределами ЮАР, чему способствовало внедрение новых технологий открытой добычи и кучного выщелачивания. Однако в последние годы за счет ввода в эксплуатацию крупнейших месторождений золота в странах Южной Америки, Индонезии и др. тенденция меняется на обратную, хотя по сравнению с другими металлами уровень концентрации золотой отрасли остается недостаточно высоким.

6. Рыночная капитализация ведущих горнорудных компаний мира на январь 2006 г. [28]

Диверсифицированные компании (>10 млн. дол.)	
<i>Anglo American</i>	52 818
<i>BHP Billiton</i>	105 266
<i>Falconbridge</i>	11 094
<i>Rio Tinto plc.</i>	74 718
<i>Teck Cominco</i>	11 337
<i>Xstrata plc.</i>	16 571
Продуценты Au (>5 млн. дол.)	
<i>AngloGoldAshanti</i>	13 508
<i>Barrick Gold</i>	15 847
<i>Buenaventura</i>	4190
<i>Gold Fields Ltd.</i>	9241
<i>Goldcorp</i>	8245
<i>Harmony Gold</i>	5508
<i>Kinross Gold</i>	3403
<i>Newcrest Mining</i>	6288
<i>Newmont Mining</i>	25 898
<i>Placer Dome</i>	10 543
Продуценты МПГ (>1 млн. дол.)	
<i>Anglo Platinum</i>	16 641
<i>Impala Platinum</i>	10 122
<i>Lonmin plc.</i>	4385
<i>Stillwater Mining</i>	1113
Продуценты Cu (>5 млн. дол.)	
<i>Antofagasta</i>	6761
<i>Freeport-McMoRan</i>	10 997
<i>Grupo Mexico</i>	6479
<i>Казакмыс</i>	6873
<i>Phelps Dodge</i>	15 781
<i>Southern Peru</i>	10 982
<i>Sumitomo Met. Min.</i>	7368
Продуценты Ni (>1 млн. дол.)	
<i>Inco</i>	8470
ГМК «Норникель»	18 952
Продуценты Pb/Zn (>1 млн. дол.)	
<i>Hindustan Zinc</i>	2716
<i>Industrias Penoles</i>	2299
<i>Zinifex</i>	2488

В последние годы отчетливо выражена тенденция роста предприятий, применяющих открытый способ разработки крупных месторождений с низким содержанием золота; одновременно сокращаются число шахт и общее количество производителей золота.

В целом прогнозируется дальнейшее развитие процессов приобретений и слияний в золотодобывающей промышленности.

Транснациональные компании считают крайне важным набрать «критическую массу», чтобы добиться роста котировок своих акций, поскольку фондовые рынки оценивают акции компаний главным образом по принадлежащим им запасам. В связи с сокращением возможности открытия легкодоступных новых крупных месторождений золота конкурентная борьба между наиболее мощными компаниями за получение доступа к имеющимся ресурсам обостряется. Усиливаются процессы консолидации мировой золотодобычи. Крупнейшие горнорудные компании имеют проекты подготовки к освоению МСБ практически во всех регионах мира.

Во всем мире золото остается приоритетным металлом для проведения геологоразведочных работ и последующей подготовки проектов освоения месторождений горнорудными компаниями. «Золотые» проекты имеют, как правило, более низкую удельную стоимость строительства, требуют подготовки меньшей сопутствующей инфраструктуры, характеризуются более коротким сроком окупаемости инвестированного капитала по сравнению с проектами освоения месторождений цветных и других металлов. «Золотые» объекты привлекательны для инвестора, даже если они мелкие, в противоположность цветным металлам, где в основном успешно осваиваются крупные месторождения.

Состояние подготовленности МСБ к освоению определяется активностью геологоразведочных работ. На 1997 г. приходится максимальный уровень мировых затрат на ГРП по золоту. Этот же год был первым в пятилетнем цикле падения цен на золото. Уже в 1998 г. доля расходов уменьшилась на 10% (от 65% суммарного бюджета всех горнорудных компаний).

Вследствие сокращения расходов на ГРП в 1998–2002 гг. понизились возможности как открытия новых месторождений, так и подготовки новых проектов их освоения. Были также приостановлены некоторые крупные проекты с объявленными ранее сроками ввода в эксплуатацию (Las Cristinas, Pueblo Viejo, Lagunas Norte, Brisas, Refugio и др.). В условиях низких цен на золото компании стремились удержать или нарастить свои запасы на осво-

енных объектах, а не развивать быстрыми темпами новые проекты до стадии производства.

Ранее планируемые инвестиции на проекты по добыче золота в мире упали на 30% (до 16 млрд. дол. к 2002 г.). Возврат к отложенным проектам начался в 2002 г. с оживлением рынка золота. Так, по данным группы компаний *Raw Materials* (Стокгольм), в 2003–2004 гг. объем инвестиций в «золотые» проекты (все стадии их развития) в мире соответственно возрос до 19 и 26 млрд. дол., а планируемые инвестиции на новые проекты выросли в 2003 г. до 3,5 млрд. дол. (на 75% против 2002 г.) [23, 28].

В табл. 7 приведены показатели основных проектов новых золотодобывающих предприятий, объявленных компаниями в 2000–2004 гг., с вводом в эксплуатацию после 2000 г. и планируемым объемом годового производства более 3 т золота. Перечень включает как новые, так и представленные ранее проекты, но отложенные из-за упомянутых выше проблем, а в настоящее время оживляемые и готовящиеся к вводу в эксплуатацию.

Анализируемые 36 проектов золотодобывающих предприятий размещены в 20 странах на всех континентах мира. Из общих затрат на их реализацию в объеме 11 244 млн. дол. наиболее высокие инвестиции (44%) приходятся на страны Латинской Америки (10 проектов). Этот регион традиционно остается наиболее привлекательным для освоения его МСБ. В 2004 г. около 35% мировых инвестиций было направлено в развивающиеся в нем горнорудные проекты [23].

На африканский континент (ЮАР, Гана, Танзания) приходится 13% планируемых затрат на развитие девяти «золотых» проектов (1,42 млрд. дол.). В шесть проектов Северной Америки предполагается вложить 8% (0,9 млрд. дол.) и в два проекта по Центральной Америке — 10% (1,1 млрд. дол.). Шесть проектов планируется развивать в Океании (Австралия, Папуа-Новая Гвинея) и три — в азиатском регионе (Индонезия и Монголия), что соответствует 24% и 1,5% общего объема инвестиций.

Анализ объема капиталовложений в проекты освоения месторождений открытым и подземным способами отработки (при примерно равных количествах проектов) показывает преобладание планируемых затрат на открытый способ, что можно объяснить крупномасштабностью таких месторождений золота, и прежде всего в Латинской Америке (Cerro Casale, Pascua-Lama). Среднестатистический объем капиталовложений в один «золотой» проект составляет около 330 млн. дол. (363 млн. дол. — открытая разработка, 243 млн. дол. — подземная).

Заметной тенденцией становится комбинированный способ отработки при одновременном или

7. Основные проекты разработки месторождений золота с вводом в эксплуатацию после 2000 г.

Проект, страна	Компания-владелец	Доказанные запасы				Годовое производство		Производственные издержки, долл./г	Объект проектирования	Капвложения, млн. долл.	Удельные капитальные вложения, долл./т руды в год	Год ввода (срок эксплуатации, лет)	Стадия развития проекта
		Год	Руда, млн. т	Содержание, г/т	Металл, т	Руда, тыс. т	Металл, т						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cerro Casale, Чили	Placer Dome Inc.	2003	1035	0,69	715	28 000	15,5	3,5	КР, ОФ	1650	58,9	2006 (18)	2003 г. — ТЭО, оптимизация
Pascua-Lama, Чили-Аргентина	Barrick Gold Corp.	2004	327	1,73 Au 61 Ag	547 Au 20 000 Ag	12 000	23 Au 933 Ag	4,5	КР	1500	125	2009 (10)	2004 г. — ТЭО, 2005 г. — разрешение разрешение начало строительства
Teferi, Австралия	Newcrest Mining Ltd.	2002	366	1,6	572	17 000	24,9		КР, ПР	1400	82	2005 (20)	2003 г. — переоценка запасов, оживление, 2004 г. — строительство подземного рудника, введен
Pueblo Viejo, Доминиканская Республика	Placer Dome	2004	245	1,9	466,5 рес.	7000	12,44		ПР	850	121	2007 (33)	Оживление, 2004–2005 гг. — ТЭО
Veladero, Аргентина	Barrick Gold Corp.	2004	360	1,1	400	16 000	16,3– 17,1	4,98	КР, КВ	540	33,7	2005 (15)	2003 г. — начало строительства, 2006 г. — введен
Wandoo, Австралия	Normandy Mining	2004	215	1	215	11 000	9,3		ПР	523	47,5	2006 (20)	2004 г. — ТЭО, 2005 г. — начало строительства
Ahafo, Гана	Newmont Mining Corp.	2004	58	1,8	103,6	9000	15,5		ПР	440	48,9	2006 (7)	2003 г. — просмотр ТЭО, строительство, введен
Hidden Valley, Папуа-Новая Гвинея	Harmony Gold	2004	35	3,13 Au 47,1 Ag	110 Au 1682 Ag	3400	9,6 Au 162 Ag		КР, ОФ	408	120	2006 (10)	2003 г. — ТЭО, 2005 г. — строительство
Bisbas, Венесуэла	Gold Reserve Inc.	2004	414,6	0,69	286	18 000	11,2	6,62	КР	353	19,6	2006 (13)	ТЭО

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Lagunas Norte, Перу	<i>Barrick Gold Corp.</i>	2004	208	1,4	291	20 000	24,88	3,86	КР, КВ	340	17	2009 (16)	2004 г. — начало строительства, 2006 г. — введен
Pogo, США	<i>Sumitomo Metal Mining Co.</i>	2004	9,98	16,17	162	850	12		ПР, ОФ	321	377	2006 (15)	2004 г. — получение разрешения на строительство, строительство
Cowal, Австралия	<i>Barrick Gold Corp.</i>	2002	57,7	1,3	75	7000	7,1	5,47	КР, ОФ	305	43,6	2006 (10)	2003 г. — оптимизация ТЭО, получение разрешения, 2004 г. — начало строительства
South Deer, ЮАР	<i>Placer Dome</i>	2003	235	7,8	1833	2648	21,8	6,85	ПР, ОФ	300	113,3	2005 (25)	2004 г. — завершение строительства, введен, 2007 г. — выход на полную мощность
Las Cristinas, Венесуэла	<i>Crystallix Int. Corp.</i>	2004	333,3	1,2	401,2	7000	8,3	7,1	КР, ПР	282	46,9	2006 (34)	1999 г. — приостановление проекта, 2003 г. — оживление, ТЭО
Marlin, Гватемала	<i>Glamis Gold Ltd</i>	2004	16,6	4,8	73	1700	6,8 Au 102,6 Ag		КР, ПР	254	165	2005 (10)	2003 г. — ТЭО, 2004 г. — строительство КР, ПР
Target, ЮАР	<i>Harmony</i>	2001 2004	17,45 22,4	6,89 6,8	120 152,08	1600	10,9	7,75	ПР, ОФ	215	35,8	2002 (20)	Введен в эксплуатацию
Leeville, США	<i>Newmont Mining Corp.</i>	2003			125		16		ПР	205		2007 (7)	2004 г. — строительство
Phoenix, США	<i>Newmont Mining Corp.</i>	2003			>200		12,4-14		КР, КВ	205		2006 (20)	2004 г. — строительство, введен в эксплуатацию
Doomkop, ЮАР	<i>Harmony Gold Mining Co.</i>	2002	40	5	205 pec.	1200	5,8		ПР	141,1	117,6	(20)	2003 г. — ТЭО
El Sauzal, Мексика	<i>Glamis Gold Ltd</i>	2004	20,2	3,4	61,8	1800	5,91	3,54	КР, ОФ	111,6	62	2004 (10)	2003 г. — строительство, введен в эксплуатацию

Продолжение табл. 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лобло, Мали	<i>Randgold Resources Ltd.</i>	2002 2004	12,9 15,2	3,68 3,78	47,47 57,53	2160	6,2-6,8		КР, ПР	100	46,3	2006 (6)	2005 г. — завершение строительства 2003 г. — ТЭО, 2005 г. — начало строительства
Кенсингтон, США	<i>Socur d'Alene Mines</i>	2004	4	7,8	31,1	500	3,1	7,07	ПР	91,5	183	2006 (10)	2003 г. — ТЭО, 2005 г. — начало строительства
Лара, Канада	<i>Agnico-Eagle Mines Ltd.</i>	2003 2004	4,51 4,5	8,1 8,91	36,5 37,32	500	3,9	5,6	ПР	80	160	2008 (8)	2005 г. — начало строительства
Вотоо, Монголия	<i>Centerra Gold</i>	2001 2004	10,2 11,8	3,52 3,1	35,8 36,39	2600 1849	6,8 6,78	5,47 4,79	ПР, ОФ	75	28,8	2004 (6)	Введен в эксплуатацию атаацию
Самига Хилл, Нигер	<i>Etruscan Resources</i>	2001	10	2,21	22	3300	4,2	5,69	КР, ОФ	71	21,5	2004 (5)	Введен в эксплуатацию атаацию
Рефугио, Чили	<i>Beta Gold</i>	2004	62	0,86	53,3	6000	3,1	7,2	КР, КВ	70	11,7	2005 (10)	2003 г. — переоценка запасов, оживление
Gross Rosebel, Суринам	<i>Cambior Inc.</i>	2002 2004	42,9 52,9	1,6 1,4	66,55 76,51	4600 5067	7,6 8,51	5,24 5,47	КР	62,6	13,6	2004 (8)	2003 г. — строительство, введен в эксплуатацию
Сигуано, Гана	<i>Red Back Mining</i>	2004	17,8	1,9	34,2	2000	3,8	6,43	ПР, ОФ	61,6	30,8	2005 (8,5)	Введен в эксплуатацию атаацию
Капанати, Папуа-Новая Гвинея	<i>Highlands Pacific</i>	2003	1,5	21,8	33	150	3,6	4,56	ПР, ОФ	57	380	2005 (6)	2005 г. — строительство
Тулавака, Танзания	<i>Barrick Gold Corp.</i>	2004	1,39	12,2	17	250	3	5,78	КР, ОФ	55	220	2005 (4)	2003 г. — строительство, введен в эксплуатацию
Амарали, Бразилия	<i>Goldcorp Inc.</i>	2004	18,5	2,6	47,6	2500	5,8	4,63	КР, КВ	54	21,6	2005 (11)	2004 г. — строительство
Тока Тиндунг, Индонезия	<i>Archipelago Resources</i>	2003	7,7	3,7	28,5 рес.	1500	5		КР	49	32,7	2006 (6)	2005 г. — покупки акционеров
Келсапа, Индонезия	<i>Newcrest Mining</i>	2003 2004	1,7 0,6	41 42	70 рес. 26,75		8,3	4,2	ПР	40		2006 (8)	
Юнда, Буркина-Фасо	<i>Etruscan Resources</i>	2003	5,5	2,9	16	1000	2,7	8,2	КР	34	34	2006 (5,5)	2005 г. — ТЭО
Стасов, Австралия	<i>Newcrest Mining Ltd.</i>	2004 2005	2,4	10,1	24,6	300 134	3 1,16	7 8,78	ПР			2004 (7)	2003 г. — строительство
Турquoise Ridge, США	<i>Placer Dome Inc.</i>	2004	4,7	21	98	600	9,3	6,9	ПР			2005 (9)	2003 г. — оживление

Примечание. КР — карьер, ПР — подземный рудник, КВ — кучное выщелачивание, ОФ — обогатительная фабрика, рес. — ресурсы.

с небольшим временным лагом вовлечения в разработку карьерных и шахтных руд. Такой подход дает возможность эффективнее использовать капитал при подготовке более сложной и дорогостоящей подземной добычи.

В настоящее время горнорудным компаниям приходится оптимизировать новые проекты в связи с ослаблением курса доллара, ростом цены на нефть и, соответственно, увеличением расходов на транспорт, энергию, материалы (например, сталь), а также трудозатраты (инфляция) и др. Капиталовложения в развитие проектов пересматриваются в сторону их увеличения. Так, капиталовложения в проект Pascua-Lama (Чили–Аргентина) возрастут с 1,1 до 1,5 млрд. дол., в Cerro Casale (Чили) — с 1,43 до 1,65 млрд. дол. На 10–30% выросли капиталовложения в проекты Veladero (Аргентина), Ahafo (Гана), Lihir (Папуа-Новая Гвинея), Wandoo (Австралия) [16, 23].

Геолого-экономические показатели горнорудных проектов характеризуются большим разбросом значений: запасы золота — от 16 до 1800 т (South Deep, ЮАР), средние содержания золота в руде — от 0,69 г/т (Brisas, Венесуэла; Cerro Casale, Чили) до 41 г/т (Kencana, Индонезия). Имеется информация и о более низких содержаниях золота в руде. Так, компания *Kinross Gold* объявила о планируемом на 2009 г. вводе модернизируемого рудника Paracatu (Бразилия), доказанные и вероятные запасы которого составляют 472,7 т золота при среднем содержании в руде 0,37 г/т. Около половины проектов охватывают месторождения с запасами более 100 т (см. табл. 7).

В освоении весьма крупных и крупных месторождений золота основная роль принадлежит ведущим горнорудным компаниям ЮАР, США и Канады, являющимся по существу транснациональными (табл. 8). Крупнейший проект с открытым способом разработки и производительностью по добыче руды 28 млн. т/год планируется реализовать ориентировочно в 2006 г. на месторождении Cerro Casale в Чили. В 2004 г. в Австралии введен в строй крупнейший карьер на месторождении Telfer (17 млн. т руды, 25 т золота в год). Такую же высокую годовую производительность по золоту для открытого способа добычи планируется достигнуть на месторождениях Pascua-Lama (Чили) и Lagunas Norte (Перу) после ввода их в эксплуатацию [16]. Основная часть этих проектов (7 из 12) введена в эксплуатацию к середине 2006 г.

В связи со спадом цены на золото компании продолжали активную работу по дальнейшему снижению расчетных производственных издержек в разрабатываемых проектах с предполагаемым вводом в эксплуатацию в 2002–2009 гг. до уровня 3–8 дол./г.

Удельные капиталовложения в расчете на годовую производительность по руде в проектах колеблются в достаточно больших интервалах и составляют 22–380 дол./т руды для подземного способа разработки, 12–220 дол./т для открытого и 46–165 дол./т для комбинированного. При этом для 92% проектов этот показатель не превышает 100 дол./т, а для 80% — 50 дол./т руды (табл. 9).

8. Геолого-экономические показатели весьма крупных и крупных зарубежных проектов, развиваемых после 2000 г.

Месторождения, страны	Компании	Доказанные запасы		Годовая производительность, Au, т	Год ввода в эксплуатацию
		Au, т	Содержание Au, г/т		
South Deep, ЮАР	<i>Barrick</i>	1833	7,8	22	2005
Cerro Casale, Чили	<i>Placer</i>	715	0,69	15,5	2006
Telfer, Австралия	<i>Newcrest</i>	572	1,6	24,9	2005
Pascua-Lama, Чили–Аргентина	<i>Barrick</i>	547	1,73	23	2009
Veladero, Чили–Аргентина	То же	400	1,1	17,1	2006
Lagunas Norte, Перу	«	291	1,4	24,9	То же
Brisas, Венесуэла	<i>Gold Reserve Inc.</i>	286	0,69	11,2	«
Pogo, США	<i>Sumitomo</i>	162	16,17	12	«
Target, ЮАР	<i>Harmony</i>	120	6,89	10,9	2002
Tulawaka, Танзания	<i>Barrick</i>	114	10,5	3	2005
Hidden Valley, Папуа-Новая Гвинея	<i>Harmony</i>	110	3,13	9,6	2006
Ahafo, Гана	<i>Newmont</i>	103,6	1,8	15,5	То же

9. Геолого-экономические показатели по 36 основным зарубежным горнорудным проектам (2000–2005 гг.)

Показатели проектов	Способ добычи (рудник)			Всего
	открытый	подземный	комбини- рованный	
Число проектов	16	16	4	36
Средний срок эксплуатации, лет	10	12	17	12
Запасы:				
руда, всего, млн. т	2605	867	729	4201
руда, средние на один проект, млн. т	173,7	57,8	182,2	123,5
Au, всего, т	3983	3593	1094	7624
Au, средние на один проект, т	248,9	224,6	273,5	211,8
Содержание Au в руде, г/т:				
среднее	1,53	4,14	1,5	1,81
от–до	0,69–12,2	1,9–41	1,2–4,8	0,69–41
Капиталовложения:				
всего, млн. дол.	5808	3400	2036	11 244
на один проект, млн. дол.	363	243	509	330,7
на 1 т запасов руды, млн. дол.	2,2	3,9	2,8	2,68
на 1 г запасов Au, дол.	1,5	0,95	1,9	1,47
Проектная годовая производительность:				
по руде всего, млн. т	125,3	40	27,9	193,2
средняя на проект, млн. т	8,3	2,7	7	5,7
по Au, всего, т	160	145	47	352
средняя на проект, т	10	9,1	11,8	9,8
Средние удельные капиталовложения на годовую производительность, дол.:				
на 1 т руды	46,3	85	72,9	58,2
от–до	12–220	22–380	46–165	12–380
на 1 г Au	36,3	23,4	43,3	33,1
от–до	8,2–106,4	4,8–68,3	14,7–56,2	4,8–106,4

Наиболее значимые проекты охватывают месторождения с запасами металла более 7,5 тыс. т (около 20% мировых запасов без ЮАР); суммарная годовая добыча руды по ним должна составить 193 млн. т, а золота — более 350 т, т.е. 14% современной мировой добычи. Средний срок жизни реализованных проектов по добыче золота составляет 12 лет, и они обеспечивают достижение прогнозных уровней мировой добычи до 2020 г. без использования МСБ России.

На основе анализа тенденций развития и использования МСБ золота в период 1970–2004 гг. с учетом динамики роста народонаселения и его потребностей в топливно-энергетическом сырье авторами работ [5, 6] составлен прогноз уровней добычи золота и ТЭС на 2025 г. для России и мира (рис. 10). Для России уровень добычи золота на прогнозируе-

мый период рассчитан по двум вариантам развития (так же, как и для ТЭС), предполагающим различные темпы роста добычи. Максимальный темп развития золотодобычи в 1990–2025 гг. при благоприятных экономических условиях принят в 2,39%, в случае минимального варианта — 0,35% [5, 6]. За период 1990–2000 гг. добыча золота в России снижалась вплоть до 1998 г., однако темпы спада замедлились с 1995 г., а начиная с 1999 г. наблюдается рост добычи. В 2002–2004 гг. золотодобыча превысила прогноз развития по максимальному варианту.

После спада в начале 90-х годов добычи ТЭС в России отмечена ее стабилизация в 1995–2000 гг. По прогнозам энергетической стратегии России на период до 2020 г. развитие этого сектора предполагает два варианта — благоприятный и пониженный

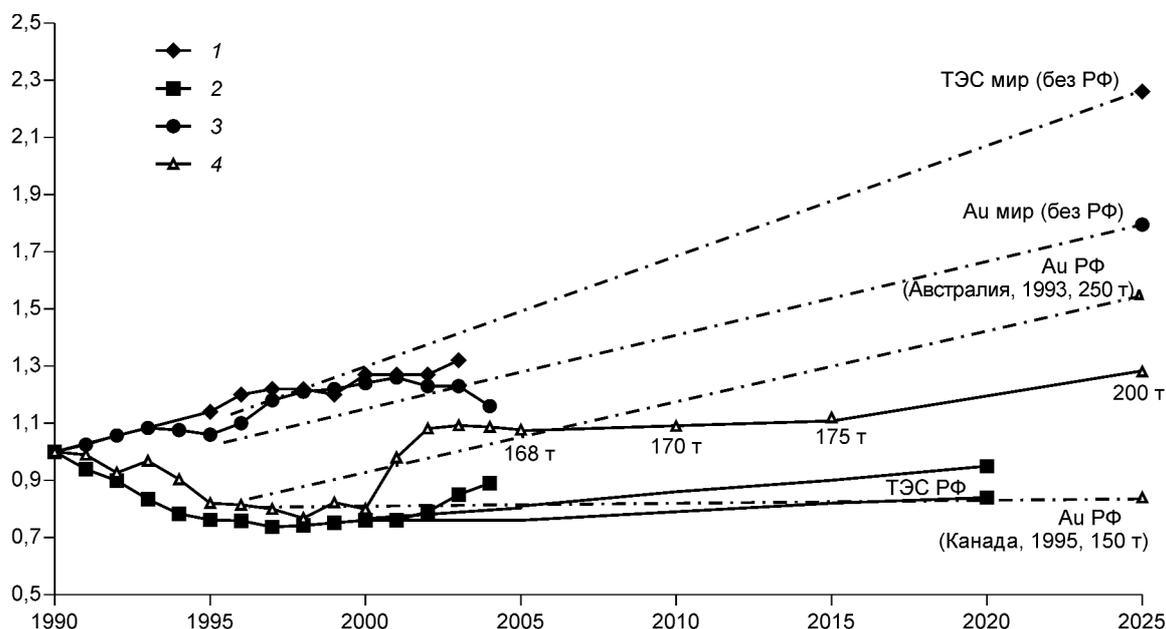


Рис. 10. Состояние достигнутых (1990–2004 гг.) и прогнозируемых до 2025 г. (пунктир) уровней добычи (1990 г.=1) золота и топливно-энергетического сырья в мире (без РФ) и России:

1 — ТЭС, мир (без РФ); 2 — ТЭС РФ; 3 — Au, мир (без РФ); 4 — Au РФ (факт и прогноз для двух вариантов развития)

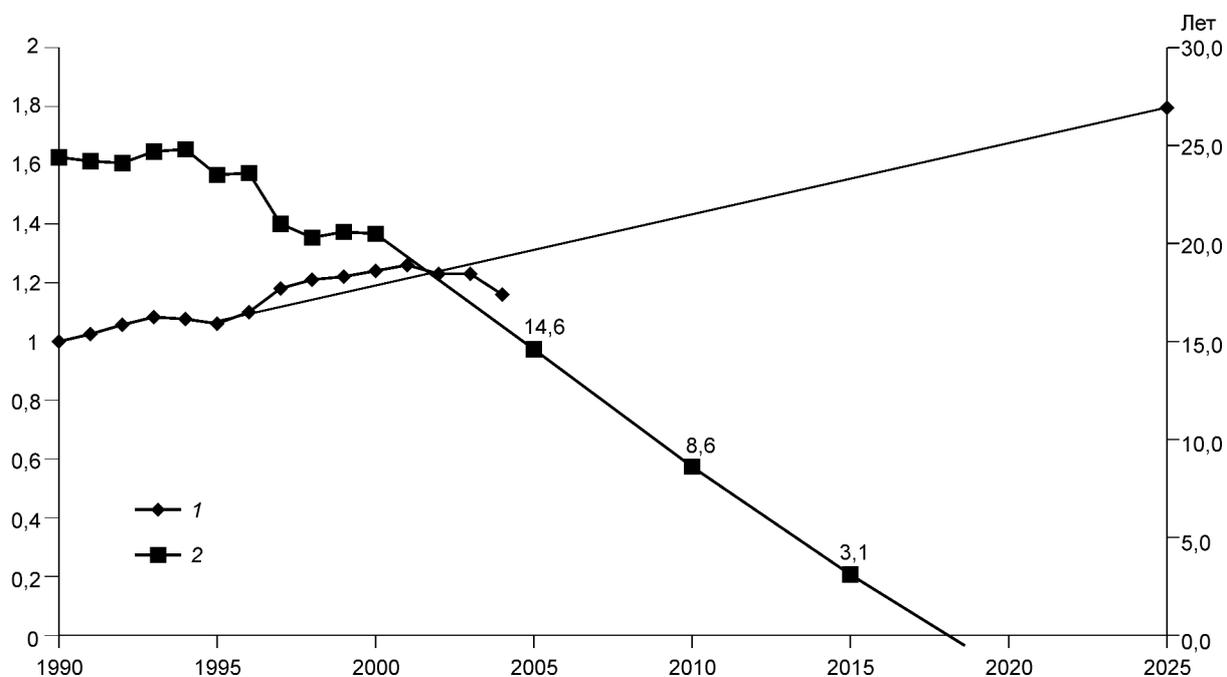


Рис. 11. Обеспеченность мировой добычи золота подтвержденными запасами по состоянию на январь 2000 г. в сопоставлении с прогнозом добычи до 2025 г. (уровень добычи 1990 г.=1):

1 — добыча, мир без РФ, факт и прогноз; 2 — обеспеченность добычи запасами, факт и прогноз

со среднегодовыми темпами роста 1,2 и 0,5% соответственно.

Развитие добычи золота в мире в начале XXI в. противоположно тенденциям, наблюдающимся в России. Устойчивый рост добычи золота со среднегодовым темпом 2,41% в 1996–2000 гг. продемонстрировал достаточно хорошее совпадение в этот период с прогнозируемым темпом (2,33%). Однако замедление темпов роста с 2001 г. привело в 2004 г. к спаду мировой золотодобычи на 5%, что отбросило уровень рудничного производства на восемь лет назад (1997 г.). Такого резкого спада в мировой золотодобыче не наблюдалось с 1943 г. [19]. При условии погашения запасов 2000 года в недрах без их компенсации приростом они будут исчерпаны к 2018 г. (рис. 11).

Серебро. Основные типы месторождений. Все сереборудные объекты, согласно существующим в РФ классификациям [37], объединяются в две крупные группы: собственно серебряные и серебросодержащие.

