

## Благородные металлы Российской Федерации – состояние минерально-сырьевой базы и перспективы её развития

Рассмотрено современное состояние минерально-сырьевой базы коренного и россыпного золота, металлов платиновой группы и серебра. Проведён анализ динамики запасов и состояния прогнозных ресурсов различных категорий. Обоснована необходимость усиления геологоразведочных работ ранних стадий за счёт средств федерального бюджета для подготовки прогнозных ресурсов и создания «поискового задела» для золота и серебра.

*Ключевые слова:* золото, металлы платиновой группы, серебро, минерально-сырьевая база, запасы, прогнозные ресурсы, добыча, геологоразведочные работы.

ИВАНОВ АНАТОЛИЙ ИННОКЕНТЬЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, научный руководитель, tsnigri@tsnigri.ru

АЛЕКСЕЕВ ЯРОСЛАВ ВЛАДИМИРОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, зав. отделом, alekseev@tsnigri.ru

ЧЕРНЫХ АЛЕКСАНДР ИВАНОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, генеральный директор, tsnigri@tsnigri.ru

НАУМОВ ЕВГЕНИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, заместитель генерального директора, tsnigri@tsnigri.ru

КУЛИКОВ ДАНИЛА АЛЕКСЕЕВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий отделением, kulikov@tsnigri.ru

ТАРАСОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ, и. о. заведующего отделом, tarasov@tsnigri.ru

КОНКИНА ОЛЬГА МИХАЙЛОВНА, кандидат геолого-минералогических наук, заведующая лабораторией, okonkina@tsnigri.ru

МИНЬКИН КОНСТАНТИН МАТВЕЕВИЧ, заведующий лабораторией, minkin@tsnigri.ru

ПОПОВ ИВАН ВЛАДИМИРОВИЧ, заведующий лабораторией, popov@tsnigri.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»)

## Precious metals of the Russian Federation – the state of the mineral resource base and the prospects for its development

A. I. IVANOV, Ya. V. ALEXEEV, A. I. CHERNYKH, E. A. NAUMOV, D. A. KULIKOV, A. S. TARASOV, O. M. KONKINA, K. M. MINKIN, I. V. POPOV

Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, Moscow

In this work, we studied the current state of the mineral resource base of primary and placer gold, platinum group metals and silver. We analyzed the dynamics of reserves and the state of the prospective resources of various categories. That allowed us to substantiate the necessity of enhancing early-stage exploration work at the expense of the federal budget for the preparation of prospective resources and the creation of an "exploration reserve" for gold and silver.

*Key words:* gold, platinum group metals, silver, mineral resource base, reserves, prospective resources, extraction, exploration.

**Введение.** Золото, металлы платиновой группы (МПГ) и серебро относятся к высоколиквидным видам твёрдых полезных ископаемых (ТПИ) и являются одними из наиболее востребованных видов металлических полезных ископаемых. Российская Федерация занимает одно из ведущих мест в мире по запасам, объёмам добычи и экспорта благородных металлов.

В «Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года» золото отнесено к группе ТПИ, недостаточно обеспеченных запасами, что определяет необходимость целевого изучения состояния и перспектив развития его минерально-сырьевой базы (МСБ). Среди всех видов ТПИ на золото выдано больше всего лицензий, по данным на 01.01.2022 г., 7493 штук, то есть около 77 %. Финансирование геологоразведочных работ на золото от всех видов ТПИ в последние 5 лет составляет около 52–63 % за счёт средств недропользователей и около 59 % (среднее за 2017–2021 гг.) за счёт федерального бюджета. Золото является одним из наиболее ценных видов экспортного сырья. В 2021 г., по данным ФТС России, объём экспорта золота из РФ в натуральном выражении составил 302,2 т, в денежном 17,4 млрд долл.

МПГ в соответствии со «Стратегией...» относятся к полезным ископаемым первой группы, минерально-сырьевая база которых достаточна для обеспечения потребностей экономики в долгосрочной перспективе и целевое воспроизводство запасов определено выше 50 % от погашения. Поэтому для МПГ геологоразведочные работы за средства федерального бюджета проводятся в ограниченном объёме и основной прирост запасов обеспечивается недропользователями. В 2021 г., по данным ФТС России, объём экспорта МПГ из РФ в натуральном выражении составил 145,5 т, в денежном 8,5 млрд долл.

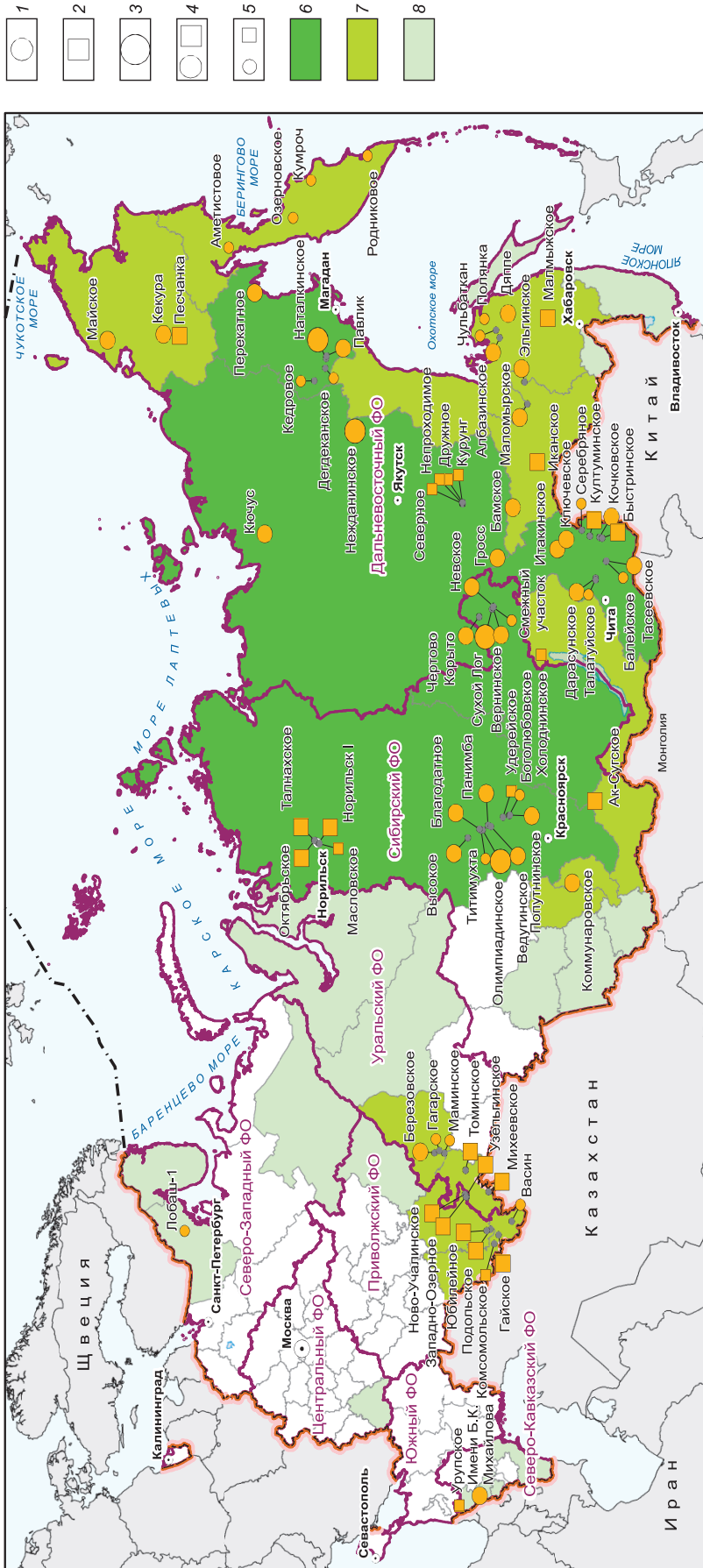
Серебро по «Стратегии...» относится к той же группе, что и золото – для них необходимо обеспечить стопроцентное воспроизводство запасов. Поэтому проведение геологоразведочных работ на поиски собственно серебряных и золото-серебряных месторождений является весьма актуальным, как и поиски серебросодержащих комплексных рудных месторождений. По данным ФТС России, в 2021 г. объём экспорта серебра из РФ в натуральном выражении составил 964,7 т, в денежном 0,7 млрд долл.

Высокая значимость благородных металлов для экономики Российской Федерации определяет интерес к их МСБ со стороны Государства и крупных горнодобывающих компаний. Стабильный спрос на золото, МПГ и серебро на рынке позволяет прогнозировать увеличение интереса недропользователей к проведению геологоразведочных работ для выяв-

ления, оценки и разведки новых месторождений и добыче этих металлов в ближайшие годы и в долгосрочной перспективе.

**Минерально-сырьевая база золота.** Основу минерально-сырьевой базы золота Российской Федерации (балансовые запасы категорий АВС<sub>1</sub> С<sub>2</sub> по состоянию на 01.01.2021 г.) составляют рудные месторождения – собственно золоторудные (68,6 %) и комплексные (24,1 %). Хотя, в отличие от большинства золотоносных районов мира, значительная доля балансовых запасов сосредоточена и в россыпных месторождениях – 7,3 % (таблица 1). На рис. 1 показано расположение на территории РФ наиболее крупных месторождений – собственно золоторудных и комплексных золотосодержащих с балансовыми запасами АВС<sub>1</sub> + С<sub>2</sub> более 30 т. Также приведено состояние в целом балансовых запасов золота по субъектам РФ – они в основном сосредоточены в Дальневосточном, Сибирском и Уральском федеральных округах. Большая их часть находится в распределённом фонде недр, лишь для запасов категорий АВС<sub>1</sub> + С<sub>2</sub> россыпных месторождений доля нераспределённого фонда ещё значительна – 40,4 % (см. табл. 1). Следует отметить, что за последние годы доля запасов в распределённом фонде для собственно золоторудных и россыпных месторождений непрерывно возрастает (с 01.01.2017 г. по 01.01.2021 г. соответственно с 70,1 до 91,2 % и с 53,8 до 59,6 % [3, 4]). Для комплексных месторождений существенных изменений не отмечено, некоторое снижение с 90,7 до 89,2 % вызвано аннулированием лицензии по медно-порфировому с попутным золотом и серебром месторождению Иканское.

Значительное возрастание доли балансовых запасов в распределённом фонде собственно золоторудных месторождений обусловлено, прежде всего, переводом в него месторождения Сухой Лог. Следует также отметить, что эта доля на 01.01.2022 г. ещё увеличится в связи с состоявшимся в конце 2021 г. аукционом на право пользования недрами на месторождении Кючус. А на 01.01.2023 г. ожидается увеличение доли распределённого фонда и для комплексных месторождений – в феврале 2022 г. Култуминское месторождение по результатам аукциона было передано в недропользование. Таким образом, в 2022 г. по существу завершена передача в распределённый фонд почти всех значимых месторождений рудного золота. Перспективы лицензирования двух оставшихся в нераспределённом фонде недр крупных месторождений пока неясны: у собственно золоторудного Балейского существуют экологические проблемы (осушение затопленного цианистыми растворами карьера) и необходимость переселения домохозяйств и переноса кладбища г. Балей; у медно-



Территориальное распределение балансовых запасов золота на 01.01.2021 г.

Месторождения	ДВФО		СФО		ПФО		УФО		СЗФО		СКФО*		ЦФО	
	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>
Собственно золоторудные	3031	2295	2554	2161	34	98	143	135	1	50		5		
Комплексные золотосодержащие	677	769	523	343	829	145	107	159	14	22	9	86	4	6
Россыпные	672	107	136	73	12	2	65	11	44	1	0,03	0,02		

Примечание. \* В 2021 г. на Госбаланс поставлено значимое собственное золоторудное месторождение «Имени Б. К. Михайлова» с запасами кат. ABC<sub>1</sub> 8,2 т, C<sub>2</sub> 69,8 т.

