УДК 553.411.042(47+57)
© А.И.Иванов, А.И.Черных, С.С.Вартанян, 2018

Состояние, перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации

А.И.ИВАНОВ, А.И.ЧЕРНЫХ, С.С.ВАРТАНЯН (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Рассмотрено современное состояние минерально-сырьевой базы коренного и россыпного золота. Проведен анализ динамики запасов и состояния прогнозных ресурсов различных категорий. Показаны результаты пересчета Кадастра прогнозных ресурсов в условные запасы категории C_2 с использованием статистически рассчитанных переводных коэффициентов. Показана недостаточная обеспеченность прогнозными ресурсами для поддержания на длительную перспективу современного состояния балансовых запасов и производства золота. Обоснована необходимость усиления геологоразведочных работ ранних стадий за счет средств федерального бюджета для подготовки прогнозных ресурсов и создания «поискового задела».
Ключевые слова: золото, минерально-сырьевая база, запасы, прогнозные ресурсы, геологоразведочные работы.

Иванов Анатолий Иннокентьевич a.ivanov@tsnigri.ru
Черных Александр Иванович chernykh@tsnigri.ru
Вартанян Сергей Серопович vartanyan@tsnigri.ru

Gold mineral base status and development prospects in the Russian Federation

A.I.IVANOV, A.I.CHERNYKH, S.S.VARTANYAN (Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, FSUE TsNIGRI)

The article considers the modern state of mineral-primary and placer gold mineral-raw. Analysis dynamics of reserves and the state of inferred resources of different categories was carried out. The main target of the research is to demonstrate the results of recalculation the Cadastres of inferred resources into conditional C_2 reserves with using of statistically calculated conversion coefficients. The authors demonstrate the lack of inferred resources to support the modern state of demonstrated reserves and gold production in the long term. It was established that reinforcement of geological prospecting at the early stages from the Federal Budget funds is necessary for the inferred resources and development prospecting «backlog» creation.
Key words: gold, mineral base, reserves, inferred resources, geological prospecting.

В Российской Федерации основные золотоносные металлогенические провинции и месторождения золота расположены в Дальневосточном, Сибирском и Уральском федеральных округах [4–6] (рис. 1). По запасам золота Россия занимает второе место в мире (после ЮАР). Балансовые запасы сосредоточены в собственно золоторудных (67%), комплексных (25%) и в россыпных (8%) месторождениях (табл. 1). Большая их часть находится в распределенном фонде недр, лишь для запасов категорий $АВС_1$ россыпных месторождений доля нераспределенного фонда значительна – около 50% (см. табл. 1). Невостребованными являются малорентабельные или нерентабельные россыпные месторождения, характеризующиеся низкими содержаниями золота и(или) сложными условиями отработки (большая мощность перекрывающих отложений, высокая обводненность, неблагоприятные климатические условия и др.).

Прогнозные ресурсы золота весьма значительны (около 40 тыс. т), но более 60% из них составляют малодостоверные прогнозные ресурсы категории P_3 (см. табл. 1). В связи с этим, как будет показано ниже, они не могут обеспечить достаточное воспроизводство запасов золота на длительную перспективу.

Запасы собственно золоторудных месторождений в России с 2004 г. значительно возросли (рис. 2) как за счет доразведки «старых» объектов, запасы которых ранее поставлены на баланс, так и разведки «новых», запасы которых впервые поставлены на баланс. Анализ этого прироста (рис. 3, табл. 2) показывает, что в 2006 и 2007 гг., когда он был весьма значительным, запасы

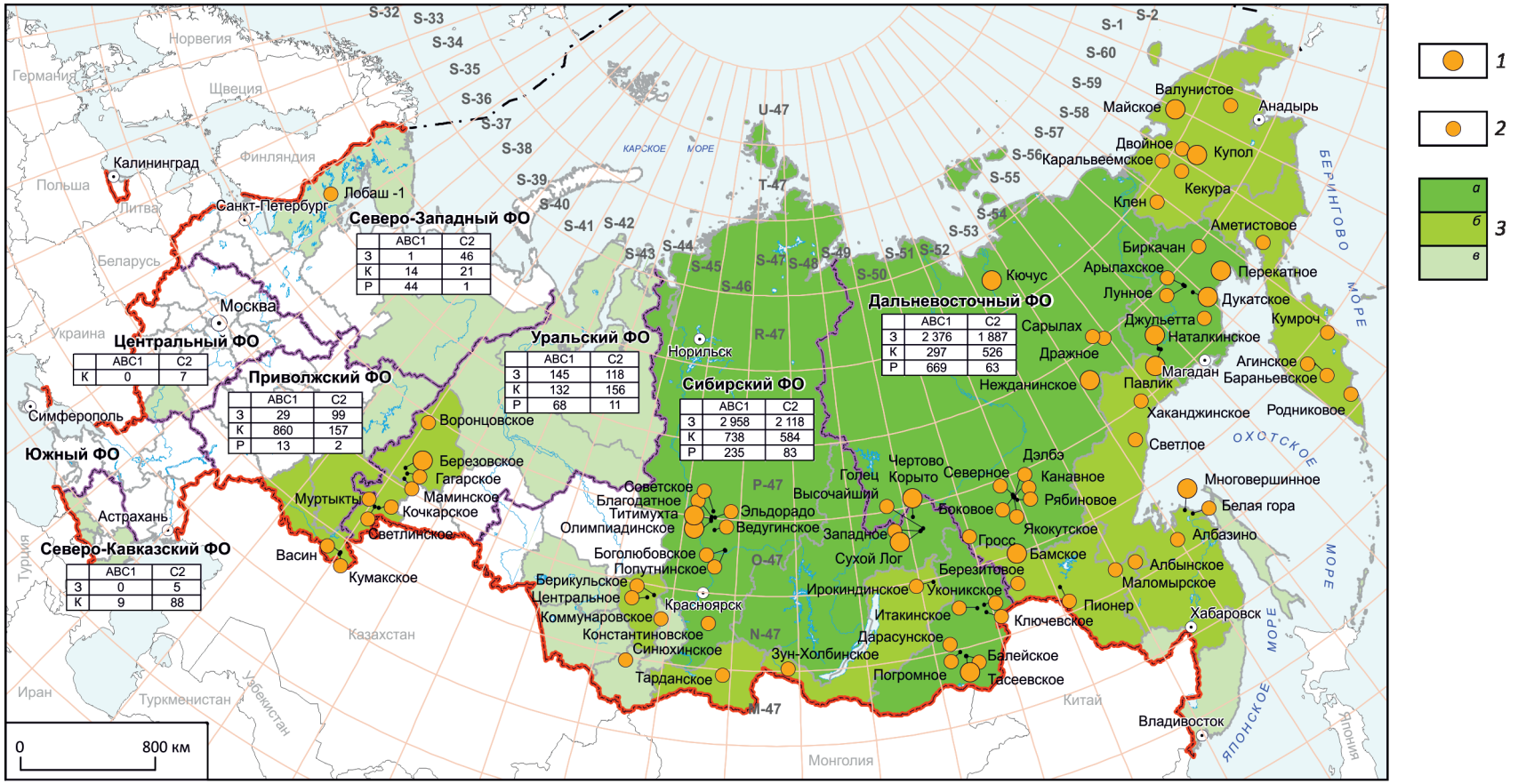


Рис. 1. Схема распределения запасов золота по субъектам Российской Федерации:

месторождения золота: *1* – крупные и *2* – средние и мелкие; *3* – субъекты РФ с запасами золота категорий ABC_1C_2 (в т): *а* – >1000, *б* – 100–1000, *в* – <100; сведения о запасах золота по федеральным округам на 01.01.2017 г.: З – собственно золоторудные, К – комплексные, Р – россыпные месторождения

1. Состояние минерально-сырьевой базы золота России на 01.01.2017 г.

