

ЗОЛОТО

Аркадий Давидкович



Золото - металл знакомый всем. Ещё в древние времена, когда люди обожествляли солнце, этот солнцеподобный минерал привлек их внимание. С солнцем связано славянское название «золото, злато». Английское и немецкое слово gold, шведское и датское guld в европейских языках связывают с праиндоевропейским корнем ghel (жёлтый, яркий).

Золото – один из первых металлов, который узнали люди и с тех пор он властно влиял на человечество на протяжении тысячелетий. Ещё в Древнем Риме говорили, что именно жажда золота способствовала «открытию и познанию мира».

Золото можно рассматривать с разных позиций: во-первых, как металл; во-вторых, как валюту; в-третьих, как материал для ювелирных изделий и, наконец, как материал, необходимый в медицине, электронике и других областях жизни и деятельности человека.

В этой статье мы будем говорить только о золоте как металле.

- Рассмотрим происхождение золота и основные типы месторождений.
- Динамику добычи золота в мире и крупнейшие золотодобывающие страны и компании.
- Геологические запасы золотой руды в недрах земли в разных странах и государственные золотые резервы (запасы).
- В заключение обсудим некоторые аспекты перспектив золотодобычи.

Люди добывают золото с незапамятных времён. Историки считают, что добыча золота началась примерно в IV тысячелетии до н. э. благодаря его распространённости в самородном состоянии. По предположениям археологов системная добыча золота началась на Ближнем Востоке в долинах пересохших рек Аравийской пустыни, откуда золотые украшения поставлялись, в частности, в Египет. Именно в Египте в одной из гробниц были найдены первые золотые украшения, датируемые III тысячелетии до н. э.

Геологов давно интересовал вопрос образования золотых месторождений. В настоящее время считается доказанным, что они сформировались в период рудообразования, то есть более 3 млрд. лет тому назад, в процессе кристаллизации из горячих водных растворов, образующихся при остывании магмы.

Наибольшие запасы золота (42%) содержатся в метаморфизованных месторождениях, в которых под воздействием высокой температуры, давления и процессов привноса-выноса вещества произошло преобразование горных пород с потерей большинства признаков их первичного генезиса. В этих месторождениях золото находится в коренных рудах в виде вкраплений или тонких прожилок, или в конгломератах - сцементированных обломках золотоносных и других горных пород (рис.1).

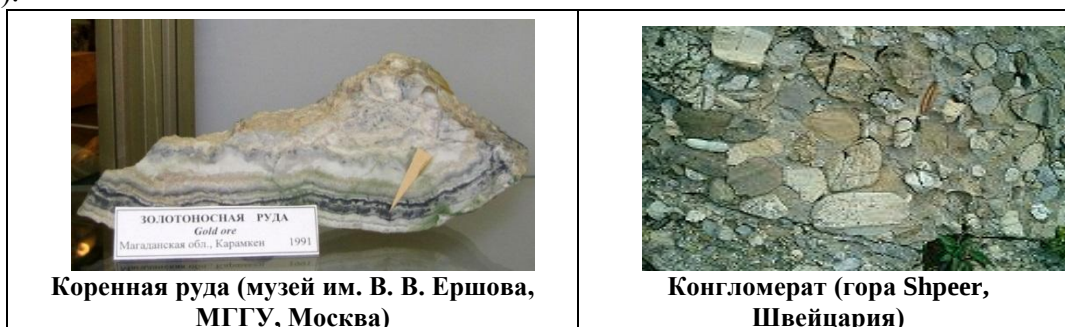


Рис. 1. Золотоносные руды

Указанные месторождения называют первичными. Существуют также вторичные месторождения, которые образовались в результате разрушения первичных под воздействием осадков, ветра и перепадов температур. При этом порода дробилась, высвобождая частички золота. Эта россыпь из породы и металла переносилась реками и осаждалась во впадинах на их дне.

А так как в геологических масштабах времени реки достаточно часто меняют свои русла, то эти золотые россыпи оказались сконцентрированными на некоторых участках, образуя россыпные месторождения. До недавнего времени золото, в основном, добывалось из россыпей, так как в этом случае его добыча значительно дешевле.



Рис. 2. Самородное золото

Среди россыпей выделяются самородки - куски весом более 5 г (рис. 2). В природе встречаются очень крупные самородки. Таким самородкам, также как и крупным алмазам давали собственные имена. Но большинство из них постигла печальная участь – их переплавили. Сейчас самым большим из достоверно известных самородков считается «Плита Хольтермана» (рис. 3), найденная в 1872 г. в Австралии. В этом самородке на куске кварца, массой более

250 кг, «наросло» 93 кг чистого золота.