Рис. 1. Схема территориального размещения запасов и основных месторождений МСБ золота РФ:

месторождения рудного золота: 1 – собственные, 2 – комплексные; крупность: 3 – уникальные, 4 – крупные, 5 – средние, 6 – от 1000, 7 – 100 – < 1000, 8 – < 100

1. Состояние МСБ золота России на 01.01.2021 г.

Запасы на 01.01.2021, тыс. т			
Категории (количество месторождений):	ABC <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	ABC <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>
Золоторудные собственные (439)	5,763	4,744	10,507
Россыпные (5451)	0,928	0,194	1,122
Комплексные: медные, никелевые и др. (181)	2,163	1,529	3,692
Общие (6071)	8,854	6,467	15,321
Распределённый фонд запасов на 01.01.2021, %			
Золоторудные собственные	90,8	91,6	91,2
Россыпные	56,3	75,4	59,6
Комплексные	93,1	83,8	89,2
Всего	87,7	89,3	88,4
Прогнозные ресурсы, тыс. т (на 01.01.2021)			
Категории:	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Золоторудные (1357)	6,5	11,7	26,5
Россыпные (118)	0,2	0,2	0,5
Общие (1475)	6,8	11,9	27,0

Примечание. Источники: ГБЗ РФ, Сборник «Прогнозные ресурсы твёрдых и твёрдых горючих полезных ископаемых РФ».

порфиrowого Иканского – худшие экономические параметры относительно известных месторождений указанного типа, переданных в освоение. Кроме того, остаётся в нераспределённом фонде участок месторождения Наталкинское с балансовыми запасами 353,3 т, однако указанный объект нельзя рассматривать в качестве самостоятельного, и, вероятно, в перспективе он будет лицензирован компанией ПАО «Полюс», осуществляющей промышленное освоение основной части запасов месторождения.

Относительно пониженная востребованность россыпных месторождений с балансовыми запасами обусловлена преобладанием в нераспределённом фонде недр малорентабельных или нерентабельных объектов, характеризующихся низкими содержаниями золота и (или) сложными условиями отработки (большая мощность перекрывающих отложений, высокая обводнённость, неблагоприятные климатические условия и др.).

На рис. 2 наглядно видна динамика изменения балансовых запасов золота с 2004 (на 01.01.2005 г.) по 2020 г. (на 01.01.2021 г.) с выделением всех трёх групп месторождений – собственно золоторудных, комплексных золотосодержащих и россыпных. В последние годы в целом сохраняется тенденция к наращиванию суммарных запасов, хотя по каждой группе отмечаются свои «нюансы», которые мы более подробно рассмотрим ниже.

*Собственно золоторудные месторождения.* Запасы собственно золоторудных месторождений в России с 2004 г. значительно возросли (рис. 3, А), но с 2017 г. наметилась отчётливая стагнация этого процесса – на фоне возрастающей добычи золота её объём почти сравнялся с величиной прироста балансовых запасов. Сравнение двух диаграмм (динамики общих запасов и их приростов по годам) на рис. 3, А отчётливо показывает, что, кроме такого общего показателя «стагнации» прироста запасов, весьма настораживающим является факт, что в значительной степени прирост запасов обеспечивают (около 55 %) доразведка и переоценка известных с советских времён месторождений, прежде всего, уникальных – Сухого Лога, Наталки, Олимпиады, Нежданинского. Доразведка и переоценка именно этих месторождений обусловила скачкообразное возрастание балансовых запасов золота в РФ в 2006, 2007, 2009, 2016, 2020 годах. Эти объекты в последние годы настолько хорошо изучены, что ожидать от них дальнейшего существенного вклада в МСБ золота в РФ вряд ли целесообразно. Напротив, возможно и сокращение запасов – в 2021 г. на Нежданинском месторождении, по результатам переоценки, отмечена убыль запасов на 51,99 т. Соответственно, риск сокращения ежегодных приростов запасов становится очевидным, учитывая, что разведка большей части месторождений проведена после 2005 г. (нами отнесены к категории «новых», см. рис. 3, А, Б),

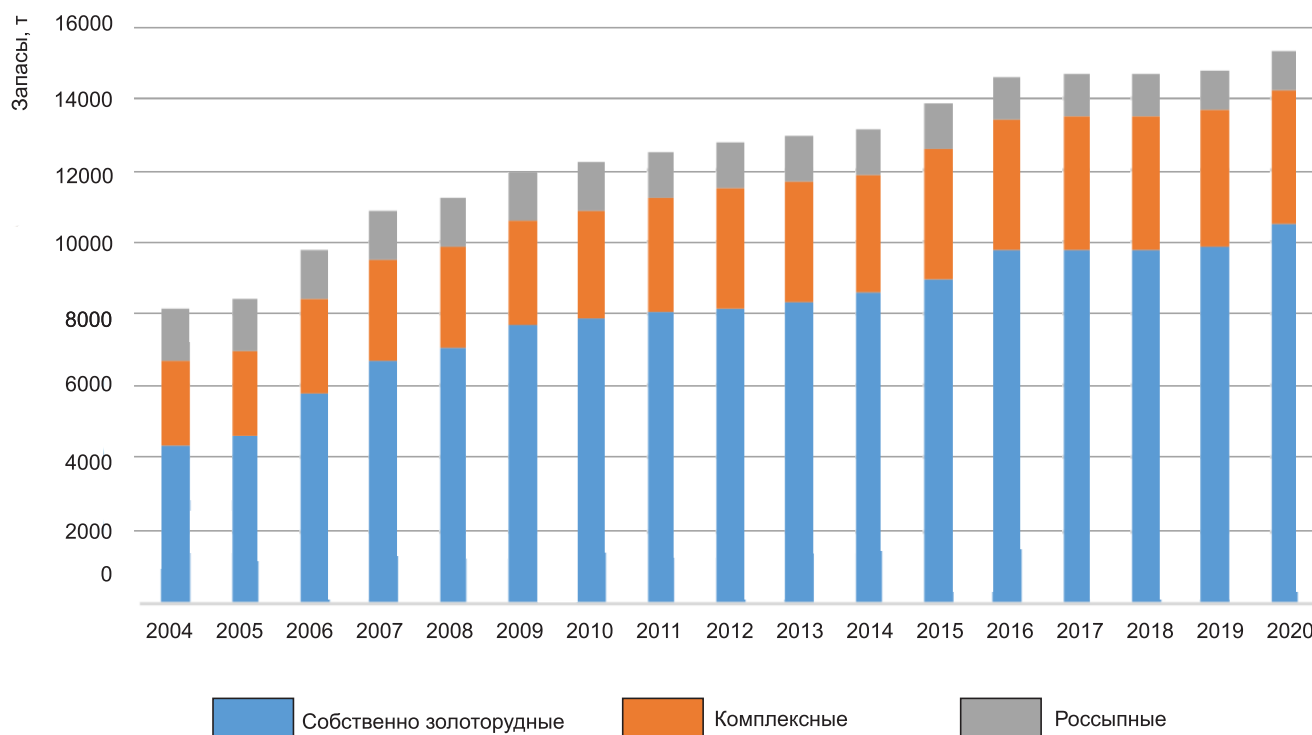


Рис. 2. Динамика запасов золота  $ABC_1 + C_2$  в 2004–2020 годах собственно золоторудных, комплексных и россыпных месторождений

и как перспективные рудопроявления они были выявлены ещё в советское время.

Важным представляется ещё один аспект: начиная с 2009 г. рост общих балансовых запасов золота собственно золоторудных месторождений обеспечивается увеличением запасов непромышленной категории  $C_2$ , тогда как запасы промышленных категорий  $ABC_1$  почти не возрастают (в 2015, 2016 и 2020 гг. они возросли в основном за счёт доразведки Вернинского и Олимпиадинского месторождений) (см. рис. 3, А).

*Комплексные месторождения.* В целом положительная динамика балансовых запасов комплексных золоторудных месторождений (рис. 4, А) также отличается «скачкообразностью» за счёт подготовки запасов на «новых» (постановка запасов на баланс после 2005 г.), но в основном давно известных комплексных рудных объектах – золото-урановых, формирующих Эльконскую группу (Элькон, Курунг и др.), золото-медно-порфировых – Песчанки, Томинского, Иканского, Малмыжского (см. рис. 4, Б). Что касается Малмыжского месторождения, поисковые и оценочные работы с подготовкой запасов на котором проводила компания «Amur minerals», определившая, по мнению некоторых авторов, перспективность этой площади на выявление порфирового месторо-

ждения, то следует отметить, что, согласно Государственному кадастру месторождений и проявлений, прогноз на выявление здесь молибден-медно-порфирового месторождения с первой оценкой прогнозных ресурсов меди (около 3,3 млн т) и молибдена (136 тыс. т) был выполнен В. А. Ловягиным в 1991 г. Позднее эта рекомендация была поддержана В. А. Кондратьевой (1992) и Ю. П. Змиевским (1999).

Однако в последние годы на фоне возрастающей добычи общие балансовые запасы почти не возрастают, в отдельные годы даже происходит их снижение (см. рис. 4, А).

Как и для собственно золоторудных месторождений настораживающим моментом в структуре балансовых запасов золота в комплексных золоторудных месторождениях является большая доля в их структуре запасов непромышленной категории  $C_2$  (см. рис. 4, А).

*Россыпные месторождения.* Общие запасы россыпного золота промышленных категорий непрерывно снижаются (рис. 5) за счёт сокращения запасов промышленных категорий  $ABC_1$ . Запасы категории  $C_2$  ежегодно незначительно возрастают. Объём списания балансовых запасов в последние годы сохраняется приблизительно на одном уровне (82,5–84 т). Это связано с тем, что Роснедра разрешило в ряде случаев осуществлять добычу из техногенных