Запасы, тыс. т			
Категории (количество месторождений):	**ABC_1**	**C_2**	**ABC_1+C_2**
Золоторудные собственные (383)	5,502	4261	9,763
Россыпные (5340)	1,029	0,159	1,189
Комплексные (медные, никелевые и др. – 171)	2,050	1,539	3,589
Общие (5894)	8,581	5,960	14,541
Распределенный фонд запасов, %			
Золоторудные собственные	61,1	74,5	67,0*
Россыпные	50,7	63,7	52,3
Комплексные	93,4	86,7	90,6
Всего	68,0	77,6	71,9
Прогнозные ресурсы, тыс. т			
Категории:	**P_1**	**P_2**	**P_3**
Золоторудные собственные (1117)	5,2	10,4	24,79
Россыпные	0,7	0,6	0,15
Общие	**5,9**	**11,0**	**24,93**

Примечание. * – без учета месторождения Сухой Лог (с его учетом: $A+B+C_1$ – 88,5%, C_2 – 88,9%, $A+B+C_1+C_2$ – 88,7%); место по запасам в мире – второе (после ЮАР).

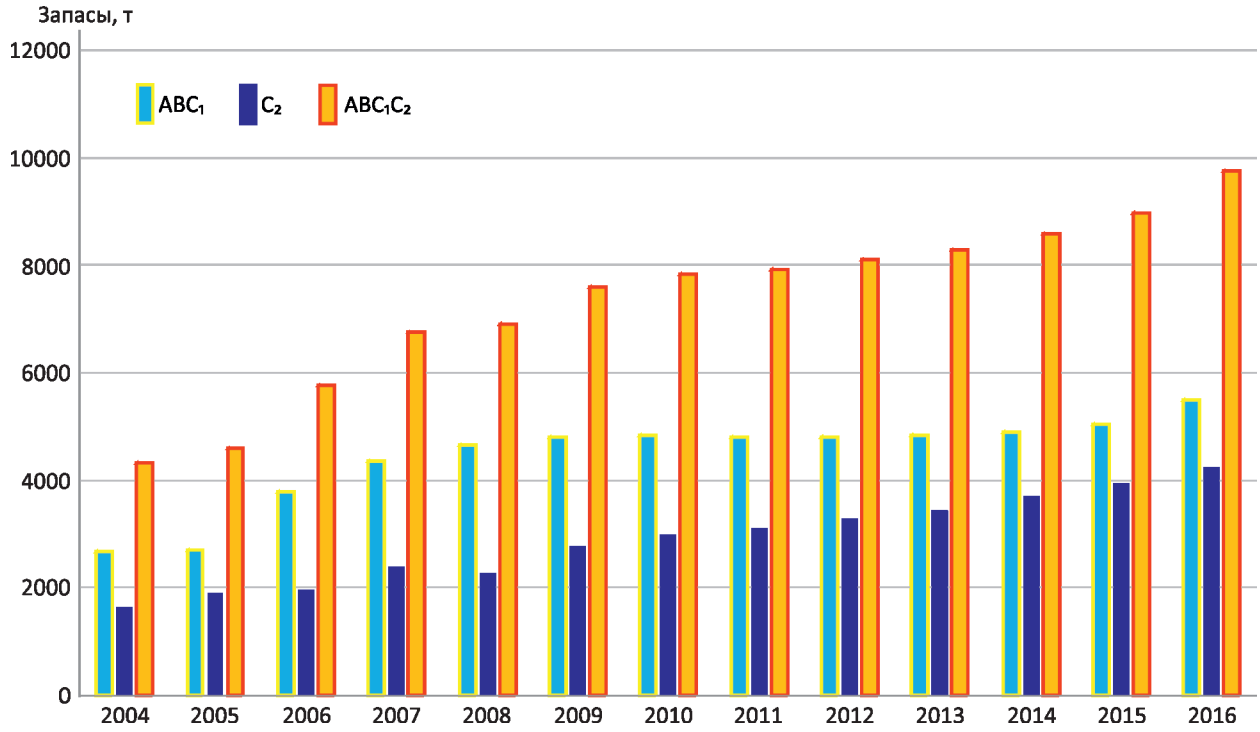


Рис. 2. Запасы золота собственно золоторудных месторождений Российской Федерации

возросли за счет доразведки и переоценки месторождения Наталкинское и переоценки месторождения Сухой Лог. Увеличение балансовых запасов в 2009 г. обусловлено в значительной степени доразведкой группы месторождений – Нежданинского, Олимпиадинского, Таseевского, Бамского, а в 2015 и 2016 гг. – Вернинского и Олимпиадинского (см. рис. 3). Хотя, начиная с 2007 г., на ряде месторождений впервые поставлены запасы на баланс (см. рис. 3), по существу все они известны с советских времен. Важным является еще один аспект:

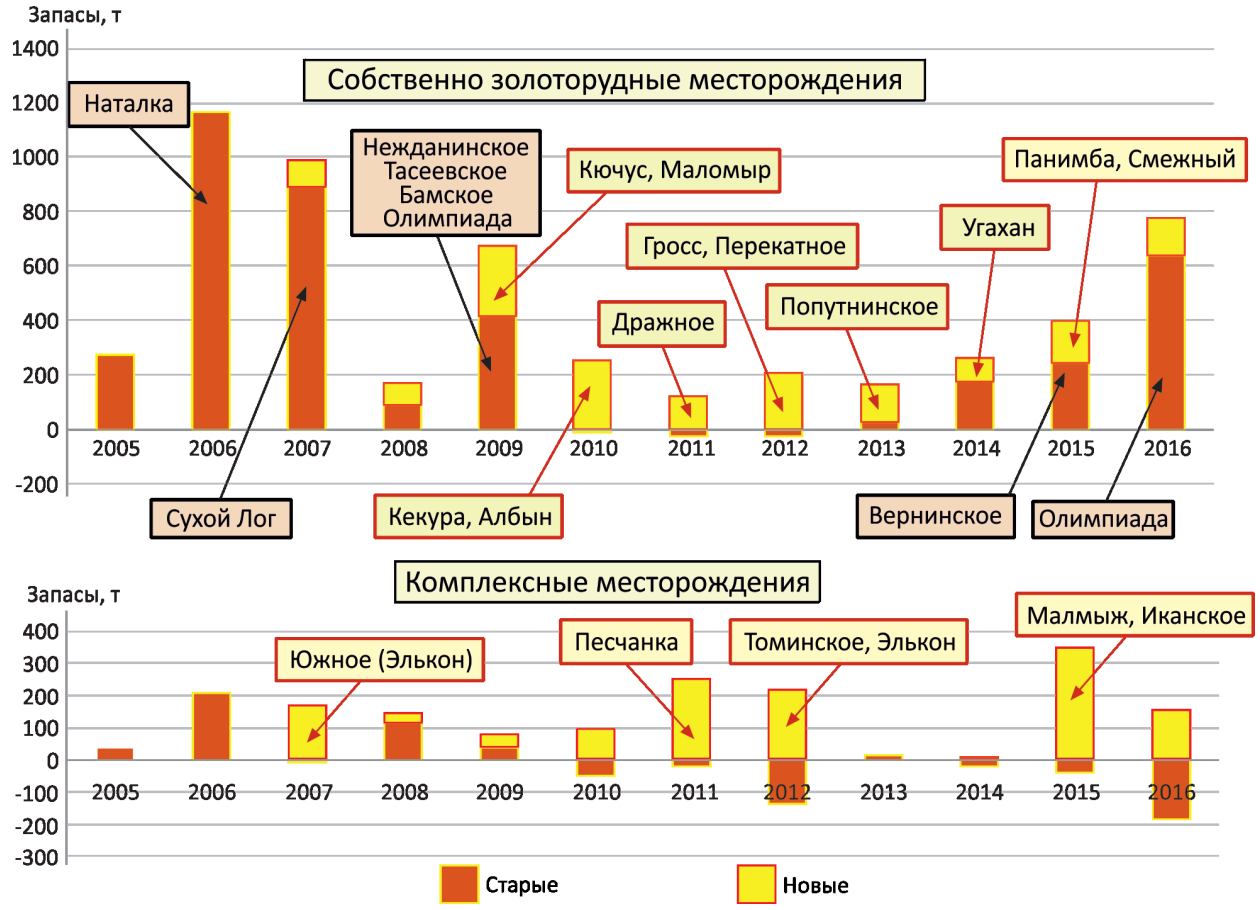


Рис. 3. Прирост суммарных запасов ABC_1+C_2 по «новым» (впервые поставленным на баланс) и «старым» (доразведка) рудным месторождениям

2. Ежегодные приросты балансовых запасов золота в Российской Федерации и расчет средних ежегодных приростов по «старым» и «новым» месторождениям

Годы	Приросты балансовых запасов золота								
	ABC_1			C_2			ABC_1+C_2		
	Всего	«Старые»	«Новые»	Всего	«Старые»	«Новые»	Всего	«Старые»	«Новые»
2008	341,6	322,1	19,5	−49,2	−140,7	91,5	292,4	181,4	111
2009	97,6	−22,7	120,3	634,9	449,5	185,4	732,5	426,8	305,7
2010	23,8	−129,5	153,3	242,5	40,5	202	266,3	−89	355,3
2011	116	−82,7	198,7	187,7	8,7	179	303,7	−74	377,7
2012	−50,7	−98,1	47,4	291,5	−89,7	381,2	240,8	−187,8	428,6
2013	5,9	−30,7	36,6	161,9	44,9	117	167,8	14,2	153,6
2014	−47,1	−79,6	32,5	267,4	207	60,4	220,3	127,4	92,9
2015	153,4	23,4	130	533,2	151,9	381,3	686,6	175,3	511,3
Среднее количество ежегодных приростов балансовых запасов	80,1	−12,2	92,3	263,5	84,0	199,7	363,8	71,8	292,0
Среднее количество ежегодных приростов производства золота с учетом сред. извл. 75,2%	60,2	−9,2	69,4	198,2	63,2	150,2	273,6	53,7	218,4

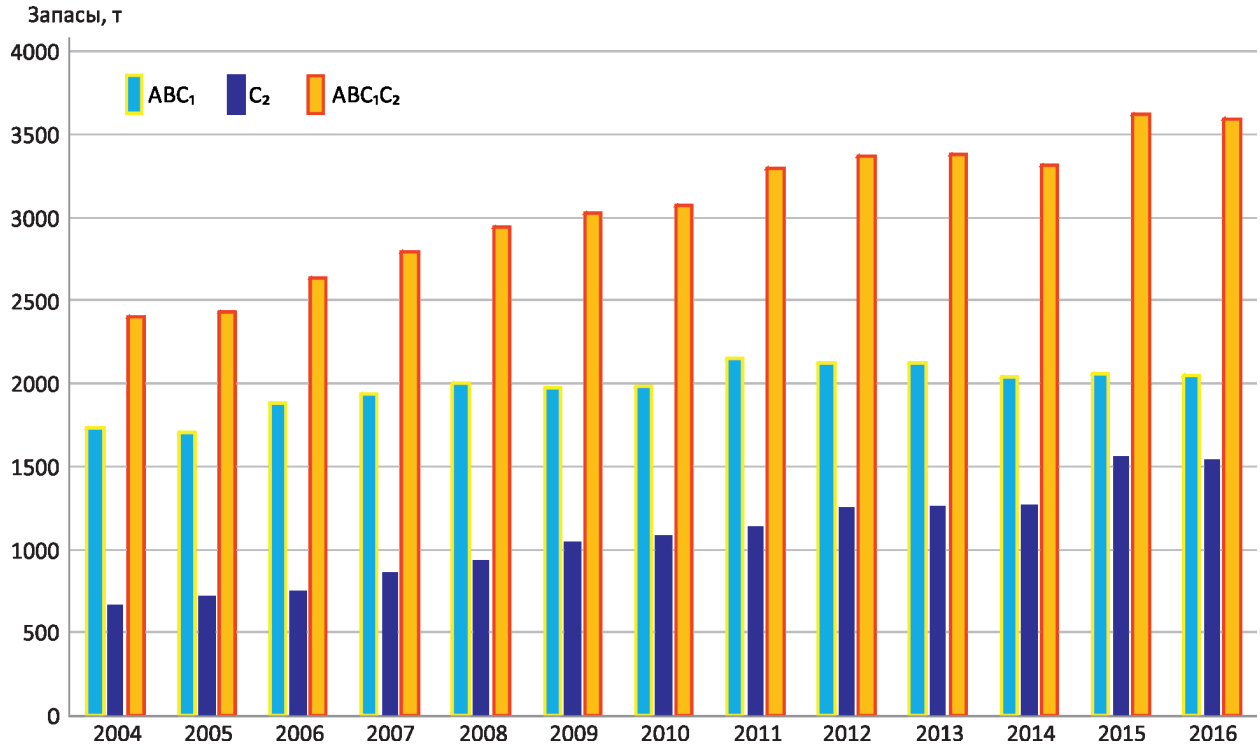


Рис. 4. Запасы золота комплексных золоторудных месторождений Российской Федерации