Среди собственно серебряных месторождений (с потенциальной ценностью серебра в рудах более 50% потенциальной ценности всех извлекаемых компонентов) в настоящее время выделяют [37] с учетом более ранних классификаций пять геолого-промышленных типов:

штокерковые и прожилково-вкрапленные золото-серебряные месторождения вулканоплутонических поясов — Дукатское, Гуанахуато, Пачука, Фресильо;

минерализованные и жильные зоны вулканоплутонических поясов — Серро-де-Паско, Канделария, Большой Канимансур;

жильные месторождения вулканоплутонических поясов — Кер-д’Ален;

минерализованные зоны в терригенно-карбонатных толщах миогеосинклиналей — Сардана, Силвермайнз;

жильные месторождения в терригенно-карбонатных комплексах миогеосинклиналей — Кобальт, Актепе, Конгсберг.

Среди комплексных серебросодержащих месторождений выделяют:

прожилково-вкрапленные медно-порфировые — Грасберг;

колчеданно-медно-цинковые — Антамина;

стратиформные медистых песчаников — Джек-казган, Удокан и сланцев (мансфельдский тип) — Любин;

стратиформные свинцово-цинковые — Сенчери;

колчеданно-полиметаллические в эффузивных породах — Айзек Лейк;

колчеданно-полиметаллические в терригенных породах — Кеннингтон, Маунт-Айза.

Запасы. Мировые доказанные запасы серебра заключены в недрах 66 стран мира (включая Россию) и по состоянию на 01.01.04 г. составили 672,7 тыс. т. Распределение запасов по континентам неравномерное; максимальное их количество приходится на Северо-, Южно-Американский кон-

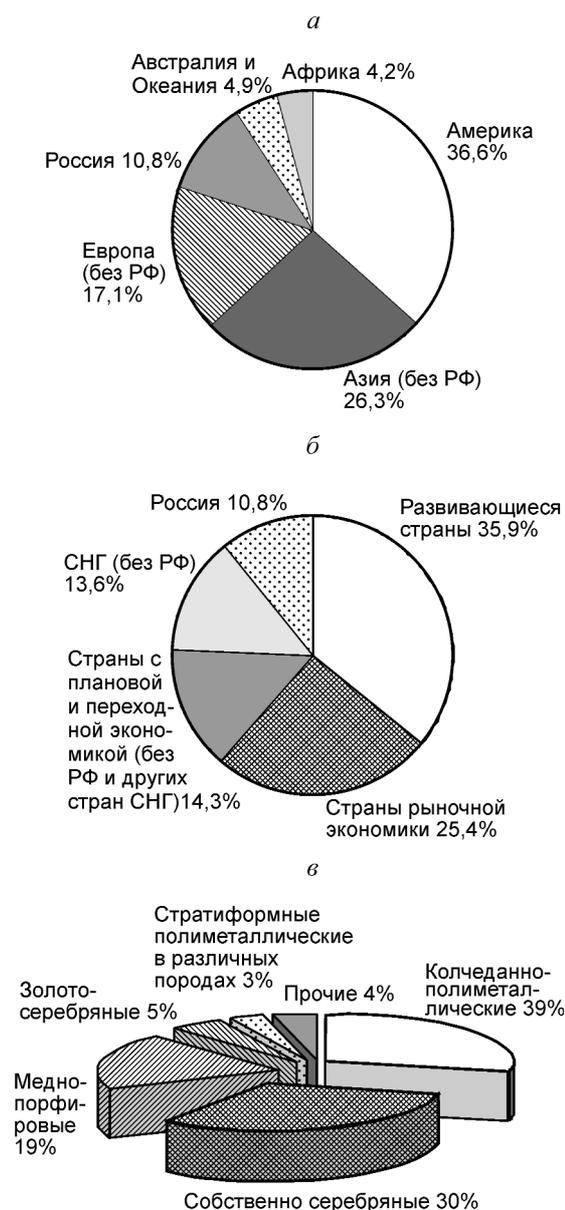


Рис. 12. Распределение доказанных запасов серебра по состоянию на 01.01.04 г.:

а — по континентам мира; *б* — по группам стран с различными типами экономики; *в* — по геолого-промышленным типам месторождений цветных и благородных металлов [9] — источникам серебра

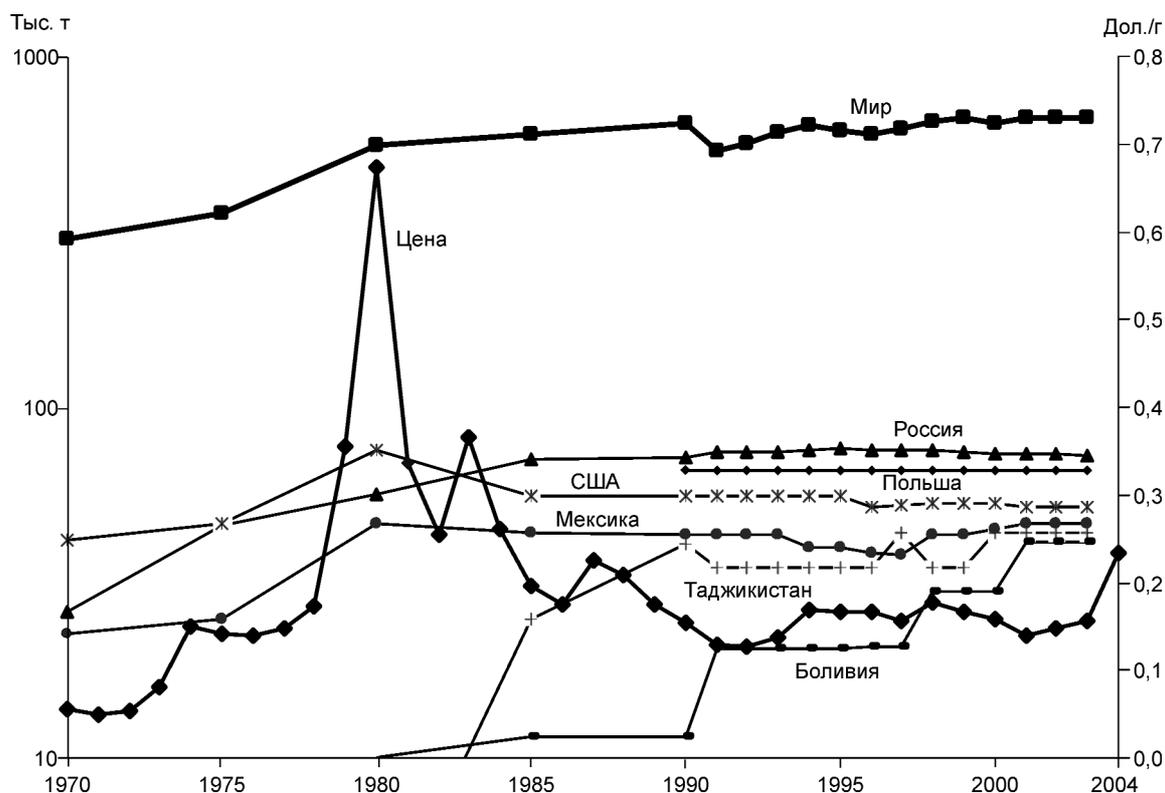


Рис. 13. Динамика запасов серебра в мире, России, Польше, США, Мексике, Таджикистане и Боливии за 1970–2003 гг. в сопоставлении с ценой

тиненты (36,6%) и Азию (26,3%) (рис. 12, а) и определяется планетарными особенностями геологического строения и металлогении этих континентов. Распределение мировых запасов серебра по странам с различными типами экономики (рыночный, развивающийся, переходный) также неравномерное с максимумом их в странах с переходным типом, включая Россию и СНГ (38,7%) (см. рис. 12, б). Характерной особенностью серебра является его рассредоточенность в широком спектре геолого-промышленных типов месторождений цветных и благородных металлов (рис. 12, в) с наибольшим количеством запасов в колчеданно-полиметаллических (39%) и собственно серебряных (30%).

Динамика доказанных запасов серебра по континентам, ведущим странам и группам стран с 2000 г. существенно не изменилась в связи с отсутствием открытий новых крупных серебряных и серебряносодержащих месторождений золота и цветных металлов.

Суммарные доказанные запасы серебра 15 ведущих стран-держателей на 01.01.04 г. составили более 524,6 тыс. т, или 78% от мировых (табл. 10).

В число ведущих стран входят: Россия (1-е место), Таджикистан (5-е место) и Казахстан (8-е место).

За период 1970–2003 гг. общий объем мировых доказанных запасов серебра увеличился в 2,22 раза, максимум его достигал 673,58 тыс. т в 1999 г. (рис. 13; см. табл. 10). В целом в течение всего периода происходило неравномерное повышение их уровня с наиболее высоким среднегодовым темпом роста с 1970 по 1990 гг. (5,7%) и снижением его в последующие годы как в мире в целом (0,31%), так и в ведущих странах-держателях (см. рис. 13). Наиболее высокий рост запасов среди ведущих стран-держателей за весь период 1970–2003 гг. характерен для Таджикистана (в 13,6 раз) за счет месторождения Большой Канмансур, Аргентины (в 8,2 раза по сравнению с 1980 г.) за счет месторождений Агильяр, Пиркитас, Паскуа-Лама, Индонезии (в 5,7 раз по сравнению с 1990 г.) за счет месторождения Лерокис. Существенный рост запасов произошел и в России (в 2,8 раза) — месторождения Дукатское в Магаданской области и Хаканджинское в Хабаровском крае (см. табл. 13).

Крупнейшее в России Дукатское золото-серебряное месторождение с доказанными запасами (по

10. Состояние доказанных запасов серебра в мире и ведущих странах-держателях за 1970–2003 гг., тыс. т [8, 9 и др.]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	% от мира	2003/ 1970
Россия	26,18	46,27	56,55	71,02	72,65	74,82	74,69	74,98	76,23	76,48	76,05	75,84	75,53	75,25	74,32	73,90	73,58	72,75	10,82	2,78
Польша		Нет данных			66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	66,00	9,82	1,00**
США	42,00	47,00	76,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	52,20	52,60	53,20	53,20	53,70	52,05	52,05	52,05	7,74	1,24
Мексика	22,80	25,00	47,00	44,00	43,50	43,50	43,50	43,50	40,00	40,00	38,60	38,00	43,70	43,70	45,30	46,54	46,54	46,54	6,92	2,04
Таджикистан	3,23	3,05	3,01	25,02	41,31	41,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	44,00	35,00	35,00	44,00	44,00	44,00	44,00	6,55	13,62
Боливия		Нет данных	10,00	11,50	11,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,50	20,90	20,90	30,10	30,10	30,10	41,55	41,55	41,55	6,18	4,16*
Перу	16,40	19,00	27,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	25,00	25,00	23,00	24,50	24,50	24,50	33,00	36,22	36,22	36,22	5,39	2,21
Казахстан	46,44	40,83	45,04	45,71	49,38	40,00	40,00	40,00	40,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	4,31	0,62
Австралия	13,70	20,00	30,00	35,00	36,10	36,10	36,10	38,20	38,20	38,00	30,90	29,90	24,70	24,70	26,70	27,16	27,16	27,16	4,04	1,98
Чили	5,00	12,00	13,00	14,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,50	17,70	17,70	21,70	21,70	21,70	21,70	3,23	4,34
Аргентина		Нет данных	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	8,90	9,10	20,00	20,00	20,00	20,43	20,43	20,43	3,04	8,17*
Канада	12,90	22,00	55,00	44,00	44,00	43,00	43,00	43,00	41,00	41,00	40,00	40,60	41,70	41,70	20,20	20,17	20,17	20,17	3,00	1,56
Индонезия		Нет данных			3,00	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	5,40	16,00	16,50	16,50	16,70	17,06	17,06	17,06	2,54	5,69**
Япония	8,00	9,00	9,00	15,00	16,50	16,50	16,50	16,50	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	2,38	2,00
Испания	13,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	2,08	1,08
Итого		Нет данных			434,34	435,00	429,00	431,10	420,10	408,90	401,90	423,10	438,10	438,10	436,41	465,38	465,38	524,63	78,04	1,21**
Мир	302,38	361,07	558,55	604,72	646,45	538,71	565,69	612,88	641,23	617,18	603,45	622,44	656,61	673,58	644,48	673,26	672,94	672,1	100,00	2,22

*Отношения 2003/1980.

**Отношения 2003/1990.

кодексу JORC на конец 2005 г.) 15 753 тыс. т руды со средними содержаниями Ag 529,4 г/т и Au 1,1 г/т содержит около 8339 т серебра и 16,6 т золота. Добычу комбинированным способом ведет Дукатский ГОК. Масштабная эксплуатация месторождения начата в 2004 г.

Рудничное производство. Рудничное производство серебра распределено по добывающим странам, как показывает ретроспективное рассмотрение за 1970–2004 гг., крайне неравномерно и обусловлено распространённостью серебряных и серебросодержащих месторождений по континентам, особенностями экономики добывающих стран и типами месторождений-источников. Анализ распределения добычи по континентам указывает на преимущественную приуроченность ее к территориям с широким развитием орогенных поясов в обрамлении кратонов с максимумом в Северной и Южной Америке (53,8%) и Азии (17,7%) (рис. 14, а). Структура добычи серебра по странам с различными типами экономики за последние годы значительно изменилась в связи с существенной активизацией процессов экономического развития в Китае, а ее максимум приходится на развивающиеся страны (46,6%) (см. рис. 14, б). Основную роль в добыче серебра играют свинцово-цинковые (31%), собственно серебряные (28%) и медные месторождения (25%) (см. рис. 14, в).

Структура добычи серебра по объемам рудничного производства на месторождениях различных ГПТ имеет следующий вид:

свинцово-цинковые месторождения (эпитермальные Pb-Zn-Ag месторождения Мексики и Кеннингтон в Австралии, небольшие осадочно-эксгалационные месторождения Китая) — 31%;

собственно серебряные месторождения, жильные галенит-сфалерит-тетраэдритовые (с богатой Ag разновидностью блеклых руд — фрейбергитом) (тип «Айдахо») и эпитермальные серебряные месторождения — 28%.

медные месторождения (медистые сланцы в Польше, медно-порфиновые месторождения) — 25%;

золоторудные месторождения («карлинского» типа и эпитермальные Au-Ag месторождения) — 14%;

В 2004 г. рудничное производство серебра на собственно серебряных месторождениях составило лишь около 30% мирового рудничного производства. Остальной металл был получен за счет попутного производства на свинцовых, цинковых, медных, золотодобывающих и других предприятиях.

В 1970–2004 гг. рост мирового рудничного производства серебра при среднегодовом темпе 3,26% был неустойчив. Добыча за весь рассматриваемый



Рис. 14. Распределение рудничного производства серебра в 2003–2004 гг. [9]:

а — по континентам; б — по странам с различными типами экономики; в — по различным типам месторождений

период выросла в 2,31 раза и в 2004 г. составила 19 731 т. На фоне этого роста по достижении в 1990 г. мировой добычи 15 992,3 т в 1991–1994 гг. произошел спад рудничного производства до минимума 13 816,7 т в 1994 г. при одновременном падении цен на металл [6] (табл. 11, рис. 15). Спад связан, как полагают, с общемировой экономической рецессией по окончании холодной войны и снижением добычи в США, Канаде, России, Казахстане. В то же время Мексика, Австралия, Чили и другие

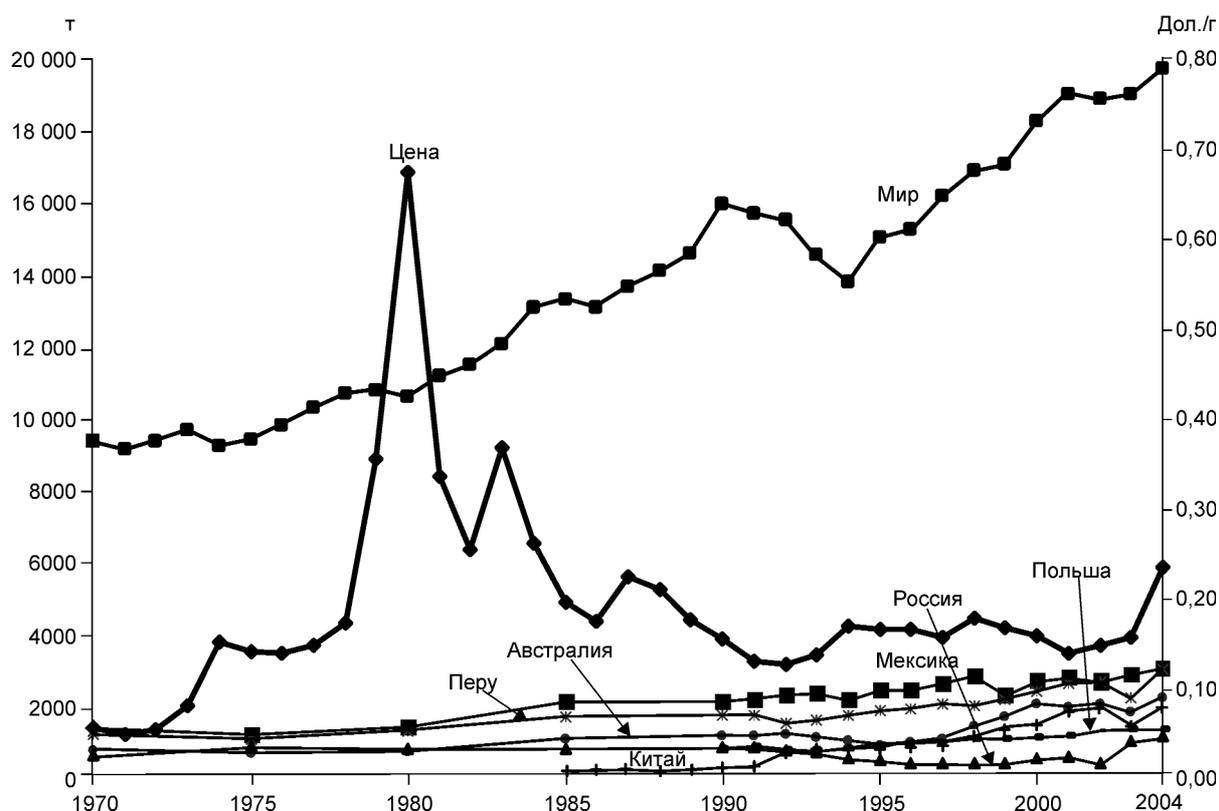


Рис. 15. Рудничное производство серебра в мире, Мексике, Перу, Австралии, Китае, Польше, России в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

страны наращивали рудничное производство, что в последующие годы позволило преодолеть спад начала 90-х годов. В настоящее время рост мирового рудничного производства серебра продолжается, и этот рост, по-видимому, сохранится, учитывая высокие цены на серебро в 2005–2006 гг.

Около 95% мирового рудничного производства серебра приходится на 15 ведущих стран-производителей, среди которых более половины мирового рудничного производства (около 52%) в 2004 г. обеспечили Мексика — 15,64%, Перу — 15,51%, Австралия — 11,34%, Китай — 10,06%. За период 1970–2004 гг. в целом в ведущих странах рудничное производство выросло более чем вдвое (см. табл. 11). Большинство из них наращивали объем рудничного производства серебра, особенно выразителен его рост в Польше (в 246 раз), Чили (в 243 раза), Китае (почти в 80 раз) и Индонезии (в 30 раз).

В 2004 г. состояние мировой добычи серебра обеспечивала активная деятельность нескольких крупнейших компаний. Перечень их, ранжированный по рудничному производству, сведения о районах и характере деятельности добывающих и перерабатывающих предприятий, запасах серебра и рыночной капитализации на конец 2004 г. — начало 2005 г. приведены в табл. 12.

Двадцать крупнейших компаний (рис. 16) обеспечили в 2004 г. рудничное производство серебра в количестве 10 855,1 т [43], или 55% общемирового.

Среди мировых компаний выделяются три самых крупных производителя с высокими уровнями и темпами роста рудничного производства серебра. Это австралийская *BHP Billiton*, мексиканская *Industrias Penoles* и польская *KGHM Polska Miedz*. Масштабы добычи каждой из них более чем вдвое превышают объемы каждой из остальных в двадцатке ведущих компаний (см. рис. 16). Эти три компании получают серебро из крупномасштабных свинцово-цинковых и меднорудных объектов с высокими содержаниями металла в рудах (Кеннингтон, Австралия; Фреснильо, Мексика; Любин, Польша). В 2000–2004 гг. большинство компаний из ведущих двадцати наращивают производство. Некоторые из них (*МНПО «Полиметалл»*, *Pan American Silver*, *Noranda* и др.) располагают подготовленными и готовящимися к эксплуатации крупными по масштабам серебряными или комплексными объектами с высокой потенциальной ценностью руд и характеризуются наиболее высокими темпами роста рудничного производства серебра (см. рис. 16). Для других (*Grupo Mexico*, *Kazakhmys*, *Boliden AB*,

11. Рудничное производство серебра в мире и ведущих странах-производителях в 1970–2004 гг., т [8, 9, 26 и др.]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	% от мира	2004/ 1970
Мексика	1332,2	1226,1	1472,6	2153,0	2170,0	2206,9	2325,0	2368,4	2215,0	2495,0	2498,6	2672,8	2876,5	2338,9	2744,0	2824,0	2747,0	2917,5	3085,0	15,64	2,31
Перу	1238,9	1117,5	1339,8	1707,0	1761,6	1769,7	1570,0	1615,6	1790,0	1910,0	1949,0	2077,7	2024,8	2217,7	2438,0	2674,0	2686,6	2774,4	3060,0	15,51	2,47
Австралия	808,3	726,2	766,8	1085,9	1173,0	1180,0	1248,0	1162,0	1045,0	921,0	1020,0	1106,0	1469,0	1720,0	2060,0	1970,0	2077,0	1872,4	2237,0	11,34	2,77
Китай	24,9	Нет дан- ных	77,8	87,1	150,0	180,0	766,0	775,0	825,0	844,0	891,0	918,0	1190,0	1374,8	1500,0	1908,0	2000,0	1455,6	1985,0	10,06	79,72
Польша	5,6	Нет дан- ных	718,5	Нет дан- ных	840,0	890,0	798,0	767,0	850,0	964,0	1003,0	1027,0	1119,7	1113,5	1140,0	1183,0	1343,0	1377,9	1362,0	6,90	246,05
Чили	74,4	194,8	298,5	517,6	633,1	673,6	1042,9	985,0	959,2	1042,0	1129,9	1088,0	1340,0	1393,4	1170,0	1349,0	1210,5	1293,9	1330,0	6,74	243,21
Канада	1376,2	1234,6	1070,0	1206,8	1466,4	1338,8	1207,0	878,8	774,5	1207,0	1228,0	1221,0	1132,2	1166,4	1174,0	1235,0	1400,9	1275,2	1265,0	6,41	0,92
США	1399,7	1086,7	1005,6	1224,1	2068,0	1848,0	1741,0	1609,0	1480,5	1549,0	1570,0	2180,4	2059,1	1956,4	1970,0	1635,0	1420,0	1290,8	1250,0	6,34	0,89
Россия	684,4	911,2	835,6	844,8	903,3	870,1	793,6	741,2	554,0	518,0	452,6	451,6	430,0	458,6	590,0	624,0	755,8	1051,0	1180,0	5,98	1,54
Казахстан	1045,0	1101,2	1071,5	1028,6	1026,3	640,0	493,0	490,0	408,4	430,0	414,3	389,3	470,0	640,7	816,0	755,0	892,6	712,3	642,0	3,25	0,61
Бразилия	212,0	165,5	176,6	111,4	311,0	337,0	282,4	298,2	352,1	428,0	384,0	386,0	407,5	382,6	437,0	425,0	460,9	466,6	407,0	2,06	1,92
Швеция	122,8	140,4	166,0	189,8	185,4	253,0	281,6	277,3	276,0	250,0	256,0	282,5	275,0	276,8	294,0	275,0	320,8	307,9	292,0	1,48	2,38
Индонезия	8,8	25,0	21,8	40,0	65,9	78,9	80,3	90,0	105,9	183,0	228,0	228,0	349,0	292,3	314,0	348,3	289,5	298,6	266,0	1,35	30,23
Марокко	21,2	110,7	98,1	126,6	235,0	233,9	168,3	168,3	260,0	332,8	332,8	262,0	306,5	270,6	289,0	291,0	276,8	251,9	196,0	0,99	9,24
Аргентина	63,8	70,0	73,3	90,0	72,0	70,0	41,2	40,8	38,0	48,0	50,0	50,4	35,8	73,8	78,3	152,8	125,9	143,1	156,0	0,79	2,44
Итого	8418,2	Нет дан- ных	9192,5	13061,0	12569,9	12840,3	12266,6	11933,6	13121,8	13407,2	13407,2	14340,7	15485,0	15438,9	17014,3	17649,1	17701,4	17489,2	18713,0	94,84	2,08
Мир	9361,9	9430,0	10155,9	13312,3	15992,2	15534,0	14570,1	13816,8	15023,0	15271,8	16195,6	16920,3	17060,3	17060,3	18267,1	19029,1	18892,3	19010,4	19732,1	100,00	2,11

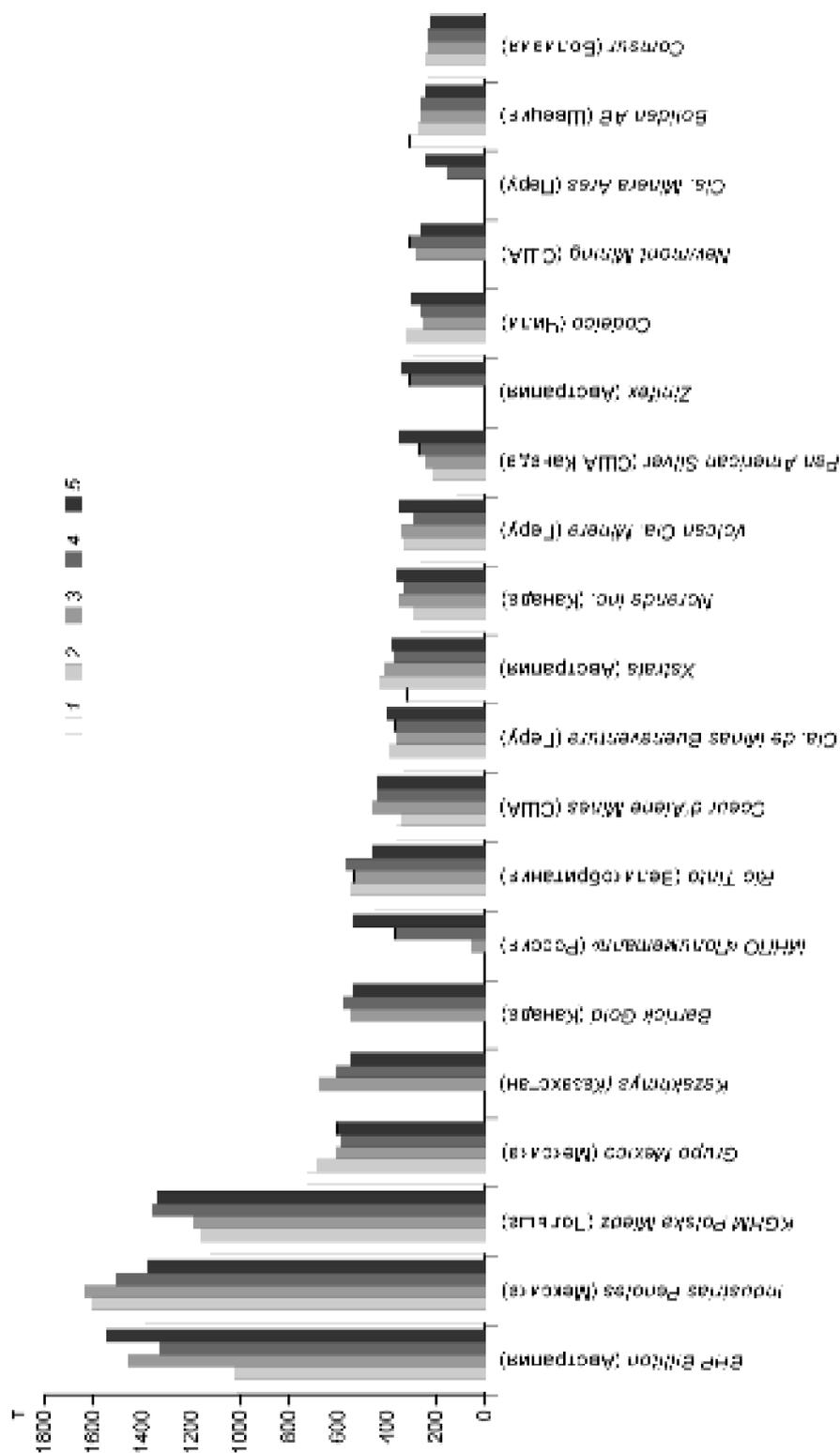


Рис. 16. Рудничное производство серебра 20-ти ведущих мировых компаний в 2000–2004 гг.:

1 — 2000 г.; 2 — 2001 г.; 3 — 2002 г.; 4 — 2003 г.; 5 — 2004 г.

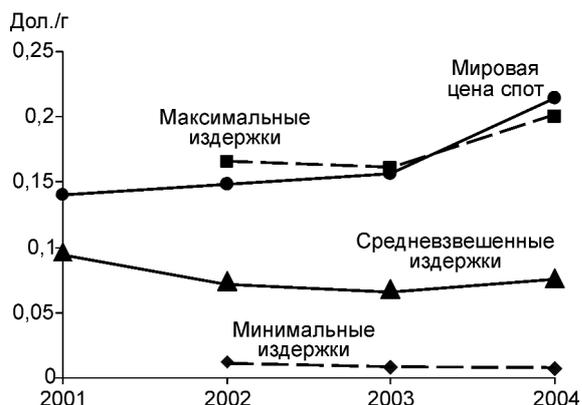


Рис. 17. Выборочные данные по прямым издержкам производства серебра в 2001–2004 гг. для рудников с доступными сведениями о затратах [12] в сопоставлении с ценой

Comsur) характерен спад объемов рудничного производства в условиях отсутствия новых крупных проектов.