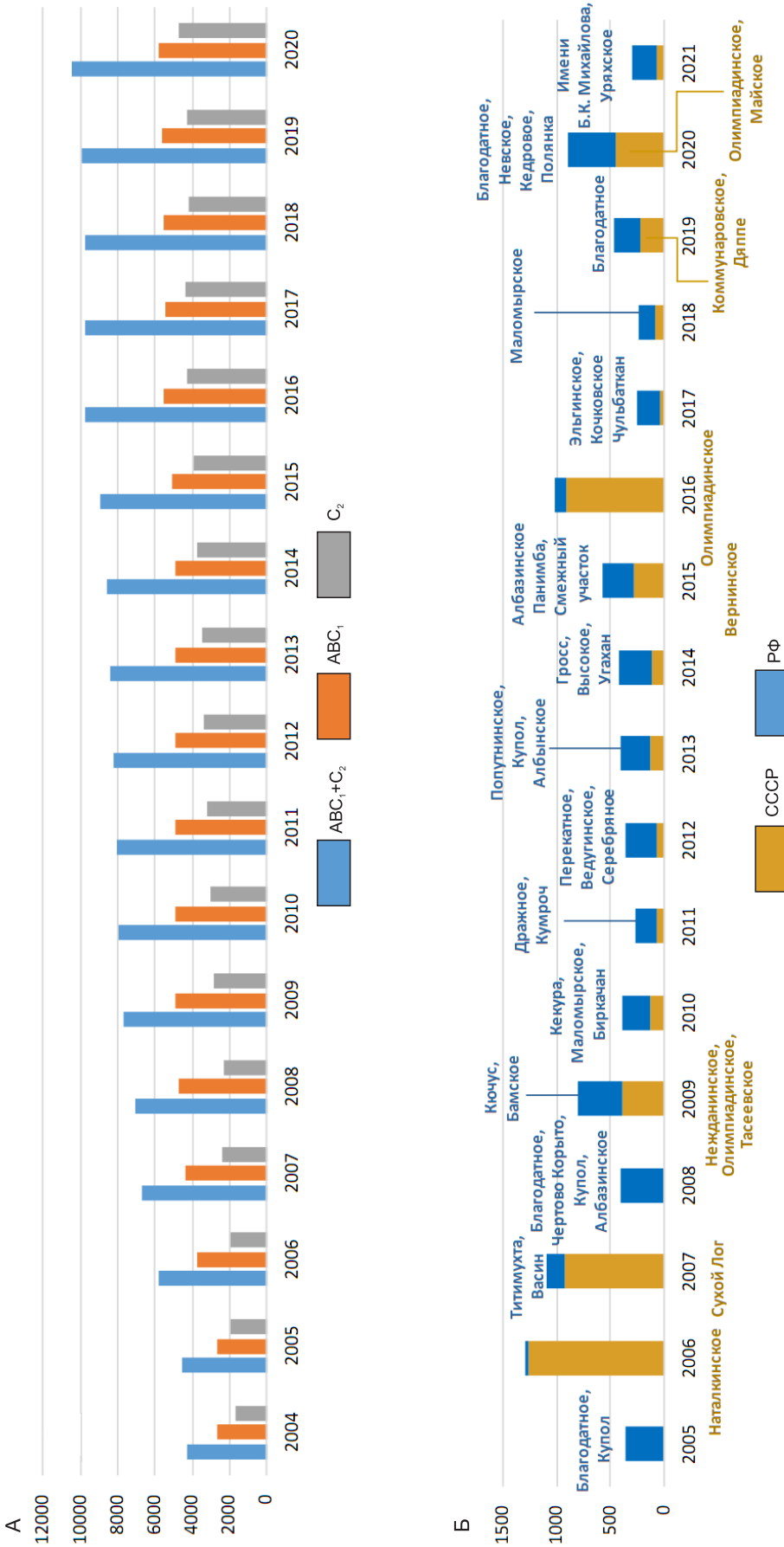


Рис. 3. Динамика суммарных запасов золота ABC<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> собственно золоторудных месторождений (А), прирост суммарных запасов золота ABC<sub>1</sub> + C<sub>2</sub>, поставленных на баланс в СССР и РФ (Б). Данные на 2021 год на основе протоколов ФБУ «ГКЗ»; список месторождений, обеспечивших основной вклад в прирост

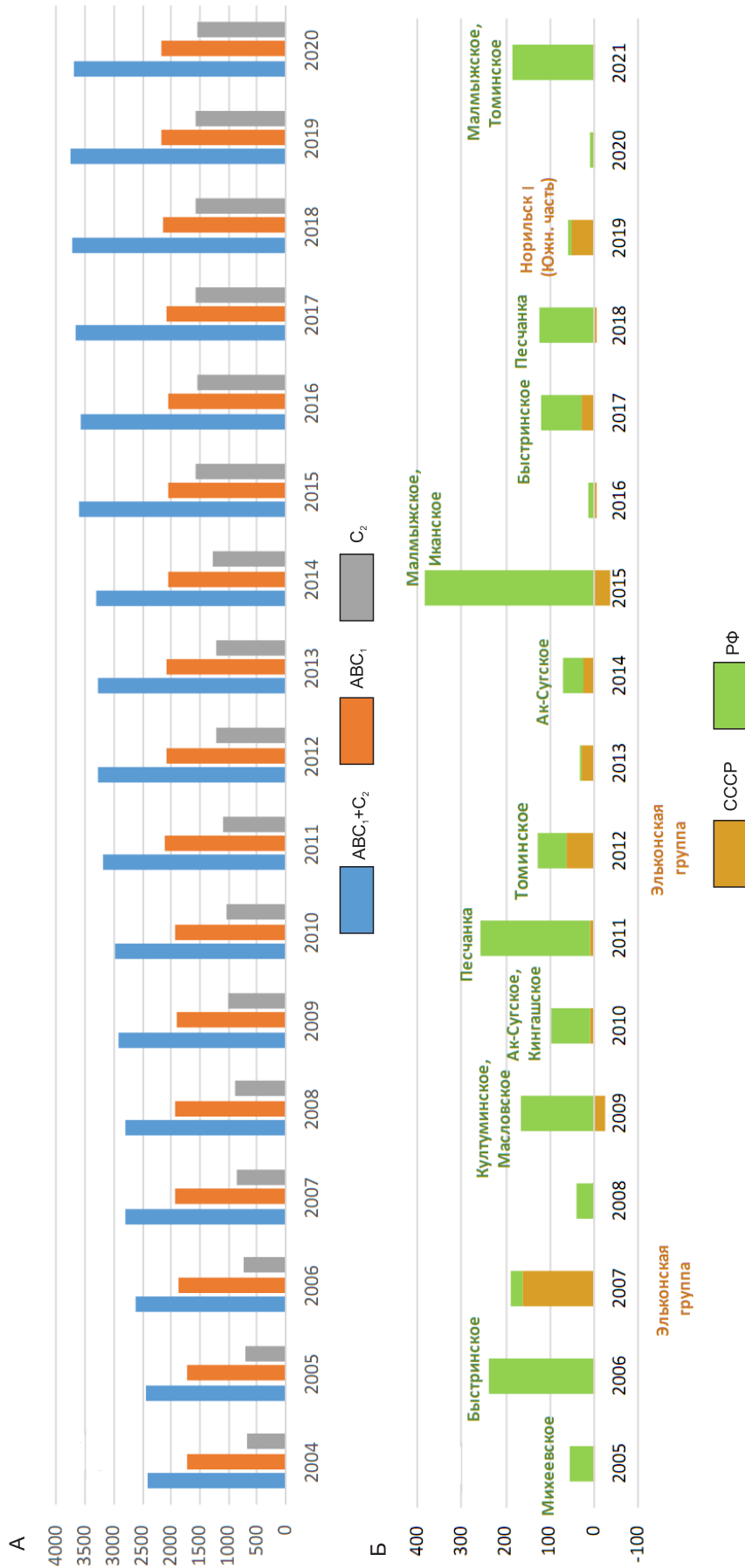


Рис. 4. Динамика суммарных запасов золота ABC<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> комплексных золоторудных месторождений (А); прирост суммарных запасов золота ABC<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> поставленных на баланс в СССР и РФ (Б). Данные на 2021 год на основе протоколов ФБУ «ГКЗ»; список месторождений, обеспечивших основной вклад в прирост

россыпных месторождений без предварительной постановки запасов на баланс: постановка запасов на баланс и одновременное их списание с баланса производится в конце каждого года по форме 5-ГР. Таким образом, эти запасы не учитываются Госбалансом.

*Прогнозные ресурсы.* Минерально-сырьевая база кроме запасов включает и апробированные прогнозные ресурсы золота, представленные в Сборнике прогнозных ресурсов, выпускаемом ФГБУ «Росгеолфонд». Состояние прогнозных ресурсов золота на 01.01.2021 г. в золоторудных и россыпных месторождениях приведено в таблице 1, динамика с 2010 г. по 2021 г. – на рис. 6. Апробированные прогнозные ресурсы россыпного золота (см. табл. 1) носят условный характер, так как в связи с отсутствием работ по их апробации и актуализации в последние годы в Сборнике прогнозных ресурсов они практически не изменяются и по совокупности объектов не превышают 0,22 тыс. т по каждой из наиболее достоверных категорий  $P_1$  и  $P_2$ , малодостоверная категория  $P_3$  содержит 0,53 тыс. т. Суммарно величина прогнозных ресурсов на 01.01.2021 г. составляет 45,7 тыс. т. Однако следует отметить, что около 60 % из них составляют малодостоверные прогнозные ресурсы категории  $P_3$  (см. табл. 1).

Как нами уже было показано ранее [2–4], хотя величина прогнозных ресурсов довольно значительна,

при их пересчёте в условные запасы (после проведения дальнейших поисковых и оценочных работ) с использованием статистически рассчитанных коэффициентов они не могут обеспечить воспроизводство запасов золота и последующую добычу на длительную перспективу.

*Перспективы МСБ золота в РФ.* Таким образом, несмотря на внешне благополучное состояние (рост балансовых запасов золота в РФ (см. рис. 2), существует ряд проблем, которые в скором времени могут привести к их сокращению:

1. Как уже нами отмечалось [3], весьма значительная доля запасов собственно золоторудных месторождений сосредоточена в четырёх уникальных по запасам месторождениях – Сухом Логе, Наталкинском, Олимпиадинском и Нежданкинском. На 01.01.2021 г. она составляет: по запасам промышленных категорий  $ABC_1$  – 56,9 %, категории  $C_2$  – 38,2 %, суммарно от  $ABC_1 C_2$  – 48,4 %, забалансовых – 36,5 %. А от общих балансовых запасов золота по категориям  $ABC_1$  и  $C_2$  соответственно около 37 и 28 %.

В связи с этим МСБ России весьма чувствительна к возможной переоценке запасов этих месторождений. А компании, ведущие их промышленное освоение, в планировании своей деятельности, в том числе и для привлечения заёмного капитала, помимо отечественной системы учёта оценивают запасы