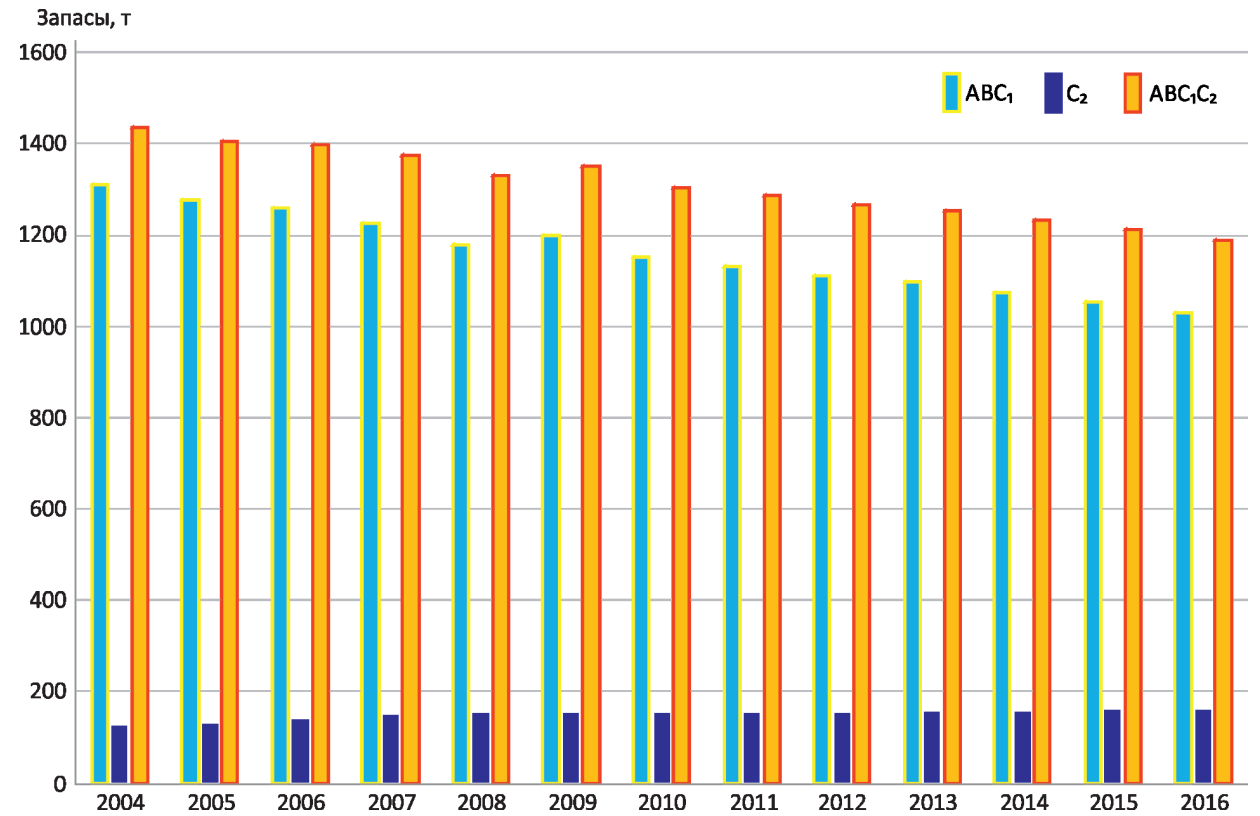


Рис. 5. Запасы золота россыпных месторождений Российской Федерации

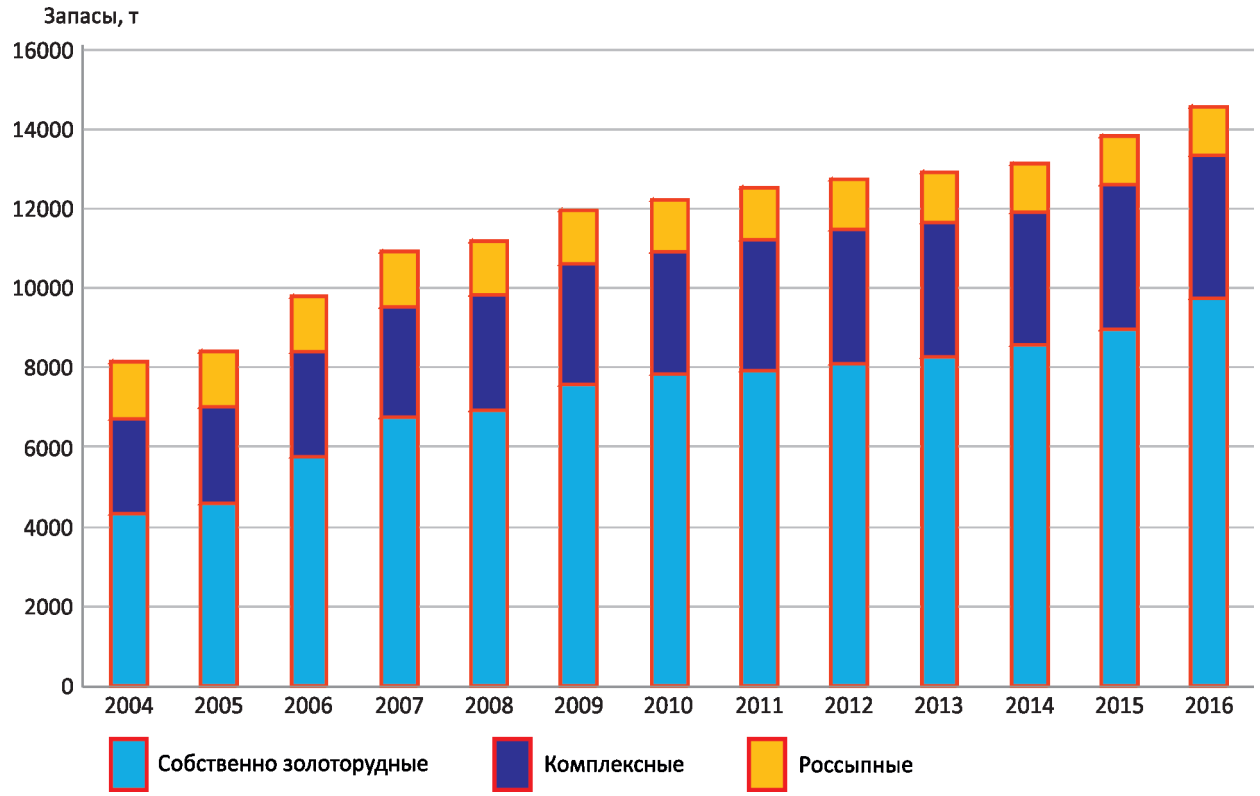


Рис. 6. Запасы ABC_1C_2 золота собственно золоторудных, комплексных и россыпных месторождений золота в Российской Федерации

начиная с 2009 г. балансовые запасы увеличиваются в основном за счет увеличения запасов непромышленной категории C_2, тогда как запасы промышленных категорий ABC_1 – сохранялись на одном уровне. Лишь в 2015 и 2016 гг. они возросли в основном за счет доразведки Вернинского и Олимпиадинского месторождений (см. рис. 3).