Перечень крупнейших в мире добывающих рудников в 2003 г. и объем их производства (по данным Института Серебра) (табл. 13) показывает, что наиболее крупные добывающие предприятия принадлежат ведущим компаниям, которые обрабатывают собственно серебряные и богатые серебросодержащие месторождения как в собственных странах, так и за рубежом [34].

Динамика производства серебра в России за период 1970–2004 гг. испытала подъем в 1990 г. и последующий непрерывный спад до минимума 2002 года (450 т) в результате потери добывающих мощностей в ходе реформ.

В 90-х годах около 90% серебра Россия получала в виде попутного продукта при производстве цветных металлов. Крупнейшие районы-производители серебра — Красноярский и Приморский края, Башкортостан, Челябинская и Оренбургская области, которые являются также важнейшими производителями цветных металлов в стране. В 90-х годах Россия снизила производство серебра на 60% вслед за резким падением производства свинца и цинка (см. табл. 11, рис. 15). Лишь в 2003–2004 гг. отмечен крупный подъем рудничного производства более чем в 2,6 раза в результате активности ведущей в стране по добыче серебра компании МНПО «Полиметалл» на Хаканджинском и Дукатском месторождениях. В 2004 г. вклад добычи из золото-серебряных месторождений в общий ее рост составил две трети. По итогам 2004 года Россия по рудничному производству серебра занимает девятое место в мире (см. табл. 11, рис. 15).

Определить производственные издержки на серебро достаточно сложно по сравнению, например, с золотом, поскольку большая часть мирового производства серебра — попутная продукция при производстве цветных металлов. Предприятия рассчитывают производственные издержки на основной металл, а доход от серебра в этих случаях записывается в кредит по сравнению с затратами на производство основного металла, т.е. снижает их. Имеются лишь выборочные данные по затратам для важнейших предприятий ряда компаний.

Прямые средние мировые издержки производства серебра в 2003 г. сократились на 8% и составили 2,12 дол./унц. (0,068 дол./г). В 2004 г. они выросли на 11% по отношению к предыдущему году, до 2,36 дол./унц. (0,076 дол./г). При этом маржинальная прибыль (сальдо между средней мировой ценой и прямыми затратами) возросла в среднем на 58% в связи с ростом цен на серебро. Однако в 2004 г. средневзвешенное значение общих производственных затрат по серебру (включая амортизацию и отчисления на восстановление запасов) возросло до 3,40 дол./унц. (0,109 дол./г) из-за роста цен на топливо, сталь, рабочую силу и транспортировку (рис. 17), что рассматривают как достижение в связи с гораздо более резким повышением цен на перечисленные виды сырья, товаров и услуг [12].

Известны предприятия с отрицательными издержками производства серебра за счет продаж попутно извлекаемых ценных компонентов руд [12].

Потребление. Среди металлов нет таких, которые можно было бы сравнить с серебром по широте его применения. И не столько в ювелирной сфере, сколько в промышленности в силу его физико-химических качеств: электропроводности, светочувствительности, отражательной способности, мощных дезинфицирующих биологических свойств самого металла и его соединений и др. Эти качества обеспечивают высокий и растущий спрос на серебро, несмотря на потерю им важнейшего в прошлом монетарного значения.

Предложение серебра формируется под воздействием поставок из четырех главных источников: в первую очередь, рудничных поставок из собственно серебряных месторождений; поступлений серебра как попутного продукта производства из руд золотых, свинцово-цинковых, медных и других месторождений; поступлений серебра, полученного из вторичного сырья; правительственных продаж. В 2004 г. структура возросших в целом против 2003 года поступлений по указанным источникам составила соответственно 21,7, 50,5, 20,6 и 7,2% [12].

12. Характеристика деятельности ведущих мировых компаний по рудничному производству серебра в 2004 г.

Компании	Страны	Районы и характер добычной деятельности предприятий	Запасы Ag по состоянию на 01.01.04 г., т	Рудничное производство в 2004 г., т	Капитализация на конец 2004 г. – начало 2005 г., млрд. дол.
<i>BHP Billiton Ltd.</i>	Австралия	Разработка боканцевых руд Ag-Pb-Zn месторождения Кеннингтон, Австралия		1545,8	50,56
<i>Industrias Penoles</i>	Мексика	Попутное рудничное производство Ag на Pb-Zn рудниках района Фреснильо	12 021,5	1384,1	2,07
<i>KGHM Polska Miedz</i>	Польша	Попутное производство Ag из месторождений медистых сланцев Польши		1343,7	2,08
<i>Grupo Mexico</i>	Мексика	Обработка серебряных месторождений и попутное производство Ag на Pb-Zn месторождениях Мексики	26 822,0	603,4	4,86
<i>Kazakhmys</i>	Казахстан	Попутное получение серебра из руд золоторудных месторождений		550,5	
<i>Barrick Gold Inc.</i>	Канада	Попутное получение серебра из руд золоторудных месторождений различных районов мира	29 007,1	538,1	13,32
МНПО «Полиметалл»	Россия	Обработка Ag-Au месторождений РФ	20 610	538,1	Оценить невозможно, так как акции не обращаются на организованных рынках (стоимость чистых активов 1,67 млрд. дол.)
<i>Rio Tinto PLC</i>	Великобритания	Попутное получение серебра на Cu-порфирировых и Pb-Zn месторождениях в различных районах мира		460,3	36,95
<i>Coeur d'Alene Mines</i>	США	Обработка серебряного рудника и попутное извлечение серебра из руд оловянных и Pb-Zn месторождений	6096,3	438,6	0,84
<i>Cia. de Minas Buenaventura</i>	Перу	Попутное извлечение серебра из Cu-порфирировых и Pb-Zn месторождений Перу	2549,0	398,1	3,01

Распределение потребления серебра по континентам, группам стран с различными типами экономики и областям его применения показано на рис. 18. Максимум его потребления (45,2%) характерен для стран Азии (включая азиатские страны СНГ) с их значительным и традиционным ювелирным сегментом. Страны с развитой экономикой преобладают в потреблении (46%). По областям применения наибольшее количество серебра потребляется в промышленном секторе (47%), до 33% используется в ювелирном секторе, около 20% — в прочих областях.

Главными сферами потребления серебра являются высокотехнологичные отрасли промышленности: электроника, электротехника, химическая, медицинская промышленность, фото-, кинопроизводство (в сумме около 47%). В последние годы наметилось еще одно перспективное направление применения серебра как биоцида в технологиях очистки промышленных и питьевых вод, а также в строительной промышленности для защиты строительных конструкций от плесени и колоний грибов.

Общемировое потребление серебра в 1985–2004 гг. неравномерно росло, достигнув максимума в 2000 г. (28 621 т), затем несколько снизилось к 2004 г. (26 024 т) и за весь период выросло в 1,9 раза. Среднегодовой темп роста потребления за весь период составил 3,34%. Крупнейшие мировые страны-потребители серебра — США, Индия, Япония, Китай (более 58% мирового потребления) (табл. 14, рис. 19). Потребление ведущих 15 стран в 2004 г. составило в сумме 22 743 т, или более 87% общемирового потребления.

Россия в число ведущих стран-потребителей серебра не входит, занимая первое место в мире по его запасам (см. табл. 10), входя в число 15 ведущих стран по рудничному производству (см. табл. 11) и располагая пятым по годовому объему производства металла рудником в мире (Дукатский ГОК) (см. табл. 13). Это положение РФ связано с экспортной политикой страны и ведущих компаний, ориентированной на вывоз металла.

Мировое потребление серебра, начиная с середины XX в., не обеспечивается рудничным производством (рис. 20), поэтому недостаток металла покрывается за счет его наземных запасов. Основные источники предложения серебра — новый добытый металл, складские и тезаврационные запасы (серебросодержащие изделия, слитки) частного сектора, скрап.

Баланс спроса-предложения серебра с 1990 г. по настоящее время — отрицательный (рис. 21, б). Наиболее высокий дефицит металла пришелся на 90-е годы (в 1997 г. он достиг максимума 6287 т).

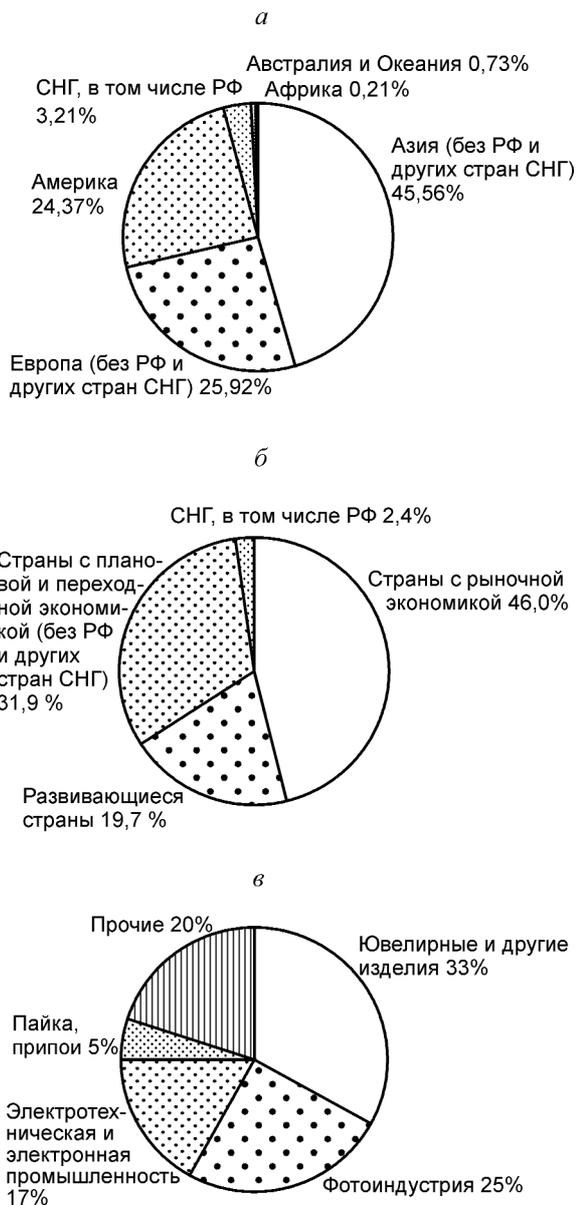


Рис. 18. Распределение потребления серебра в 2003–2004 гг. [9]:

а — по континентам; б — по группам стран с различными типами экономики; в — по областям применения

Весь период дефицита предложения серебра сопровождается ростом его цены от ее минимума 1992 года (0,127 дол./г). Дефицит предложения серебра на мировом рынке привел к активизации производства его из вторичных источников [1]. В 1951 г. потребление серебра превысило его извлечение из руд, и с этого года начинается отсчет производства металла из вторичных материалов, включая извлечение его из нового и старого скрапа серебросодержащих от-

13. Крупнейшие мировые предприятия по добыче серебра из собственно серебряных и серебряносодержащих месторождений, 2003 г.

Рейтинг	Рудник, страна	Компания-оператор, страна	Годовое производство, т
1	Cannington, Австралия	BHP Billiton, Австралия	1070
2	Fresnillo (Proano), Мексика	Industrias Penoles SA de CV, Мексика	994,4
3	Greens Creek, США	Kennecott Minerals/Hecla Mining Company	364,2
4	Uchucchuaqua, Перу	Compania de Minas Buenaventura SA, Перу	298
5	Дукатское, Россия	МНПО «Полиметалл», Россия	279,9
6	Imiter, Марокко	Societe Metallogenique d'Imiter	219,9
7	Rochester, США	Coeur d'Alene Mines Corporation, США	174,2
8	Huaron, Перу	Pan American Silver Corp., Канада	155,5
9	San Sebastian, Мексика	Hecla Mining Company	127,5
10	Galena, США	Coeur d'Alene Mines Corporation, США	115,1
11	Arcata, Перу	Minas de Arcata SA, Перу	107,6
12	Tizapa, Мексика	Industrias Penoles SA de CV, Мексика	100,8
13	Cerro Bayo, Чили	Coeur d'Alene Mines Corporation, США	100,2
14	Quiruvilca, Перу	Pan American Silver Corp., Канада	94,2
15	Хаканджинское, Россия	МНПО «Полиметалл», Россия	45,6

ходов промышленности и потребителей. К возможным источникам скрапа серебра обычно относят продукцию, находящуюся в обороте (монеты, награды), и перерабатываемые отходы. Наиболее важен скрап фотоиндустрии, электротехнической и электронной промышленности, ювелирный, отработанные катализаторы. С 1993 по 2003 гг. общий

объем металла, получаемого из вторичного сырья, вырос в 1,17 раза и в 2003 г. составил 5,64 тыс. т. В конце 80-х годов мировое извлечение серебра только из отходов фотоиндустрии многочисленными компаниями во всем мире составило не менее одной четверти общего объема его потребления (см. рис. 20) [31, 43].

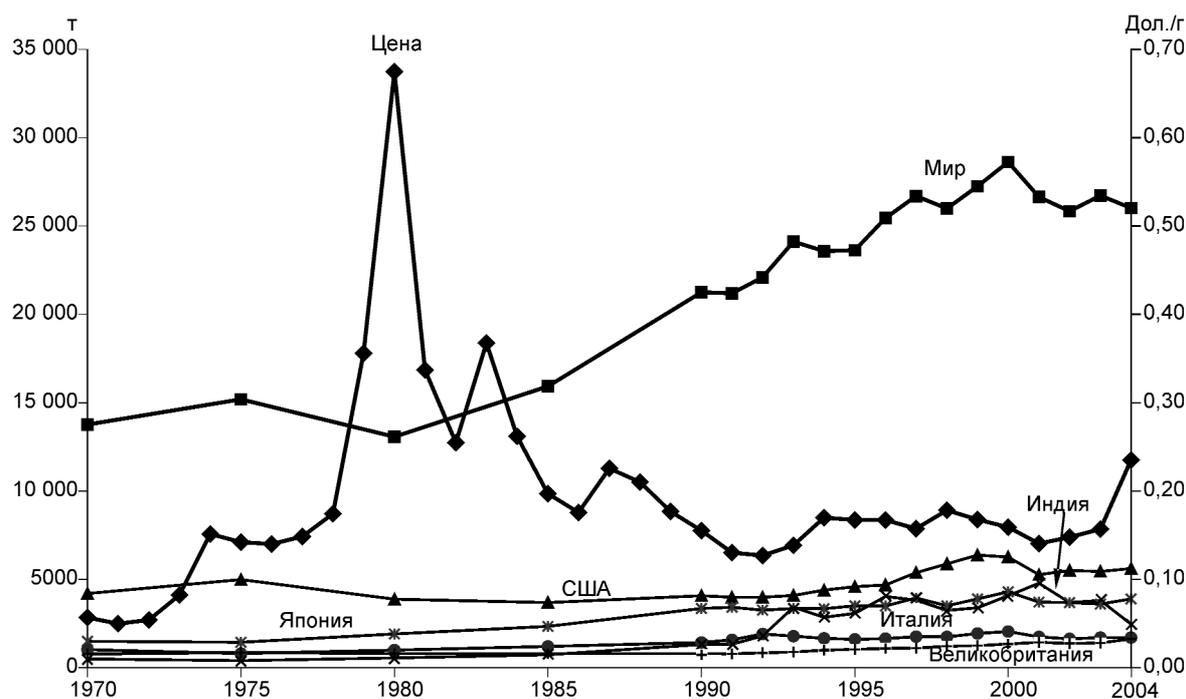


Рис. 19. Потребление серебра в мире, США, Японии, Индии, Италии и Великобритании в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

14. Потребление серебра в мире и ведущих странах-погребителях в 1970-2004 гг., тыс. т [8, 9 и др.]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	% от мира	2004/ 1970
США	4,20	4,98	3,88	3,69	4,07	3,99	4,00	4,10	4,39	4,59	4,69	5,37	5,88	6,38	6,27	5,27	5,51	5,45	5,61	21,55	1,34
Япония	1,50	11,44	1,91	2,34	3,36	3,42	3,26	3,36	3,34	3,50	3,49	3,96	3,51	3,89	4,29	3,71	3,69	3,60	3,89	14,95	2,59
Индия	0,50	0,40	0,55	0,74	1,32	1,33	1,81	3,42	2,85	3,07	4,03	3,82	3,24	3,39	4,07	4,79	3,69	3,81	2,46	9,47	4,92
Италия	1,02	0,81	1,00	1,20	1,43	1,58	1,91	1,79	1,66	1,60	1,65	1,76	1,75	1,94	2,05	1,74	1,64	1,71	1,71	6,56	1,68
Великобритания	0,78	0,86	0,81	0,80	0,80	0,80	0,84	0,89	1,00	1,03	1,10	1,10	1,22	1,24	1,34	1,45	1,37	1,39	1,64	6,30	2,10
Китай		Нет данных			0,69	0,73	0,74	0,80	0,92	0,95	1,01	1,00	1,05	1,02	1,06	1,13	1,31	1,47	1,62	6,24	2,35**
Германия	1,50	1,45	1,55	1,50	1,68	1,79	1,70	1,50	1,64	1,43	1,39	1,43	1,46	1,26	1,21	1,14	1,10	1,26	1,28	4,90	0,85
Таиланд		Нет данных		0,16	0,75	0,63	0,98	1,21	0,91	0,86	0,86	0,84	0,75	0,83	0,94	1,01	1,11	1,26	1,26	4,84	7,88*
Бельгия	0,51	0,53	Нет данных		0,63	0,63	0,63	0,64	0,66	0,73	0,79	0,85	1,05	1,17	1,10	1,00	0,96	0,91	0,86	3,30	1,69
Южная Корея		Нет данных			0,21	0,29	0,28	0,48	0,51	0,58	0,58	0,58	0,43	0,52	0,64	0,56	0,59	0,64	0,62	2,37	2,95**
Мексика	0,26	0,27	0,34	0,36	0,44	0,47	0,73	1,02	0,88	0,57	0,67	0,74	0,69	0,73	0,60	0,60	0,59	0,61	0,60	2,32	2,31
Франция	0,61	0,7	0,68	0,70	0,76	0,74	0,95	0,92	0,86	0,94	0,78	0,89	0,89	0,82	0,88	0,79	0,86	0,81	0,39	1,49	0,64
Тайвань					0,14	0,10	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,21	0,21	0,21	0,32	0,26	0,28	0,32	0,35	1,35	2,50**
Турция					0,16	0,15	0,18	0,19	0,18	0,19	0,20	0,20	0,19	0,17	0,21	0,16	0,24	0,25	0,26	0,98	1,62**
Бразилия					0,21	0,21	0,21	0,22	0,26	0,29	0,26	0,26	0,25	0,24	0,21	0,20	0,20	0,21	0,20	0,78	0,95**
Итого	16,65	16,86	18,35	20,68	20,22	20,53	21,68	23,02	22,58	23,82	25,20	23,81	23,15	23,72	22,74	22,74	22,74	22,74	22,74	87,39	1,37**
Мир	13,76	15,20	13,07	15,92	21,26	21,19	22,09	24,12	23,57	23,63	25,45	26,70	25,98	27,26	28,62	26,64	25,83	26,72	26,02	100,00	1,89

*Отношения 2003/1985.

**Отношения 2003/1990.

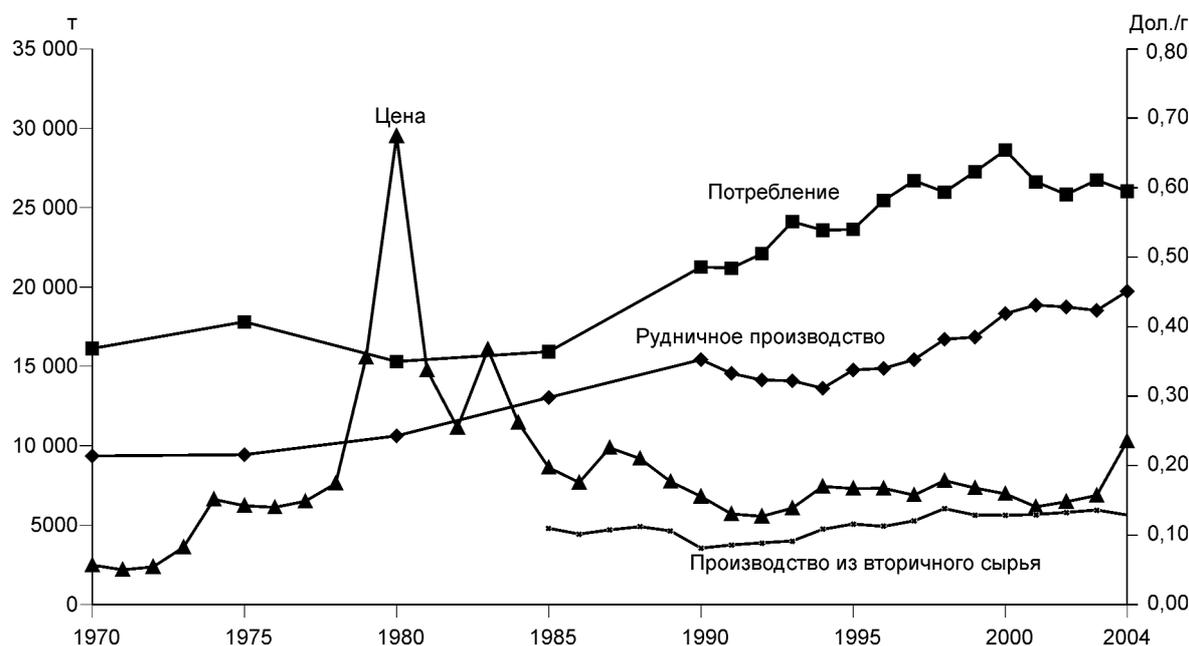


Рис. 20. Мировое рудничное производство, производство из вторичного сырья и потребление серебра в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой [9, 31]

Цены. Мировые цены на серебро (и другие благородные металлы) находятся под влиянием различных по характеру воздействию факторов. Согласно зарубежным оценкам, эти факторы обозначаются как десять «С» [42]. К ним относятся: уровень товарных цен (commodity price); структура потребления (consumption); курсы валют и их тренды (currency); политика стран и их экономический рост (country); текущее состояние торгового дефицита (current account); состояние активов центральных банков (central bank); экономические и политические конфликты (conflict); потребительская инфляция (consumer inflation); противоречивая природа цен (особенно для золота) по сравнению с другими активами (contrarian nature); ограничения на владение и торговлю (constraints).

Для серебра важны цены на энергетическое сырье, золото и другие благородные и цветные металлы (сохраняющаяся корреляция с ценами на золото, увеличение корреляции с ценами на медь), активность инвесторов, спекулятивный спрос и ограничения на владение и торговлю. Наиболее важным оказывается спекулятивный спрос, приводящий к активности на рынке серебра в периоды изменений цен на золото или ожиданий их изменений (корреляция между ценами на золото и серебром) [12].

Мировые цены на серебро отслежены с разной степенью детальности с 1364 г. За этот громадный

период выделяется несколько различных по длительности этапов с общими тенденциями изменения цен. В самом начале изученного исторического периода серебро представляло собой одну из крупнейших (наряду с золотом) мировых валют. В дальнейшем произошла его демонетизация с потерей валютного качества.

Поскольку больше всего серебра (около 50,5%) получают в виде попутного продукта, цена на него относительно слабо чувствительна к изменениям в добывающей сфере. Существенные изменения мировых цен происходили в связи с иными событиями и тенденциями в мировой экономике (табл. 15). Картина воздействия некоторых важных факторов на мировую цену на серебро (цены на нефть, баланс спроса-предложения, коммерческие запасы серебра на биржах) показана на рис. 21.

Низкие цены на серебро в течение последних 40 лет, за исключением кратковременного рыночного выброса 1979–1980 гг., когда была предпринята попытка картelizовать его рынок (скупка рынка серебра компанией *Банкер-Ханта*), означали, что добывающие компании в условиях неблагоприятной конъюнктуры не имели возможности проведения ГРР и выявления новых месторождений серебра со значительными содержаниями попутных металлов. Поэтому были выявлены преимущественно те из них, что были результатом ГРР на цветные металлы, золото и олово. Хотя, как полагают [22], су-

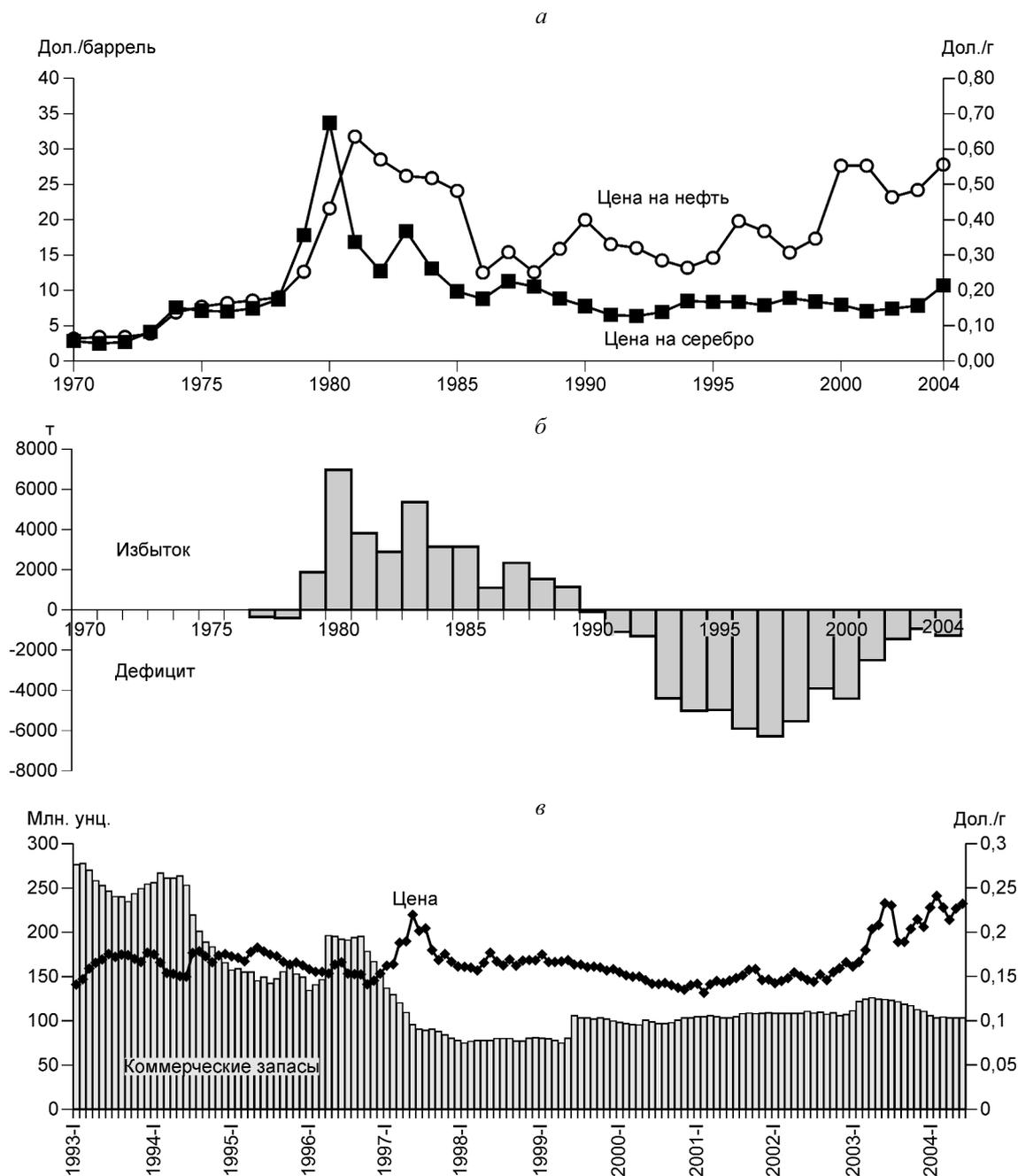


Рис. 21. Мировые цены на серебро в 1970–2004 гг.:

в сопоставлении: *а* — со среднегодовыми мировыми ценами на нефть, *б* — с балансом спроса-предложения на серебро, *в* — с коммерческими запасами серебра на бирже COMEX (1993–2004 гг.)

существует значительный потенциал открытия крупных ресурсов серебра в месторождениях нескольких геолого-промышленных типов — эпитермальном жильном, Си-Мо-порфировом жильно-штокверковом и др. Современные мировые цены на серебро порядка 9–12 дол./унц. благоприятны для

разведки и подготовки таких объектов к эксплуатации добывающей отрасли.

В течение столетий цена на серебро была тесно связана с ценой на золото, но различный характер их демонетизации в мировой экономике ослабил эту связь. В 70-х и 80-х годах произошли резкий

15. Важнейшие события в истории демонетизации серебра в XX в.