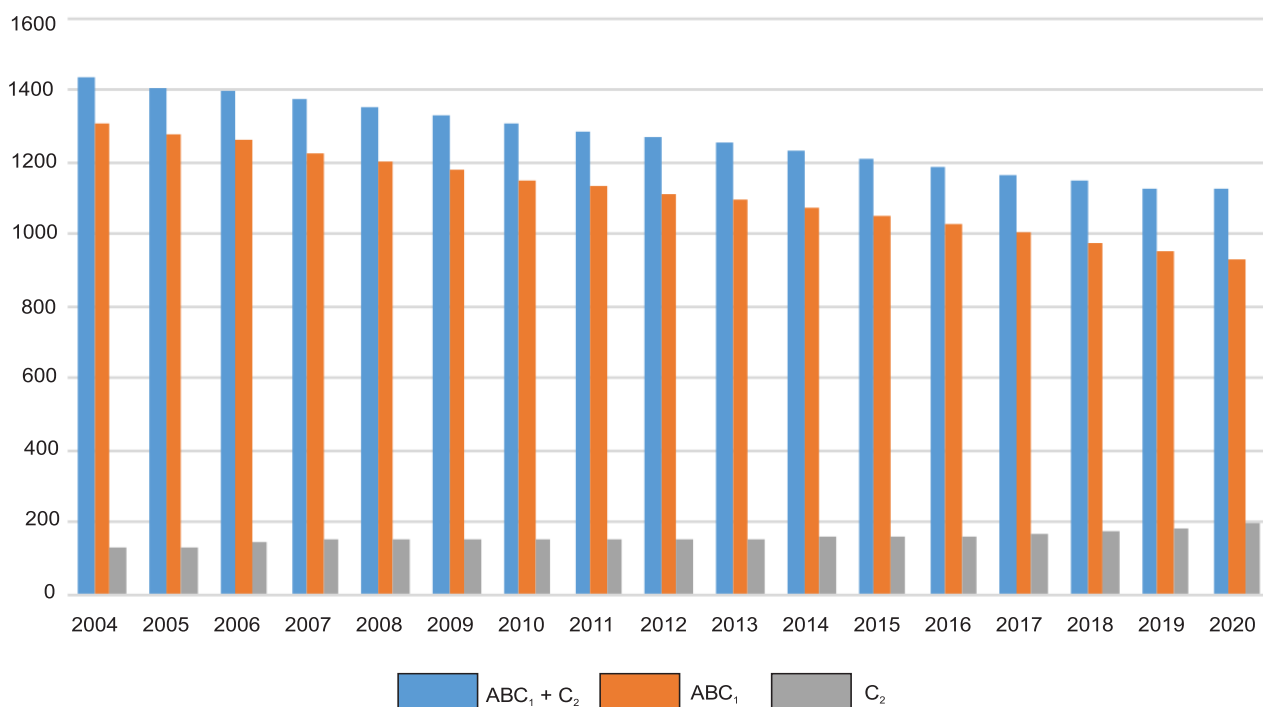


Рис. 5. Запасы золота россыпных месторождений РФ

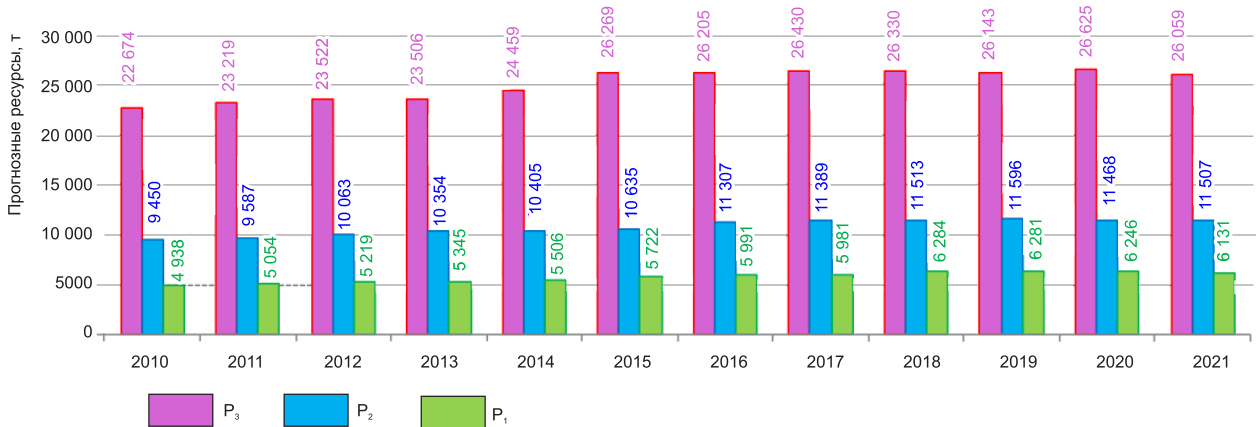


Рис. 6. Динамика прогнозных ресурсов золота в 2010–2021 гг. золота по категориям

и ресурсы активов с использованием зарубежных систем их классификации (JORC и др.), что отражается на изменении масштаба месторождений. Так, на Наталкинском месторождении, где запасы по категории  $ABC_1 + C_2$  составляют 1449 т, при переходе на оценку по JORC (2012) доказанные и вероятные запасы (proved and probable) оценены всего в 435 т. На Олимпиадинском соответственно 1054 и 715 т [5], Нежданинском 642 и 131 т [6].

На месторождении Сухой Лог в настоящее время готовится банковское ТЭО проекта (Bankable Feasibility Study), публикация ожидается во второй половине 2022 г. [7], по результатам которой запасы также могут измениться по сравнению с текущими: оценка вероятных запасов (пред ТЭО – PFS) ПАО «Полюс» в 2020 г. 40 млн унций – 1244 т [5], балансовые запасы кат.  $ABC_1 + C_2$  соответственно составляют 1943 т. Кроме того, как отмечалось выше, перспективы подготовки значительных балансовых запасов на этих месторождениях за счёт доразведки неочевидны из-за высокой степени их изученности. Также следует учитывать, что почти на всех этих месторождениях начнутся (Сухой Лог – на 2027 г. запланирован выпуск первого золота) или будут усилены (Олимпиада, Наталка, Нежданинское) добычные работы в значительных объёмах, в результате чего балансовые запасы будут погашаться и, соответственно, снижаться.

2. Балансовые запасы, которые могут быть подготовлены за счёт проведения геологоразведочных работ на объектах распределённого фонда недр (объектах из Сборника прогнозных ресурсов), согласно приведённым ранее расчётам [3, 4], составят 30–40 т в год.

3. Балансовые запасы категории  $C_2$ , прирост которых довольно значителен (см. табл. 1, рис. 3) и которые обычно ставятся на Госбаланс на стадиях оценки

или предварительной разведки, в результате более детальных разведочных работ зачастую сокращаются за счёт того, что в их контурах выделяются более локальные блоки с запасами промышленных категорий для проведения эксплуатационных работ.

4. Забалансовые запасы, очевидно, являются определённым резервом пополнения МСБ золота – при некоторых условиях (повышение цены золота, появление новых более экономичных технологий добычи и обогащения и др.) они могут быть переведены в балансовые. Однако их количество не столь велико – в целом по РФ на 01.01.2021 г. составляет 3427 т. Причём прогнозировать, какая их часть и в какой временной период может стать балансовой, в настоящее время сложно.

5. При оценке перспектив наращивания или стабилизации МСБ золота следует также учитывать, что подавляющее количество золоторудных месторождений, отнесённых нами к категории «новых» (см. рисунки 3, Б и 4, Б), на самом деле, как рудопроявления с прогнозными ресурсами (как апробированными, так и авторскими) выявлены во времена СССР. То есть до сих пор для подготовки балансовых запасов в РФ используется советский «поисковый задел», который практически иссяк.

6. В последние два десятилетия изучение перспективных площадей и подготовка прогнозных ресурсов рудного золота осуществлялась в основном при проведении поисковых работ за средства федерального бюджета. При этом выбор перспективных площадей для проведения таких работ осуществлялся и продолжает осуществляться на основе анализа геологических, геофизических и геохимических материалов, полученных в результате геологоразведочных работ в советский период. Но в условиях исчерпания поискового задела советского времени качество

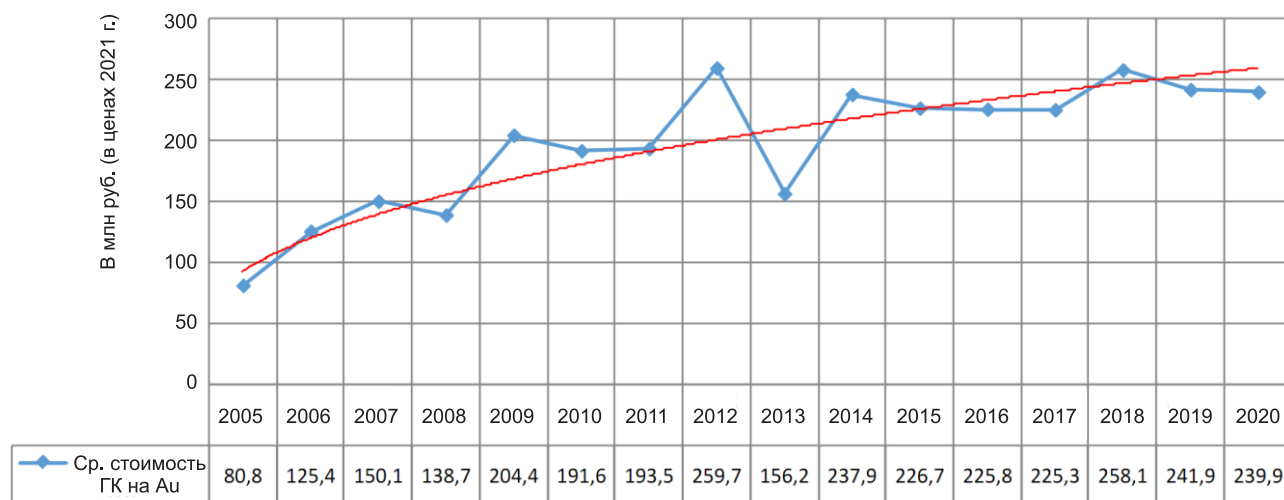


Рис. 7. Динамика средней стоимости завершённых Госконтрактов ГРР на золото в период 2005–2020 гг. (в ценах 2021 г.). Приняты коэффициенты инфляции по данным Росстата

(перспективность и изученность) площадей ежегодно снижается по мере отбора для проведения поисковых работ самых лучших из имеющегося банка участков. Это приводит к удорожанию ГРР и постоянному росту стоимости (с учётом инфляции) госконтрактов на поисковые работы (рис. 7). Одновременно происходит и снижение результативности завершённых ГРР на золото, оценённой при пересчёте апробированных прогнозных ресурсов ( $P_1 + 0,6 P_2$ ) в условные запасы золота с использованием статистически

рассчитанных коэффициентов (рис. 8) [3, 4]. Если в первые годы рассматриваемого периода 2005–2020 гг. в результате выполненного комплекса ГРР ежегодный прирост условных запасов золота был на уровне 400–700 т, то в последние годы этот уровень не достигает 200 т.

Это происходит на фоне снижающегося бюджетного финансирования геологоразведочных работ как на твёрдые полезные ископаемые (ТПИ) в целом, так и на золото (рис. 9), для которого это снижение

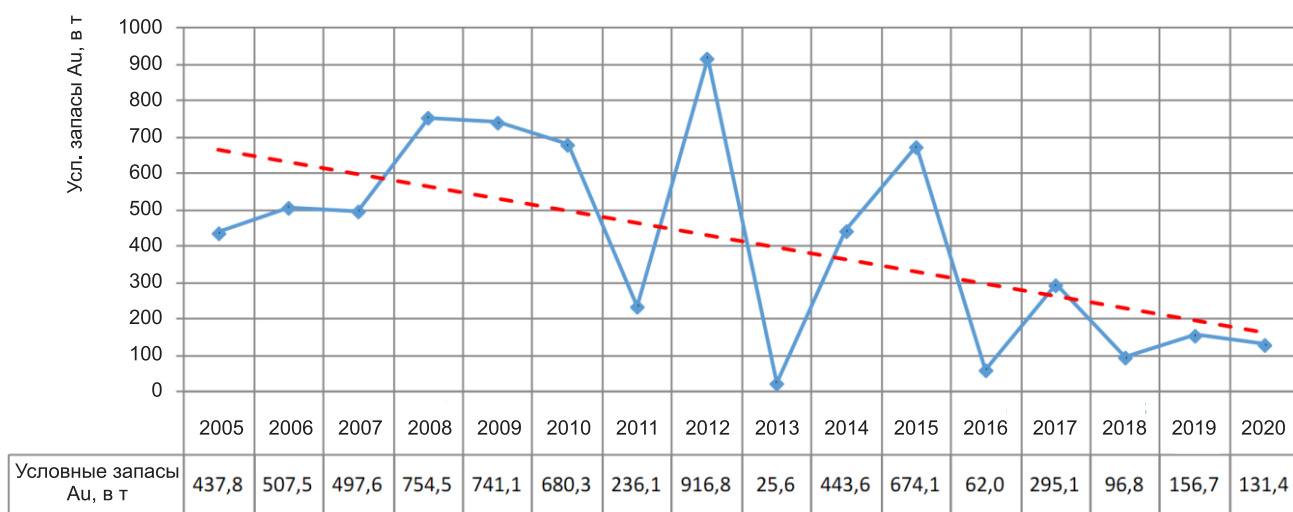


Рис. 8. Динамика полученных условных запасов золота ( $P_1 + 0,6P_2$ ) в период 2005–2020 гг. по завершённым Госконтрактам на золото