Во многом аналогичная ситуация с динамикой балансовых запасов золота в комплексных месторождениях (рис. 4): с 2011 г. запасы промышленных категорий (ABC_1) снижаются, а общий рост балансовых запасов происходит за счет категории C_2. Причем рост балансовых запасов происходит в основном за счет разведки давно известных комплексных рудных объектов – золото-уранового Эльконского (в том числе Южного участка), золото-медно-порфировых – Песчанки, Томинского, Иканского, Малмыжского (см. рис. 3). Лишь Малмыжское месторождение, изучаемое ранее как золоторудный объект, в определенной степени является новым, хотя прогноз на выявление здесь золото-медно-порфирового месторождения сделан Ю.П.Змеевским еще в 1989 г.

Запасы россыпного золота промышленных категорий ABC_1 непрерывно снижаются (рис. 5) и при сохранении сформировавшегося тренда полностью будут отработаны к 2071 г. Запасы категории C_2 изменяются очень слабо, что обусловлено, с одной стороны, их приуроченностью в основном к объектам нераспределенного фонда недр, а с другой – вновь разведанные запасы этой категории в течение того же сезона подвергаются отработке и фактически не учитываются в государственном балансе. В связи с тем, что доля запасов россыпного золота от общих запасов относительно невелика (на 01.01.2017 г. – около 8%), их уменьшение слабо заметно при анализе динамики суммарной минерально-сырьевой базы золота (рис. 6), хотя, как уже отмечено, увеличивается она в большей мере за счет категории C_2.

Следует отметить, что особенностью минерально-сырьевой базы золота Российской Федерации является то, что весьма значительная доля балансовых и забалансовых запасов сосредоточена в четырех уникальных по запасам собственно золоторудных месторождениях – Олимпиадинском, Сухой Лог, Нежданинском и Наталкинском. Их доля от собственно золоторудных месторождений составляет по запасам промышленных категорий 63,6%, категории C_2 – 36,7%, суммарно от ABC_1+C_2 – 51,9%, забалансовых – 39,5%. А от общих запасов соответственно 40,8%, 26,2%, 34,8% и 28,8% (табл. 3). В связи с этим МСБ России весьма чувствительна к возможной переоценке запасов этих

3. Запасы золота уникальных собственно золоторудных месторождений и их доля в общероссийских запасах

Месторождения	Запасы			
	ABC_1	C_2	ABC_1+C_2	Забалансовые
Олимпиадинское	588	400	988	4
Сухой Лог	1379	563	1942	740
Нежданинское	279	353	632	17
Наталкинское	1260	250	1510	121
Итого	3506	1566	5072	882
Всего по РФ запасы в собственно золоторудных месторождениях	5509	4272	9781	2232
Всего по РФ запасы золота	8588	5971	14559	3065
Процент запасов уникальных месторождений от собственно золоторудных месторождений	63,6	36,7	51,9	39,5
Процент от общих запасов по РФ	40,8	26,2	34,8	28,8

месторождений. Так, например, на месторождении Наталкинское, где на балансе стоят 1510 т запасов категорий ABC_1C_2, по сведениям ПАО «Полюс» после переоценки запасов доказанные и вероятные запасы составляют 507 т [1], соответственно [2] планируется в течение всего срока эксплуатации (31 год) производить ежегодно по 14 т золота, то есть производство золота в целом составит 434 т (среднее извлечение – 85,6%). Таким образом, вероятно снижение балансовых запасов на 1003 т. Не исключена подобная ситуация и на Нежданинском месторождении – по данным АО «Полиметалл» первичные рудные запасы (для открытой добычи) и дополнительные минеральные ресурсы содержат около 224 т золота, что более чем на 300 т меньше балансовых запасов [3]. На месторождении Сухой Лог в настоящее время проводится доразведка, по результатам которой запасы также могут измениться по сравнению с балансовыми.

Данные по ежегодному списанию с Госбаланса запасов собственных, комплексных и россыпных месторождений золота (добыча) и реальному производству золота при эксплуатации этих месторождений с 2004 по 2016 гг. приведены на рис. 7 и в табл. 4. Средний процент полученного золота за этот период относительно списываемых с Госбаланса запасов составил 75,2%, соответственно суммарные потери золота (технологические потери при переработке руды, целиках и др.) составили 24,8%.

В табл. 4 также приведены данные по попутному производству золота из всех типов месторождений и сведения по общему производству за период 2004–2016 гг. По оценке Союза золотопромышленников общее производство золота из месторождений за 2017 г. должно составить около 270 т.

Как уже отмечалось, прогнозные ресурсы рудного золота весьма значительны (см. табл. 1) и, на первый взгляд, могут обеспечить подготовку промышленных запасов на долгую перспективу. Для оценки количества балансовых запасов, которые могут быть получены в процессе проведения геологоразведочных работ, проведены специальные расчёты:

статистически по результатам геологоразведочных работ на золото за средства федерального бюджета рассчитаны коэффициенты перевода прогнозных ресурсов из категории в категорию: из категории P_3 в категорию P_2=**0,4**; из категории P_2 в категорию P_1=**0,6**; из категории P_1 в категорию C_2=**0,7;**

статистически по результатам геологоразведочных работ на золото за средства федерального бюджета рассчитан коэффициент успешности объектов при переводе прогнозных ресурсов категорий P_3 в P_2, P_2 в P_1, P_1 в C_2 (к неуспешным отнесены в том числе объекты, где по результатам работ прогнозные ресурсы оценены, но количественно они стали значительно ниже, чем до начала работ) – он во всех случаях равен **0,5;**

с использованием этих коэффициентов пересчета прогнозные ресурсы собственно золоторудных объектов (1117 шт.) Кадастра прогнозных ресурсов с использованием (привлечением) разработанных математических алгоритмов пересчитаны (раздельно – нераспределенный и распределенный фонды) с подразделением их на три группы потенциально-промышленных объектов по величине условных (расчетных) запасов категории C_2 – >20, 10–20 и <10 т, соответственно, рассчитано количество потенциально-промышленных объектов по каждой группе (табл. 5);

статистически рассчитан «коэффициент добычи» за последние годы – отношение добычи (списания балансовых запасов) к общему количеству балансовых запасов в Госбалансе – 1,76%;

статистически рассчитаны возможные сроки начала эксплуатационных работ из объектов Кадастра прогнозных ресурсов при условии непрерывного последовательного (успешного) проведения геологоразведочных