На рис. 4а – 4е приведены другие крупные самородки. Как правило, такие самородки получают названия, связанные с их формой.

«Большой треугольник» - это самый крупный самородок, найденный в России. В отличие от «Плиты Хольтермана», он сохранился, и в настоящее время находится в Алмазном фонде России. Интересен самородок «Мефистофель», получивший название за сходство с образом. Несмотря на относительно небольшой вес – чуть более 20 г он привлек к себе большое внимание. Многие сомневались: уж не является ли он произведением рук человеческих? Специальные исследования подтвердили его природное происхождение.

Представляет интерес следующий факт: в XVIII-XIX вв. тунгусы делали пули из золота, поскольку у купцов свинец стоил очень дорого, и они не могли его купить. Использовали для этого самородки золота, которые находили в русле местной реки под названием Тонгуда. Золотые пули делали до тех пор, пока о самородном золоте не узнали «цивилизованные люди». Так что выражение «золотая пуля» имеет под собой основание.

Очень важно отметить, что самородное золото никогда не встречается в природе в чистом виде. В самородках чаще всего находится до 10% примесей – серебра, меди, платины, родия и других металлов. Распространен сплав «электрум» - природный сплав золота с серебром (25 – 45%). Примеси придают благородному металлу широкую гамму цветов и оттенков - от зеленоватого до жёлто-красного.

В настоящее время месторождения и проявления золота выявлены в 117 странах мира. Всего обнаружено 19500 мест залегания золота. Однако, золото один из самых редких металлов на земле - его в 15 раз меньше серебра, в 600 раз меньше урана и в 10 тысяч раз меньше меди. Золота в земной коре содержится всего $4,3 \cdot 10^{-7}\%$ по массе - в среднем, лишь 5 мг в тонне горных пород, т.е. на кольцо весом 10 г нужно было бы переработать 2000 т породы, поэтому в промышленной золотой руде его почти в 1000 раз больше. Золотой рудой считают только такую горную породу, в которой золото присутствует в таком количестве и виде, что его добыча становится экономически выгодной.



Рис. 3. «Плита Хольтермана»

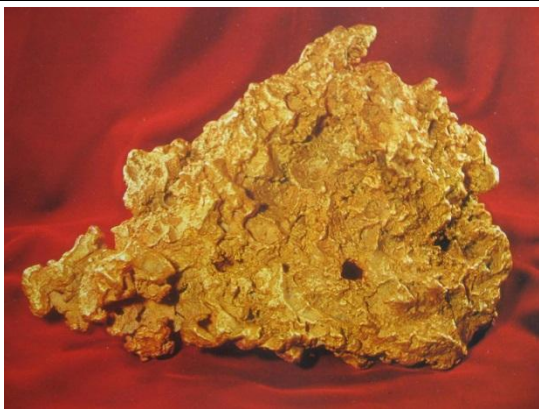


Рис. 4а. «БОЛЬШОЙ ТРЕУГОЛЬНИК»
36015,7 г; проба 900,6, Южный Урал, 1842 год



Рис. 4б. «ВЕРБЛЮД»
88,2 г; проба 863,4, Колыма, 1947 год

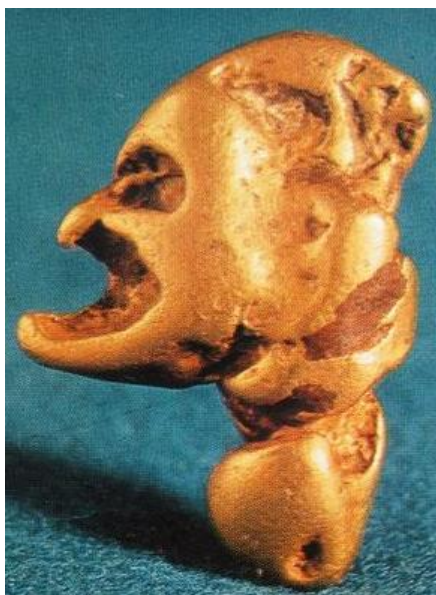


Рис. 4в. «МЕФИСТОФЕЛЬ»
Вес 20,25 г; проба 901,2, Колыма, 1944



Рис. 4г. «ЗАЯЧЬИ УШИ»
Южный Урал, 1935г



Рис. 4д. «ЗОЛОТАЯ ЗМЕЯ», Якутия



Рис.4е. «БАШМАК АХИЛЛЕСА» 3344,3 г;
проба 932,3,

Рис. 4. Виды некоторых «художественных» самородков

Типичная золотая руда содержит от 1 до 10 г золота на тонну горной породы.