Годы	Мировые социально-экономические события	Характер изменений мировых цен на Ag
1913–1919	Первая мировая война	Подорожание наравне с другой товарной продукцией. Изменение соотношения цен Ag/Au от 1/47–48 перед войной до 1/15–16 в 1919 г.
1935	Искусственное повышение спроса на серебро в США	Отток Ag из Китая, отказ Китая от использования Ag как базовой валюты и продажа им 9393,2 т Ag. Продажи государственных резервов Ираном. Прогрессивное падение мировых цен
1939–1945	Вторая мировая война	Повышение спроса на Ag, рост цен на него
1945–1950	Послевоенная депрессия, рост инфляции	Усиление тезаврационного спроса на Ag (особенно в Индии, запрет ею ввоза Ag)
1950–1968	Значительное истощение правительственных серебряных холдингов в США	Резкий рост цен на Ag в послевоенный период
1960–1970	Ускорение технического прогресса: появление новых видов продукции и технологических процессов производства, создание новых материалов и сплавов (в том числе биметаллов)	Ускоренная демонетизация Ag как следствие резкого роста цен на металл. Превращение Ag из монетного металла в промышленный
1963	Акт о приобретении серебра. Аннулирование других законодательных актов по серебру	Печать банкнот Федерального резерва США, в дальнейшем не погашенных для Ag (валюты в обращении)
1965	Изъятие серебра из всех монет США (кроме 1/2 доллара, понижение в нем содержания Ag с 90 до 40%)	Продолжающийся процесс демонетизации Ag. Сохранение низкого уровня мировых цен
1967	Изъятие всех серебряных монет из обращения	
1968	Погашение серебряных сертификатов США до 24 июня; в дальнейшем обмен их на банкноты Федерального резерва	
1979–1980	Спекулятивные сделки компании <i>Банкер-Хант</i> , попытка скупить товар на серебряном рынке в одни руки	Попытка картелизации рынка Ag. Резкий скачок мировых цен до мирового максимума 1979 года (0,701 дол./г)
1985	Разрешение Монетного двора США на чеканку серебряной монеты	Падение мировых цен
1987	Спекулятивный бум серебряного рынка	Скачок мировых цен
1994	Политические волнения в Мексике и рост потребления ювелирных украшений в Индии	Неравномерное падение мировых цен
1996	Хеджирование производителей	Спад цены в результате роста объема предложения Ag
1997	Спад предложения	Скачок цены до 0,191 дол./г
2002–2004	Рост инвестиционного спроса на серебро и спекулятивного интереса к нему	Устойчивый рост мировых цен

скачок цен на золото и параллельное повышение цен на серебро с одновременным ростом ценового Au/Ag отношения (рис. 22). Однако с 1997 г., когда разразился кризис Азиатских фондовых рынков и цена золота упала до 9,90 дол./г, цена серебра, до этого зависящая от цены на золото, начала повышаться и проявилась тенденция к уменьшению ценового отношения золота к серебру [22]. Эти изменения продолжаются и в последние годы (см. рис. 22), характеризую рост мировых цен на серебро по отношению к ценам на золото в результате широкого вовлечения серебра в инновационные технологии и технологичную товарную продукцию (электроника, катализ, современные методы очистки воды и др.).

Расхождение между ценами серебра и золота продолжает увеличиваться. Доля добычи серебра как попутного продукта металлургического передела руд цветных металлов возрастает. Это лишает серебро «гибкости» в масштабах добычи, свойственной золоту, получаемому в подавляющей мас-

се из золоторудных месторождений. В 2005 г. цена серебра в интервале 0,201–0,270 дол./г (в среднем 0,218) оказалась под влиянием двух противоположных факторов. Первый из них — отрицательное воздействие низкого промышленного спроса, что, вероятно, является следствием глобального снижения промышленного производства, сокращения использования серебра в фотографии, а также спроса на ювелирные изделия и столовое серебро. Второй — положительное воздействие продолжающейся повышательной тенденции роста спекулятивного спроса на металл, достаточного, чтобы перекрыть отрицательное воздействие низкого промышленного спроса. Главный риск в прогнозе более высоких цен на серебро состоит в том, что инвестиционный спрос на благородные металлы склонен к изменениям тенденций, что может привести к падению цены на серебро до уровня 0,161–0,177 дол./г [30].

Зарубежные горнорудные проекты и прогноз добычи до 2025 г. На состояние обеспеченности

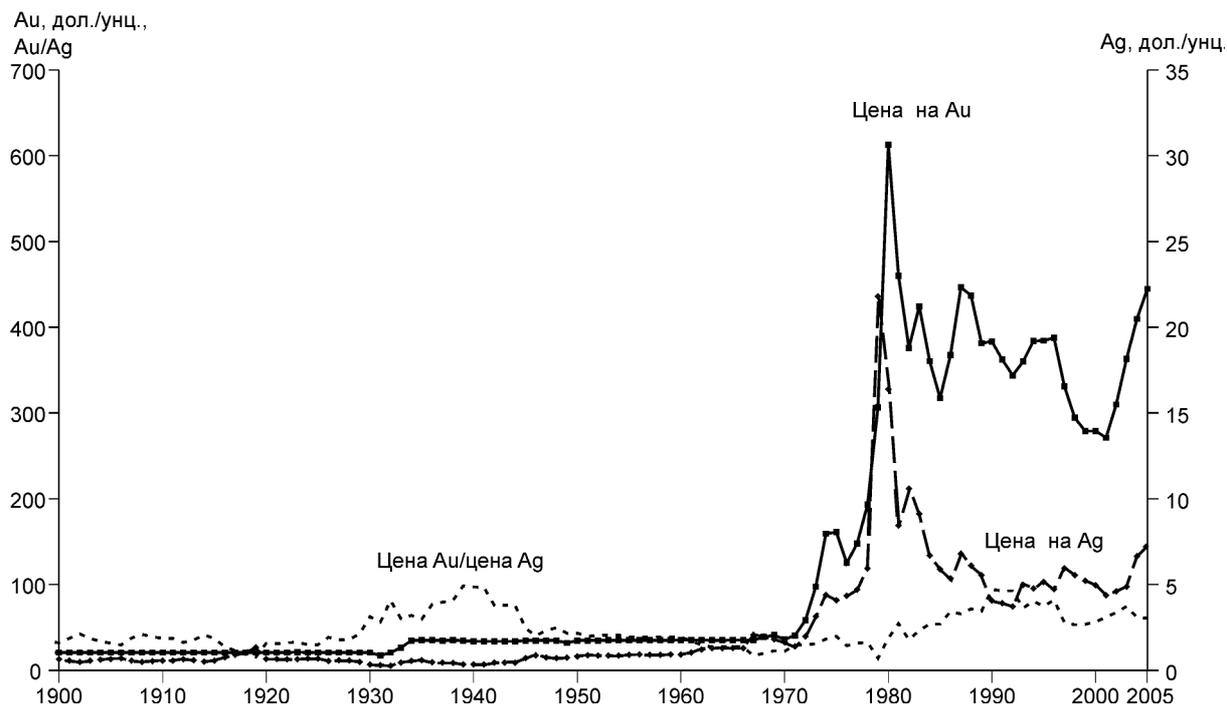


Рис. 22. Динамика мировых цен на серебро, золото, ценового отношения Au/Ag в XX в. и в настоящее время

горнодобывающих предприятий в среднесрочной перспективе влияют, с одной стороны, сроки подготовки к эксплуатации открытых и разведанных объектов (горнорудные проекты), с другой — объемы финансирования ГРП, темпы подготовки к освоению, ввода в эксплуатацию новых и реанимации ранее законсервированных объектов. Иными словами — состояние экономической доступности минерального сырья в зависимости от цен мирового рынка, баланса спроса-предложения и ряда других косвенных общеэкономических факторов.

В связи с широким спектром геолого-промышленных типов месторождений различных металлов, из руд которых извлекают серебро, горнорудные проекты по серебру также представлены разнообразными геолого-промышленными типами, в том числе собственно серебрянорудными, золоторудными (золото-серебряными), меднорудными, полиметаллическими, олово-серебряными и сульфидными медно-никелевыми месторождениями.

Количество крупнейших горнорудных проектов освоения минеральных ресурсов серебра не превышает 20–25. В то же время, как показывает анализ текущей информации по ГРП, на различных стадиях поисковых и оценочных работ сегодня в мире находится весьма значительное количество крупных объектов в различных странах [23]. Ниже приводится краткая характеристика крупнейших изученных горнорудных проектов.

Проекты геолого-промышленных типов серебряных и золото-серебряных месторождений включают Лунное и Арылахское (Россия), Pascua-Lama (Чили–Аргентина), Pueblo Viejo (Доминиканская Республика), Rosia Montana (Румыния), Metates, Ocampo, Cerro San Pedro (Мексика), Candelaria (США) и другие объекты. Из проектов этого типа крупнейшим (запасы Ag более 18 тыс. т) является проект Pascua-Lama с годовым рудничным производством около 900 т серебра (более 60% годового производства Чили и Аргентины вместе взятых в 2004 г., или около 4,5% мирового рудничного производства серебра) (табл. 16). К этой категории относится также проект Дукат (запасы серебра на конец 2005 г. 8339,4 т по кодексу JORC), активизация освоения которого (расширение) произошла в 2004 г. в результате наращивания мощностей Омсукчанской обогатительной фабрики (до 0,7 млн. т руды в год). Все остальные проекты этого типа с запасами серебра 1373–3984 т и рудничным производством 65–180 т относятся к категории рядовых. Среди них наиболее крупным является проект освоения месторождений Лунное и Арылахское (Россия) с запасами 3984 т и годовым проектным производством 120 т серебра.

Один из крупнейших проектов геолого-промышленных типов месторождений меди — Удоканское месторождение медистых песчаников (Россия) (см. табл. 16). Месторождение находится в сфере

внимания российских и иностранных инвесторов в течение более десятилетия. Третье в мире по запасам меди месторождение содержит 1310,8 млн. т руды и 19,7 млн. т меди (при среднем содержании Cu 1,53%), 14,4 тыс. т серебра (при среднем содержании 12 г/т), являясь одновременно и весьма крупным месторождением серебра. В рудах присутствует золото (около 0,05 г/т). Около 70% руды можно добывать открытым способом. Предполагаемые капиталовложения в проект составляют около 650 млн. дол., включая вложения в энергетическую инфраструктуру, строительство поселка, инвестиции в сооружение железнодорожной ветки до БАМ протяженностью 13 км. По результатам предварительного ТЭО добывающий комплекс в состоянии перерабатывать 10–15 млн. т руды с годовым производством 130–150 тыс. т меди в концентрате и около 104 т серебра [7].

Проекты колчеданного медно-цинкового геолого-промышленного типа представлены одним из крупнейших проектов по добыче цинка и меди — месторождением Антамина (Перу) с капиталовложениями 2260 млн. дол. Запасы серебра (6850 т) также позволяют относить его к крупным серебряно-содержащим проектам с попутным проектным годовым производством 896 т серебра (см. табл. 16).

Среди проектов геолого-промышленного типа олово-серебряных месторождений наиболее крупный — Pirquitas (Аргентина) компании *Silver Standard Resources Inc.* с запасами серебра 4685 т, капиталовложениями 133 млн. т и годовым производством, кроме олова и цинка, еще и более 330 т серебра. Не менее интересен проект извлечения серебра San Bartolome компании *Coeur d'Alene Mines Corp.* из хвостотвалов оловодобычи с запасами около 3800 т Ag с годовым производством около 250 т Ag (см. табл. 16).

Проекты геолого-промышленных типов свинцово-цинковых в различных породах, колчеданно-полиметаллических, скарновых и других месторождений наиболее многочисленны (см. табл. 16). Наиболее крупные из них San Cristobal (Боливия) с запасами Ag 15 287 т, производством 684 т, Тгерса (Сербия–Черногория) с остаточными запасами Ag около 2200 т, Black Star (Австралия) с запасами Ag 2849 т, Юкон (месторождения Wolverine и Logan, Канада) с суммарными запасами Ag 2607,7 т.

К числу медно-никелевых с попутным серебром относится крупный проект Норсмет (ранее Данка-Роуд) в пределах расслоенного базит-гипербазитового комплекса Дулут (США), с которым связан ряд известных, не полностью разведанных медно-никелевых месторождений. По оценкам [9, 17], в составе 1450 млн. т ресурсов месторождения

Норсмет ресурсы, пригодные для открытой отработки, в 1991 г. составили 800 млн. т руды с содержаниями Ni 0,11%, Cu 0,43%, Co 0,006%, Pt 0,116 г/т, Pd 0,437 г/т, Au 0,061 г/т, Ag 1,5 г/т. Месторождение с точки зрения извлечения никеля относится к непромышленным (1999 г.). Запасы золота в рудах оцениваются в 48,8 т, серебра — 1200 т (см. табл. 16), т.е. отвечают среднему по запасам серебра месторождению.

Внимание к объекту связано с успехами компании *Polymet* в разработке технологии извлечения всех полезных компонентов руд с использованием нескольких вариантов окисления под давлением (pressure oxidation) и биовыщелачивания (bioleaching) [18]. Продолжение ГРП и предварительная оценка месторождения позволили в 2004 г. внести его в листинг мировых горнорудных проектов по меди [23]. Проведенные компанией *Bateman* испытания и технико-экономические обоснования гидрометаллургического процесса Bio Heap™ Nickel Process показали его жизнеспособность и возможность значительного снижения капитальных и текущих издержек переработки бедных никелевых сульфидных руд, не выдерживающих конкуренции при традиционных схемах металлургического предела [18]. Проект (см. табл. 16) относится к средним по масштабам серебряно-содержащим месторождениям и с точки зрения производственных издержек на серебро при высокой стоимостной характеристике суммы других компонентов руд становится вполне жизнеспособным.

Российские проекты освоения серебряных месторождений немногочисленны. Единственным крупным (уникальным) проектным объектом с запасами серебра 14,4 тыс. т является Удоканское месторождение медистых песчаников в Северном Забайкалье, рассмотренное выше (см. табл. 16).

Зарубежная компания *Bema Gold Corp.* планировала инвестировать более 8 млн. дол. в 2003 г. на ГРП на месторождении Купол (Чукотка) по соглашению 2002 г., позволяющему приобрести по ставке 75% акций компании *Chukotka Mining and Geological Co.*, которая владеет лицензией на месторождение. По предварительным оценкам российских геологов, месторождение содержит 300 т Ag и 30 т Au, но компания *Bema* полагает, что участок может иметь гораздо большие запасы серебра и золота, которые можно было бы эксплуатировать путем комбинированной карьерной и подземной добычи [27].

В 2002 г. компания «Серебро территории» планировала добывать около 65 т серебра и 0,5 т золота из руд месторождения Лунное (Магаданская область), работы на котором начаты в 2001 г. Запасы

16. Мировые горнорудные проекты по серебряным и серебродержащим месторождениям с планами освоения после 2000 г. [23]

Проект, страна	Геолого-промышленный тип	Компания-владелец	Год оценки состояния проекта	Доказанные запасы			Годовое производство		Прогнозируемые внешние издержки, долл./т (долл./г)	Объект проектирования	Капитальные вложения, млн. дол.	Удельные капитальные вложения, долл./т руды в год	Год ввода (срок эксплуатации, лет)	Стадия развития
				Руда, млн. т	Содержание, % г/т	Металл, тыс. т	Руда, млн. т	Металл, т, тыс. т						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Antamina, Перу	КМЦ	Noranda Inc., Bilbton plc, Канада (33,75%)	2000	500	Zn 1,00 Pb 6000 Cu 1,20 Ag 13,7	Zn 5000 Pb 6000 Cu 6000 Ag 6850	22,4	Zn 306,2 Pb 283,5		КР, ОФ	2260	100,90	2005 (22)	Введен в эксплуатацию
Расса, Чили	МЖЗ-ВПП Au-Ag эпитермаль- мальный	Valtick Gold Corp., Канада	2004	298	Ag 64 Au 1,83	Ag 18196 Au 547,4	14	Ag 896 Au 25,6		КР	1450	103,57	2009 (21)	ТЭО (2004 г.)
Pueblo Viejo, Доминикан- ская Респуб- лика	МЖЗ-ВПП Au-Ag высокосуль- фидные	Правительство Доминиканской Республики	2005	130	Ag 17,7 Au 3,2	Ag 2301 Au 416	6,5	Ag 103,24 Au 18,66		КР	1000	153,85	(20)	Оживление
Удокан, Россия	МПС	Alfa Bank	2005	1310,8	Cu 1,56 Ag 12 Au 0,05	Cu 19700 Ag 14400	10	Cu 130-150 Ag 104		КР	650	65	2008 (131)	
Northmet, США (Dunka Road)	СМН	Polymet, США	2005	808	Ni 0,109 Cu 0,432 Co 0,006 Pt 0,116 Pd Ag 1,5 Au 0,061	Ni 880,7 Cu 3490,6	5,5	Ni 7,8		КР, металлур- гический завод BioHeap	648	117,81	2005 (20)	Строительство
San Cristobal, Боливия	Ж-ВПП- КПМ эфф	Apex Silver Mines Ltd., США	2005	244,8	Zn 1,67 Pb 0,57 Ag 62,2	Zn 4082,4 Pb 1400 Ag 15226,6	14,4	Ag 5,77 Zn 258,6 Pb 60 Ag 684,3		КР	560	36,11	2007 (16)	ТЭО
Aljustrel (Feitais), Португалия	КПМ	EuroZinc Mining Corp., Португалия	2005	17,6	Zn 5,81 Pb 2,06 Cu 0,24 Ag 66	Zn 1022,6 Pb 362,6	1,5	Zn 71 Pb 23 Ag 77	Ag 0,06 Zn 793,6	КР, ОФ	450	300	2001 (12)	
Rosia Montana, Румыния	МЗ ВПП Au-Ag	Gabriel Resources	2003	217,96	Ag 7,47 Au 1,518	Ag 1628,1 Au 330,9	13,14	Ag 81,8		КР	437	33,26	(16,6)	ТЭО
Hidden Valley/Кавгои, Папуа-Новая Гвинея	Ж-ВПП	Hammony Gold	2004	31,02	Ag 54 Au 3,1	Ag 1675,1 Au 96,16	3,4	Ag 183,6 Au 10,54			408	120	(9)	ТЭО (2003 г.)

Продолжение табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Купол, Россия	ВПП Au-Ag	<i>Vema Gold</i>	2006	7,4	Au 20,2 Ag 244	Au 149,5 Ag 1813	1	Au 18 Ag 180	Au 2,83	КР, ПР	400	400	2007 (6,5)	Планирование гор- ных работ	
Metates, Мексика	Ш-ВПП Au-Ag	<i>Glamis Gold, Wheaton River</i>	2006	122	Au 0,87 Ag 15,32	Au 106,14 Ag 1869	9	Ag 110	Ag 6,29	ПР КР	392	43,56	(13,6)	Концептуальная стадия	
Olympias, Греция	СК и М (манго)	<i>Kitross Gold</i>	1999/ 2001	11,52	Zn 6,09	Zn 701,6	0,51	Zn 27,5	Au 2,92	ПР ВЮХ/ РОХ	375	400,6	(5+18)	ТЭО, ожидание	
				Руды	Pb 4,6	Pb 529,9		Pb 22,5							
				0,285	Au 22,92	Au 6,53	0,026	Ag 71,5							
				Ру кон- центр	Ag 24,5	Ag 6,98									
	2,4	Au 3,42	Au 8,21	0,4											
	Хвосты	Ag 14,3	Ag 34,32												
	14,205	Ag 45,24	Ag 1626,4	0,936											
Mitchellay, Перу	ВПП-МП		2006	544	Cu 0,69 Au 0,1-0,5	Cu 3754 Au 136	14	Cu 77,28 Au 3,36 Ag 33,6			350	25	(39)	ТЭО	
Sergo Vanguardia, Аргентина	Ж-ВПП Au-Ag	<i>AngloGold (46,25%) +Perez Co. (46,25%) = AngloGold Asanti (2004) Fornicuz (7,5%)</i>	1997	9,1	Au 9,7 Ag 113	Au 88,27 Ag 1028,3	0,9	Au 6 Ag 60			270	300	2005 (10)		
Lady Loretta, Австралия	СЦС	<i>Bulka Minerals Ltd., Австралия</i>	2005	9,0	Zn 14 Pb 8 Ag 110,0	Zn 1260 Pb 720 Ag 950	0,554	Zn 64,55 Ag 48,8		ПР	261	471,11	(16)	Полное ТЭО	
San Gregorio, Перу	СЦкрб	<i>Vienaventura</i>	2005	70	Zn 7,3 Pb 2,8 Ag 17,7	Zn 5110 Pb 1960 Ag 1240	3,72	Zn 220 Pb 60 Ag 65,84		КР	200	53,76	(19)	Предварительное ТЭО	
San Bartolome, Боливия	ТХ Ag-Sn Ж-ВПП, хвостот- валы	<i>Coscor d'Alene Mines Corp.</i>	2005	33,0	Ag 115,9 Sn	Ag 3825,7 Sn	2,2	Ag 248,8 Sn	Ag 0,112	КР	135	135,0	2006 (15)	Строительство 2005 г. (переработ- ка хвостов)	
Piriquitas, Аргентина	Ag-Sn жильные, Ж-ВПП,	<i>Silver Standard Resources Inc.</i>	2005	34,05	Sn 0,38 Zn 2,32 Ag 147,5	Zn 0,79 Ag 4765	2,38	Sn 810,4 Zn 790 Ag 332,9			133	55,88	(14)		

Продолжение табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Yukon Ag-Zn Project, Канада:														
Wolverine (Ag)	КПМ влк и крб	Expatriate Resources Ltd.	2005	6,2	Zn 12,66 Pb 1,55 Cu 1,33 Ag 371 Au 1,76	Zn 787,4 Pb 96,1 Cu 82,46 Ag 2300,2	0,413	Zn 51 Pb 4,8 Cu 3,3 Ag 226,1	Zn 551,115	ПР	133	94,8	2006 (8+12)	ТЭО
Logan (Zn)				12,3	Zn 6,17 Ag 25	Zn 758,91 Ag 307,5	0,99	Zn 67,9 Ag 22,3 Au 1,11		КР			(12)	Предварительное ТЭО
				18,5	Ag 140,96	Ag 2607,7	1,403	Ag 248,4						
Osampo, Мексика	Ag-Au ВПП	Gammon Lake Resources Inc.	2006	33,56	Au 1,25 Ag 52	Au 41,95 Ag 1745	3,51	Au 4,26 Ag 124,4		КР, ПР НЛ W/O 3,2/1	110	31,34	2006 (13)	
Alamo Dorado, Мексика	Ag-Au Ш-ВПП	Ran American Silver Company	2004	11,61	Ag 118	Ag 3110,4	1,63	Ag 156		КР	76,6	46,99	2006 (7)	ТЭО
Сенто Сан Ред-ро, Мексика	Au-Ag МЗ-ТКМ	Cambior Metallica Resources	2006	62,95	Au 0,58 Ag 23,9	Au 36,51 Ag 1504,5	7,5	Au 2,97 Ag 65,32	Au 4,82	КР, КВ W/O 1,2/1	71	9,47	2006 (10)	Строительство рудника
Ендевор (ранее Елуга), Австралия (это также Pb-Zn проект)	КПМ	CBH Resources Coeur d'Alene	2006	19,4	Zn 5,7 Pb 3,3 Ag 51 Cu 0,2	Ag 989,4	0,55	Zn 100 Pb 60 Ag 40		КР	55,3	100,54	(8,5)	
Bowdens, Австралия	МЖЗ-ВПП	Silver Standard Resources Inc.	2005	61	Zn 0,41 Pb 0,27 Ag 48,2	Ag 3020,1	2	Zn 4,5 Pb 4,75 Ag 140		КР	50	25	(30)	ТЭО
Betenguela, Перу	МЗ ТКМ	Silver Standard Resources Ltd.	2000	6	Cu 1,32 Mn 18 Ag 111,7	Cu 79,2 Ag 671,84	0,7	Ag 93		КР	40	57,14	(8,6)	
Лунное, Россия	ЖЗ-ВПП Au-Ag	«Серебро территории»	2002	8,7	Au 1,7 Ag 433	Au 14,7 Ag 3019	0,33	Au 0,8 Ag 120	Au-экв. /2004 332	КР-ПР	40	121,2	КР 2001 ПР 2007 (26) 2004	
Арылахское, Россия			2002	4,825	Ag 200 Ag 376,6	Ag 965 Ag 3984								
Black Star, Австралия	КПМ влк Pb-Zn		2005	37	Zn 3,9 Pb 3,3 Ag 77	Zn 1443 Ag 2849	1,5	Zn 47,4 Pb 40,1 Ag 93,6		КР, ПР	27,6	18,4	(25)	ТЭО

Продолжение табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Рурен, Чили (La Soria)	ВПП Au-Ag	СП Codelco, Чили (35%), Mantos de Oro (Placer Dome inc.+ Kinross Gold) (65%)	2005	10,61	Ag 90,0 Au 1,46	Ag 954,88 Au 3,36	5,3	Ag 447,44 Au 1,68		Процесс Meryu Crove	24,6	4,64	2006 (2)	Строительство 2006 г.
Терса, Сербия- Черногория	СК-М скарн- манго	Косово Trust Agency	2005	29	Zn 2,31 Pb 3,44 Cu	Zn 670 Pb 999	0,58	Zn 10,8 Pb 16,2		ПР	20	34,48	2006 (50)	Повторный запуск после останова
Техас, Австралия (рудник Twin Hills)	ВПП-МЗ	Mastin Silver Ltd., Австралия	2005	0,9 1,3 2,2	Ag 148 Au 0,15 Ag 50	Ag 133,2 Au 0,14 Ag 65	0,6	Ag 77,8	Ag 13-0,17 дол.	КВ, ЕW	5,3	8,83	2005 (9)	Строительство рудника
Sandalaria, США	ВПП Au-Ag	Silver Standard Resources Inc.	2001	3,08 9,28 12,36	Ag 152,2 Ag 97,4 Ag 111	Ag 468,8 Ag 903,9 Ag 1372,7	1,51	Ag 140 Au		ОФ, КВ	5,25	3,48	(6)	
Итого (31 проект)				3910,7	Ag 73,37	103635,5	148,55	5369,74			10389,65	111,8		

Пр и м е ч а н и е. Включены проекты по средним (0,5–2,0 тыс. т), крупным (2–10 тыс. т) и весьма крупным (>10 тыс. т) серебряным и серебросодержащим месторождениям. Ж-ВПП — жильные месторождения в вулканоплутонических поясах, МЖЗ-ВПП — минерализованные и жильные зоны в вулканоплутонических поясах, П-ВПП — штокерковые месторождения в вулканоплутонических поясах, ВПП Au-Ag — золото-серебряные месторождения в вулканоплутонических поясах, МЗ ТТМ — минерализованные зоны в терригенных толщах мигеосинклиналей, КПМ — семейство колчеданно-полиметаллических месторождений (в том числе куроко-фризайский), КМЦ — колчеданный медно-цинковый, СМН — сульфидный медно-никелевый, СЦ крб — свинцово-цинковый в карбонатных породах, СЦС — свинцово-цинковый стратиформный (красноморский) SEDEX, СК — скарновые (манго), ТХ — техногенные месторождения, МПС — медистых песчаников и сланцев, стратиформный, КР — карьер, ПР — подземный рудник, ОФ — обогатительная фабрика, КВ (НЛ) — кучное выщелачивание, ЕW — электроосаждение, BioHeap, ВЮХ/РОХ — окисление, W/O — коэффициент вскрыши.

месторождения оцениваются в 3019 т серебра и 14,7 т золота (см. табл. 16). В настоящее время месторождение осваивает ЗАО «Серебро Магадана», дочерняя компания ОАО МНПО «Полиметалл».

В 2002 г. компания также рассматривала ТЭО по подготовке к эксплуатации Арылахского месторождения (Якутия) с планами начать производство в 2004 г. Переоценка компанией запасов Арылахского участка привела к их снижению от 1666 т (при среднем содержании 50 г/т Ag) до 965 т (при среднем содержании 200 г/т Ag).

Данные по подземной отработке месторождения Лунное и открытой добыче Арылахского месторождения-спутника обеспечивают годовую производительность обогатительной фабрики порядка 300 тыс. т руды.

Свинцово-цинковые проекты представлены месторождением Озерное (Бурятия) колчеданно-полиметаллического типа в вулканогенных породах (ата-суйский тип) с запасами Zn 6,9 млн. т, Pb 1,3 млн. т, Ag 4000 т. Владелец лицензии на месторождение ООО «Техпромвест», дочерняя структура ИФК «Метрополь», привлекла шведскую компанию *Lundin* для развития проекта [11]. Предполагается разработка месторождения в несколько стадий. На первой стадии будут отрабатывать окисленные руды с содержаниями более 2% Pb и 100–200 г/т Ag. В настоящее время разрабатывается технология передела таких руд. На комплексное освоение месторождения с запасами 105 млн. т руды со средними содержаниями Zn 6,57%, Pb 1,25% и Ag 37,6 г/т необходимы капиталовложения около 1000 млн. дол. Отмечена недостаточная проработка технологического регламента предприятия и гидрогеологии нового ГОКа в связи с экологическими требованиями и необходимостью вывода хвостохранилища за пределы водосборной территории оз. Байкал. Полагают, что строительные работы на месторождении начнутся в середине 2006 г. [11].

В состоянии подготовительных работ находится Павловское Ag-Pb-Zn месторождение (Новая Земля). В 2003 г. ОАО «Первая горнорудная компания» планировала начать разведку месторождения на о. Южный архипелага Новая Земля (Архангельская область). Месторождение относится к колчеданно-полиметаллическому геолого-промышленному типу в терригенных породах. Утвержденные запасы его оценивались в 1 млн. т свинца и цинка. На базе месторождения планировалось строительство ГОКа с производством свинцового и цинкового концентратов. Более подробная информация по проекту отсутствует.

Геолого-экономические данные по российским проектам, нанесенные на диаграмму экспрессной

оценки жизнеспособности горнорудных проектов в современных условиях конъюнктуры рынка благородных и цветных металлов [2], показывают, что все они попадают в поле рентабельных для отработки объектов.