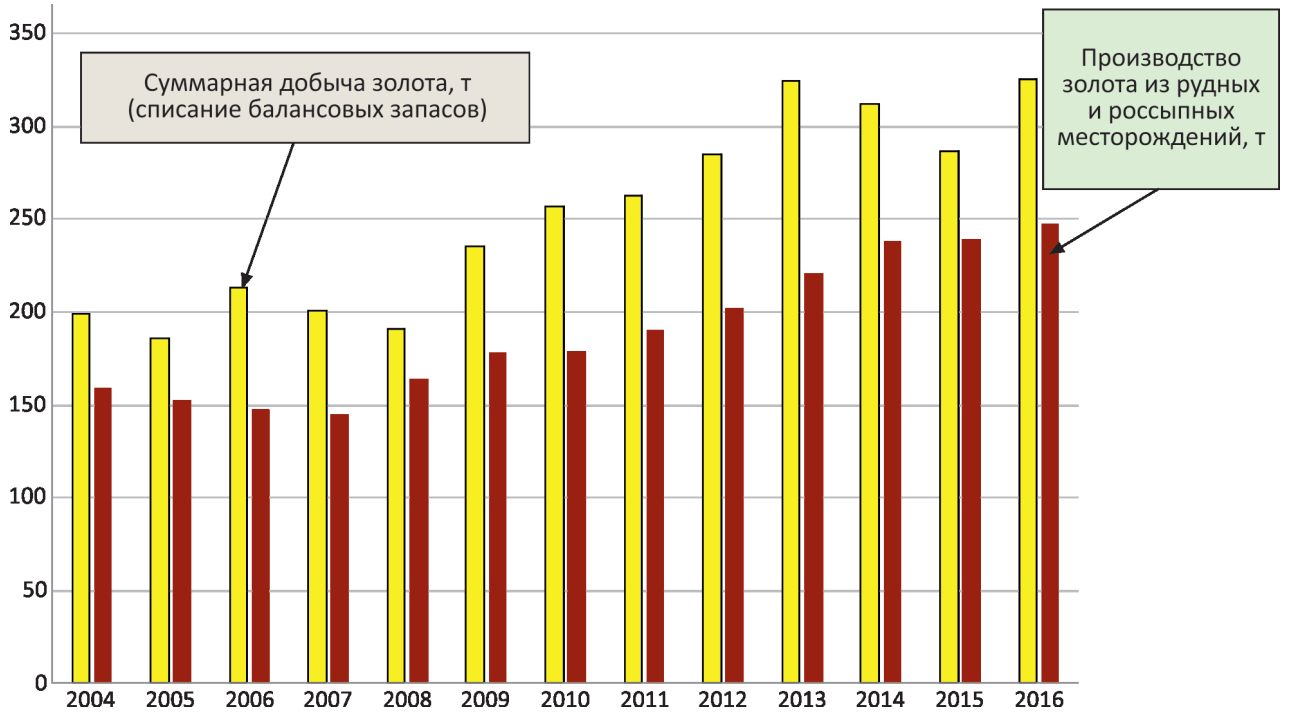


Рис. 7. Суммарная добыча и производство золота из золоторудных и россыпных месторождений в Российской Федерации, среднее извлечение золота, в % *(средние общие потери золота при добыче – 24,8%)*

4. Добыча (списание балансовых запасов) и производство золота в Российской Федерации за период 2004–2016 гг.

Собственно золоторудные, комплексные и россыпные месторождения золота							Иные месторождения (попутное производство)	Всего производство из месторождений
Годы	Балансовые запасы золота, т			Добыча, т	Производство, т	Процент полученного золота		
	ABC_1	C_2	Всего					
2004	5716,1	2434,7	8150,8	199,3	158,9	79,7	10,4	169,3
2005	5677,2	2740,5	8417,7	186	152,1	81,8	11,2	163,3
2006	6917,9	2870,9	9788,8	212,8	147,6	69,4	11,7	159,3
2007	7519,1	3388,4	10907,5	200,7	144,9	72,2	12,1	157
2008	7839,2	3340	11179,2	190,5	163,9	86,0	12,5	176,4
2009	8070,6	3973,2	12043,8	235	178,4	75,9	14,5	192,9
2010	7982	4217,4	12199,4	256,5	179,1	69,8	12,7	191,8
2011	7828	4406,6	12234,6	262,2	190	72,5	14,5	204,5
2012	8047,3	4698,1	12745,4	284,6	201,8	70,9	17,5	219,3
2013	8053,3	4860,2	12913,5	324,4	221,1	68,2	16	237,1
2014	8006,2	5127,7	13133,9	311,8	238	76,3	16,2	254,2
2015	8159,5	5657,7	13817,2	286,6	238,7	83,3	16,6	255,3
2016	8581,9	5960	14541,9	324,8	247,6	76,2	14,8	262,4
Сумма				3275,2	2462,1	75,2*		

Примечание. * – средний процент полученного золота.

работ, завершающихся подсчетом запасов, и строительства добывающего предприятия: для объектов с ресурсной оценкой по категории P_2 – 10 лет, по категории P_3 – 16 лет.

Таким образом, общие запасы потенциально-промышленных собственно золоторудных объектов, в которые можно реализовать прогнозные ресурсы Кадастра, могут составить 2602 т, из них 1579 т – в объектах

5. Ожидаемые условные запасы категории C_2 и количество потенциально-промышленных объектов (результат пересчета кадастра прогнозных ресурсов)

Показатели	Всего	В том числе по группам по потенциальным запасам			
		Более 20 т	Менее 20 т, в том числе		
			10–20 т	Менее 10 т	Всего менее 20 т
Всего C_2 условные (ожидаемые балансовые запасы), т	2602	1579	446	577	1023
Количество объектов, шт.	187	37	35	115	150
Условные C_2 в нераспределенном фонде недр, т	1715	1011	312	392	704
Условные C_2 в распределенном фонде недр, т	887	568	134	185	319
Итого объектов в НРФН, шт.	124	22	25	77	102
Итого объектов в РФН, шт.	63	15	10	38	48

с запасами более 20 т (всего 37 объектов, из них 22 в нераспределенном фонде недр). Годовая добыча золота из всех объектов, рассчитанная с использованием коэффициента добычи, может составить около 46 т и, соответственно, производство золота с учетом потерь в 24,8% – 34 т/год. Срок полной добычи – 56 лет. При увеличении объема годовой добычи соответственно уменьшится срок полной отработки выявленных месторождений.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что имеющиеся прогнозные ресурсы совершенно недостаточны для обеспечения подготовки запасов и последующей добычи на современном уровне.

Анализ ежегодного прироста балансовых запасов промышленных категорий ABC_1 (см. табл. 2) за счет доразведки известных эксплуатирующихся месторождений и разведки новых месторождений за 2008–2015 гг. (исключены годы с «аномальными» приростами из-за пересчета запасов и доразведки уникальных по запасам месторождений Сухой Лог, Наталкинское, Олимпиадинское) свидетельствует также о недостаточном их количестве для сохранения производства золота на современном уровне на долгую перспективу – около 80 т/год, а в пересчете на производство («извлечение» 75,2%) – около 60 т/год. Следует отметить, что частично прирост балансовых запасов по новым месторождениям будет осуществляться при проведении геологоразведочных работ на объектах распределенного фонда недр Кадастра прогнозных ресурсов (см. табл. 3), поэтому простое суммирование значений прогнозируемого среднегодового производства золота из месторождений, выявленных при геологоразведочных работах на объектах Кадастра прогнозных ресурсов (34 т/год) и статистически полученного за 2008–2015 гг. прироста (60 т/год), вряд ли корректно. По-видимому, реальный прирост добычи будет меньше.

Таким образом, прирост балансовых запасов золота промышленных категорий за счет доразведки «старых» и разведки «новых» месторождений, в том числе при проведении геологоразведочных работ на объектах Кадастра прогнозных ресурсов, уже в обозримой перспективе не сможет обеспечить сохранение производства золота из месторождений золота на имеющемся уровне (см. табл. 2).