Всего золота на нашей планете не так уж мало, как может показаться. Практически все горные породы, слагающие литосферу Земли, содержат в себе этот драгоценный

металл. Присутствует золото и в морской воде, и, хотя здесь его на два порядка меньше, чем в материковой части земной коры ($2 \cdot 10^{-5}$ г/т), масса "морского" золота составляет 20 млн. т! Однако затраты на его добычу из морской воды делают её не рентабельной.

Геологические запасы золота по предварительной оценке составляют примерно 160 тыс. т, при этом общее количество золота на земле оценивается в 140 млн. т. Так что 99,9% всего золота мира находится в рассеянном состоянии и пока недоступно человеку.

Считается (по оценке 2012 г.), что за всю историю было добыто более 166 тыс. т золота. Однако если сплавить все это золото в один огромный слиток, то получится куб с ребром всего лишь в 20 метров, так как у него очень высокая плотность – $19,3 \text{ т/м}^3$.

Какими же геологическими запасами обладают отдельные страны мира? Первая десятка стран по геологическим запасам золота (по данным 2012 г.), приведена в табл. 1.

Табл. 1.

№	Страна	Запасы, т	Доля, %
1	ЮАР	31000	39,3
2	США	10100	12,8
3	Россия	8420	10,7
4	Китай	5500	7,0
5	Австралия	5480	6,9
6	Канада	4650	5,9
7	Бразилия	4110	5,2
8	Узбекистан	3270	4,0
9	Индонезия	3200	4,0
10	Папуа – Н. Г.	3150	3,9

Из них безусловным лидером является ЮАР (порядка 40%), за ней следуют США и Россия, долевое участие этих стран в десятке составляет 60%. Вся десятка стран-лидеров обладает 50% мировых запасов золота.

Следует отдельно выделить самое крупное в мире золотое месторождение WITWATERSRAND, которое сыграло колоссальную роль в развитии золотодобычи.

Месторождение находится в ЮАР - богатейшей стране по насыщенности полезными ископаемыми. Кроме золота, здесь есть богатые месторождения алмазов, урана, железной руды, марганца, угля и др.

Месторождение WITWATERSRAND получило название по наименованию района, и, в переводе с голландского, означает «Край белой воды». Открыл его в 1886 г. старатель-одиночка из Австралии Джордж Харрисон. «Здесь под землей не камень с вкраплениями золота. Здесь золото, в которое вкраплен камень», - сказал один из первооткрывателей Эдвин Брэй.

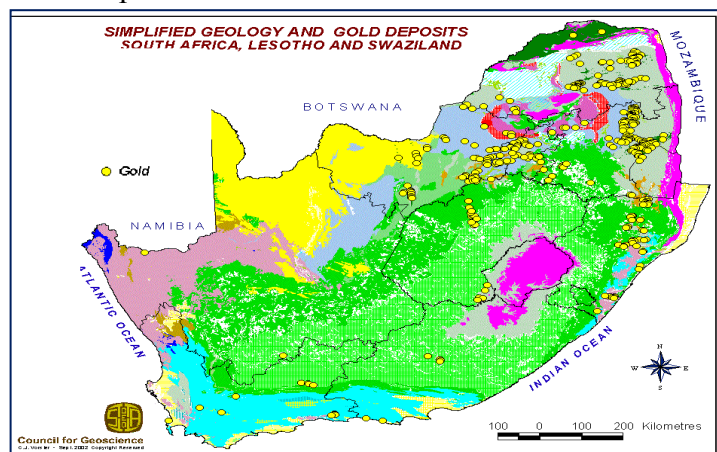


Рис. 5. Рудоносная площадь месторождения

Рудоносная площадь месторождения (рис. 5) тянется от Йоханнесбурга к Ю.-З. на 350 км, ширина - до 100 км. Содержание золота высокое - до 20 г/т товарной руды. Рудные тела состоят из пачек уран-золотоносных конгломератов, разделённых прослоями безрудного кварцита.

Рудное тело уходит вниз на большую глубину. В настоящее время здесь ведётся добыча из самой глубокой в мире шахты «Тау-

Тона». Её глубина достигла более 4,5 км, причём температура на нижних горизонтах достигает 50-52⁰С.