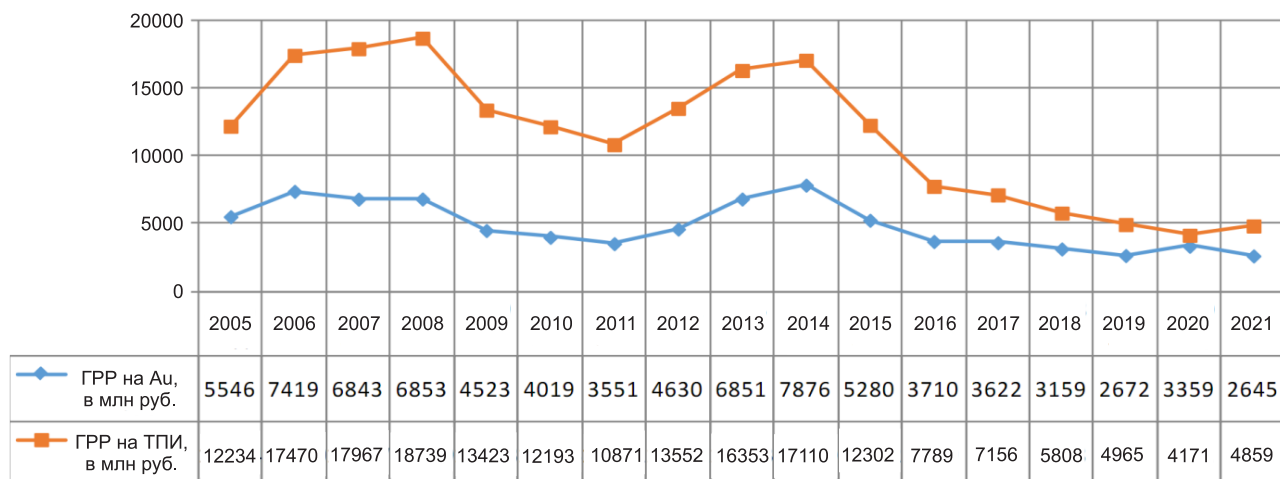


Рис. 9. Динамика бюджетного финансирования ГРР на ТПИ и золото в период 2005–2020 гг. (в ценах 2021 г.). Приняты коэффициенты инфляции по данным Росстата

не компенсируется возрастанием его относительной доли по сравнению с другими видами ТПИ в среднем с 33 % в 2009–2011 гг. до 59 % в прошедшие пять лет (рис. 10). Скачкообразные изменения доли финансирования золота за последние 4 года связаны с изменчивостью величины «неисполненных обязательств» исполнителей работ с соответствующим переносом финансирования на следующий год.

7. Обозначенные проблемы воспроизводства МСБ золота неоднократно озвучивались на протяжении последних лет [2–4 и др.]. И в связи с тем, что воз-

можности федерального бюджета по наращиванию финансирования ГРР на твёрдые полезные ископаемые, в том числе на золото, ограничены, с 2014 г. введён в действие «заявительный принцип» лицензирования на геологическое изучение недр с целью поисков и оценки месторождений с последующим оформлением «факта их открытия» и лицензии на разведку и добычу. За прошедшие 8 лет на золото по «заявительному принципу» выдано 5215 лицензий (4151 на россыпное золото и 1064 на коренное), и этот процесс в целом происходит с положительной динамикой

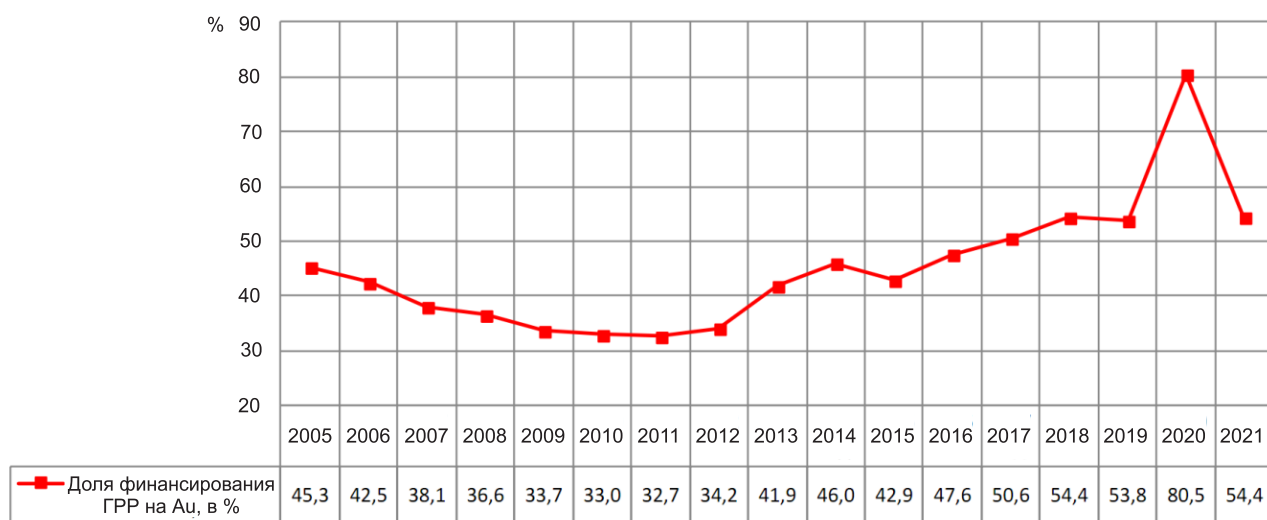


Рис. 10. Доля бюджетного финансирования ГРР на Au относительно общей стоимости ГРР на ТПИ

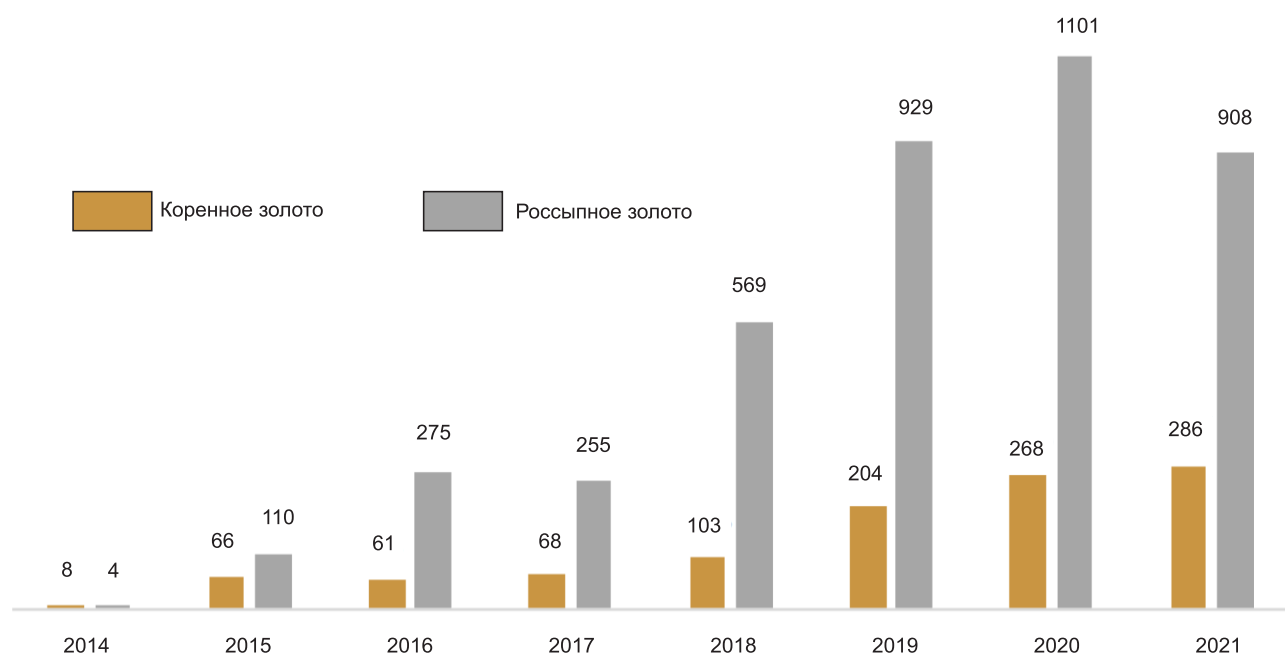


Рис. 11. Динамика заявок и выданных лицензий по «заявительному принципу» в 2014–2021 гг.

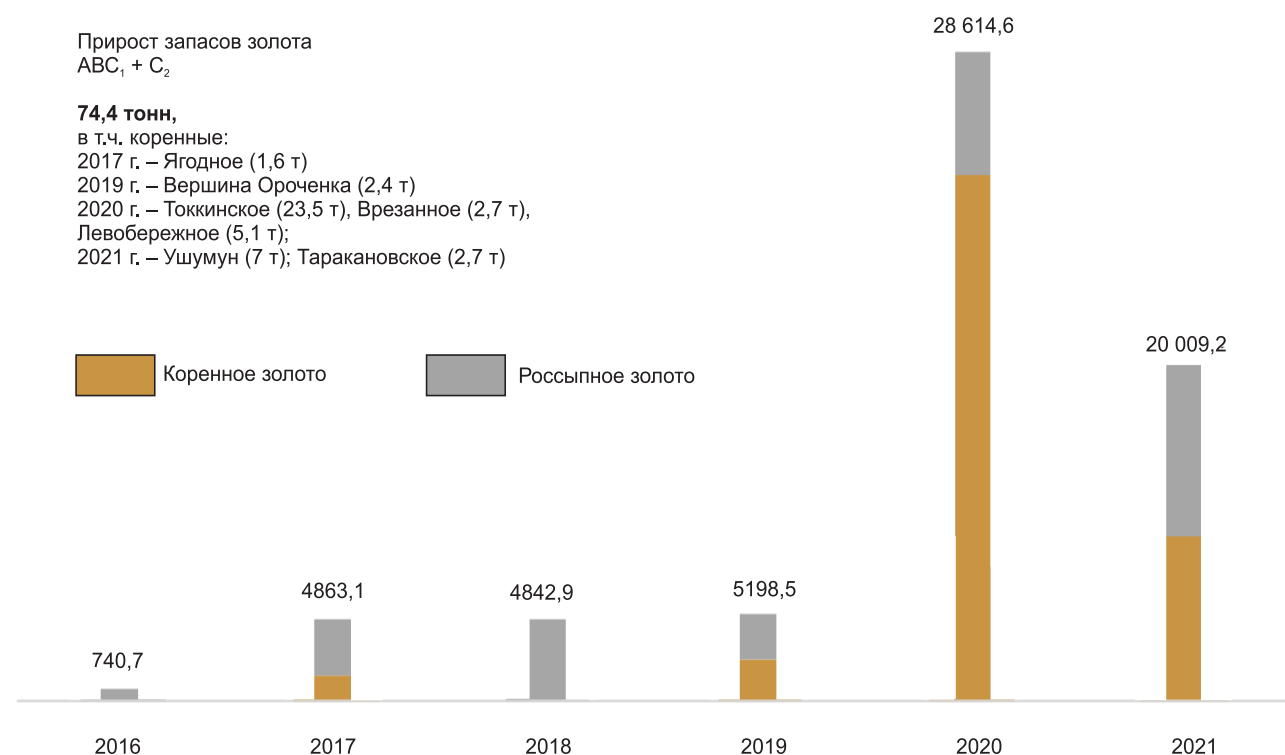


Рис. 12. Динамика постановки на баланс запасов золота по результатам ГРП

(рис. 11). Однако на 01.01.2022 г. в результате работ по «заявительному принципу» подготовлены лишь 74,4 т балансовых запасов, в том числе 45 т по семи коренным объектам (рис. 12). Самым крупным из коренных месторождений является Токкинское, запасы которого (23,5 т) составляют более половины суммарных запасов коренных месторождений, и которое, по существу, является западным флангом золоторудного кластера Гросс (удалённость от месторождений Высокое, Тёмное, Таборное около 6 км, согласно ФГИС «АСЛН»). А остальные коренные объекты мелкие, и, таким образом, на настоящий момент можно констатировать невысокую эффективность «заявительного принципа» лицензирования по выявлению новых месторождений и подготовке балансовых запасов золота [1]. Я. В. Алексеевым и И. В. Поповым причины этого рассматривались подробно [1], главные из них – отсутствие эффективного механизма финансирования ГРП и их слабая геологическая обеспеченность. Хотя также необходимо иметь в виду, что в мировом опыте, по разным оценкам, количество успешных проектов на «зелёных» площадях при поисках золоторудных месторождений составляет 2–4 %, а по

нашим расчётам [4], статистическая вероятность выявления месторождений (в основном мелких) за 2002–2015 гг. на наиболее перспективных площадях с прогнозными ресурсами категории  $P_3$  при поисковых работах за средства федерального бюджета составила 16 %. Поэтому при оптимистичном расчёте, даже если на 10 % лицензий, выданных по «заявительному принципу» (на 106 из 1064), будут выявлены промышленные рудные объекты со средними запасами 6,5 т (см. рис. 12 – поставлено на баланс 45 т запасов на семи месторождениях), их суммарные запасы могут составить около 700 т – менее чем на два года добычи при её современном объёме. А учитывая, что большая часть площадей с какими-либо (установленными в советский период) поисковыми признаками на коренное оруденение уже залицензированы, объёмы лицензирования на рудное золото по «заявительному принципу», вероятно, в ближайшие годы будут сокращаться.