Что касается запасов категории C_2, прирост которых довольно значителен (см. табл. 2), то обычно они ставятся на госбаланс на стадии предварительной разведки как по старым (фланги и глубокие горизонты), так и по новым месторождениям. Затем в их контуре в результате более детальных разведочных работ выделяются блоки с запасами промышленных категорий для проведения эксплуатационных работ. За 2008–2015 гг. суммарные подготовленные запасы промышленных категорий от запасов категории C_2 составляют около 30%, что, по-видимому, необходимо учитывать при анализе МСБ золота.

При определенных условиях (повышение цены золота, появление новых более экономичных технологий добычи и обогащения и др.) возможным резервом для получения балансовых запасов являются забалансовые, количество которых в целом по Российской Федерации составляет на 01.01.2017 г. 3065 т (см. табл. 3). Хотя прогнозировать, какая их часть и в какой временной период может стать балансовой, в настоящее время сложно.

Приведенные выше данные свидетельствуют о необеспеченности в обозримой перспективе подготовки балансовых запасов золота прогнозными ресурсами Кадастра. А так как прогнозные ресурсы являются результатом геологоразведочных работ ранних стадий, соответственно эти работы требуют усиления.

До последнего времени подобные работы проводились в основном за счет средств федерального бюджета. Анализ фактического финансирования таких геологоразведочных работ на золото за период с 2005 по 2017 гг. и планируемого на 2018–2020 гг. показал, что, с учетом инфляции, это финансирование значительно снижается (рис. 8). В то же время статистический анализ стоимости подготовки 1 тонны прогнозных ресурсов категории P_1 (P_1+0,6·P_2) показал практически ее

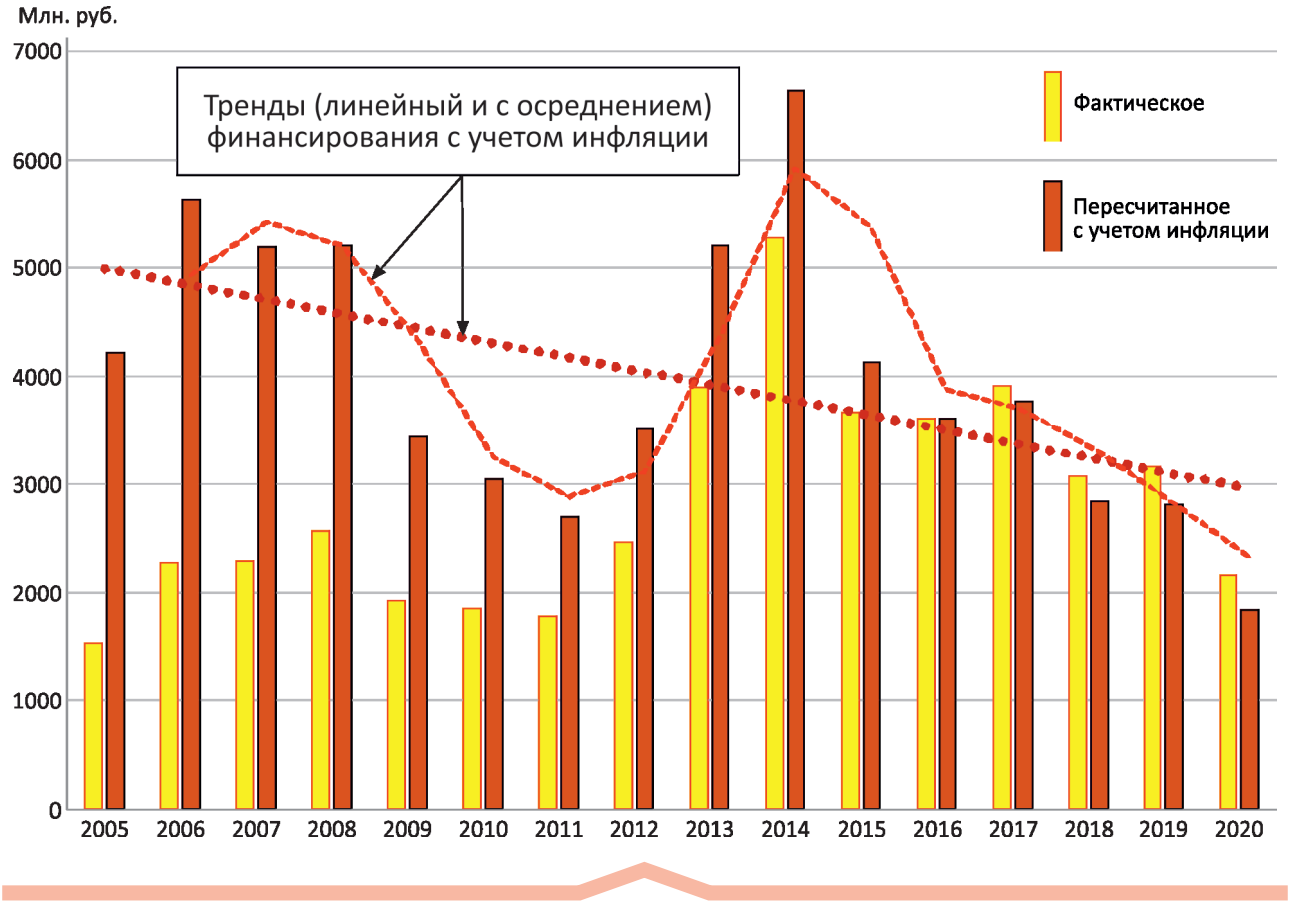


Рис. 8. Финансирование геологоразведочных работ за счет средств федерального бюджета на золото в 2005–2020 гг.