Рассмотрим развитие мировой золотодобычи в историческом аспекте. До 1900 г. США в течение 50 лет были основной золотодобывающей страной в мире. За этот период здесь было добыто более 3400 т золота, а вся мировая добыча за тот же самый промежуток составила чуть более 10 тыс. т, то есть в среднем в мире тогда добывалось примерно 200 т золота в год, из них на долю США приходилось около 70 т золота.

Замечу в скобках, что к 1980 г. добыча золота в США по разным причинам снизилась более, чем в два раза - до 30 т, в первую очередь, из-за истощения запасов крупных месторождений и стремления к сохранению золотого паритета доллара.

После открытия месторождения в ЮАР ситуация кардинально изменилась – ЮАР более чем на 100 лет (до 2007 г.) стала основной золотодобывающей страной мира.

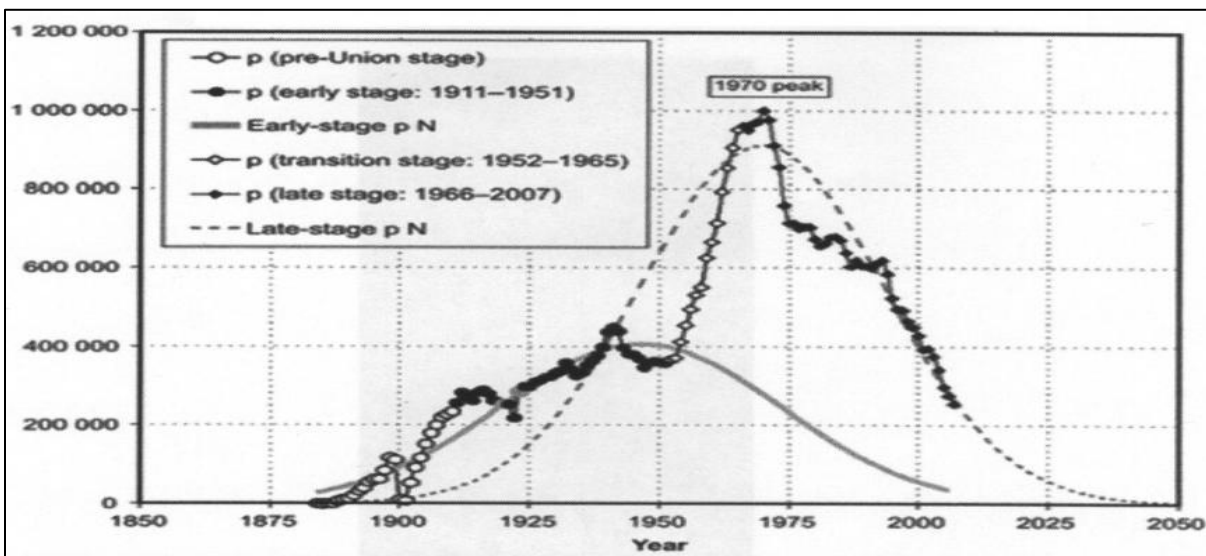


Рис. 6. История добычи золота в бассейне WITWATERSRAND

Развитие добычи в ЮАР разделяют на несколько этапов (рис. 6).

Начальный период – до 1910 г.; затем ранний этап (1911-1951 гг.), когда добыча достигла 450 т в год; на следующем этапе, переходном (1952-1965 гг.), годовая производительность выросла до 950 т; на позднем этапе (после 1966 г.) был достигнут абсолютный пик годовой производительности, который никогда не будет превзойден в истории человечества – в 1970 г. добыча составила 1000,4 т, после чего её объёмы стали снижаться.

Подводя итоги вышесказанному, можно выделить три эпохи развития мировой золотодобычи: 50-летняя эпоха США, затем 100-летняя эпоха ЮАР, в настоящее время наступила эпоха успехов третьей страны – и эта страна - Китай.

За последние десятилетия географическая структура добычи золота в мире радикально изменилась. Так, если в 1980 г. суммарное производство золота составляло 944 т, причём в ЮАР производилось 675 т, или более 70%, то уже к 1990 г. её доля в мировом производстве снизилась до 35% и составила 605 тонн, хотя ЮАР продолжала оставаться крупнейшим мировым производителем.

В целом, начиная с 1980 по 1990 годы производство золота возросло на 83% и составило 1775 т за счёт того, что:

- в 5-10 раз возросло производство золота в ряде традиционно золотодобывающих стран: в США, Австралии, Канаде, России,

- возникли новые крупные страны-производители золота: Китай, Перу, Гана, Индонезия, Филиппины, Папуа - Новая Гвинея и другие.