9. В последние годы, в том числе из-за высокой стоимости золота на мировом рынке, непрерывно возрастает добыча золота в РФ из всех типов месторождений (рис. 13), и, как отмечалось выше, она имеет

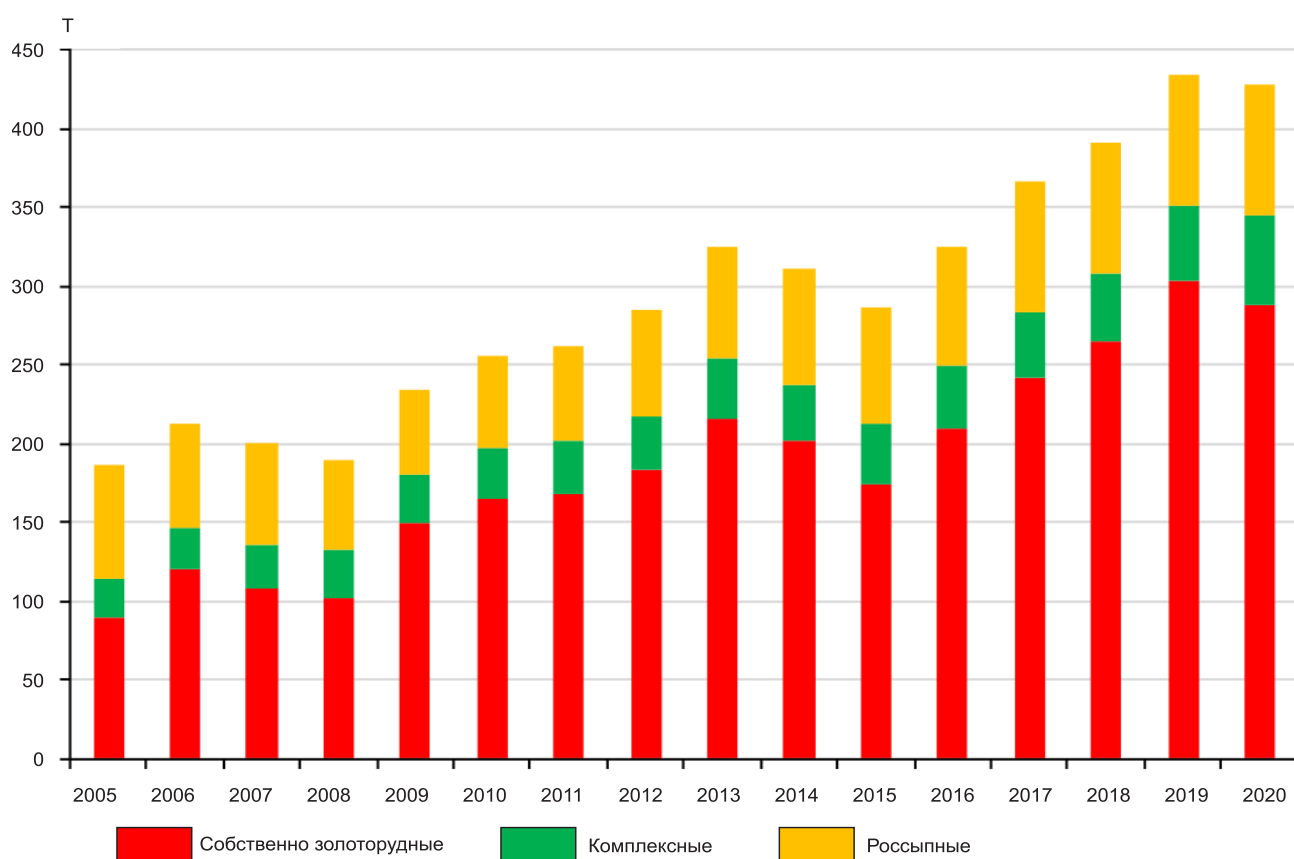
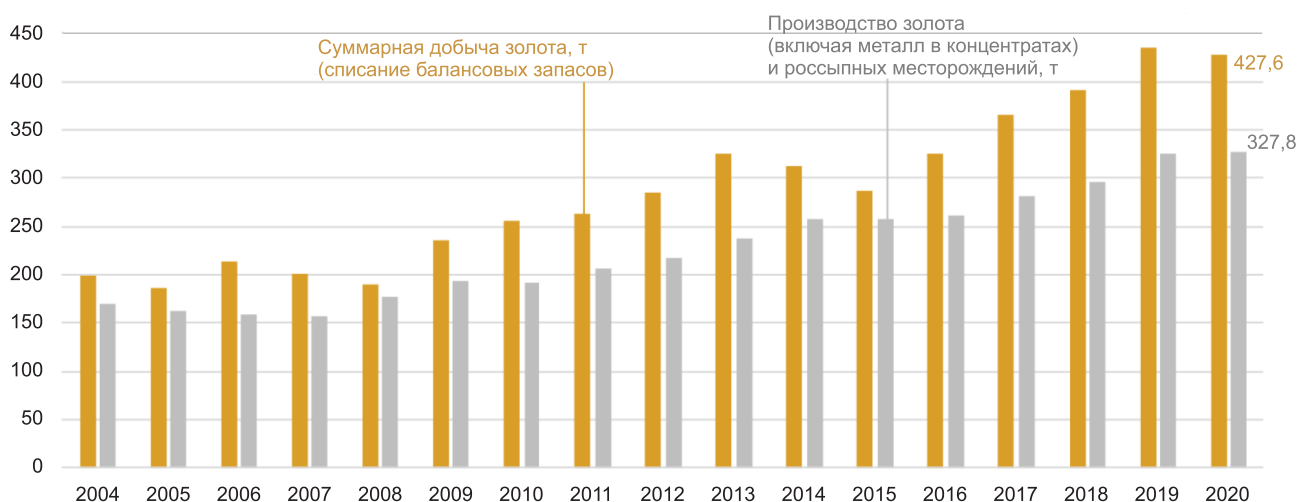


Рис. 13. Динамика добычи золота (списания балансовых запасов) в России по типам месторождений



**Рис. 14. Суммарные добыча и производство золота из золоторудных и россыпных месторождений в РФ.** Среднее извлечение золота за период 2004–2020 гг. составило (в %) чуть менее 80, в 2004 г. – 84,9, а в 2021 г. – 76,7; в 2020 г. в России было произведено 308,6 т золота (аффинаж из минерального сырья (добычное и попутное), кроме того выпуск золота в концентратах составил 19,2 т; из вторичного металла (скрапа) на аффинажных заводах было получено ещё 31,6 т; источники: добыча – ГБЗ РФ; производство – Союз золотопромышленников России, Минфин России, ПРАЙМ, отчётность добывающих компаний (ПАО «Полюс», Polymetal International plc и др.)

тенденцию на дальнейшее увеличение и в ближайшие годы, прежде всего за счёт крупных месторождений, запасы которых начнут снижаться. То есть очевидна тенденция к превышению добычи над постановкой на баланс новых запасов.

10. Одной из проблем, влияющих на эффективность добычных работ, являются высокие потери золота на стадии добычи. На рис. 14 на одной диаграмме совмещены добыча (списание балансовых запасов) и производство золота в целом из всех типов месторождений. Разница между этими двумя величинами – потери золота при разработке. Частично это потери в недрах, основные же потери связаны со стадией переработки – то есть технологические потери. Причём с 2004 г. до 2020 г. среднее извлечение золота снизилось с 84,9 до 76,7 %, то есть потери в целом возрастают, что обусловлено несколькими причинами. Во-первых, снижается в общем объёме добычи относительная доля россыпного золота, а так как технологические потери при россыпной золотодобыче значительно ниже, чем при переработке руд, увеличиваются и средние потери. Во-вторых, ухудшается качество руд в связи с вовлечением в разработку месторождений с труднообогатимыми рудами с соответствующим снижением извлечения золота. Это касается как собственно золоторудных месторождений, так и, особенно, комплексных объектов.

**Резюме.** Несмотря на перечисленные выше проблемы МСБ золота в Российской Федерации, в ближайшие годы прогнозируется дальнейшее увеличение производства золота в России из минеральных месторождений, в том числе за счёт начала или усиления эксплуатационных работ на ряде месторождений (Наталкинское, Быстринское, Нежданинское, Олимпиадинское, Сухой Лог и др.). Однако уже в обозримой перспективе при настоящей ситуации с подготовкой прогнозных ресурсов и запасов золота начнётся снижение общих балансовых запасов, а затем и добычи.

Для изменения возможной отрицательной тенденции в производстве золота в России необходимо выявление новых золоторудных месторождений, для чего требуется значительно увеличить работы ранних стадий для выявления рудопроявлений и подготовки прогнозных ресурсов, а затем и балансовых запасов. В связи с исчерпанием поискового задела советского периода необходимо внедрение в практику новых методов прогнозирования и поисков. Это обусловлено тем, что при предшествующих ГРП те или иные поисковые признаки были выявлены прежде всего на относительно открытых территориях. Для значительной части золотоперспективных регионов характерны сложные горно-таёжные ландшафты, где рудоносные структуры перекрыты чехлом рыхлых отложений различного генезиса и где стандартные методы

поисков (геологические маршруты, литохимическое опробование по вторичным ореолам рассеяния) неэффективны. В этом случае особую роль приобретают прогнозно-металлогенические исследования для локализации перспективных участков и структур, в том числе перекрытых, с целью концентрации в их пределах геологоразведочных работ. Данные исследования ещё более важны для поисков скрытых золоторудных месторождений в условиях, когда для большинства типов золоторудных объектов отсутствуют прямые геофизические методы поисков. Для заверки прогнозных построений и выделения перспективных участков для поисковых работ необходимо введение в действие стадии «прогнозно-минерагенические работы».

По мнению авторов, не смотря на действие «заявительного принципа лицензирования», для решения этой проблемы затраты федерального бюджета на работы ранних стадий (прогнозно-минерагенические и поисковые) должны значительно возрасти, причём одной из главных их задач должно быть восполнение банка перспективных участков («поискового задела») для последующих работ недропользователей.

**Минерально-сырьевая база металлов платиновой группы.** По состоянию на 01.01.2021 г. МСБ металлов платиновой группы (МППГ) включает 146 месторождений (35 коренных и 111 россыпных) с общими балансовыми запасами 15 897,93 т, в том числе: 11 384,23 т кат. АВС<sub>1</sub> и 4 513,69 т кат. С<sub>2</sub>; 1067,5 т забалансовых.

Добыча МППГ в 2020 г. составила 148,7 т.

Ведущее значение в балансовых запасах и добыче МППГ в российской МСБ, как и в мировой, принадлежит коренным месторождениям (99,7 %) при весьма скромной роли россыпных (0,3 %) (таблица 2).