Месторождения Озерное и Купол близки к нижней границе по рентабельным годовым объемам добычи руды. Проект Удокан по геолого-экономическим показателям находится в удовлетворительном положении.

Сводные данные по основным показателям ведущих мировых горнорудных проектов по добыче серебра с планами освоения после 2000 г. приведены в табл. 17. Рассмотрение наиболее крупных мировых горнорудных проектов по серебру показывает, что среднесрочная перспектива наращивания рудничного производства по рассмотренным объектам МСБ связана с вводом в эксплуатацию крупных новых рудников на серебряных месторождениях San Bartolome (Боливия) компании *Coeur d'Alene*, Alamo Dorado (Мексика) компании *Pan American Silver*, San Cristobal (Боливия) компании *Apex Silver Minnes* и др. При запасах металла около 102 тыс. т и годовой суммарной производительности рудников около 4500 т металла мировая сырьевая обеспеченность добычи серебра только за счет горнорудных проектов составит более 20 лет.

Прогнозирование тенденций развития МСБ цветных и благородных металлов опирается на темпы роста народонаселения и потребности в топливно-энергетическом сырье. С динамикой этих показателей связаны темпы роста добычи других полезных ископаемых [6]. По прогнозам на этой основе добычи ТЭС и серебра в мире (без РФ) с учетом основных положений энергетической стратегии России на период до 2020 г. в 2025 г. объем добычи серебра должен достигнуть (от уровня 1990 г.) 2,160 (24,862 тыс. т) при среднегодовых темпах роста с 1995 г. 4% (рис. 23).

Между динамикой добычи серебра и ТЭС в мире (без РФ) наблюдается некоторое расхождение, которое отражает общие понижающие тенденции в добыче ТЭС по сравнению с прогнозным темпом и соответствие прогнозному темпу роста мирового производства серебра (см. рис. 23). Фактические данные по мировому (без РФ) рудничному производству серебра за 1995–2004 гг. показали хорошую сходимость с прогнозом. Лишь в 2003–2004 гг. произошло снижение уровня и темпов фактического рудничного производства по сравнению с прогнозным.

Ретроспективный анализ за 90-е годы указывает также на отсутствие значимой связи между уровнями добычи ТЭС и серебра в РФ и превышение

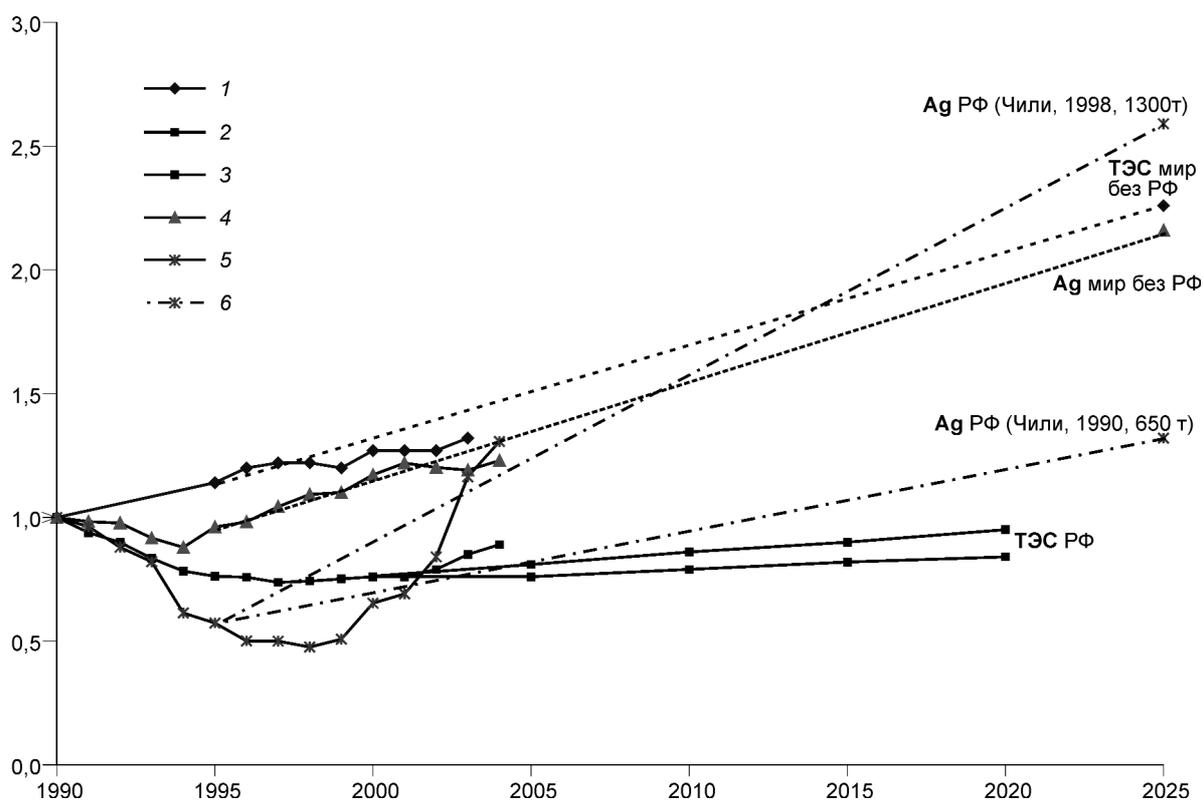


Рис. 23. Достигнутые (1990–2004 гг.) и прогнозируемые до 2025 г. уровни добычи (1990 г.=1) серебра и топливно-энергетического сырья в мире (без РФ) и России:

1 — ТЭС в мире без РФ, факт и прогноз; 2 — ТЭС РФ, факт и прогноз; 3 — ТЭС РФ, прогноз для двух вариантов развития; 4 — Ag факт (мир без РФ) и прогноз; 5 — Ag РФ, факт; 6 — Ag РФ, факт и прогноз для двух вариантов развития

прогнозных темпов роста производства ТЭС в РФ по сравнению со всеми вариантами энергетической стратегии России (см. рис. 23), что обусловлено более сложными зависимостями между объемами производства благородных металлов и общим состоянием экономики страны, промышленности, принципами сырьевой политики государства, в частности объемами опережающих инвестиций в ГРР, и т.д. [4].

Прогнозный уровень добычи серебра в РФ на 2025 г. по оценке ЦНИГРИ [6] мог бы составить при оптимистическом варианте 1300 т, при минимальном — пессимистическом (с продолжающимся спадом производства) — 650 т (см. рис. 23). Однако реальные уровни и темп добычи серебра в РФ в конце 90-х годов не соответствовали рассчитанным прогнозным оценкам как для пессимистического, так и оптимистического вариантов. До 1998 г. продолжалось снижение рудничного производства с темпом 5,26%. С 1999 г. происходят резкие изменения ситуации, начинается рост руд-

ничного производства, продолжающийся до 2004 г. и в настоящее время. Среднегодовой темп этого роста превысил оба расчетных прогнозных варианта и составил за 1998–2004 гг. 28,82%. В 2004 г. уровень рудничного производства серебра в РФ достиг расчетного уровня 2025 г. для пессимистического варианта прогноза и превысил прогнозные оценки добычи на 2003 и 2004 гг. для оптимистического варианта (см. рис. 23). Эти факты хорошо объясняются выходом на полный объем производства модернизированных мощностей Хаканджинского ГОКа МНПО «Полиметалл». Сопоставление приведенных показателей рудничного производства указывает на необходимость корректировки пессимистического варианта прогноза рудничного производства серебра для РФ в 2025 г. в сторону его увеличения.

Фактические и прогнозные данные для РФ показывают, что на динамику добычи серебра существенно влияют не только факторы развития ТЭК страны, но и более сложные экономические и правовые.

17. Основные геолого-экономические показатели крупнейших мировых горнорудных проектов с планами освоения после 2000 г. по геолого-промышленным типам месторождений серебра, по [23] с пересчетами автора

Показатели	Геолого-промышленные типы месторождений										Всего по проектам					
	ВПШ					КПМ					ТКМ	СК и М	КМЦ	СЦС	СЦКрб	МПС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Число предприятий	14	4	18	1	1	2	4	2	2	1	1	1	1	1	31	
Средний срок эксплуатации, лет	15,3	14,8	15,2	8,5	12	22,5	16,4	9,3	36,5	22	16	19	131	20	21,2	
Тип отработки	КР	КР+ПР	Все проекты	КР	ПР	КР+ПР	Все проекты	КР	ПР	КР	ПР	КР	КР	СМН	Все проекты	
Доказанные запасы: руда, млн. т, всего	1639,71	176,485	1816,195	19,4	17,6	55,5	92,5	68,95	43,205	500	9	70	1310,8	808	4718,65	
на один проект, млн. т	2,2-544	7,4-122	2,2-544	19,4	17,6	18,5-37	6,2-37	6-62,95	14,2-29	500	9	70	1310,8	808	2,2-1310,8	
Ag, т, всего	117,12	44,12	100,9	989,4	1161,6	5456,7	7607,7	2176,34	3826,4	6850	990	1240	14400	1212	104 647,52	
на один проект, т	4081	1745-3984	3698,06	989,4	1161,6	2607,7-2849	989,4-2849	1504,5-671,84	16 26,4-2200	6850	990	1240	14400	1212	396,4-18 196	
Среднее содержание Ag в руде, г/т, всего:	35,52	59,57	37,86	51	66	98,32	82,24	31,54	62,84	13,7	110	17,7	12	1,5	72,54	
на один проект, г/т (среднезвешенное на запасы Ag)	3-147,5	15,32-376,6	3-376,6	51	66	77-140,96	51-371	23,9-111,7	45,24-75,86	13,7	110	17,7	12	1,5	3-433	
Капиталовложения, млн. дол., всего:	4904,75	942	5846,75	55,3	450	160,6	665,9	111	395	2260	261	200	650	648	11 037,65	
на один проект, млн. дол.	5,25-1450	40-400	5,25-1450	55,3	450	27,6-133	27,6-450	40-71	20-375	2260	261	200	650	648	5,25-2260	
на 1 т запасов руды, дол.	350,34	235,5	324,82	55,3	450	80,3	166,48	55,5	197,5	4,52	29	2,86	0,5	117,81	356,05	
на 1 т запасов Ag, тыс. дол.	2,99	5,34	3,21	2,85	25,57	2,89	7,2	1,61	9,14	329,93	263,64	161,29	45,14	534,65	105,47	
Проектная годовая производительность: по руде, млн. т, всего	85,84	100,1	87,81	55,89	387,4	29,43	87,53	51	103,23	22,4	0,554	3,72	10	5,5	152,64	
на один проект, млн. т	81,96	13,84	95,8	0,55	1,5	2,903	4,95	8,2	1,516	22,4	0,554	3,72	10	5,5	0,33-22,4	
по Ag в континент-рате, т, всего	0,6-14,4	0,33-9	0,33-14,4	0,55	1,5	1,403-1,5	0,55-1,5	0,7-75	0,58-0,94	22,4	0,554	3,72	10	5,5	4,92	
на один проект, т	5,85	3,46	5,32	0,55	1,5	1,45	1,24	4,1	0,76	306,8	48,8	65,84	104	5,77	4816,67	
на один проект, т	3585,48	534,4	4119,88	40	77	342	459	158,32	107,1	306,8	48,8	65,84	104	5,77	4816,67	
на один проект, т	33,6-896	110-180	33,6-896	40	77	93,6-248,4	40-248,4	65,32-93	35,6-71,5	306,8	48,8	65,84	104	5,77	5,77-896	
	256,11	133,6	228,88	40	77	171	114,75	79,16	53,55	306,8	48,8	65,84	104	5,77	155,38	

Продолжение табл. 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Удельные капиталовложения на годовую производительность: на 1 т руды, дол. на 1 т Ag в концентратах, тыс. дол.	59,84	68,06	61,03	110,54	300	55,32	134,44	13,53	260,55	100,9	471,11	53,76	65	18 1818	72,31
	1367,95	1762,72	1419,16	1382,5	5844,2	469,59	1450,76	701,11	3688,14	7366,4	5348,36	3037,67	625	11 2305	2291,55

Пр и м е ч а н и е. Геолого-промышленные типы месторождений: ВПП — все ГПТ месторождений вулканоплутонических поясов, КЩМ — колчеданно-полиметаллические, ТКМ — все ГПТ терригенно-карбонатных комплексов многоосинклиналей, СК+М — скарновые и типа манто, КМЦ — колчеданные медно-цинковые, СЦС — свинцово-цинковые стратиформные, СЦкрб — свинцово-цинковые в карбонатных толщах, СМН — сульфидные медно-никелевые. Типы отработки запасов: КР — рудник открытой добычи, ПР — рудник подземной добычи, КР+ПР — комбинация открытая и подземная отработка. Значения показателей на один проект: в числителе — размах, в знаменателе — среднее.

Проблема обеспеченности добычи запасами минерального сырья тесно связана, с одной стороны, с состоянием МСБ, с другой — с закономерностями изменения потребления металла и возможностями его удовлетворения за счет рудничного производства и производства из вторичного сырья, а также развития или снижения мощностей горнорудных производств. Соотношения между мировой добычей и потреблением серебра за рассматриваемый период 1970–2004 гг. мало изменились по сравнению с показателями до 2000 г. включительно [6].

Мировая обеспеченность добычи доказанными запасами серебра за период 1970–2003 гг. была изменчивой с максимумами в 1980 и 1994 гг., отражающими максимумы открытий золото-серебряных, свинцово-цинковых и медных месторождений (рис. 24). Однако после 1980 г. до настоящего времени наблюдается общий спад ее от максимального уровня 1980 г. (53 года). При существующих тенденциях изменения обеспеченности мировой добычи доказанными запасами серебра за последнее десятилетие (1994–2004 гг.) ее уровень, рассчитанный на основе линейной экстраполяции, к 2025 г. снизится до 13 лет (см. рис. 24).

Как показано ранее [6], при прогнозируемых темпах добычи с достижением в 2025 г. 1,60 объема добычи 1990 года отрицательная динамика обеспеченности добычи подтвержденными запасами (для Р и РС) при отсутствии простого воспроизводства запасов (годового прироста, компенсирующего годовую добычу) приводит к практически полному исчерпанию мировых запасов серебра к 2024 г. (рис. 25).

Итак, изменения мирового статуса серебра и вытеснение его золотом из сферы валютных отношений не привели к снижению спроса на металл на

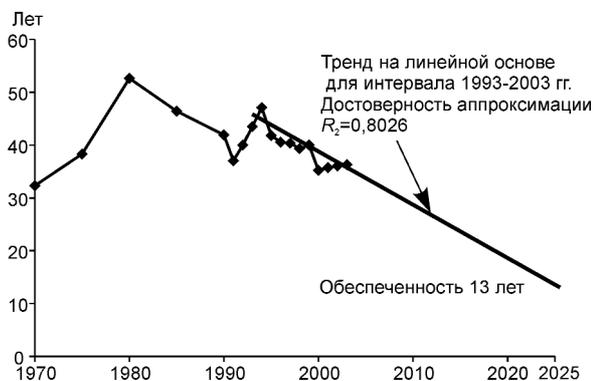


Рис. 24. Обеспеченность мировой добычи запасами серебра, ретроспектива за 1970–2003 гг. и прогноз до 2025 г.

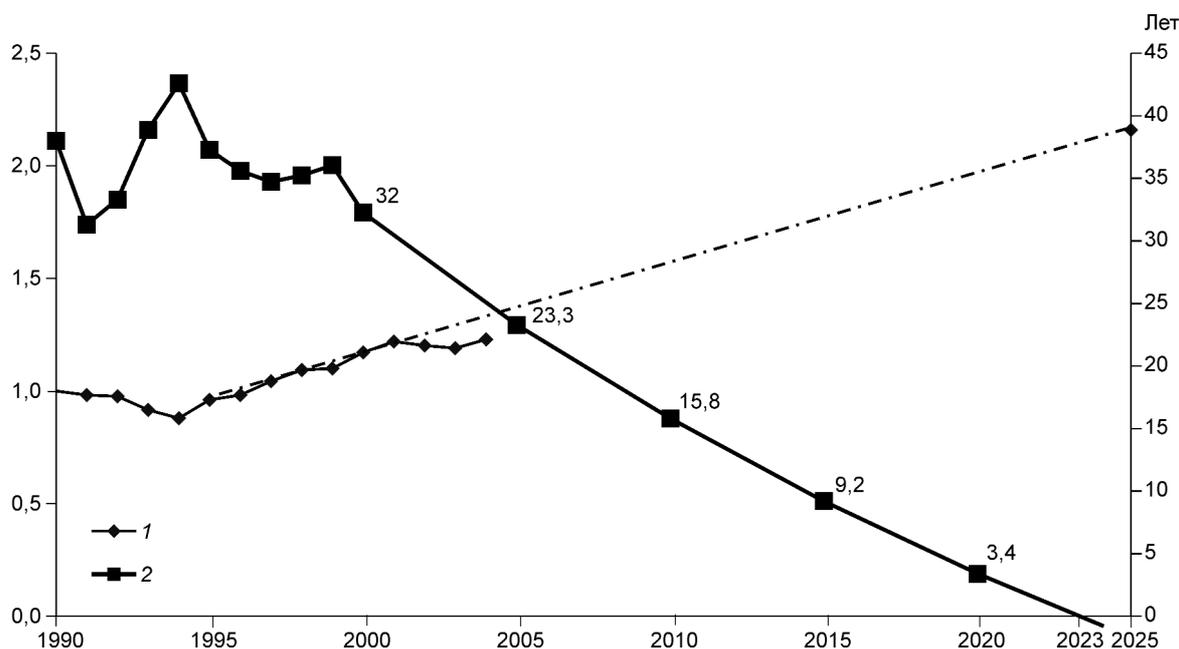


Рис. 25. Обеспеченность мировой добычи подтвержденными запасами серебра по состоянию на январь 2000 г. в сопоставлении с прогнозом добычи до 2025 г. (1990 г.=1):

1 — добыча (мир без РФ), факт и прогноз; 2 — обеспеченность добычи запасами, факт и прогноз

мировом рынке. Более того, спрос на металл растет, и добывающий сектор в течение ряда лет не в состоянии удовлетворить его полностью. Дефицит предложения металла способствует росту производства серебра из вторичного сырья (фотопродукция, электронный лом). Расширяются сферы промышленного потребления серебра. Все это вместе приводит к устойчивому росту мировых цен.

Прогноз рынка серебра на ближайшие несколько лет выглядит следующим образом.

Ведущие страны-держатели и продуценты сохранят свои позиции в запасах и производстве, в том числе в связи с введением в действие новых добывающих мощностей (горнорудные проекты). Освоение новых месторождений означает также наращивание мировой МСБ серебра и обеспечение добычи запасами на среднесрочную перспективу в среднем на 20 лет.

Сохраняются возможности наращивания мировой МСБ серебра за счет традиционных сырьевых источников-поставщиков попутного серебра — геолого-промышленных типов месторождений золота, меди, свинца и цинка, а также медно-никелевых месторождений.

В условиях нестабильного потребительского, инвестиционного спроса, продаж правительственных резервов серебра, а также спекулятивных покупок-продаж различными фондами и другими фи-

нансовыми организациями возможны значительные колебания мировых цен на серебро в краткой- и среднесрочной перспективах. Однако сохраняется, хотя и снижается, 16-летний дефицит в балансе спроса-предложения металла на мировом рынке, поэтому существует и, по-видимому, сохранится уровень цены 11–13 дол./унц. (0,35–0,42 дол./г).

Положительную перспективу рынка серебра на ближайшие годы будет поддерживать, помимо сохраняющихся традиционных сфер потребления (фотоиндустрия, потребительский ювелирный спрос, медицина и др.), значительный рост потребления металла в промышленной сфере — электронной технике (сотовые телефоны, компьютеры и другое электронное оборудование) и в очистке промышленных и питьевых вод.

Металлы платиновой группы. Основные типы месторождений. По уровням концентраций металлов платиновой группы (МПГ) и их относительной ценности в минеральном сырье месторождения и руды разделяются на платиноносные и платиносодержащие. Основная масса известных запасов МПГ приурочена к так называемым расчлененным массивам основного–ультраосновного состава, с которыми ассоциируют вкрапленные и массивные руды меди, никеля, хрома (сульфидный и сульфидно-оксидный типы) (табл. 18). К платиноносным отнесены месторождения Бушвельда

18. Типы месторождений платиновой группы [5, 6]

Группы типов месторождений		Типы платиноносных и платиносодержащих руд	Типы и примеры месторождений	
			Платиноносные	Платиносодержащие
Магматогенные	Сульфидная (С)	Никелево-медные (Ni-Cu) и медно-никелевые (Cu-Ni) сплошные (М) в ассоциации с вкрапленными (В)	СМ Ni-Cu Талнахское, Октябрьское (РФ)	СМ Cu-Ni Камбалда (Австралия), СМ Ni-Cu Садбери (Канада)
		Никелево-медные (Ni-Cu) и медно-никелевые (Cu-Ni) вкрапленные (В)	СВ Ni-Cu Норильск-1 (РФ), СВ Cu-Ni РМ Бушвелд (ЮАР), Стиллуотер (США), Лак-дез-Иль (Канада)	СВ Ni-Cu Дулут (Канада), СВ Cu-Ni Ждановское (РФ)
		Медные (Cu) вкрапленные (В)		СВ Cu Солт-Чак (США), Маратон (Канада)
	Сульфидно-оксидная (СО) и оксидно-сульфидная (ОС)	Сульфидсодержащие (Cu-Ni) хромититы (Cr) массивные (М)	СОМ Cu-Ni-Cr УГ-2 Бушвелд (ЮАР)	Рай-Из, Бураковское (РФ), Кемпирсай (Казахстан)
		Ванадиево-железо-медные (V-Ti-Fe-Cu) вкрапленные (В)		ОСВ V-Ni-Fe-Cu Волковское (РФ)
		Сульфидсодержащие (Cu-Ni, Cu), титаномагнетитовые (V-Ti-Fe) вкрапленные, шлирово- и прожилково-вкрапленные (В)		ОСВ Cu-Ni-V-Ti-Fe Качканарское, ОСВ Cu-V-Ti-Fe Пудожгорское (РФ)
	Оксидная (О)	Хромитовые (Cr) вкрапленные и шлирово-вкрапленные (В)		ОВ Cr Нижний Тагил, Кондерское, Гальмознанские (РФ), Туламин (США)
Стратиформных металлоносных осадочных углеродистых (У) толщ	Молибден-никелевые (Mo-Ni) и цинк-никелевые (Zn-Ni) вкрапленные (В)		УВ Mo-Ni месторождения Южного Китая	
Россыпные		Кондерское (РФ), Гальмознанское (Корякия, РФ)	Калимантан (Индонезия)	

(ЮАР), Стиллуотера (США), Лак дез Иль (Канада), в которых МПГ ассоциируют либо с никелем и медью, либо с никелем, медью и хромитами. К этой группе можно также отнести месторождения Норильска (Россия). Платиносодержащие включают медно-никелевые месторождения печенгского и камбалдинского типов, а также группу разнородных месторождений с сульфидно-оксидными и оксидными рудами железа, титана и ванадия (Волковское, Качканарское, Пудожгорское и др.). Россыпные месторождения ассоциируют с платиносодержащими массивами с бессульфидной оксидной хромитовой или титанисто-хромитовой минерализацией (Кондерский, Нижнетагильский, Гальмознанский массивы в России, Туламин в США). Промышленные коренные месторождения в связи с ними неизвестны [5, 6, 9].

Запасы. Мировые прогнозные ресурсы МПГ оцениваются в 60–70 тыс. т, из них более 90% при-

ходится на территории пяти стран: ЮАР (до 25 тыс. т), США и России (до 10 тыс. т в каждой), Зимбабве (до 15–18 тыс. т), Китая (1–1,5 тыс. т) [6, 9, 24].

Наиболее значительные запасы МПГ связаны с массивными сульфидными никелево-медными рудами (Норильск-Талнах, Россия), вкрапленными сульфидными никелево-медными и сульфидсодержащими хромитовыми (Бушвелд, ЮАР). Месторождения этих ведущих типов, кроме России и ЮАР, известны в Канаде, США, Зимбабве. Месторождения второстепенных типов с платиносодержащими рудами, обладающие весьма ограниченными запасами, известны в нескольких странах мира.

Россыпные месторождения МПГ, в значительной степени уже отработанные, обладают существенно меньшими запасами, чем коренные основных типов.

Крупнейшие в мире ресурсы и запасы МПГ сосредоточены в ЮАР в рудах комплекса Буш-

19. Состояние доказанных запасов МПГ в мире и ведущих странах в 1970–2003 гг., т [6, 9, 24]

Страны	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	% от мира	2003/1970
ЮАР	6200	12 400	17 020	24 569	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 920	49 900	49 900	49 900	93,4	8,05
Зимбабве		Нет данных			411	411	411	411	411	411	411	594	630	540	540	570	1340	1475	2,8	58*
США	98	31	48	264	267	267	267	267	267	310	310	310	394	820	870	795	787	758	1,4	7,73
Канада	498	310	280	365	345	345	323	323	323	520	520	520	520	520	580	625	608	668	1,2	1,34
Итого	6796	12 741	17 348	25 198	50 532	50 532	50 921	50 921	50 921	51 161	51 161	51 344	51 464	51 800	51 910	51 890	52 635	52 801	98,8	7,77
Мир (без РФ)	7000	12 800	17 433	25 254	51 010	51 010	50 988	50 988	50 988	51 820	51 820	51 950	51 865	52 205	52 430	52 520	53 270	53 446	100	7,63

*Отношение 2003/1990.

вельд. Руды, содержащие 4–7 г/т МПГ, залегают в трех расслоенных горизонтах — рифах Меренского, УГ-2 и Платрифе.

Запасы МПГ в Канаде заключены главным образом (77%) в сульфидных медно-никелевых рудах месторождений рудного района Садбери (провинция Онтарио); среднее содержание в рудах МПГ 0,9 г/т (0,35 г/т Pt). Остальные запасы сосредоточены в месторождениях провинций Манитоба и Онтарио.

В США более 80% запасов находится в рудосносных горизонтах ультраосновного стратифицированного интрузивного комплекса Стиллуотер, палладиево-платиновые руды которого содержат до 22 г/т МПГ (5 г/т Pt). Небольшая часть запасов заключена в медных рудах западных штатов и россыпях Аляски.

Месторождение Великая Дайка в Зимбабве также является значительным потенциальным источником МПГ, приуроченным к рифу Главная сульфидная зона (Main Sulfide Zone), содержания в рудах которого несколько ниже 4 г/т.

Доказанные запасы (далее — запасы) МПГ в мире*, выявленные в 13 странах, на 1.01.04 г. составляют 53 446 т [9]. Из них на долю четырех стран-лидеров (табл. 19) приходится около 99% мировых запасов, в том числе 93,4% в ЮАР, 2,8% в Зимбабве, 1,4% в США, 1,2% в Канаде и менее чем по 0,5% в Финляндии и Китае. Запасы МПГ в других странах (Гренландия, Австралия, Колумбия, Бразилия, Югославия, Пакистан, Эфиопия) в сумме составляют 0,3%. Статистика о наличии запасов в Болгарии, Индонезии, Папуа-Новой Гвинее, Филиппинах в литературе не приводится, хотя имеются ссылки на возможную добычу.

Запасы МПГ за 1970–2003 гг. увеличились почти в 8 раз, главным образом за счет ЮАР (рис. 26; см. табл. 19), при этом основной прирост приходится на 1970–1990 гг. (в 7 раз). Значительный рост произошел в 2002–2003 гг., составив около 1000 т. Это было обусловлено переводом в Зимбабве части ресурсов в запасы на месторождении Ngezi. Необходимо отметить, что доля запасов платины в общем объеме МПГ в 1970–2003 гг. снизилась с 70 до 47%.

Среднегодовые темпы роста запасов МПГ за рассматриваемый период составляют 24,5%. Наиболее высокий их прирост приходится на 1985–1990 гг., когда запасы в ЮАР возросли в 2 раза (с 24 569 до 49 920 т). Далее в 90-е годы в ЮАР запасы наращивались преимущественно за счет

*Здесь и далее по тексту данные по миру приводятся без учета России.

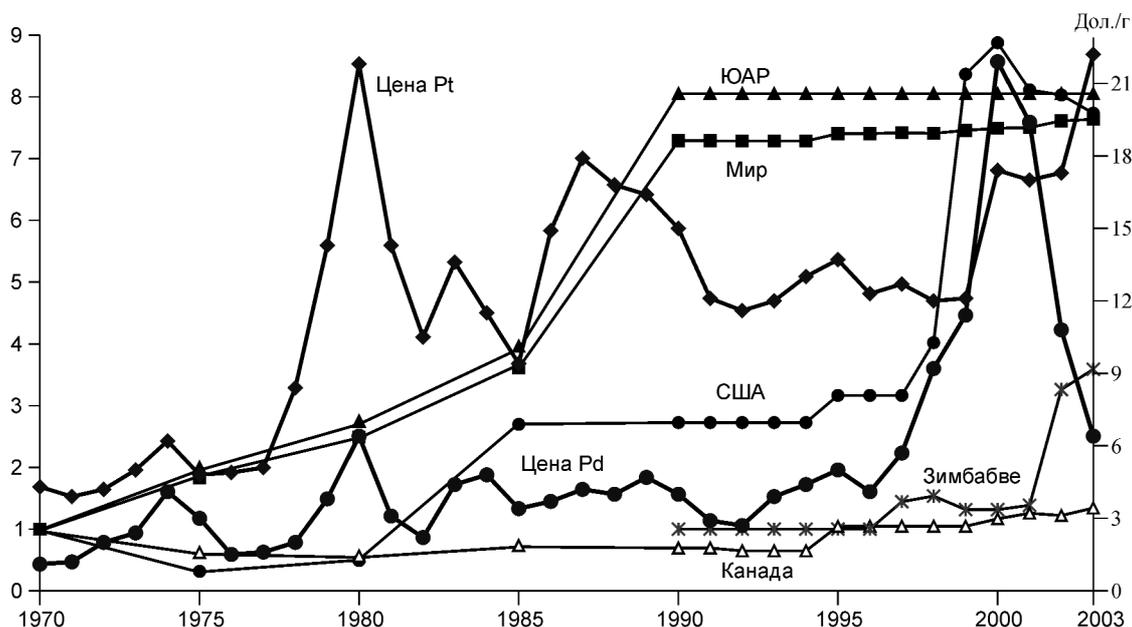


Рис. 26. Состояние доказанных запасов МПГ в мире, ЮАР, США, Канаде в 1970–2003 гг. (1970 г.=1) в сопоставлении с ценой платины и палладия

эксплуатационной разведки в объемах, компенсирующих добычу (простое воспроизводство). Активный рост запасов в США в 1985–2003 гг. (в 3 раза) связан с открытием и освоением месторождения Стиллуотер.