После 2000 г. вновь существенно перераспределились объёмы золотодобычи разных стран. На рис. 7 приведены аппроксимирующие кривые, показывающие тренд изменения объемов добычи по странам.

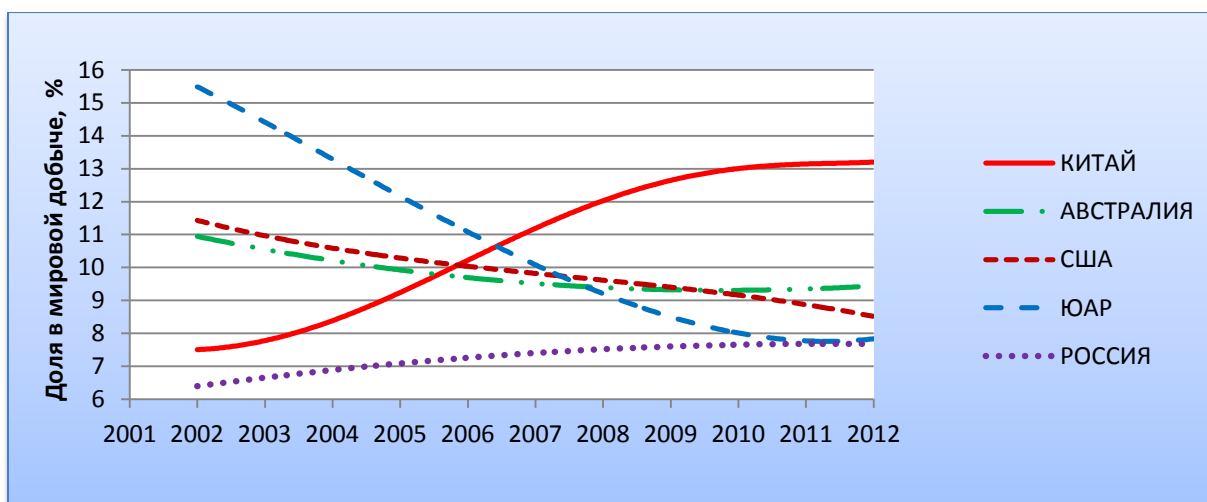


Рис. 7. Добыча золота по странам

Они позволяют заключить следующее. Если в 2002 г. ЮАР, добывая примерно 15% мировых объёмов, являлась еще основной золотодобывающей страной, то к 2012 г. её долевое участие снижается до 8%, и она теряет свои передовые позиции. Незначительно снижается доля США и Австралии – до 9%. Выросло до 8% долевое участие России в мировой добыче.

На первое место по добыче металла выдвинулся стремительно развивающийся Китай – уже в 2007 г. он обошёл по производительности ЮАР, и в настоящее время его добыча составляет наибольшую часть мировых объемов - более 13%.

В целом, в настоящее время, несмотря на прошедший мировой экономический кризис 2007 - 2009 гг., золотодобывающая промышленность развивается динамично и быстрыми темпами.

Из графика (рис. 8) видно, что с 2001 г. цена на золото постоянно растёт, в то время как мировые объёмы добычи до 2008 г. падают, а затем начинают расти вместе с ростом цены золота.

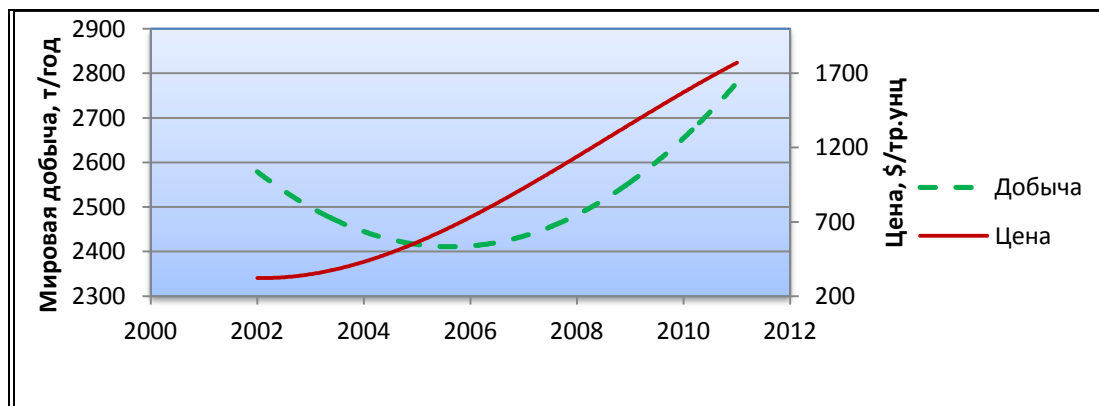


Рис. 8. Изменение мировой добычи и цены золота

Это положение можно объяснить следующим образом. После того как цену на золото отпустили в «свободное плавание» (1976 г.), она стала определяться рыночными механизмами купли-продажи золота на международных золотых биржах.