В балансовых запасах (кат. АВС<sub>1</sub> + С<sub>2</sub>) коренных месторождений основными компонентами являются палладий (72,5 % запасов) и платина (22,7 %) при соотношении 3,2:1; прочие платиноиды – попутные: родий (2,1 %), рутений (1,8 %), иридий (0,5 %), осмий (0,4 %). В россыпях, где заключено всего 0,3 % запасов, доминирует платина (96,1 % шлиха), запасы остальных МППГ составляют менее 4 %, в том числе (в %): палладий – 1,8, иридий – 1,3, осмий – 0,4, родий – 0,3, рутений – 0,1 (см. табл. 2, рис. 15, А1 и А2).

Основу МСБ составляют 22 комплексных медно-никелевых месторождения – 96 % балансовых запасов, 9 собственных месторождений МППГ включают 3,5 % балансовых запасов; на долю остальных трёх МППГ-содержащих месторождений приходится всего 0,2 % (медно-платиновое 0,13 %, ванадиево-железо-медное – 0,08 % и уран-ванадиевое – 0,01 %).

Балансовые запасы МППГ учтены на территориях одиннадцати субъектов шести Федеральных округов; добыча осуществляется в шести субъектах четырёх Федеральных округов. Основная часть запасов сконцентрирована в месторождениях Красноярского края (95,6 % российских). Относительно крупные запасы разведаны в объектах Мурманской области (3,7 %).

## 2. Состояние минерально-сырьевой базы МППГ РФ на 01.01.2021 г.

Россия, субъект РФ, типы месторождений	Количество месторождений	Запасы на 01.01.2021, т					Добыча 2020 г., т	
		кат. АВС <sub>1</sub>	кат. С <sub>2</sub>	Забаланс.	Кат. АВС <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> всего	%	всего	%
Всего Россия	146	11 384,23	4 513,69	1 067,50	15 897,93	100	148,681	100
Коренные, в том числе:	35	11 351,21	4 503,95	1 035,92	15 855,17	99,73	148,212	99,68
собственные платинометалльные	9	271,024	292,95	106,915	563,97	3,55		
комплексные, в том числе:	26	11 080,19	4 211	929,011	15 291,19	96,18	148,212	99,68
медно-никелевые	22	11 072,52	4 183,76	851,206	15 256,28	95,96	148,062	99,58
медно-платинометалльные	1	7,667	12,995	2,092	20,662	0,13		
ванадиево железо-медные	1	0	12,83	46,923	12,83	0,08	0,15	0,1
уран-ванадиевые	1	0	1,418	0	1,418	0,01		
медно-сульфидные	1			28,79				
Россыпные, в том числе	111	33,02	9,74	31,57	42,76	0,27	0,469	0,32
собственно платиновые	59	30,31	9,33	30,5	39,64	0,25	0,436	0,29
золотоносные с платиной	23	0,38	0,05	0,04	0,43	0,002		
платино-золотоносные	21	2,34	0,22	1,03	2,55	0,02	0,024	0,02
алмазонасные с платиной	8		0,14	0	0,14	0	0,009	0,01

На территории остальных субъектов учтено около 0,7 % российских запасов: Свердловская область – 0,22 %, Хабаровский край – 0,18 %, Амурская область – 0,10 %, Республика Карелия – 0,09 %, Камчатский край – 0,08 %, Воронежская область – 0,05 %. Совсем незначительные запасы учтены в Пермском крае (0,003 %) и Республике Саха (0,001 %), в Забайкальском крае учтены забалансовые запасы МПГ.

В Красноярском крае запасы МПГ сосредоточены в 10 коренных медно-никелевых месторождениях (из них 3 месторождения с забалансовыми запасами); запасы 3 россыпей составляют около 0,01 % балансовых.

Коренные месторождения Красноярского края располагаются в Норильском (8 месторождений, в том числе 3 – с забалансовыми запасами) и Кингашском рудных районах, входят в группу Главнейших месторождений платиноидов России и существенно различаются масштабами запасов, составом руд и содержанием в них МПГ.

Балансовые запасы месторождений Норильского района составляют: Октябрьское – 33,53 % запасов кат. АВС<sub>1</sub> + С<sub>2</sub> России, Талнахское – 26,74 %, Норильск I – 20,63 %, Масловское – 9,57 %, Черногорское – 3,34 %. Средние содержания МПГ в сплошных и «медистых» рудах составляют 10–12 г/т (выделяются в запасах Талнахского и Октябрьского месторождений), во вкрапленных – 3,5–6 г/т.

Запасы месторождений Кингашского района составляют: Верхнекингашское – 1,02 %, Кингашское – 0,75 %. Руды относятся к вкрапленному типу, среднее содержание на порядок ниже норильских объектов – 0,5–0,6 г/т.

Основные запасы Мурманской области (94 % субъекта) и Республики Карелия (99,1 %), напротив, представлены малосульфидными платинометалльными рудами.

В Мурманской области к крупным месторождениям МПГ относится Федорова Тундра, к средним – Киевей, Мончетундровское и Северный Каменник, мелкое – Чуарвы Восточное. Средние содержания по объектам варьируют от 1,5 до 8,4 г/т МПГ, отношение палладия к платине – 2–7:1; в качестве извлекаемых компонентов в рудах также учтены запасы золота, серебра, никеля и меди. Медно-никелевые месторождения Печенгского рудного района включают 6 % балансовых запасов, но обеспечивают всю добычу МПГ в субъекте. Руды преимущественно вкрапленные с содержаниями, не превышающими сотых и десятых долей г/т.

В Республике Карелия в крупном месторождении Викша (155 т), новые запасы которого утверждены ФБУ «ГКЗ» по состоянию на 01.01.2021 г. (протокол № 6697) и пока не отражены в данных Госбаланса

РФ, сосредоточено более 97 % их количества от субъекта. Средние содержания платины – 0,3 г/т, палладия – 0,9 г/т, в качестве извлекаемых компонентов в рудах также учтены запасы золота, серебра и меди.

Запасы сульфидных медно-никелевых руд с попутными платиноидами (около 0,15 %) учтены также на территории Воронежской (Еланское и Елкинское, средние содержания 0,13 г/т) и Амурской (Кун-Манье – 0,345 г/т) областей, в Камчатском крае (Шануч – 0,62 г/т).

На Урале разведано среднее по запасам МПГ Волковское ванадиево-железо-медное месторождение с попутным палладием в рудах и мелкое Вересоборское коренное платиновое месторождение в дунитах.

В Хабаровском крае среди дунитов щёлочно-ультраосновного массива Кондер выявлен новый для России рудно-формационный тип месторождений МПГ – медно-платинометалльные руды в флогопитизированных титаномагнетитовых клинопироксенитах.

Среди россыпных месторождений МПГ выделяются собственно платиновые (среднее содержание в запасах – 0,26 г/м<sup>3</sup>), платино-палладиевые (7,5 г/м<sup>3</sup>) и комплексные россыпи трёх промышленных типов: платино-золотоносные (0,08 г/м<sup>3</sup>), золотоносные с содержаниями платины (0,007 г/м<sup>3</sup>) и алмазоносные с содержаниями платины (0,007 г/м<sup>3</sup>). Основные запасы сосредоточены в собственно платиновых россыпях Камчатского, Хабаровского, Пермского краёв, Свердловской области и платино-палладиевых россыпях Красноярского края. Запасы платино-золотоносных и золотоносных россыпей с содержаниями платины (Свердловская область) и алмазоносных россыпей с содержаниями платины (Республика Саха (Якутия)) составляют около 10 % запасов россыпей.

В 2020 г. из недр было добыто 148,7 т платиноидов – на 1,8 т (1,2 %) больше, чем в прошлом году. Добыча из коренных месторождений (148,2 т) выросла на 2,1 т (1,4 %), из россыпей (469 кг) уменьшилась на 35,5 %. Кроме того, на техногенных объектах было получено 6,3 т – на 6,9 % больше, чем в 2019 году (5,9 т).

Велась разработка 41 месторождения: 8 коренных и 33 россыпных, при этом 99,3 % добычи металлов платиновой группы было обеспечено разработкой трёх медно-никелевых месторождений Норильского рудного района: Октябрьского, Талнахского и Норильск I. Добыча остальной части платиноидов распределяется между Мурманской (0,25 %), Свердловской областями (0,2 %), Хабаровским (0,2 %) и Камчатским (0,02 %) краями. Незначительное количество попутной платины (9 кг) получили на алмазоносных россыпях Республики Саха (Якутия).

Приросты запасов кат. АВС<sub>1</sub> за 2020 год в целом по России составили 109,3 т МПГ, из них 75,7 т за счёт

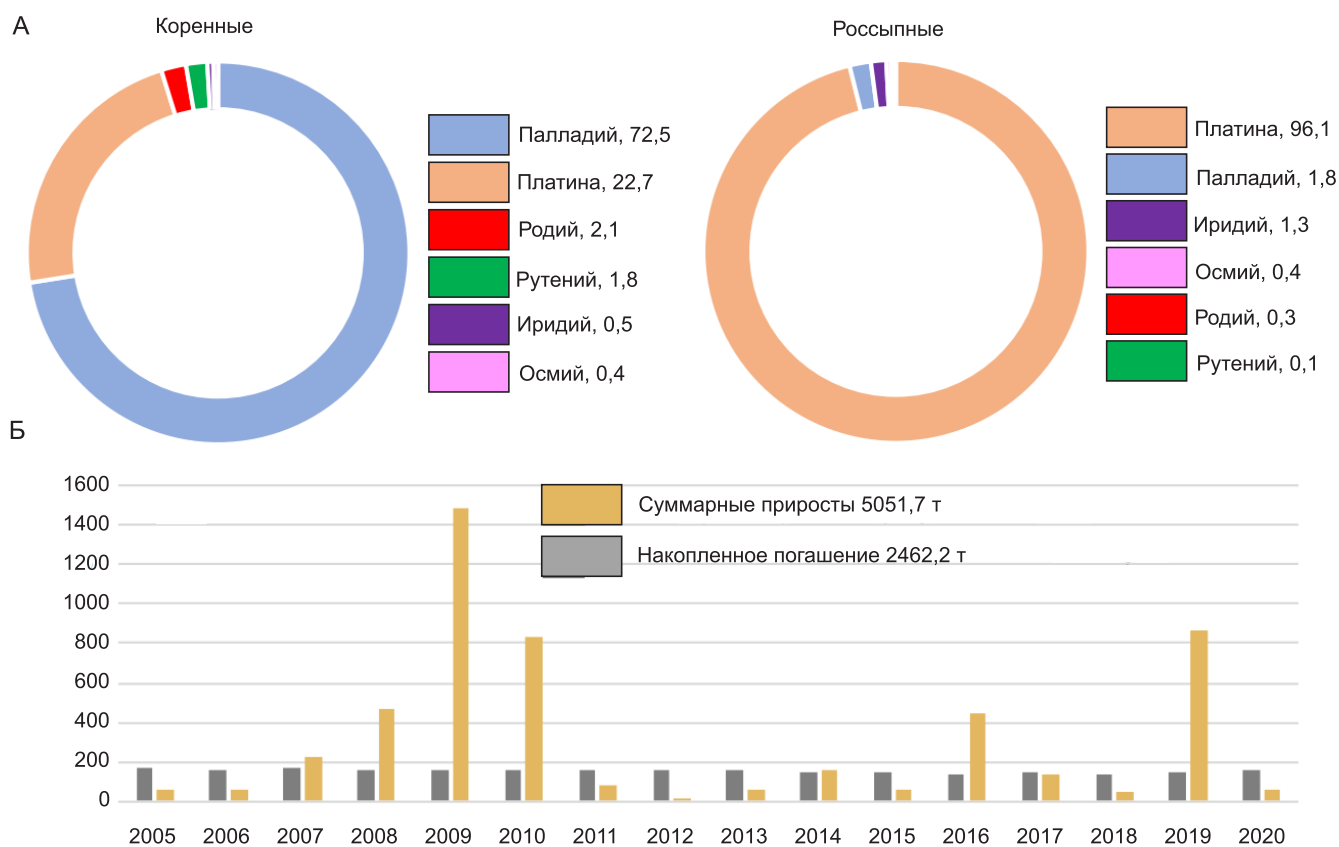


Рис. 15. Структура российских запасов МПГ (А – коренные и россыпные) и динамика прироста запасов и их погашения (Б – все типы)

разведки главным образом на Октябрьском и Талнахском месторождениях (перевод из категории  $C_2$ ) и 33,7 т при переоценке Северной части месторождения Норильск I. Из общего прироста запасов за счёт разведки около 89,9 % получено на разрабатываемых коренных (85,8 %) и россыпных (4,1 %) месторождениях. Постановка на учёт нового медно-платинометалльного месторождения Кондёр в Хабаровском крае (7,7 т) обеспечила 10,1 % за счёт разведки и 7 % общего прироста запасов за 2020 год.