Коэффициент компенсации добычи приростом запасов МПГ в 1970–2003 гг. весьма значительный — 15. Его наиболее высокое значение (35) отмечено во второй половине 80-х годов, когда на фоне резкого (почти в 2 раза) роста запасов объемы добычи увеличивались не столь значительно, и воспроизводство запасов намного превышало объемы накопленной добычи.

Обеспеченность добычи МПГ запасами возросла в мире за период 1970–2003 гг. почти в 1,5 раза (до 160 лет). Такой уровень обеспеченности обусловлен запасами ЮАР, многократно превышающими сырьевую базу других стран. В Канаде и США к концу XX в. обеспеченность составляла 50–60 лет, к 2003 г. она снизилась до 30–40 лет.

Возрастание спроса на МПГ стабильно. Оно значительно превосходит мировую добычу и неизменно стимулирует развитие геологоразведочных работ во всех странах, обладающих каким-либо потенциалом платиноносности. Прибыли, получаемые горнорудными компаниями от реализации МПГ по возросшим ценам, вкладываются как в наращивание запасов действующих объектов, так и в поиски новых месторождений. Среднегодовые темпы роста запасов за анализируемый период значи-

тельно превышали темпы добычи, что позволяет сделать вывод об устойчивости мировой МСБ для увеличения производства МПГ в перспективе.

Рудничное производство (добыча). Рост производства МПГ в мире более чем за последние 30 лет значительно превысил аналогичные показатели для большинства цветных и благородных металлов. В 1970–2004 гг. мировое производство МПГ увеличилось более чем в 5 раз с наиболее значительным ростом в 1970–1990 гг. (в 2,6 раза). При этом доля платины в общем объеме производства МПГ к концу 33-летнего периода снизилась с 63 до 52%, а палладия — возросла с 24 до 33%.

Более 60 лет ЮАР занимает ведущее место по производству как МПГ, так и платины, уступая России первенство по производству палладия. Доля ЮАР в мировом производстве платины и МПГ в 90-е годы устойчиво сохранялась на уровне 90 и 84% соответственно. Канада и США занимают второе и третье места по производству МПГ среди зарубежных стран (5,8 и 5,2%) (табл. 20, рис. 27). Суммарное рудничное производство других стран (Зимбабве, Австралии, Колумбии, Финляндии) составляет 3–4% от мирового объема [6, 9, 26, 29].

Рудничное производство МПГ в ЮАР сосредоточено в компаниях *Anglo Platinum, Impala Platinum, Lonmin, Northam* и *Aquarius* [14, 15, 20, 21, 33]. В 90-е годы оно увеличилось почти в 1,5 раза. При этом доля платины в 2 раза превышает долю палладия. Наряду с ростом рудничного про-

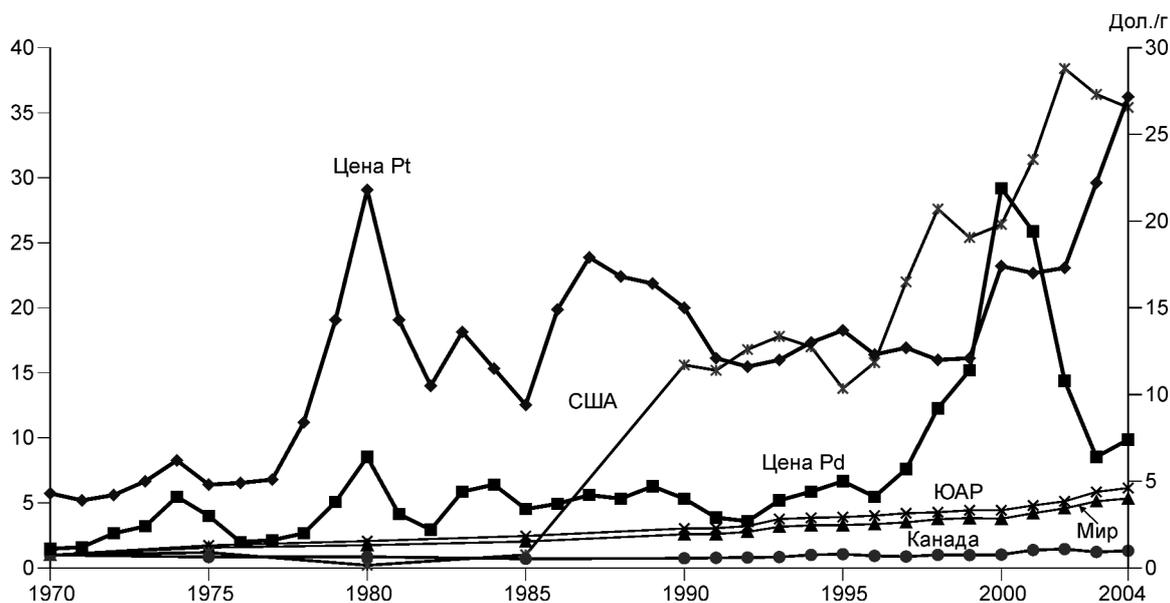


Рис. 27. Рудничное производство МПГ в мире, ЮАР, США и Канаде за 1970–2004 гг. (1970 г.=1) в сопоставлении с ценой платины и палладия

изводства в ЮАР увеличилась производительность аффинажных заводов — к 1999 г. они перерабатывали более 90% производимых концентратов. В 2000 г. добыча МПГ в ЮАР впервые испытала временный спад, что, в свою очередь, отразилось на мировом производстве МПГ, снизившемся на 1,5%.

С 2001 г. производство МПГ в ЮАР нарастает высокими (более 9,3% в год) темпами. Дальнейшее увеличение производства МПГ предполагается за счет вовлечения в разработку объектов, несколько иных, чем разрабатываемые. Наиболее богатые и не глубоко залегающие рудные тела рифа Меренского на западном фланге Бушвельдского комплекса, эксплуатируемые с 1929 г., достигли стадии падающей добычи. Поэтому перспективы увеличения производства связываются с более глубокозалегающими рудами рифа УГ-2. Так, в 2006 г. добыча на этом рифе составила не менее 60% общего объема ЮАР (в 1998 г. УГ-2 давал около 38%). Прирост добычи на рифе УГ-2 одновременно позволяет получить большее количество родия и рутения. Будет также развиваться добыча на восточном фланге Бушвельдского комплекса и, кроме того, будет выполнена переоценка никель-медных месторождений с точки зрения их платиноносности.

Канада — второй продуцент МПГ среди зарубежных стран. На протяжении 30 лет страна сохраняет добычу на уровне 15–20 т. В общей добыче МПГ преобладает палладий (64–74%). Производ-

ство платины составляет до 7,4 т, палладия — до 12 т. Добыча МПГ в Канаде сосредоточена в двух крупнейших компаниях — *Inco Ltd.* и *Falconbridge Ltd.*, извлекающих металлы попутно из медно-никелевых руд. Компания *North American Palladium* с 1993 г. разрабатывает палладиево-платиновое (Pd:Pt=10:1) месторождение Лак-дез-Иль, на котором в 2004 г. получено около 10 т МПГ. Это месторождение является единственным в Канаде, на котором ведется карьерная разработка руды. В перспективных планах компании предусмотрена также подземная отработка богатых руд на глубоких горизонтах [29, 35].

США занимают третье место в мире по добыче платиновых металлов, и их производство постоянно растет. Так, если в середине 80-х годов суммарная добыча не превышала 500 кг (в том числе 143 кг платины), то уже через 10 лет она возросла в 15 раз и составила 6,9 т (1995 г.), увеличившись от этого уровня в 2,5 раза в 2004 г. (см. рис. 27). Основным продуцентом является рудник Стиллаутер, эксплуатирующийся компанией *Stillwater Mining Co.* с 1987 г. В 2003 г. ГК «Норильский никель» приобрел долю в этой компании, составляющую в настоящее время 56% (т.е. фактически стал владельцем компании) [29, 35].

Доля палладия в общем объеме производства МПГ в США составляет 75–80%. В 1999 г. в связи со снижением содержания МПГ в рудах добыча на руднике Стиллаутер упала на 8%. В 2000–2004 гг. компания осуществила модернизацию производ-

20. Рудничное производство МПГ и платины в мире, ЮАР, Канаде и США в 1970–2004 гг., т [6, 9, 26, 29]

Металлы	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	% от мира	2004/ 1970
<i>ЮАР</i>																					
МПГ	46,7	80,9	96,4	115,1	141,9	142,9	150,9	176	180	182,8	188,2	196,5	200,1	207,4	206,7	224,7	239,8	273,4	286,8	83,8	6,1
Pt	33,3	62,2	58,8	72,8	83,6	86,2	85,5	104,5	98,3	102	105	115,9	116,5	121,6	119	129,7	135,7	151	160	89,9	4,8
<i>Канада</i>																					
МПГ	15	12,4	12,8	10,5	11,2	11,7	12	12,4	15	16,1	13,9	13	15,2	14,8	15,3	20,7	21,8	18,5	19,8	5,8	1,3
Pt	6,5	5,2	5,6	4,2	4,8	4,4	4,5	4,7	5,4	5,95	5,16	4,81	5,6	5,44	5,5	7,4	7,4	6,9	7	3,9	1,1
<i>США</i>																					
МПГ	0,5	0,6	0,1	0,5	7,8	7,6	8,4	8,9	8,5	6,9	7,9	11	13,8	12,7	13,2	15,7	19,2	18,2	17,7	5,2	35,4
Pt	0,3	0,3	0,03	0,14	1,7	1,5	1,7	2,1	2	1,59	1,84	2,61	3,2	2,92	3	3,6	4	4,2	4	2,2	13,3
<i>Итого</i>																					
МПГ	62,2	93,9	109,3	126,1	160,9	162,2	171,3	197,3	203,5	205,8	210	220,5	229,1	234,9	235,2	261,1	280,8	310,1	324,3	94,7	5,2
Pt	40,1	67,7	64,4	77,1	90,1	92,1	91,7	111,3	105,7	109,5	112	123,3	125,3	130	127,5	140,7	147,1	162,1	171	96,1	4,3
<i>Мир (без РФ)</i>																					
МПГ	64	100	112	130	165,8	167	178	202	209	210,4	215,5	224,5	239,5	245	242	268,8	292,8	327,4	342,4	100	5,3
Pt	40,9	68,7	65,5	78,3	93,3	95,5	95	114,7	108,9	112	114,1	125	128,9	135	130,8	143,5	152,1	169	178	100	4,3

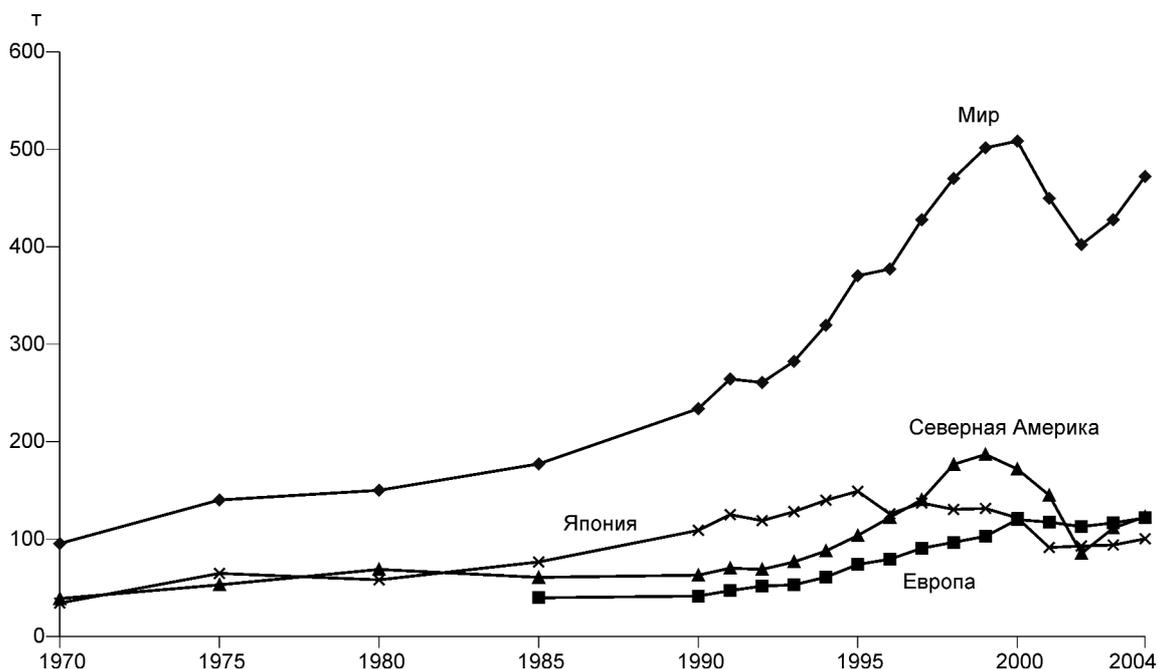


Рис. 28. Потребление МПГ в мире, странах Европы, Северной Америки и Японии за 1970–2004 гг.

ства, увеличила добычу руды и получение металлов (см. табл. 20) [38].

Резкий рост цен в 2000 г. на платину и особенно палладий стимулировал дальнейшее увеличение производства МПГ до максимального уровня в

2002 г. как в Канаде, так и в США (более чем на 40% по сравнению с 2000 г.).

Среднегодовые темпы роста добычи МПГ в мире за 1971–2004 гг. составили более 9%. В 1976–1980 гг. произошло их снижение по сравнению с

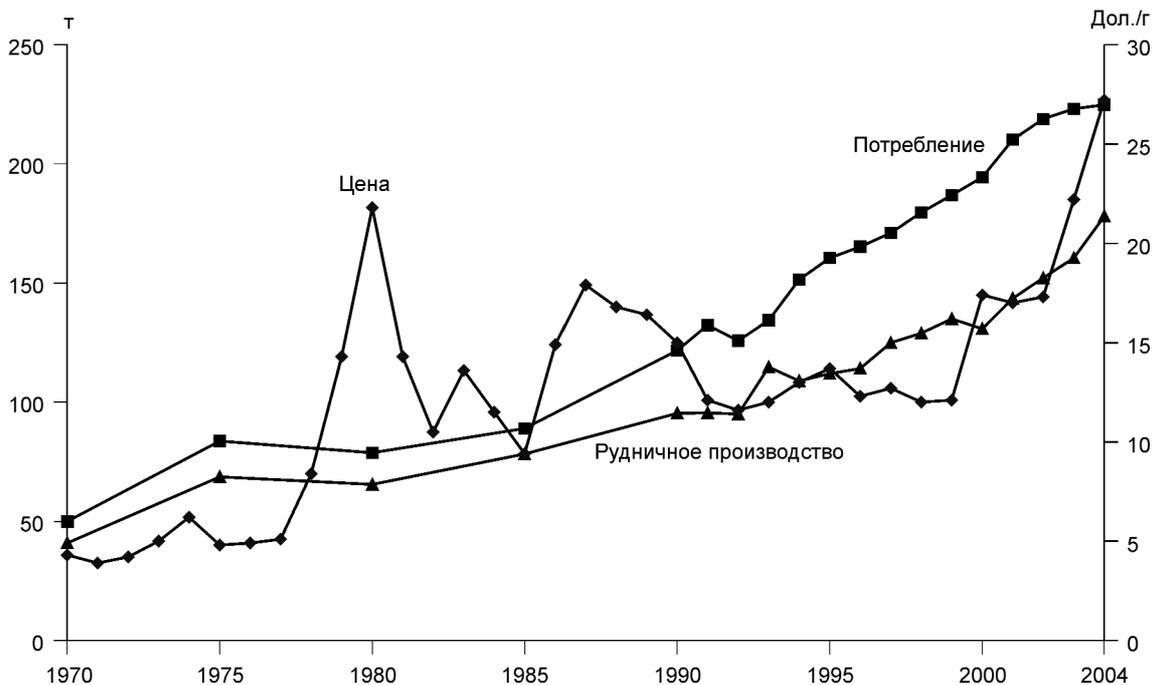


Рис. 29. Потребление и рудничное производство платины в мире в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

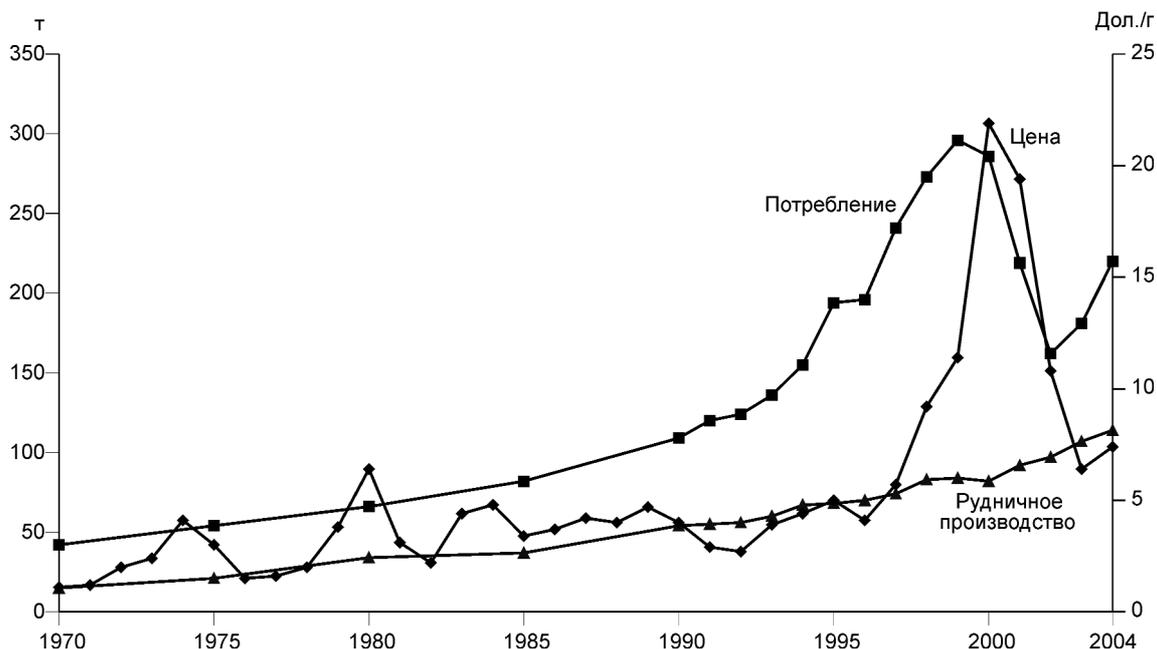


Рис. 30. Потребление и рудничное производство палладия в мире в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

предыдущим пятилетним периодом с 11,3 до 2,4%, связанное с некоторым сокращением производства в ЮАР. В последующие годы темпы добычи МПГ в мире продолжали возрастать (в соответствии с ди-

намикой добычи в ЮАР), исключая лишь 2000 г., на который пришлось снижение на 3,5% производства платины. После этого незначительного уменьшения мировой добычи МПГ, вызванного проблемами в

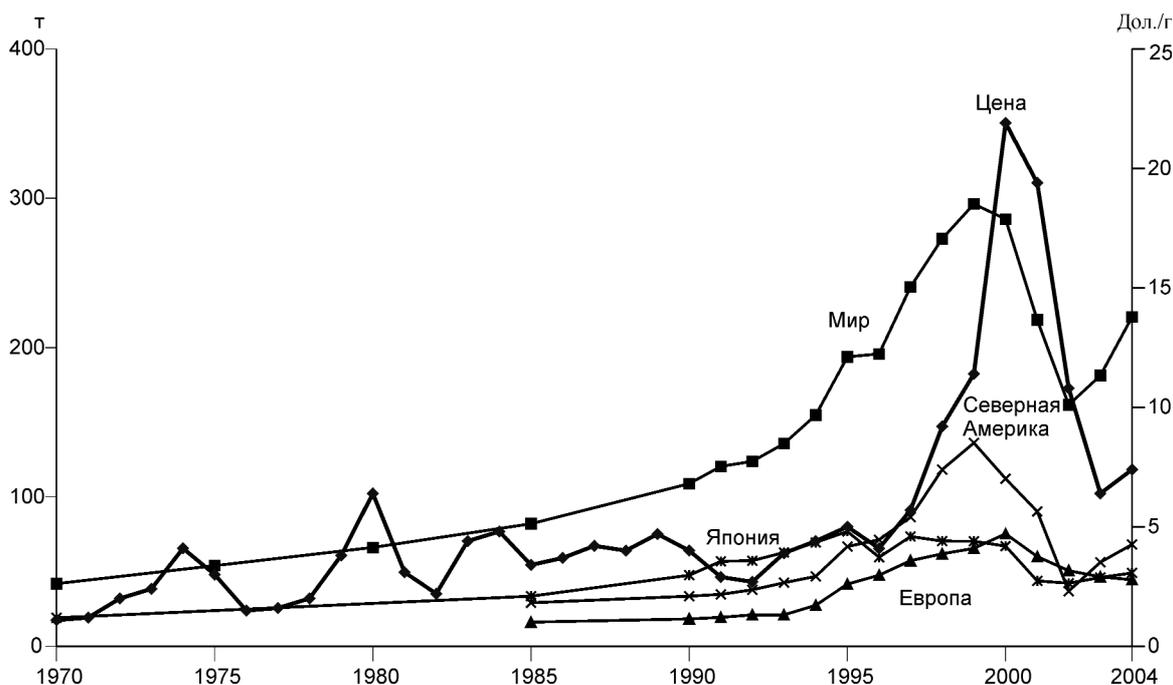


Рис. 31. Потребление палладия в мире, странах Европы, Северной Америки и Японии в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

ЮАР, в 2001–2004 гг. добыча возросла на 100 т, в том числе 47 т платины, а среднегодовые темпы роста составили 9,7%.

Производство МПГ на душу населения за 1970–2003 гг. выросло: в ЮАР с 2 до 6 г/чел., в США более чем в 20 раз — до 0,07 г/чел., в Канаде вышло на уровень 0,7 г/чел.

За рассматриваемый период в мировой добыче МПГ увеличилась доля палладия при снижении доли платины. В целом за 1970–2004 гг. добыча платины возросла в 4,3 раза, палладия — в 6 раз, но при этом если в 70-е годы на платину приходилось более 60% от общего объема МПГ, то в 2004 г. только 52% мировой добычи.

Потребление. Уникальные физико-химические и механические свойства МПГ определяют широкие возможности их применения в различных отраслях промышленности. Традиционное потребление платины ювелирной промышленностью возросло с 42 т в 1990 г. до максимального уровня 90 т в 1999 г. и снизилось до 68 т в 2004 г.; если в мировом потреблении МПГ в 1999 г. доля платины составляла 51%, то в 2004 г. — лишь 30%. Основной сектор промышленного потребления палладия (до 60%) — автомобилестроение. Из палладия изготавливаются фильтры-нейтрализаторы для снижения вредных выбросов в выхлопных газах. Этот же сектор является вторым по потреблению платины, и с 2000 г. он активно расширяется, удвоившись за пять лет (в 2004 г. 109 т, 48% общего потребления платины). Металлы платиновой группы широко используются и в других отраслях промышленности — химической, электронике и электротехнике, стекольной, нефтеперерабатывающей и др.

За период 1970–2004 гг. суммарное потребление МПГ в мире увеличилось в 5 раз (табл. 21). В 1971–2000 гг. среднегодовые темпы роста потребления платиновых металлов в 14% значительно превзошли эти показатели для добычи (9%) (рис. 28; см. рис. 27), отражая устойчивую тенденцию превышения потребления над уровнем добычи. Среднегодовые темпы потребления палладия (19%) значительно выше таковых как всей группы платиновых металлов, так и отдельно платины (9,4%). Более чем за 30 лет объем потребления платины вырос в 4,5 раза, палладия — в 5 раз (рис. 29, 30).

В 2000–2003 гг. наблюдался спад потребления МПГ за счет сокращения использования палладия (с 286 до 181 т) при стабильном росте потребляемой платины, которая стала активно употребляться в автокатализаторах двигателей на дизельном топливе (рис. 31, 32). Этот рост был наиболее значителен в Европе в связи с ужесточением стандартов качества воздуха и выбросов выхлопных газов. В

2004 г. тенденция спада потребления палладия в промышленности преодолена в основном вследствие бурного развития ювелирного сектора Китая (до 18,6 т). Главным поставщиком потребляемого палладия (до 70%) является Россия [25, 29].

Основные потребители МПГ — это регионы и страны с развитыми автомобилестроением и ювелирной промышленностью — Северная Америка (США, Канада), Япония и Европа (см. табл. 21). До 1997 г. промышленное потребление МПГ в Японии превосходило этот показатель для США. Во второй половине 90-х годов США значительно нарастили потребление палладия и вышли на первое место (до 26% мирового потребления МПГ в 2004 г.). Если в Японии потребление МПГ на душу населения возросло в 2,9 раза, составив 0,95 г/чел., то в Северной Америке — в 3,4 раза, хотя и составило только 0,58 г/чел.

В период 2000–2004 гг. балансы спроса-предложения на мировом рынке платины и палладия различались. Для платины характерен устойчивый, хотя и уменьшающийся с 1999 г., дефицит (10 т в 2003 г., 1,5 т в 2004 г.), для палладия — нарастающий избыток (после его дефицита в 10–36 т в 1997–2000 гг.) поставок на рынок (более 62 т в 2004 г.).

В 2000 г. впервые за 30 лет было отмечено 5%-ное снижение мирового спроса на палладий (см. рис. 31), что обусловлено уменьшением его использования в автомобилестроении как в Японии, так и в США (при росте в Европе). На объемах потребления сказались высокая цена палладия, неравномерность поставок металла из России и формирование коммерческих запасов компаниями-потребителями.

После устойчивого трехлетнего спада потребления палладия в 2000–2002 гг. отмечено значительное его повышение в 2003–2004 гг. К причинам его следует отнести не только востребованность палладия в автомобилестроении, но и высокие мировые цены на платину, что может обусловить дальнейший рост спроса на палладий. При практически стабильном спросе на платину в 2002–2004 гг. потребность в палладии растет (см. рис. 31, 32). При этом потребление платины в 2001–2004 гг. в изготовлении фильтров-нейтрализаторов возросло в 1,8 раз (до 108 т).

Динамика потребления платиновых металлов в 1970–2004 гг. связана с развитием инновационных технологий в электронике, прежде всего в компьютеризации, коммуникационных системах, а также при решении проблем охраны окружающей среды (фильтры-нейтрализаторы в автомобилестроении, нефтепереработке). Рост потребления платины и палладия в будущем в немалой степени определяет-

21. Потребление МПГ в мире и ведущих странах-потребителях в 1970–2004 гг., т [6, 8, 9, 24, 29]

Металлы	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	% от мира	2004/ 1970
<i>Северная Америка</i>																					
МПГ	38,9	52,9	68,6	60,6	62,9	70,1	68,8	76,4	87,5	103,4	122	140,2	176,5	186,8	171,6	144,9	85	111,1	122,8	26	3,1
Pt	16	24,7	34,2	31,4	24,6	30,4	27,5	29,9	36,4	39,7	45,3	47,9	50,8	43,7	48,7	51,8	45,4	51,5	47,7	21,2	3
Pd	Нет данных		29,2	33,6	34,7	37,8	42,5	46,8	66,8	71,4	86,5	118,4	136,2	112,2	90,3	36,9	56,3	68,1	30,9	2,3*	
<i>Европа</i>																					
МПГ			39,7	41,5	47	51,6	53	60,9	73,9	79,2	90,5	96,5	102,8	119,8	117,3	112,6	116,4	121,5	125,7	25,7	3,1*
Pt	Нет данных		12,4	21,8	24,5	26,9	27,9	29,4	27,9	26,7	28	29,2	31,8	37	49,1	54,1	62	69,7	31	5,6*	
Pd			16,2	18,3	19,3	21	21,1	27,5	41,7	47,6	57,4	61,9	65,5	75,4	60,1	50,7	46,5	44,5	20,2	2,7*	
<i>Япония</i>																					
МПГ	34,3	64,6	58	76,5	108,7	124,8	118,8	128	139,6	148,9	125,6	136,9	130,3	131,4	121,5	91,1	92,6	93,7	100,2	21,2	2,9
Pt	14,5	44,4	29,3	38,9	57,5	64,9	59,6	63	68,4	70,1	64	60,4	57,5	58,5	48,8	42,4	45,2	42,3	44	19,6	3
Pd	19	Нет данных		33,6	47,6	56,9	57,3	62,9	69,5	76,8	59,6	73,5	70,5	70,3	67,1	43,8	42,3	46	49,1	22,3	2,6
<i>Итого</i>																					
МПГ	137,1	213,1	241,9	239,2	257,4	288	326,2	326,8	367,6	403,3	421	412,9	353,3	290,2	321,2	344,5	73	2,5*			
Pt	Нет данных		82,7	103,9	119,8	114	120,8	134,2	137,7	136	136,9	137,5	134	143,3	144,7	155,8	161,4	71,8	1,9*		
Pd			79	99,5	110,9	116,1	126,5	143,8	185,3	178,6	217,4	250,8	272	254,7	194,2	129,9	148,8	161,7	73,3	2*	
<i>Мир (без РФ)</i>																					
МПГ	95,2	140	150	177	233,6	264,1	260,6	282,3	319,3	370,2	377	427,7	470,1	501,4	508,3	449,5	402	427,5	472	100	4,9
Pt	50	83,7	78,8	89	121,7	132,3	125,8	134,3	151,4	160,5	165,2	171	179,6	186,9	194,4	210,2	218,8	223,1	224,8	100	4,5
Pd	42	54	66,2	82	108,9	120,5	123,9	135,7	154,8	193,8	195,8	240,7	272,9	296,1	286,1	218,6	161,7	181,3	220,5	100	5,2

*Отношение 2004/1985.