После 2008 г. повышение цены на золото привело к тому, что стало выгодным перерабатывать бедные и труднообогатимые руды, вовлекать в эксплуатацию забалансовые запасы, перерабатывать техногенные отвалы, возобновлять эксплуатацию ранее законсервированных предприятий. Коренные изменения в технологии извлечения металла (кучное и биологическое выщелачивание, усовершенствование пиро- и гидрометаллургических методов) сделали рентабельной вторичную переработку бедных руд и сохранившихся хвостов золотоизвлекательных фабрик с содержанием золота на уровне 0,2-0,5 г/т и менее. Так рост цены на золото в последнем десятилетии привёл к увеличению объёмов мировой добычи.

Однако, в конечном итоге, рост объёмов добычи должен привести к перепроизводству золота и, как следствие, к неизбежному падению спроса и цены.

Такие циклы хорошо видны на более длительных интервалах. На рис. 9 приведён график американских аналитиков, показывающий циклы изменения цены и производства золота за сорокалетний период: 1970-1980 гг., 1980-2001 гг., 2001-2008 гг.

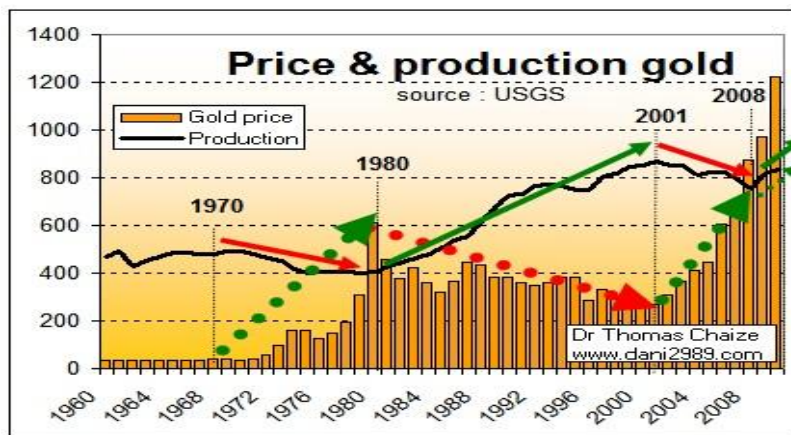


Рис. 9. Взаимосвязь цены и производства золота

В первом цикле объёмы добычи падают, спрос на золото растёт, и цена золота увеличивается; это вызвало во втором цикле (1980-2001) рост объёмов добычи - рынок постепенно насыщался, что вызвало падение цены; в следующем периоде ситуация аналогична первому циклу. В настоящее время (после 2008 г.) идёт насыщение рынка золота.

Система оборота

драгоценного металла включает его производство и потребление.

Потребление золота распределяется следующим образом:

- Государственные банки и международные финансовые организации – 20%,
- Ювелирные изделия – более 50%,
- Электронная промышленность, стоматология и т.п. – 10%,
- Инвестиции в другие отрасли – более 15%.

То есть, большая часть золота идет на ювелирные изделия, и только пятая часть – на создание государственных резервов.

Табл. 2

№	Страна	Добыча, т
1	Китай	380
2	Австралия	272
3	США	243
4	ЮАР	221
5	Россия	205
6	Перу	156
7	Гана	102
8	Канада	101
9	Индонезия	97
10	Мексика	82

Рассмотрим перечень крупнейших золотодобывающих стран и стран с наибольшими золотыми запасами. Список крупнейших золотодобывающих стран, производящих совместно более 60% мировых объёмов, приведён в табл. 2.

Единоличным лидером по добыче с большим отрывом является Китай. Он производит 13% мировой добычи. Далее следуют Австралия, США, ЮАР, Россия, остальные страны добывают значительно меньше.

Страны с наибольшими официальными золотыми запасами по данным World Gold Council (на декабрь 2012 г.) приведены в табл. 3.