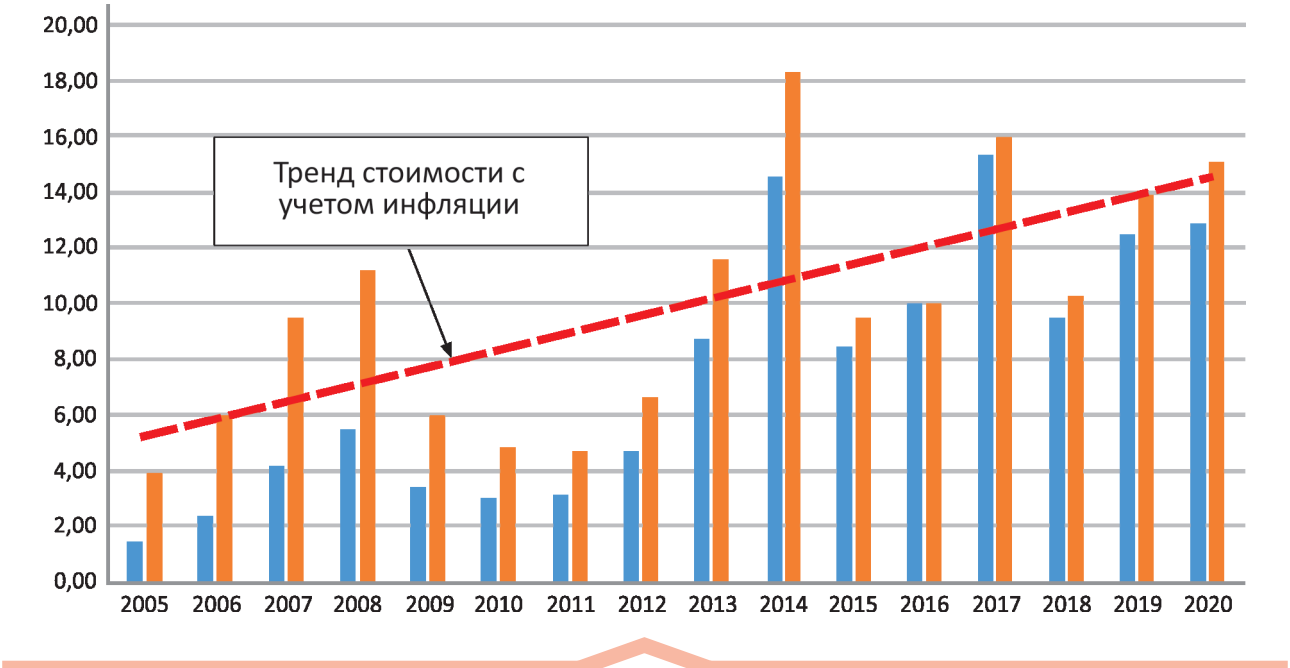


Рис. 9. Стоимость подготовки прогнозных ресурсов P_1+0,6·P_2 (млн. руб./т): фактическая (*синий цвет*) **и с учетом инфляции** (*красный цвет*)

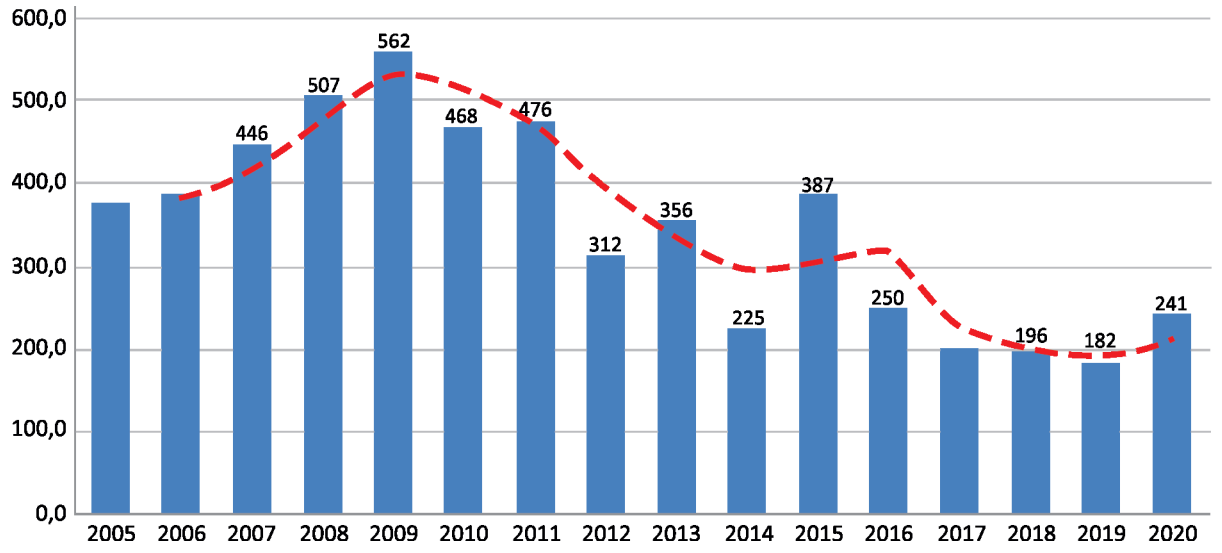


Рис. 10. Количество подготовленных в результате ГРР по федеральному бюджету условных запасов $C_{2усл.}=(P_1+0,6\cdot P_2)\cdot 0,7$ (в 2018–2020 гг. – ожидаемые)

двукратный рост (рис. 9). Статистический анализ по количеству ежегодно подготовленных за этот период условных запасов категории C_2 ($(P_1+0,6\cdot P_2)\cdot 0,7$) свидетельствует об отчетливом снижении их количества, начиная с 2010 г. (рис. 10). Эта тенденция, рассчитанная исходя из планируемого финансирования установленных коэффициентов реализации плановых заданий и стоимости подготовки условных запасов категории C_2, демонстрируется на рис. 10.

В заключение следует отметить, что, несмотря на прогнозируемое в ближайшие годы дальнейшее увеличение производства золота в России из минеральных месторождений за счет начала или усиления эксплуатационных работ на ряде месторождений (Наталкинское, Быстринское, Угахан, Дражное, Нежданинское, Олимпиадинское и др.) ориентировочно до 300 т, с 2023– 2025 гг. вероятно начало его снижения. Это снижение в какой-то степени может быть «смягчено» добычей на месторождении Сухой Лог (по ТЭО кондиций производство золота 50 т/год). Для изменения возможной отрицательной тенденции в производстве золота в России необходимо значительное увеличение работ ранних стадий с целью выявления новых золоторудных объектов, расширенной подготовки прогнозных ресурсов, а затем и балансовых запасов. В связи с введением заявочного принципа лицензирования площадей для проведения поисков и оценки месторождений и, соответственно, увеличением финансирования работ ранних стадий недропользователями, минерально-сырьевая база золота будет пополняться новыми рудными и россыпными объектами. Однако, учитывая статистическую вероятность выявления месторождений (в основном мелких – см. табл. 5) на площадях с прогнозными ресурсами категории P_3 в 16%, представляется, что в полной мере проблемы подготовки достаточного количества объектов для поддержания производства золота на достигнутом уровне (около 300 т/год) это не решит. По мнению авторов, для решения этой проблемы затраты федерального бюджета на работы ранних стадий (прогнозно-минерагенические и поисковые) должны резко (кратно существующему уровню) возрасти, причем одной из задач должно быть восполнение банка перспективных участков («поискового задела») для последующих работ недропользователей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вестник* золотопромышленника. 2017. № 3. С. 3–4.
2. *Вестник* золотопромышленника. 2017. № 35. С. 2–3.
3. *Вестник* золотопромышленника. 2017. № 41. С. 2–4.
4. *Минерально-сырьевая* база золота России: состояние и перспективы развития / Б.К.Михайлов, А.И.Иванов, С.С.Вартанян, Б.И.Беневольский // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. № 6. С. 9–13.
5. *Перспективы* развития минерально-сырьевой базы алмазов и золота Российской Федерации / А.И.Иванов, С.С.Вартанян, А.И.Черных и др. // Минеральные ресурсы. Экономика и управление. 2016. № 3. С. 15–23.
6. *Проблемы* минерально-сырьевой базы золота России // Б.К.Михайлов, А.И.Иванов, С.С.Вартанян, Б.И.Беневольский / Руды и металлы. 2015. № 1. С. 93–99.