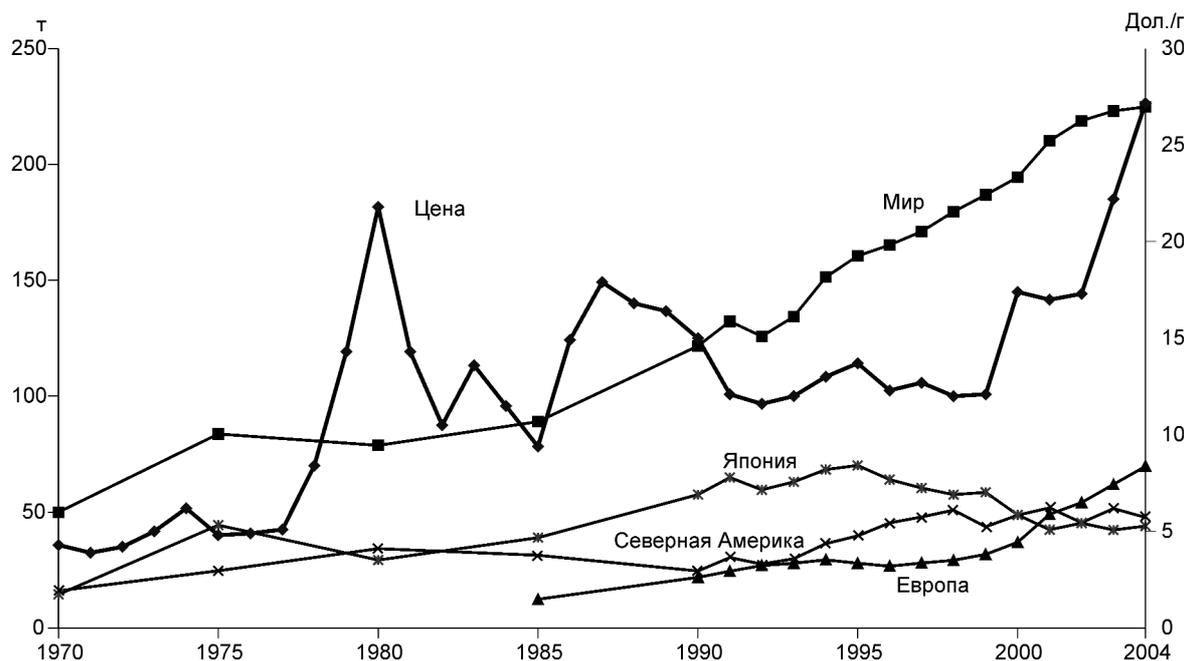


Рис. 32. Потребление платины в мире, странах Европы, Северной Америки и Японии в 1970–2004 гг. в сопоставлении с ценой

ся потребностью ювелирного рынка и прежде всего Китая и Индии. Эти тенденции представляются долгосрочными, но в целом рынок МПГ, по-видимому, движется к превышению предложения над спросом.

Цены. Начиная с 1960 г. цена на платину превышает цену на золото, а изменения цен платины и палладия в основном совпадали с динамикой цены на золото. В начале 1997 г. после снижения цены на золото и еще более значительного — на платину цены на эти металлы впервые сравнялись, а в последующие годы увеличение цены платины не обнаруживает зависимости от цены на золото.

Постоянное превышение потребления над добычей МПГ в мире воздействовало повышательно на динамику цен на эти металлы в 1970–2000 гг. (см. рис. 29, 30).

Цена на платину в 90-е годы оставалась в пределах 12–13 дол./г за исключением 2000 года, когда рекордный дефицит предшествующего года и рост спроса в 2000 г. вызвал резкий (более чем на 40%) скачок цен на платину до 17,4 дол./г.

Еще более примечательно вела себя цена на палладий в 90-е годы. В 1990–1996 гг. она колебалась в пределах 3–5 дол./г, и дешевый металл успешно замещал платину и родий в фильтрах-нейтрализаторах. Возросший во второй половине 90-х годов дефицит палладия привел к пятикратному скачку цены на этот металл — с 4,1 дол./г в 1996 г.

до 21,92 дол./г в 2000 г. Среднегодовые цены на платину в 2000 и 2001 гг. уступали цене на палладий.

С 2002 г. формируется тенденция устойчивого роста цены на платину, которая в 2003 г. превзошла исторический максимум 1980 года, а в 2005 г. возросла до 28,8 дол./г, увеличившись по сравнению с 2000 г. на 64%. Рост цены проходит в условиях устойчивого спроса на платину как в ювелирной промышленности, так и в большей степени в автомобилестроении, при этом темпы роста потребления металла превосходят темпы возрастающих поставок на мировой рынок. Такой беспрецедентный рост цены на платину обусловили дефицит предложения, низкие коммерческие запасы металла, повышение интереса инвесторов к устойчивым и высоколиквидным драгоценным металлам, золоту и платине при ослаблении курса доллара. Рост цены на платину сохранялся, и в мае 2006 г. она достигала 39–42 дол./г. Среднегодовая цена на платину в 2006 г. составила 36,66 дол./г.

Ценовая динамика палладия демонстрирует резкий спад с максимального уровня 21,92 дол./г в 2000 г. до 6,45 дол./г в 2005 г., что соответствует уровню, близкому к 1997 г. Спрос на палладий, вследствие его чрезмерной цены, в 2002 г. упал до минимального уровня. При росте производства в ЮАР, Северной Америке и России на рынке с 2001 г. сформировался избыток металла. Ослабление его спроса в автомобилестроении с начала

22. Основные новые проекты разработки месторождений МПГ с вводом в эксплуатацию после 2000 г. /23, 28, 29, 38/

Проекты	Компании	Доказанные запасы (ресурсы)			Годовое производство		Проектируемый объект	Капитальные затраты, млн. дол.	Удельные капиталовложения, дол./т руды в год	Год ввода (срок эксплуатации, лет)	Стадии развития проекта	
		Год	Руда, млн. т	Содержание, г/т	Металл, т	Руда, тыс. т						Металл, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
FOAP												
Der Brochen	Anglo Platinum (50%), BEE консорциум (50%)	2005	506,5	4,72 МПГ +Au	2391 (ресурсы)	2100	3,5 Pt	ПР	485	231	2006	2003 г. — ТЭО, оформление прав с ВЕЕ консорциумом
Pandora	Lomim Platinum (45%), Angloplats (45%), Norham (5%), Baro ba Mogale (5%)	2005	159	4,1 МПГ +Au	652 МПГ	3600	7,15 Pt, 3,4 Pd	ПР, ОФ	430	119,4	2007 (30)	2002 г. — получение разрешений, 2003 г. — проект отложен
Twickenham	Anglo Platinum (50%), BEE консорциум (50%)	2005	375,9	5,76 МПГ +Au	2165 (ресурсы)	3000	5 Pt, 5,5 Pd	ПР, ОФ	343	114,3	2005 (70)	2003 г. — отложен из-за оформления прав с ВЕЕ, 2004 г. — строительство, замедление проекта
Modikwa	Anglo Platinum (50%), ARM (50%)	2005	213,7	4,35 МПГ +Au	930 (ресурсы)	2400	5,0 Pt, 4,8 Pd	ПР, ОФ	311	129,6	2004	2001–2002 гг. — строительство рудника, 2002 г. — введение в эксплуатацию
Marula	Impala Platinum (80%), Mmabai (10%), местное сообщество (10%)	2002	62,5	5,54 МПГ	346 МПГ	2800	8,4 МПГ/ 3,1 Pt	ПР	260	92,9	2003 (30)	2002 г. — строительство, 2004 г. — пуск обогатительной фабрики, 2005 г. — полное производство
West Bushveld	Platinum Group Metals Ltd. (37%), Anglo Platinum (37%)	2004	Нет данных	Нет данных	146 МПГ + Au (ресурсы)	Нет данных	7,77 МПГ, Au	ПР	220	-	Нет данных	2005 г. — ТЭО
RPM Tailing	Anglo Platinum	2005	48,2	0,98	47,2	Нет данных	3,4 Pt	ОФ	186	-	2004 (15)	2004 г. — ввод, 2005 г. — полное производство (отвалы)
Blue Ridge	Ridge Mining	2004	21,7	3,3 МПГ	71,6 МПГ	1440	3,87 МПГ	ПР	143	99,3	(18)	2003 г. — завершение ТЭО, 2004 г. — пере-смотр ТЭО
Two Rivers	Impala Platinum (45%), ARM (55%)	2001	Нет данных	Нет данных	108 Pt, Pd	Нет данных	6,42 МПГ/ 3,7 Pt, 2,1 Pd	ПР	132	-	2006 (20)	2003 г. — ТЭО, 2004 г. — финансирование, строительство, к 2006 г. — полное производство
Everest South	Aquarius Platinum	2002	36,3	4,7 МПГ	170 МПГ	3000	6,99 МПГ	КР, ПР	121	40,3	2006	2003 г. — ТЭО, 2004 г. — строительство, 2005 г. — ввод
Messina	Southern Platinum	2001	11,2	6,1 МПГ	76	960	4,98 МПГ	ПР	86	89,6	2003 (17)	2004 г. — ТЭО увеличение добычи к 2007 г.
Marikana	Aquarius Platinum	2000	18,2	3,91 МПГ	71 МПГ	1540	4,9 МПГ	КР, ПР	73	47,3	2002 (17)	2004 г. — программа перехода на ПР

Продолжение табл. 22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Smokey Hills	Platinum Australia Ltd.	2004	Нет данных	Нет данных	Нет данных	2,8 МПП	КР	2006 г. — банковское ТЭО, строительство фабрики	13			
Karplats	Platinum Australia Ltd.	2004	Нет данных	105,7 МПП	1800	6,2 МПП	КР, ПР	2005 г. — предварительное ТЭО				
Mototolo	Anglo Platinum (50%)	2005	28,8	109,4 МПП	3000	4,1 Pt, 2,55 Pd	ПР	2005 г. — начало строительства				
<i>Зимбабве</i>												
Unki	Anglo Platinum	2005	48,4	3,8 МПП	184,5 МПП	1,8 Pt	ПР, ОФ	Оценка проекта				
Ngezi	Zimplats (70%), Impala (30%)	2003	343,7 (КР+ ПР)	1,52 Pt, 1,24 Pd	560 Pt, 457 Pd	6,47 МПП/ 3,1 Pt + Ni, Cu, Co	КР, ПР	2003 г. — переход к ПР		49,5	2001	
<i>Канада</i>												
Nickel Rim South	Falconbridge	2003	13,2	4,1 МПП, 1,7% Ni	54 МПП (ресурсы)	Нет данных	ПР	2003 г. — разработка программы, 2005 г. — начало проходки шахтных стволов				
<i>США</i>												
East Boulder	Stillwater-Mining	2001	12	18,2 Pd, 6,1 Pt	218 Pd, 73 Pt	12,4 МПП	ПР	К 2006 г. — полное производство		560,6	2002	

2000 г. было в какой-то степени компенсировано ростом использования палладия в ювелирном секторе, достигшем максимального уровня в 2004 г. (29 т). Однако накопленные в предыдущие годы коммерческие запасы вполне удовлетворяли возросший в 2003–2004 гг. спрос на палладий, что является сдерживающим фактором повышения цены на него. По данным GFMS, в 2005 г. именно продажи 36 т металла из складских запасов создали его рыночный избыток. После спада среднегодовой цены на палладий в 2005 г. на 12% (до 6,48 дол./г) наметилась тенденция ее повышения до максимальной в мае 2006 г. — 12,8 дол./г. Среднегодовая цена на палладий в 2006 г. составила 10,26 дол./г.

Цены на другие МПП — родий (самый дорогой металл группы) и рутений — после спада в 2003 г. увеличивались в 2004–2006 гг. адекватно с превышением спроса над предложением до рекордных уровней и составили в сентябре 2006 г. 151,1 и 5,47 дол./г против 31,57 и 2,08 дол./г в 2004 г. соответственно [28, 29].

Геолого-экономические показатели зарубежных горнорудных проектов и прогноз добычи до 2025 г. Рост цен на МПП и спроса на них вызвали небывалую активность всех зарубежных производителей МПП. Резко возросшие в эти годы прибыли компании вкладывали в геологоразведочные работы, подготовку к освоению новых объектов, расширение производства на действующих рудниках, реанимацию ранее законсервированных горнорудных предприятий. В зарубежной печати последних лет сообщалось о более чем 40 объектах, планируемых к развитию в различных странах (ЮАР, Зимбабве, США, Канада, Австралия, Финляндия, Испания, Китай, Бразилия и др.). В рамках проведенного исследования систематизирована информация о 19 новых горнорудных проектах с наиболее полными данными. Из них в десяти предусматривалось строительство новых горнорудных предприятий (в основном на Африканском континенте), восемь из которых уже введены в эксплуатацию после 2000 г., а остальные проекты планируется завершить до конца текущего десятилетия.

Большинство платинометалльных месторождений разрабатывается подземным способом, хотя на ряде африканских объектов предусматривается первоочередная карьерная отработка с последующим переходом к подземной. Показатели проектов подземной и комбинированной разработок этих рудников представлены в табл. 22.

Наиболее крупными запасами МПП среди действующих в ЮАР рудников обладает Amandelbult Section (1873 т), на предприятии Union Section перерабатываются руды рифа Меренского с

23. Основные показатели зарубежных горнорудных проектов по добыче МПГ с вводом в эксплуатацию после 2000 г.

Показатели	Способ добычи		Всего
	подземный	комбинированный	
Количество проектов	13	5	19
Средний срок эксплуатации, лет	Более 20	Более 20	Более 20
Доказанные запасы:			
руда на один проект, млн. т*	$\frac{11-159}{49}$	$\frac{8-344}{133}$	$\frac{11-344}{74}$
МПГ на один проект, т*	$\frac{72-652}{230}$	$\frac{71-1020}{341}$	$\frac{71-1020}{267}$
среднее содержание МПГ в руде, г/т*	$\frac{3,3-24}{5,03}$	$\frac{2,8-4,7}{3,16}$	$\frac{2,8-24}{4,16}$
Капиталовложения:			
всего, млн. дол.	3180	303	3483
на один проект, млн. дол.	289	101	249
Проектная годовая производительность:			
по руде, всего, млн. т	20	8,5	28,5
средняя на один проект, млн. т	2,2	2,1	2,2
по МПГ, всего, т	78,9	27,4	106,2
средняя на один проект, т	6,6	5,5	6,2
Средние удельные капиталовложения на годовую производительность, дол.:			
на 1 т руды	141,4	45,2	117,3
на 1 г МПГ	35,6	16,5	31,9

* В числителе — интервал значений, в знаменателе — среднее.

наиболее высоким содержанием МПГ+Au (6,14 г/т). Однако интерес компаний привлекают и запасы в несколько десятков тонн, поскольку попутно из руд Бушвельда извлекают золото и другие металлы [29, 38].

Среди новых проектов освоения месторождений ЮАР содержания МПГ в рудах составляют около 6,1 г/т. Наиболее высокими ресурсами (более 2000 т) обладают проекты Der Brochen и Twickenham.

При средней годовой производительности на один проект по руде около 2,2 млн. т и металлу — более 6 т МПГ (табл. 23) наиболее высокая добыча предусмотрена на рудниках Twickenham и Pandora (по 10,5 т Pt+Pd), Modikwa — около 10 т.

Удельные капиталовложения на годовую производительность 1 т руды и 1 г металла для подземной отработки составляют 141 и 36 дол. соответственно и превышают такие показатели для комбинированного способа — 45 и 16 дол. (см. табл. 23).

Ведущая компания *Anglo American Platinum Corp. Ltd.*, крупнейший мировой производитель платины, реализует программу увеличения производства МПГ. Подземные рудники этой компании разрабатывают руды рифов УГ-2, Меренского и Платрифа. К 2003 г. производство платины увеличилось по сравнению с 2000 г. на 23% как за счет расширения

и модернизации ведущих горнорудных предприятий (Rustenburg, Amandelbult, Bafokeng-Rasimone), так и подготовки к эксплуатации новых объектов. Рудник Modikwa введен в строй в 2002 г., ранее планировавшегося 2004 г., Twickenham, Der Brochen, Pandora, Mototolo, а также предприятие по переработке отвалов планировались к вводу после 2005 г. (см. табл. 22).

Стратегия компании постоянно корректируется в соответствии с конъюнктурой мирового рынка и валютными курсами. В 2003–2004 гг. укрепление национальной валюты относительно доллара и уменьшение доходов компании привело к замедлению темпов расширения производства, несмотря на рост цены в долларах на платину. Кроме того, на ситуацию оказали воздействие забастовка в 2004 г. и технические проблемы после взрыва на плавильном заводе. Ранее запланированное увеличение производства платины до 80,9 т в 2005 г. и 108,9 т в 2006 г. компания снизила до 76,2 и 90,2 т соответственно [14, 29].

Одновременно компания подготавливает программы развития проектов освоения комплексных месторождений с попутным извлечением платины в Бразилии (Pedra Branca) и Канаде (River Valley).

Другие компании ЮАР также сообщают о планируемом, хотя и менее масштабном, чем *Anglo*

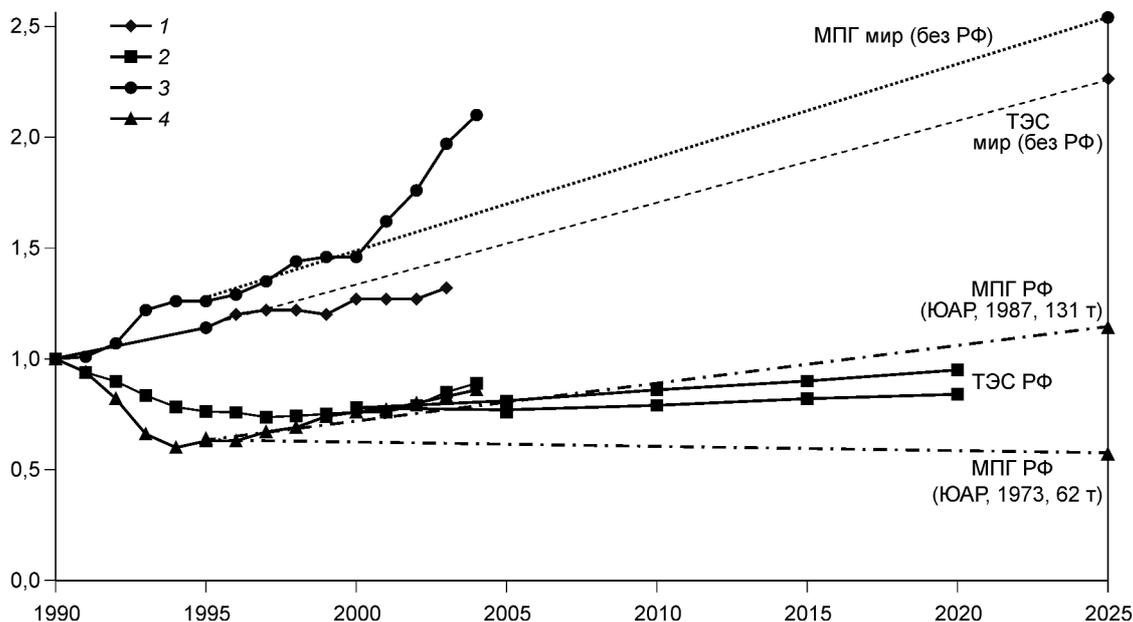


Рис. 33. Сопоставление достигнутых (1990–2004 гг.) и прогнозируемых до 2025 г. уровней добычи МПГ и ТЭС в мире и России (1990 г.=1):

1 — ТЭС в мире без РФ; 2 — ТЭС РФ; 3 — МПГ в мире без РФ; 4 — МПГ РФ для двух вариантов развития

Platinum, увеличению производства МПГ. *Impala Platinum* в 2003 г. ввела в строй рудник Marula, один из крупнейших на востоке Бушвельдского комплекса, с годовым производством МПГ 8,4 т (3,1 т платины). Выход на проектируемую производительность этого нового рудника в 2005 г., имеющего потенциал роста производства в 1,5 раза, ввод в 2006 г. проекта Two Rivers позволят компании увеличить в 2007 г. производство платины на 35% (33,9 т платины в 2004 г.).

Компания *Aquarius* в 1999 г. ввела в эксплуатацию рудник Kroondal и в 2004 г. увеличила его производство до 8 т МПГ. Эта же компания в 2002 г. построила рудник Marikana с производством 5 т МПГ в 2003 г. и в том же году завершила ТЭО и приступила к строительству нового рудника Everest South с плановым производством около 7 т МПГ к 2006 г. [15, 29].

В Зимбабве принято решение о реализации компанией *Zimplats* на Великой Дайке проекта Ngezi (6 т МПГ в 2002 г.) с переходом в 2003 г. от открытой к подземной разработке. Компания *Anglo Platinum* проводит предварительную оценку проекта Unki с добычей 1,8 т платины [29, 38].

Сведения о производственных издержках на рудниках компании предоставляют крайне редко. В последние годы, несмотря на рост цен на платину, производственные издержки в ЮАР возрастают.

Так, компания *Lonmin* сообщила, что при росте уровня производства и чистой прибыли в 2004 г. производственные издержки увеличились на 45% до 11,7 дол./г. Средние производственные издержки компании *Impala* также возросли с 10,96 дол./г (2002 г.) до 13,67 дол./г в 2003 г. Причинами этого послужили укрепление национальной валюты ЮАР, а также рост заработной платы, цен на сталь, воду и энергопотребление.

Особенность современной ситуации в горнорудной отрасли ЮАР — появление в платиновом секторе, где традиционно доминируют крупные компании, юниоров. Компании *Eland Platinum Holdings Ltd.*, *Ridge Mining plc.*, *Wesizwe Platinum Ltd.*, *African Platinum plc.*, *Nkwe Platinum Ltd.* проводят разведочные операции на участках Бушвельдского комплекса для добычи МПГ, что в перспективе может добавить около 22 т платины в годовое производство ЮАР.

В случае реализации планов по новым проектам африканские продуценты к 2006 г. могут увеличить производство платины до 179 и до 190 т к 2010 г. (против 160 т в 2004 г.). Возможности увеличения производства МПГ в Северной Америке определяются состоянием медно-никелевой промышленности, которая дает значительный объем металла при попутном извлечении, вводом в эксплуатацию новых объектов и реализацией программ увеличения на действующих рудниках.

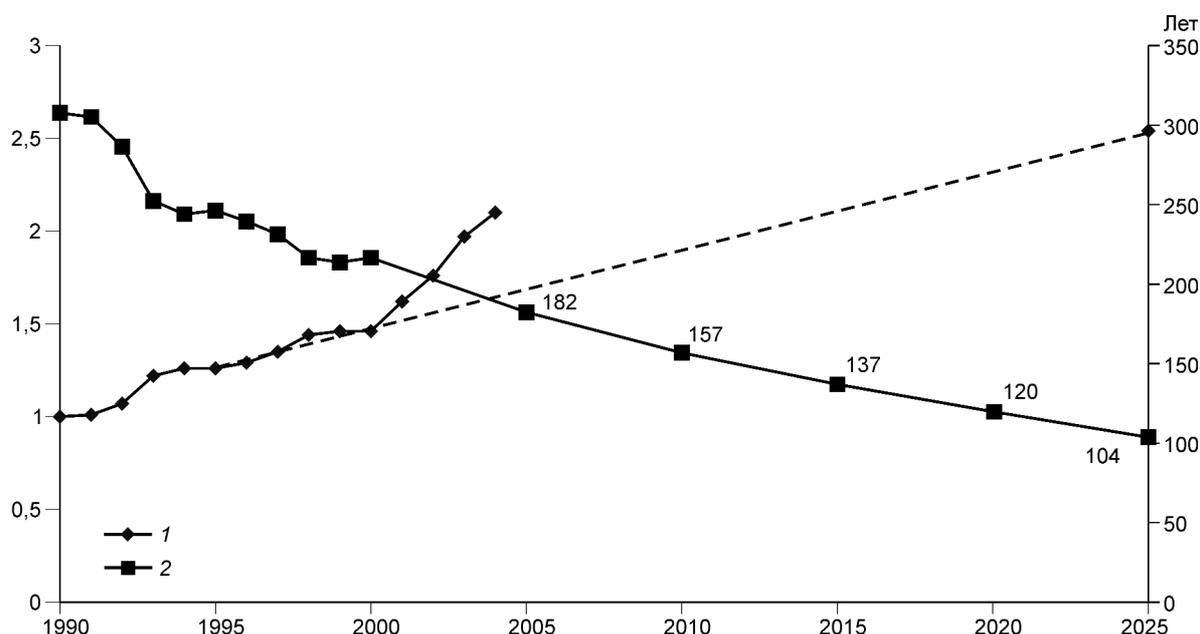


Рис. 34. Обеспеченность мировой добычи запасами по состоянию на январь 2000 г. в сопоставлении с прогнозом добычи до 2025 г. (1990 г.=1):

1 — добыча в мире без РФ; 2 — обеспеченность добычи запасами

В Канаде, кроме подготовленного к освоению небольшого, но богатого (16,4 г/т) месторождения Copper Cliff North, реализуется программа увеличения производства на месторождении Lac des Illes, ведущем открытую разработку палладиевой руды (около 2 г/т МПГ). Компания *North American Palladium* планирует переход к подземной добыче более богатых руд (6,62 г/т Pd). Значительное количество МПГ извлекается компаниями *Inco* и *Falconbridge* попутно из Ni-Cu руд (месторождения Copper Cliff, Raglan и др.).

В США основным производителем МПГ (в основном палладия) является компания *Stillwater Mining* (рудники Stillwater и East Boulder). Увеличение производства ожидается после выхода рудника East Boulder в 2006 г. на проектную мощность (12,4 т МПГ). В 2002 г. его производство составило около 4 т платины и палладия.

Дальнейшие перспективы роста производства МПГ в США связываются с комплексом Duluth, где проводятся технико-экономические исследования на медно-никелевом объекте North Met компанией *Polymet Mining Corp.* На 2000 г. его ресурсы оценивались в 450 т платины и палладия, однако сведений о сроке ввода объекта в эксплуатацию не приводится [18]. Вместе с тем, при оцененном потенциале новых открытий МПГ в США (Аляска, Миннесота, Монтана) в ближайшие десять лет подготовка новых проектов вряд ли реальна.

Таким образом, главные зарубежные производители МПГ — ЮАР, Канада и США — имеют возможность увеличить производство МПГ к 2010 г. примерно на 70–80 т. На практике, однако, компании зачастую пересматривают планы реализации объявленных проектов и не исключено, что часть из них будет приостановлена или законсервирована. Так, определенное влияние на изменение этих планов уже оказало снижение цены на палладий. Существующая в настоящее время конъюнктура рынка в целом благоприятна для успешного развития проектов.

На основе роста народонаселения мира, его потребностей в топливно-энергетическом и минеральном сырье с учетом тенденций развития и освоения МСБ платиновых металлов специалистами ЦНИГРИ проведены оценка и расчет уровней их добычи к 2025 г. Прогнозируемый рост добычи МПГ и ТЭС оценен для России и мира (без РФ); для РФ эти оценки предусматривают сценарии максимального и минимального уровней развития (рис. 33) [5, 6].

Сопоставление достигнутых в 1990–2004 гг. уровней добычи ТЭС в мире с прогнозируемыми на этот период демонстрирует достаточное их совпадение. Достигнутые же уровни добычи МПГ в мире (без РФ) при совпадении в 1991–2001 гг. с прогнозируемым ростом значительно превышают

его в 2002–2004 гг. Добыча МПП в мире (без РФ) к 2025 г. может удвоиться от уровня 1995 г., что отвечает погашению 20% мировых запасов 1995 года.

По РФ экспертами ЦНИГРИ проанализированы два возможных варианта развития добычи МПП к 2025 г. По минимальному варианту возможно возникновение дефицита добычных мощностей между 2010–2015 гг., по максимальному — после 2007 г.

Фактический рост добычи МПП в РФ в период 1995–2004 гг. близок к прогнозируемому по максимальному варианту развития; наиболее значительное превышение достигнутого уровня добычи по сравнению с прогнозом отмечено в 2004 г., когда темпы роста добычи возросли до 4,2% по сравнению с прогнозируемым темпом роста 2,68%.

Сохранение запасов на уровне 2000 г. более чем достаточно для прогнозируемого роста добычи МПП в мире, при этом к 2020 г. обеспеченность снизится лишь до 120 лет. При условии же погашения запасов в недрах без компенсации их приростом (вариант маловероятный) обеспеченность добычи доказанными запасами до 2025 г. сохранится на более чем достаточном уровне (рис. 34).