Табл. 3

	<i>Страна/Организация</i>	<i>Золото, т</i>	<i>Доля золота в нац. резер., %</i>
1	<u>США</u>	8 133,5	74,7
2	<u>Германия</u>	3 401,0	71,7
3	<u>Международный валютный фонд</u>	2 814,0	
4	<u>Италия</u>	2 451,8	71,4
5	<u>Франция</u>	2 435,4	66,1
6	<u>КНР</u>	1 054,1	10,7
7	<u>Швейцария</u>	1 040,1	16,4
8	<u>Индия</u>	946,7	9,0
9	<u>Россия</u>	883,3v	7,3
10	<u>Япония</u>	765,2	3,0

Здесь единоличным лидером с большим отрывом являются Соединенные Штаты – более 8100 т. Причем у США и самая высокая доля золота в золотовалютных резервах – около трех четвертей. Германия, Италия и Франция имеют от 2,4 до 3,4 т золота, которое составляет основную часть золотовалютных резервов.

Другие страны десятки имеют золотые резервы от 3 до 10%, а остальные резервы составляют долговые обязательства и зарубежная валюта, наибольшим держателем которых является Китай – 3,3 трлн. долл. США.

Рассмотрим крупнейшие золотодобывающие компании мира. В мире существует большое количество золотодобывающих компаний, но основная масса золота добывается 10-15 крупнейшими из них. Определить такие компании можно на основании различных критериев, например, по их ежегодному производству, запасам или финансовым показателям. Однако для тех компаний, акции которых торгуются на биржах, наиболее обобщенным показателем является оценка рыночной капитализации.

Рейтинг по капитализации десяти крупнейших золотодобывающих компаний мира по состоянию на 2011-2012 гг. приведён в табл. 4. Как видно из таблицы, перечень включает пять канадских компаний, две – южноафриканские и по одной в Австралии, США и России.

Абсолютное первенство принадлежит канадской горнодобывающей компании Barrick Gold Corporation - многолетнему мировому лидеру в области добычи золота по всем показателям: по капитализации, по объёмам добычи и по себестоимости продукции.

Табл. 4

<i>№</i>	<i>Компания</i>	<i>Страна</i>	<i>Капитализация, млрд.USD</i>
1	Barrick Gold	Канада	50
2	Gold Corp	Канада	39
3	Newcrest Mining	Австралия	29
4	Newmont Mining	США	28
5	Kinross Gold	Канада	19
6	AngloGold Ashanti	Юж. Африка	17
7	Gold Fields	Юж. Африка	11
8	Полюс Золото	Россия	11
9	Yamana Gold	Канада	10
10	Angico-Eagle Mines	Канада	9,8

Штаб-квартира компании находится в Торонто (провинция Онтарио, Канада). Компания основана в 1983 г. Компания ведёт добычу золота и геологоразведочные работы в тринадцати странах, в том числе в США, Канаде, Австралии, Перу, России, Южной Африке и других. В 2011 г. компания произвела более 240 т золота. Только три страны в целом добывают больше золота в год. Запасы золота в недрах у компании Barrick Gold превышают 4300 т. Чистая прибыль компании составляет более 3 млрд. долл. Число сотрудников - более 20 тыс. человек.

Заключение

Некоторые точки зрения и аспекты будущего развития золотодобычи представляют значительный интерес. Так известный американский геолог Брент Кук (Brent Cook) указывает на важнейшую проблему для золотого бизнеса: золотодобывающие компании тратят огромные деньги на поиск золота и не получают каких-либо значительных результатов (рис.10).

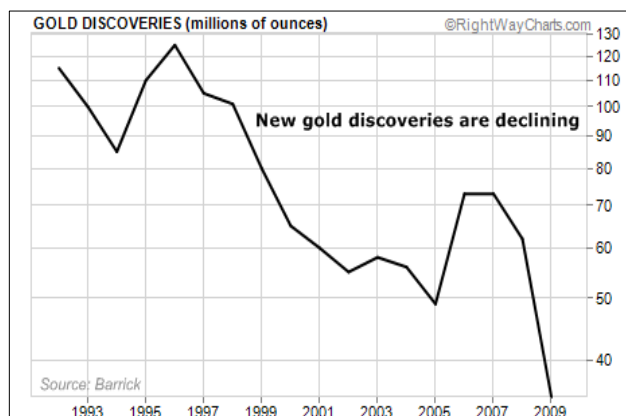


Рис. 10.

По сведениям крупнейшей золотодобывающей компании Barrick Gold с 2007 г. произошёл спад новых открытий, хотя расходы на разведку выросли с 2,5 до 5 млрд. долл. На сегодня практически все «лёгкое золото» уже найдено. Геологоразведочные компании, конечно, ещё находят хорошие месторождения. Просто они обычно расположены в отдалённых и недоступных местах, например, новые гигантские месторождения, открытые в Канаде и в США на Аляске.