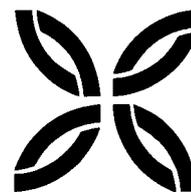
Высокий уровень обеспеченности мировой добычи МПП уже выявленными запасами при геологически ограниченных возможностях обнаружения уникальных месторождений, близких по запасам и качеству руд к Норильско-Талнахским и Бушвельдским, определяет малую вероятность высоких темпов наращивания запасов МПП в мире в ближайшие десятилетия и сохранение лидирующих позиций ЮАР и России в мировой минерально-сырьевой базе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Августинчик И.А.* Освоение вторичного сырья металлов: мировые тенденции, роль и место России // Руды и металлы. 2006. № 1. С. 58–74.
2. *Августинчик И.А., Мызенкова Л.Ф.* Экспрессная оценка затрат на освоение месторождений благородных и цветных металлов на основе геолого-экономических моделей (по зарубежным горнорудным проектам) // Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений на основе их комплексных моделей — достижения и перспективы. М., 2006. С. 192–203.
3. *Бруэр К.Д., Лауэр Д.* Канадская горнодобывающая промышленность в глобальном плане // Минеральные ресурсы России. Февраль, 2002 (Спец. выпуск). С. 16–21.
4. *Долгосрочная государственная программа изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005–2010 годы и до 2020 года).* Утверждена МПР России 8 июня 2005 г.
5. *Кривцов А.И.* Минерально-сырьевая база на рубеже веков — ретроспектива и прогнозы. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999.
6. *Кривцов А.И., Мигачев И.Ф., Беневольский Б.И. и др.* Мировая МСБ благородных и цветных металлов. 1970–2000–2025. — М.: ЦНИГРИ, 2003.
7. *Лаверов Н.П., Козицын А.А., Митин А.Н.* Зачем России Удокан? — Екатеринбург: ИД «Пироговь», 2004.
8. *Минеральные ресурсы зарубежных стран.* — М.: ВНИИЗарубежгеология, 1970–1995.
9. *Минеральные ресурсы мира.* — М.: ИАЦ «Минерал», 1997–2005.
10. *Мызенкова Л.Ф.* О тенденциях развития МСБ золота мира // Руды и металлы. 2003. № 5–6.
11. *Рыбак К.* Метрополь нашел партнера. Lundin поможет ему разрабатывать месторождение // Ведомости. 30 июня 2006. С. Б2.
12. *Серебро 2004–2005.* GFMS, НБЛзолото, 2004–2005.
13. *Эрикссон М.* Реструктуризация в западной золотодобывающей промышленности // Горный журнал. 2004. № 8.
14. *Anglo Platinum // Anglo Platinum. Annual Report, 2006.*
15. *Aquarius // Mining Magazine. 2003. № 1.*
16. *Barrick Gold Corporation // Canadian Mining Journal. 2005, June.*
17. *Bateman wins Polymet feasibility study // Mining Magazine. Nov. 2004. P. 22.*
18. *Feasibility Study Confirms Economics of BioHeap™ Nickel Process // Titan Resources NL. 28 May, 2002.*
19. *Gold Survey 1991–2005.* — Gold Fields Mineral Services Ltd., 1991–2005.
20. *Impala Platinum Holding Ltd. // Annual Report, 2003, 2004.*
21. *Lonmin // Mining Journal. 2004, Nov. 26.*
22. *Maund N.H.* Silver. An Economic Geologist Perspective. (http://www.goldeagle.com/editorials_04/nmaund072004pv.html).
23. *Mine Project Survey // Engineering and Mining Journal. January 2001 – January 2005.*
24. *Mineral Commodity Summaries.* — USGS, 1992–2004.
25. *Minerals Yearbook.* — USGS, 1996–2005.
26. *Mining Annual Review.* — The Mining Journal Ltd., 1999–2004.
27. *Mining Annual Review 2003. Russia.* — Interfax-CAN, 2004, p. Russia 1–23.
28. *Mining Journal 2001–2005.*
29. *Platinum 2000–2006.* — Johnson Matthey, London, 2000–2006.

-
30. *Price Forecast 2005* — «Forecast 2005». – GFMS, 21 Feb. 2005.
31. *Silver Recycling*, 2003. – USGS, 2003.
32. *Singer D.A.* World-class base and precious metal deposits — quantitative analysis // *Econom. Geol.* 1995. Vol. 90. P. 88–104.
33. *South African Mining*, 2000–2005.
34. *The Indispensable Metal. Silver Production* (<http://www.silverinstitute.org/supply/production.php>).
35. *USGS Mineral Resources Program*, 2006.
36. *USGS Minerals Review*, 2003.
37. *Vartanian S.S., Schepotyev Yu. M.* Geological-Industrial Types of Silver Deposits. 31st IGC, Rio de Janeiro, Brazil, Aug. 6–17, 2000. Special Symposia, General Symposia. Abstract Volume. CD. Rio de Janeiro, 2000.
38. *Wilburn D.R., Bleiwas D.I.* Platinum Group Metals. – USGS Open-File Report 2004–1224.
39. *World exploration trends. A special report from Metals Economic Group for the PDAC 2006 International Convention.* – MEG, 2006.
40. *World Gold.* – Kernow Mining Publications, London, 2002–2005.
41. *World Gold Analyst.* – Kernow Mining Publications, London, 2002–2005.
42. *World Mining Stocks*, May 2005, Issue 1; March 2006.
43. *World Silver Survey.* – The Silver Institute, Washington, GFMS, London, 1995–2005.

ПОЗДРАВЛЯЕМ С ЮБИЛЕЕМ



27 мая 2007 г. исполнилось 80 лет ведущему научному сотруднику ЦНИГРИ (до 2004 г.), Почетному разведчику недр, кандидату технических наук **Борису Петровичу Макарову**.

Более полувека назад, осенью 50-го, Б.П.Макаров, имея специальность инженера-электромеханика, поступил в конструкторскую группу ЦНИГРИ. За долгие годы работы в институте он приобрел необходимые геологические знания и научно-производственный опыт ГРП, а также умение творчески работать и ладить с людьми. Организаторские способности, конструкторская жилка вместе с «горением» на работе сделали из инженера крупного специалиста в области техники разведки.

Б.П.Макаров много лет посвятил разработке принципиально нового способа бурения скважин большого диаметра на золотоносных россыпях. В 1969 г. защитил кандидатскую диссертацию, посвященную созданию современных технических средств и технологий. В том же году был назначен заместителем директора ЦНИГРИ по науке.

За долгие годы профессиональной деятельности Б.П.Макаров возглавлял отраслевые и общесоюзные научно-технические программы и задания. Его личный вклад в технические разработки отмечен премиями Совета Министров СССР и Министерства геологии СССР. Он — автор многих десятков опубликованных работ и 22 изобретений. Основные работы — «Новые технические средства и технология бурения скважин при разведке россыпных месторождений золота и алмазов» (1985), «Прогрессивные технологии и техника бурения скважин большого диаметра при разведке россыпных месторождений золота» (1991), «Практическое руководство для бурения скважин на россыпных месторождениях (справочник)» (2002).

Немало добрых дел совершил Б.П.Макаров на постах председателя месткома ЦНИГРИ и члена ЦК отраслевого профсоюза.

Многогранная плодотворная деятельность Б.П.Макарова отмечена отраслевыми и правительственными наградами. Он — лауреат премий Мингео СССР и Совета Министров СССР, кавалер ордена Трудового Красного Знамени, имеет медали «За доблестный труд», «Ветеран труда», знаки «Отличник разведки недр», «Изобретатель СССР», «Отличник гражданской обороны».

Поздравляем Бориса Петровича со славным юбилеем, желаем крепкого здоровья, благополучия и долгих лет жизни.



*Экспертно-научный совет Роснедра
Совет ветеранов-геологоразведчиков
Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

14 мая 2007 г. исполнилось 70 лет кандидату геолого-минералогических наук, ведущему научному сотруднику ЦНИГРИ, Отличнику разведки недр, лауреату премии Правительства РФ в области науки и техники **Владимиру Ильичу Кочневу-Первухову**.

Окончив в 1959 г. геологоразведочный факультет Ленинградского горного института, В.И.Кочнев-Первухов начал свою трудовую деятельность в Аллареченской геологоразведочной партии, занимался разведкой и подсчетом запасов месторождений Аллареченское и Восток в Мурманской области. Проблеме их образования была посвящена его кандидатская диссертация, подготовленная в аспирантуре Ленинградского горного института и защищенная в 1971 г.

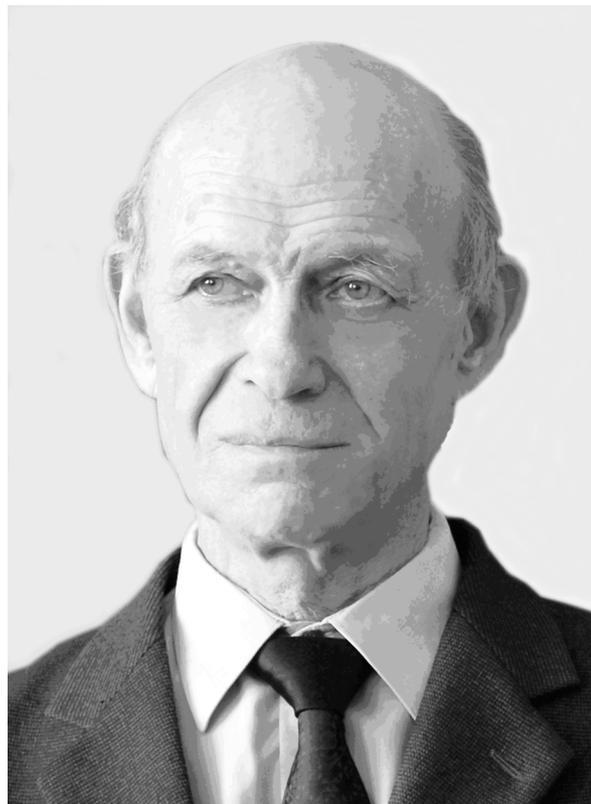
В ЦНИГРИ В.И.Кочнев-Первухов работает с 1972 г. Исследует рудоносность мафит-ультрамафитового магматизма для создания научных основ прогноза, поисков и оценки месторождений никеля и элементов платиновой группы. Им изучены отечественные и зарубежные магматические комплексы и месторождения Норильского района, Кольского полуострова, Карелии, Архангельской области, Корякского нагорья и Аляски.

Главные направления исследований — выявление структурных и петролого-геохимических закономерностей размещения рудных объектов в магматических комплексах мафит-ультрамафитового состава; разработка геолого-поисковых моделей объектов разного ранга — от провинции до месторождения. Основные разработки В.И.Кочнева-Первухова — модели месторождений Норильского и Печенгского геолого-экономических районов, Каменноозерского рудного района, ряда расслоенных платиноносных мафит-ультрамафитовых комплексов, а также россыпеобразующих массивов и их групп, в том числе Платиноносного пояса Урала и Корякии.

За 44 года напряженной профессиональной деятельности В.И.Кочнев-Первухов внес существенный вклад в разработку основ прогноза и рекомендаций по укреплению сырьевой базы платинометалльных и сульфидных медно-никелевых месторождений. Им лично и в соавторстве подготовлено геологическое обоснование глубинных поисков в пределах Печенгской никеленосной структуры, на многие годы определившее направления геологоразведочных работ в этом важном горнорудном регионе страны; созданы карты никеленосности СССР (1985 г.) и платиноносности России (2001 г.), которые имеют принципиальное значение для обоснования направлений прогнозных и поисковых работ на никель и платиноиды на длительную перспективу.

В.И.Кочнев-Первухов — ведущий автор выпуска «Никель и кобальт», методического руководства «Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов», методических рекомендаций «Комплексирование работ по прогнозу и поискам сульфидных медно-никелевых месторождений», выпуска «Металлы платиновой группы», справочника «Минеральное сырье». Он плодотворно участвует в разработках, выполняемых институтом по переоценке и мониторингу прогнозных ресурсов никеля.

С 2002 г. В.И.Кочнев-Первухов активно участвует в деятельности межинститутских рабочих групп по созданию среднесрочной «Стратегической программы геологического изучения, восп-



производства и использования минерально-сырьевой базы РФ на период до 2010 г.» на 33 полезных ископаемых и «Долгосрочной государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2005–2010 годы и до 2020 года)» на 37 полезных ископаемых. В 2005–2006 гг. он руководил ВТК по созданию системы минерально-сырьевых балансов до 2020 г.

Результаты научной деятельности В.И.Кочнева-Первухова нашли отражение в многочисленных публикациях — более 120 статей и три монографии: «Ультраосновные породы Аллареченского района, их метаморфизм и оруденение. Карелия» (1972), «Геология, магматизм и оруденение Печенгского рудного поля» (1982), «Cu-Ni-МПП месторождения норильского типа» (2001). Он участвует в международных и всероссийских съездах, конференциях и совещаниях, совпадающих с областью его научных интересов.

Заслуги В.И.Кочнева-Первухова перед отечественной геологией отмечены правительственными и отраслевыми наградами: он — лауреат премии Правительства России в области науки и техники (в составе творческого коллектива ЦНИГРИ) за работу «Комплект карт экзогенной золотоносности и платиноносности Российской Федерации масштаба 1:2 500 000».

Энергичность, завидное трудолюбие, ответственность за порученное дело, глубокие знания и профессионализм, а также порядочность и доброжелательность в общении с коллегами снискали В.И.Кочневу-Первухову заслуженное уважение коллектива.

Поздравляем Владимира Ильича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, благополучия и дальнейших творческих успехов.

*Экспертно-научный совет Роснедра
Президиум МАМР
Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

30 июня 2007 г. исполнилось 75 лет ведущему инженеру отдела научно-организационного и информационного сопровождения НИР и ГРР и маркетинга ЦНИГРИ **Александрю Александровичу Буйнову**.

Вся трудовая деятельность А.А.Буйнова с 1955 г. связана с ЦНИГРИ. Длительное время он работал в отделе геолого-экономической оценки месторождений, заведовал отделом внедрения научно-технической продукции в производство, успешно занимался изучением геологии свинцово-цинковых и золото-серебряных месторождений, оценкой прогнозных ресурсов, состояния и перспектив развития минерально-сырьевой базы этих металлов, был ответственным исполнителем народнохозяйственных тем и специальных заданий Министерства геологии и Совета Министров СССР, обеспечивал существенное повышение научно-технических разработок института при внедрении их в производство.

В настоящее время проводит научно-организационную работу, обеспечивает учет и контроль за качеством документации по научно-технической продукции института, осуществляет мероприятия по регистрации и информационной отчетности перед Росгеолфондом и ВНИИ-Центром. По собственной инициативе не прекращает творческий поиск в области совершенствования методов экспрессной оценки ресурсного потенциала отдельных золотоносных провинций и регионов.

А.А.Буйнов — автор 70 научных трудов, 38 из которых опубликованы. Его работа неоднократно отмечалась благодарностями Министерства геологии СССР, он награжден знаком «Отличник разведки недр», медалью «Ветеран труда».

Трудолюбие, принципиальность, высокая требовательность к качеству выполняемой работы снискали А.А.Буйнову авторитет и уважение коллектива института.

Поздравляем Александра Александровича с юбилеем, желаем крепкого здоровья, творческих свершений на новом направлении работ, благополучия и долгих лет жизни.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

13 мая 2007 г. исполнилось 70 лет ведущему научному сотруднику ЦНИГРИ, кандидату технических наук, кавалеру ордена «Знак Почета», заслуженному изобретателю России, Почетному разведчику недр **Игорю Николаевичу Засухину**.

После окончания в 1959 г. Московского горного института И.Н.Засухин почти полвека работает в ЦНИГРИ, где им была выполнена серия приоритетных научно-исследовательских работ. Под его руководством и при непосредственном участии разработана и в 1975 г. впервые в отечественной и зарубежной практике введена в эксплуатацию автоматизированная система контроля и управления проветриванием Дегтярского рудника МЦМ СССР.

Возглавив в 1976 г. научно-исследовательский отдел охраны труда и техники безопасности ЦНИГРИ, ставший через несколько лет головным по проблемам охраны труда в отрасли, И.Н.Засухин подготовил несколько пятилетних программ НИОКР по охране труда и технике безопасности на геологоразведочных работах, обеспечил их эффективную координацию и реализацию совместно с ведущими институтами и КБ. Данные исследования и разработки позволили поставить на системную основу работу по охране труда в отрасли, создать эффективную нормативно-правовую базу, разработать и внедрить ряд технических средств по безопасности труда. Реализация этих работ способствовала существенному снижению травматизма и улучшению условий труда геологоразведчиков.

Большие работы в период с 1972 по 1989 гг. были выполнены под руководством и при непосредственном участии И.Н.Засухина в системе «Висмут» (на территории бывшей ГДР), которые привели к значительному улучшению условий и повышению безопасности труда подземных горнорабочих на урановых рудниках.

Организаторские способности, дружелюбие и выдержка И.Н.Засухина позволили коллективу института в течение многих лет доверять ему руководство профсоюзным комитетом и другими общественными организациями.

И.Н.Засухин — автор более 310 научных работ, в том числе двух учебников для геологоразведочных вузов и техникумов, а также нескольких монографий, обладатель 51 патента и авторских свидетельств на изобретения. Главные научные труды И.Н.Засухина — «Системные методы управления безопасностью труда» (1987), «Руководство по проектированию систем проветривания подземных разведочных выработок с использованием главных вентиляционных установок» (1990), «Новые методы и средства нормализации состава и состояния воздуха подземных разведочных выработок» (1991), «Современные тенденции развития работ в области охраны труда» (1997), «Система управления охраной труда МПР России» (2003).

И.Н.Засухин — лауреат премии им. Н.И. и М.Б.Бородаевских, награжден многими отраслевыми наградами и восьмью медалями ВДНХ, в том числе тремя золотыми.

Поздравляем Игоря Николаевича с юбилеем, желаем здоровья, больших творческих свершений на новом направлении работ, благополучия и долгих лет жизни.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

12 июня 2007 г. исполнилось 70 лет заведующему сектором оптимизации технико-экономической оценки месторождений, рудных узлов и районов ЦНИГРИ кандидату геолого-минералогических наук **Игорю Алексеевичу Карпенко**.

И.А.Карпенко после окончания Красноярского института цветных металлов и золота работал в системе Первого Главного геологоразведочного управления Мингео СССР (ПГГУ): в Сосновской экспедиции (1961–1970 гг.) и аппарате управления (1971–1975 гг.). В 1976–1991 гг. он — заместитель начальника отдела металлов в ГКЗ СССР; с 1992 г. по настоящее время работает в ЦНИГРИ.

В Сосновской экспедиции участвовал в разведке Оловского уранового месторождения; руководил разведкой и подсчетом запасов по Тулукуевскому, Юбилейному, Новогоднему, Мартовскому, Весеннему месторождениям урана. Запасы утверждены ГКЗ СССР с отличной оценкой и вошли в состав минерально-сырьевой базы Приаргунского горно-химического комбината, единственного в настоящее время предприятия в России по производству урана. Все разведанные месторождения вовлечены в промышленное освоение.

В 1972 г. защитил кандидатскую диссертацию по вопросам эффективной методики разведки урановых месторождений сложного геологического строения.

В аппарате ПГГУ Мингео СССР курировал геологоразведочные работы на уран, проводимые Краснохолмской (Узбекистан) и Степной (Казахстан) экспедициями, а также осуществлял методическое руководство разведочными работами на урановых месторождениях СССР. Под его руководством подготовлены материалы к подсчету запасов и утверждению их в ГКЗ СССР по месторождениям для отработки способом подземного выщелачивания (Букинай, Южный Букинай, Бешкак, Лявлякан, Кетменчи в Узбекистане и Карамурун в Казахстане) и горным способом (Рудное, Глубинное, Шатское, Шокпакское, Грачевское, Косачинское, Февральское, Южное в Узбекистане, Казахстане, России). В настоящее время перечисленные месторождения урана вовлечены в промышленное освоение, обеспечивая урановой продукцией предприятия Росатома России.

В ГКЗ СССР организовывал, возглавлял и осуществлял экспертизу подсчета запасов и подготовку их к утверждению по более 200 месторождениям черных, цветных, редких, радиоактивных и благородных металлов, в том числе Лебединского, Стойленского, Костомукшского, Высокогорского, Абаканского, Нерюндинского, Капаевского железных руд, оловянных Фестивального, Соболиного, Правоурмийского, Дубровского, Трудового, свинцово-цинкового Холоднинского, редкометальных Ловозерского, Белозиминского, Улуг-Танзекского, Гольцового, Вишняковского, месторождений Эльконского урановорудного района в Якутии, титанового Ярегского, благородных металлов Многовершинного, Дукатского, Кондер, Покровского, Олимпиадинского, Тасеевского, Балейского, Ключевского, Советского, Эльдorado и др. в России, месторождений металлов в странах СНГ, включая месторождения золота Васильковское в Казахстане, Даугызтау, Косманачи, Кызыл-Алма, Кочбулак и др. в Узбекистане, Кумтор и Джилау в Киргизии.

И.А.Карпенко систематически с выездом на объекты оказывал методическую помощь в разведке и подсчете запасов разведываемых и эксплуатируемых месторождений; выступал с докладами и читал лекции по этим вопросам специалистам геологического профиля высшего руководящего состава Минчермета СССР, Минцветмета СССР, Минсредмаша СССР; регулярно проводил экспертно-технические советы в ГКЗ СССР по профилю работ отдела металлов; являясь членом Научного совета по аналитическим методам при ВИМСе, участвовал в рассмотрении и утверждении методик анализов минерального сырья, а в качестве члена Совета по ядерно-геофизическим методам исследований при ВНИИЯГТе участвовал в экспертизе материалов по ядерно-геофизическим методам.



Накопленный за период работы в ГКЗ СССР опыт обобщен И.А.Карпенко в книге «Экспертиза подсчетов запасов рудных месторождений» (1988), подготовленной совместно с В.А.Викентьевым и М.В.Шумилиным.

За период работы в ЦНИГРИ выполнил ряд научно-исследовательских и методических работ, посвященных вопросам комплексной геолого-экономической оценки регионов, рудных районов и месторождений.

Наряду с научно-исследовательской деятельностью по госбюджетной тематике, выполнял работы на договорной основе по разработке проектов нормативных документов и геолого-экономической оценке разведанных месторождений в современных рыночных условиях. В частности, по договору с ГКЗ Роснедра разработал принципы классификации запасов твердых полезных ископаемых, в значительной мере использованные в действующей в настоящее время соответствующей Классификации.

И.А.Карпенко осуществлена геолого-экономическая оценка свинцово-цинковых месторождений Озерное и Холоднинское. По крупнейшему в России Холоднинскому свинцово-цинковому месторождению проведена коренная переоценка с пересчетом запасов, разработкой новых кондиций, технологии добычи и переработки руд с применением рентгенорадиометрических методов, что обеспечивает возможность его освоения в условиях природоохранной зоны оз. Байкал с высокими технико-экономическими показателями.

Проведена предварительная (по результатам поисково-оценочных работ) и окончательная (по результатам разведки) геолого-экономическая оценка месторождения алмазов кимберлитового типа им. В.Гриба в Архангельской области. Впервые в мире обоснованы техническая возможность и экономическая целесообразность отработки запасов этого месторождения, характеризующегося крайне сложными горно-геологическими и гидрогеологическими условиями, подземным способом на всю глубину распространения полезного ископаемого (1000 м) с минимальным воздействием на окружающую среду. Подсчитанные запасы утверждены ГКЗ Роснедра и поставлены на государственные баланс.

По Воронцовскому месторождению золота разработаны кондиции для подсчета запасов руд верхней части месторождения, представленных золотоносными корами выветривания, способом кучного выщелачивания, а первичных коренных руд — традиционным фабричным способом. В соответствии с рекомендованными кондициями подсчитаны запасы месторождения. Кондиции и запасы утверждены ГКЗ Роснедра. В настоящее время месторождение успешно разрабатывается ЗАО «Северный Урал», дочерним предприятием АО «Полиметалл».

И.А.Карпенко разработаны и утверждены в ГКЗ Роснедра кондиции для подсчета запасов россыпного золота по месторождению Таврота в Республике Коми, свинцово-цинкового месторождения Бозанг в Северной Осетии. На основании утвержденных кондиций геологами Северной Осетии подсчитаны и утверждены в ГКЗ Роснедра запасы свинца, цинка и попутных компонентов (золота, серебра, висмута, кадмия), а месторождение вовлечено в промышленное освоение.

На основе разработанных технико-экономических обоснований и выданных рекомендаций вовлечены в промышленное освоение золоторудные месторождения Барун-Холбинское и Кедровское в Республике Бурятия, Кировское в Оренбургской области (к настоящему времени отработано). В Республике Саха (Якутия) выполнена геолого-экономическая оценка месторождения золота Кючюс, с учетом которой в настоящее время осуществляется подготовка к его отработке дочерними структурами ОАО «Полюс Золото». В Красноярском крае произведена переоценка крупнейшего Попигайского алмазоносного района, включая впервые выполненную геолого-экономическую оценку россыпной алмазности данного района.

В настоящее время И.А.Карпенко руководит работами по комплексной геологической, технико-технологической и экономической переоценке месторождения Сухой Лог. Их цель — разработка условий недропользования, утверждение запасов месторождения по новым кондициям в новых геологических границах и постановка на государственный баланс.

Научно-исследовательские методические и прикладные работы, выполненные И.А.Карпенко, актуальны, имеют большое практическое значение и востребованы как со стороны государственных организаций, так и предпринимательских. Им опубликовано около 30 статей, посвященных проблемам переоценки и улучшения минерально-сырьевой базы рудных месторождений, выпущено более 20 отчетов.

И.А.Карпенко неоднократно поощрялся грамотами, четырежды награжден знаком «Отличник разведки недр», удостоен звания Почетного геолога, награжден медалями «За трудовое отличие», орденом Трудового Красного Знамени.

Поздравляем Игоря Алексеевича с юбилеем, желаем здоровья и творческих успехов в деле укрепления минерально-сырьевой базы России.

*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

15 июня 2007 г. исполнилось 70 лет ведущему научному сотруднику отдела обогащения минерального сырья, кандидату технических наук **Виктории Петровне Ивановской**.

В.П.Ивановская работает в ЦНИГРИ с 1960 г. после окончания Московского института цветных металлов и золота. Она прошла путь от младшего научного сотрудника до заведующей отделом. В настоящее время руководит группой обогащения комплексных руд.

В.П.Ивановская является высококвалифицированным специалистом в области обогащения и гидрометаллургической переработки комплексных руд цветных металлов и алмазосодержащего сырья. Более 45 лет плодотворной и активной деятельности ею посвящено разработке технологий обогащения руд месторождений России, стран ближнего и дальнего зарубежья. В рамках Государственных комплексных программ изучения нетрадиционных минеральных ресурсов дна Мирового океана при ее непосредственном участии созданы вы-

сокоэффективные технологии переработки новых видов минерального сырья — железомарганцевых конкреций и глубоководных полиметаллических сульфидов. Результаты исследований использованы при составлении ТЭО о промышленном значении месторождений.

В.П.Ивановская — автор более 150 публикаций, имеет 10 изобретений.

За достижения в области обогащения минерального сырья награждена орденом Трудового Красного Знамени, знаком «Отличник разведки недр», медалями, Почетными грамотами.

В.П.Ивановская — эксперт ГКЗ России, член секции Ученого совета ЦНИГРИ. Она уделяет большое внимание воспитанию молодых специалистов, пользуется уважением и любовью в коллективе.

Поздравляем Викторию Петровну с юбилеем, желаем здоровья, счастья, благополучия, творческих успехов в работе.



*Ученый совет ЦНИГРИ
Редколлегия журнала*

ВЫШЛИ ИЗ ПЕЧАТИ

Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007. 459 с.

Рассмотрены основные неметаллические полезные ископаемые: апатиты, фосфориты, натриевые, калийные и калийно-магниевые соли, сера, бор, асбест и др., а также пьезооптическое сырье, драгоценные и поделочные камни, различные горные породы как строительно-конструкционные материалы. Приведены главнейшие геолого-промышленные и генетические типы месторождений, иллюстрируемые многочисленными российскими и зарубежными промышленными объектами. Описаны типоморфные месторождения соответствующих химических элементов, минералов, кристаллов и скрытокристаллических веществ горных пород; приведены их геологическое строение, размеры и состав рудных тел, рассмотрен генезис, а в ряде случаев горно-технические условия, способы и масштабы их разработки, качество сырья, его переработка и использование. Геологическое описание отдельных месторождений приводится впервые.

Для студентов, магистрантов и аспирантов геологических кафедр и факультетов университетов.

Еремин Н.И., Дергачев А.Л. Экономика минерального сырья: Учебник. – М.: КДУ, 2007. 504 с., ил., табл.

Рассмотрены общие вопросы и основные понятия дисциплины. Охарактеризованы особенности экономики 28 важнейших видов топливно-энергетического, горно-химического, индустриально-технического сырья, а также сырья черной и цветной металлургии. По всем видам сырья приводятся их геохимические и минералогические особенности, основные геолого-промышленные типы и методы разработки месторождений, технологии переработки сырья и области его использования, мировые ресурсы, запасы и их географическое распределение, масштабы добычи и обеспеченность ее запасами, крупнейшие страны и компании-производители, масштабы мирового потребления и его распределение между странами мира, сведения о мировой торговле и ценах. Рассмотрены минерально-сырьевые ресурсы стран, лидирующих в мире по размерам запасов и масштабам добычи минерального сырья.

Издание подготовлено для студентов и магистрантов геологических факультетов классических университетов, занимающихся проблемами полезных ископаемых, рационального природопользования и рынков минерального сырья, и всех, кто интересуется данной тематикой.