Другая современная тенденция состоит в том, что ведущие мировые производители стараются перекупить открытые месторождения. Именно таким образом Китай заполучил крупное месторождение золота в Венесуэле - более 500 кг. Для этого Венесуэла отозвала лицензию у канадской компании Crystallex International Corp., работавшей в Венесуэле в течение 16 лет. Та, в свою очередь, собирается обратиться в международный арбитраж, рассчитывая получить компенсацию в размере 3,8 млрд. долл.

Известен прогноз Управления геологии и полезных ископаемых США, который базируется на статистических данных. По этому пессимистическому прогнозу доказанные запасы золота на Земле могут закончиться теоретически, примерно, через 20 лет. При этом исходили из оценки достигнутого среднего уровня добычи 2330 т и доказанных запасов "жёлтого металла", извлечение которых экономически целесообразно при современных технологиях золотодобычи, в объёме 47 тыс. т.

Этот чисто «арифметический» прогноз представляется недостаточно обоснованным, в первую очередь, потому, что геологическая разведка, а также развитие техники и технологии добычи и обогащения золотой руды обеспечивают постоянный прирост запасов.

На этом фоне особый интерес вызывает появившаяся в Media International Group информация о нанозолоте. Сотрудники Дальневосточного отделения РАН под руководством академика Александра Ханчука, изучая с помощью ионного масс-спектрометра наночастицы, обнаружили в графитовых рудах золото, серебро и платиноиды. Причём в неизвестной до сих пор форме нанокластеров. Упрощенно это

можно представить как мельчайшие частички благородных металлов, спрятанные в графитовый кокон.

Нужно сказать, что следы золота в графитовых месторождениях обнаруживали и раньше с помощью существующих химических методов, но в незначительных размерах. Однако с помощью ионной масс-спектрометрии удалось обнаружить, что золота в графитовых рудах до 18 г/т, что соответствует уровню богатых золотых приисков.

Это открытие российских учёных трудно переоценить. Графитовые месторождения широко распространены во всем мире. Они находятся в местах с развитой инфраструктурой. Это облегчает, ускоряет, а главное, удешевляет производство. Впрочем, справедливости ради, надо заметить, что говорить о золотом Эльдорадо пока рано. Во-первых, на данный момент недостаточно широко изучены графитовые месторождения. Во-вторых, есть проблема с извлечением благородных металлов из наночастиц графита. Ведь наноформы золота являются практически единым целым с графитовым "коконом", а, следовательно, обычные способы обогащения руды здесь не подходят. Академик Александр Ханчук признает, что на создание промышленного способа добычи может уйти до 20 лет. Но во что обойдется извлечение нанозолота пока оценить трудно.

Если предположить, что сбудутся лучшие ожидания, то открытие российских учёных - это худшая новость для финансовых рынков, какую только можно придумать. Производителями золота могут оказаться самые разные страны, невозможно будет договориться об ограничении добычи, очень быстро начнут расти объёмы. И золото упадёт в цене. Что же произойдет - экономика рухнет? Ответ на этот вопрос может дать только сама жизнь.

Источники

1. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. Под ред. д.т.н. В.В.Ершова, М.: Недра, 1989.
2. Горная энциклопедия. т. 2, М.: БСЭ, 1986.
3. Константинов М. М. Провинции благородных металлов. М.: Недра, 1991.
4. Котляр Ю. А., Меретуков М..А., Трижко Л..С. Металлургия благородных металлов. М.: ИД «Руда и металлы», 2005.
5. Малышев В..М., Румянцев. Золото. М.: Metallurgia, 1979.
6. Марфуни. История золота. М.: Недра, 1987.
7. Орлов А..М. Драгоценные металлы. М.: ИД «Rector communications», 1996.
8. Петровская Н..В. Самородное золото. М.: Наука, 1975.
9. www.vipstd.ru
10. www.promarkets.info/investirovanie-zoloto/top
11. www.goldenfro.runt
12. www.bibliotekar.ru/print/exlibris/n317/140826
13. www.rough-polished.com/ru/expertize/55925
14. www.b24.am/ru/gold_2572012
15. www.argument.ru/print/exlibris/n317/140826
16. www.mining-enc.ru/.../yuzno-afrikanskaya
17. www.iv-livejournal.com/233422
18. www.rbc.ru/rbcfreenews/20100331155200
19. www.mignews.com.ua/ru/articles/70886
20. www.worldofgold.ru/nature/mineral