В целом запасы МПГ категорий  $ABC_1$  по состоянию на 01.01.2021 г. с учётом разведки, переоценки, добычи и потерь при добыче в 2020 г. уменьшились на 43 т, категории  $C_2$  – на 54 т по сравнению с годом ранее.

В 2021 г., по результатам доразведки, отмечен прирост запасов на месторождении Викша по категории  $ABC_1 + C_2$  145 т, в том числе по кат.  $ABC_1$  92,7 т и участке Рудный Чинейского месторождения (Забайкальский край), соответственно 156,2 т и 38,3 т, что в сумме (301,2 т) выше достигнутого в 2020 г. (152,4 т) и ожидаемого (142–145 т) в 2021 г. уровня их

погашения в целом по РФ, а также отвечает тенденции устойчивого состояния МСБ МПГ по соотношению прироста и погашения запасов (см. рис. 15, Б).

Прогнозные ресурсы МПГ как поисковый задел локализованы только в расслоенных массивах Имандра-Варзуской металлогенической зоны Мурманской области (Мончегорский, Мончетундровский, Федорово-Панский) и в Северо-Карельской металлогенической зоне Республики Карелия (Луккулайсварский). Частично ресурсы (Рудопроявление Нюд-Морошковое, лицензия действует до 26.04.2022 г.) переданы недропользователю (АО «Росгео») для проведения поисковых работ (57,3 т  $P_1$  и 32,6 т  $P_2$ ). Среди объектов нераспределённого фонда недр наиболее крупные ресурсы категории  $P_1$  локализованы в пределах Мончегорского рудного района на рудопроявлениях Поаз (363,6 т – 2020 г.) и Ниттис-Кумужья-Травяная (66 т – 2018 г.). Подобные расслоенные базит-гипербазитовые массивы с необходимым набором признаков их платиноносности на остальной территории России неизвестны, и перспективы локализации прогнозных ресурсов платиноидов

в других регионах страны с учётом современного уровня геологической изученности пока отсутствуют.

**Резюме.** Российская сырьевая база металлов платиновой группы и существующее производство товарной продукции высокой степени передела значительны по своим масштабам, однако практически целиком сосредоточены в пределах Норильского горнорудного района, обеспеченного разведанными запасами более чем на 80 лет.

Крупные запасы высококачественных сульфидных платиноидно-медно-никелевых руд месторождений Норильского рудного района, разрабатываемых и подготавливаемых к освоению ПАО «ГМК «Норильский никель»», позволят компании и дальше оставаться лидером в стране и одним из ведущих поставщиков продукции высокого передела на миро-

вой рынок. Установившееся доминирование единственного продуцента будет сохраняться.

Основные перспективы роста добычи и производства МПГ на предприятиях, не относящихся к действующим, связаны с освоением Черногорского месторождения и южной части месторождения Норильск I, реализацией которого занимается холдинг ООО «Русская платина». Другие недропользователи осваивают месторождения с существенно более бедными рудами, а планируемые объёмы добычи несопоставимо меньше текущих. Кроме того, некоторые объекты находятся в слабо освоенных районах вдали от горнопромышленных центров, что требует либо поиска перерабатывающих предприятий, либо организации производства непосредственно в местах добычи (таблица 3).

### 3. Перспективы прироста запасов МПГ РФ, включая результаты их государственной экспертизы за 2021 г.

Малосульфидного платинометалльного ГПТ	
Объекты распределённого фонда	
Разведываемые месторождения с балансовыми запасами	Федорова Тундра, Северный Каменник, Мончетундровское, Викша (ООО «Семченское золото (Polymetal International plc) в 2021 г. получен прирост запасов кат. АВС <sub>1</sub> + С <sub>2</sub> : МПГ 145 т, в т.ч. палладия 106,8 т, платины 38,2 т, а также золота 19 т, серебра 44 т, меди 110 тыс.т.
Рудопроявления с апробированными ПР	Рудопроявления Западно-Панского рудного поля (34 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> ), рудопроявление Нюд-Морошковое (87 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> ) Мончегорского рудного поля
Объекты с авторскими ПР	Площадь Лосевых Тундр (36 т кат. P <sub>2</sub> )
Объекты нераспределённого фонда	
Месторождения с балансовыми запасами	Вурчуйвенч, Чуарвы Восточное, Киевей
Рудопроявления с апробированными ПР	Луккулайсваарское рудное поле (27 т кат. P <sub>2</sub> ), Восточно-Панское рудное поле (85 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> ), рудопроявление Поаз (283 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> )
Объекты с авторскими ПР	Волчьетундровский массив (106 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> ) Пудожгорский габбро-долеритовый массив (более 100 т)
Медно-никелевого и медно-сульфидного* ГПТ	
Объекты распределённого фонда	
Подготавливаемые к освоению и разведываемые месторождения с балансовыми запасами	Еланское, Ёлкинское, Тундровое, Верхнее, Быстринское, Масловское, Черногорское, Кингашское, Верхнекингашское, Кун-Манье, Чинейское месторождение уч. Рудный (медно-сульфидного) (ОАО «Забайкалстальинвест») в 2021 г. получен прирост запасов кат. АВС <sub>1</sub> + С <sub>2</sub> : МПГ 156,2 т, в т.ч. палладия 130,3 т, платины 25,9 т, а также золота 18,8 т, серебра 279,7 т, меди 775 тыс.т
Рудопроявления с апробированными ПР	Рудопроявления Южнокамчатского рудного района (40 т кат. P <sub>2</sub> )
Объекты нераспределённого фонда	
Месторождения Норильского типа с забалансовыми запасами	Норильск II (83 т), Горозубовское (93 т), Средне-Вологачанская пл. (354 т)
Рудопроявления с апробированными ПР	Рудопроявление НКТ (73 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> ) Мончегорского рудного поля Карикъяврское рудное поле (18 т кат. P <sub>1</sub> + P <sub>2</sub> )

*Примечание.* \* отмечено отдельно.

На современном уровне изученности территории страны единственным регионом, обладающим необходимыми условиями образования собственных месторождений МПГ, является Карело-Кольский. Однако, ресурсный потенциал малосульфидного платинометалльного геолого-промышленного типа как по количеству, так и по качеству не может обеспечить значительного прироста запасов за счёт выявления новых месторождений.

В ближайшей и среднесрочной перспективе прирост запасов МПГ будет осуществляться за счёт геологоразведочных работ на разрабатываемых и подготавливаемых к освоению медно-никелевых месторождениях, главным образом Норильского района, и разведываемых малосульфидных платинометалльных месторождениях – Мурманской области и Республики Карелия.

**Минерально-сырьевая база серебра.** МСБ серебра РФ (рисунки 16, 17, таблица 4) определена двумя основными группами коренных месторождений: собственно серебряными и серебряносодержащими комплексными. Первая группа представлена двумя типами месторождений – серебряными и золото-серебряными, сосредоточенными на Дальнем Востоке – Республике Саха (Якутия) 54,37 % балансовых запасов категории  $ABC_1 + C_2$ , Магаданской области 39,38 %, Приморском 5,78 %, Камчатском 0,3 % и Хабаровском 0,17 % краях. Вклад этой группы в общие запасы серебра РФ по категории  $ABC_1 + C_2$  составляет 20 % (см. табл. 4).

Вторая группа представлена комплексными серебряносодержащими месторождениями, среди которых основные запасы металла учтены на семи типах месторождений (в сумме по категории  $ABC_1 + C_2$  71,52 % от РФ): медистых песчаников, медноколчеданном, сульфидном медно-никелевом, свинцово-цинковом, полиметаллическом, медно-порфировом, собственно золоторудном. Медистые песчаники представлены единственным Удоканским месторождением в Забайкальском крае. Медноколчеданные месторождения локализованы на Южном Урале (Республика Башкортостан и Оренбургская область), сульфидные медно-никелевые – в Норильском промышленном районе, свинцово-цинковые и полиметаллические – в Красноярском, Алтайском, Забайкальском краях и Республике Бурятия, медно-порфировые – в Чукотском АО, Челябинской области, Хабаровском крае. На многочисленных собственно золоторудных месторождениях, на которых серебро учтено в качестве попутного компонента, запасы локализованы в основном в регионах Дальневосточного (10 165,8 т) и Сибирского (2440,3 т) федеральных округов. Наиболее крупными по запасам этого типа являются Нежданинское месторождение (2343,4 т; в 2021 г., по результа-

там переоценки, произошло их снижение на 362,5 т), Сухой Лог (1533,3 т), Хаканджинское (1087,2 т).

Ещё 8,45 % общероссийских запасов числятся на месторождениях прочих типов, среди которых наиболее значимым (более 1000 т) является скарновый медно-магнетитовый (в сумме 1,7 % от РФ), представленный Быстринским и Култуминским месторождениями в Забайкальском крае.

Госбалансом также учитываются россыпные месторождения серебра, где металл представлен попутно. Их влияние на состояние и развитие МСБ серебра в целом незначительно. Кроме того, на государственном учёте числятся 12 техногенных месторождений серебра, образованных при процессах переработки руд серебряносодержащих месторождений.

Запасы серебра основных типов характеризуются достаточно высоким уровнем лицензирования (в зависимости от категории выше 82,2 %), при этом отдельные типы полностью переданы в освоение. Исключением является полиметаллический тип, так как в нераспределённом фонде недр находится Холдинское месторождение (3536,8 т), расположенное в центральной экологической зоне озера Байкал, где запрещена добычная деятельность.

Уровень вовлечённости переданных в освоение запасов (отношение добычи к запасам) зависит от стадий освоения конкретных месторождений, составляя на собственно серебряных объектах в среднем 0,7 % (серебряный) и 6,3 % (золото-серебряный тип), на основных серебряносодержащих он варьирует от 0,02 (медистые песчанки и сланцы) до 4,2 % (полиметаллический).

При этом среди собственно серебряных месторождений для золото-серебряного типа отмечена наибольшая диспропорция между долей запасов и добычи в целом от РФ – 7,1 и 22,7 %. Это вызвано сосредоточением всей добычи на месторождениях Дукацкое, Лунное, Арылахское в Магаданской области, осуществляемой АО «Серебро Магадана», структурным подразделением компании Polymetal International plc, а также высокой концентрацией (88,2 %) в регионе запасов этого типа от РФ. Если в ближайшие годы не будут выявлены новые крупные месторождения, а добыча на указанных объектах будет осуществляться в объёмах согласно утверждённым проектам, в среднесрочной перспективе в Магаданской области произойдёт сокращение запасов. Соответственно, снизится добыча, и ведущая роль в ней в РФ перейдет к Республике Саха (Якутия), где учтено 84,5 % запасов месторождений серебряного типа РФ. Часть из них (Вертикальное, Верхне-Менкече) находится в начальной стадии разработки, другие (Прогноз) подготавливаются к освоению. Фактором усиления позиции республики

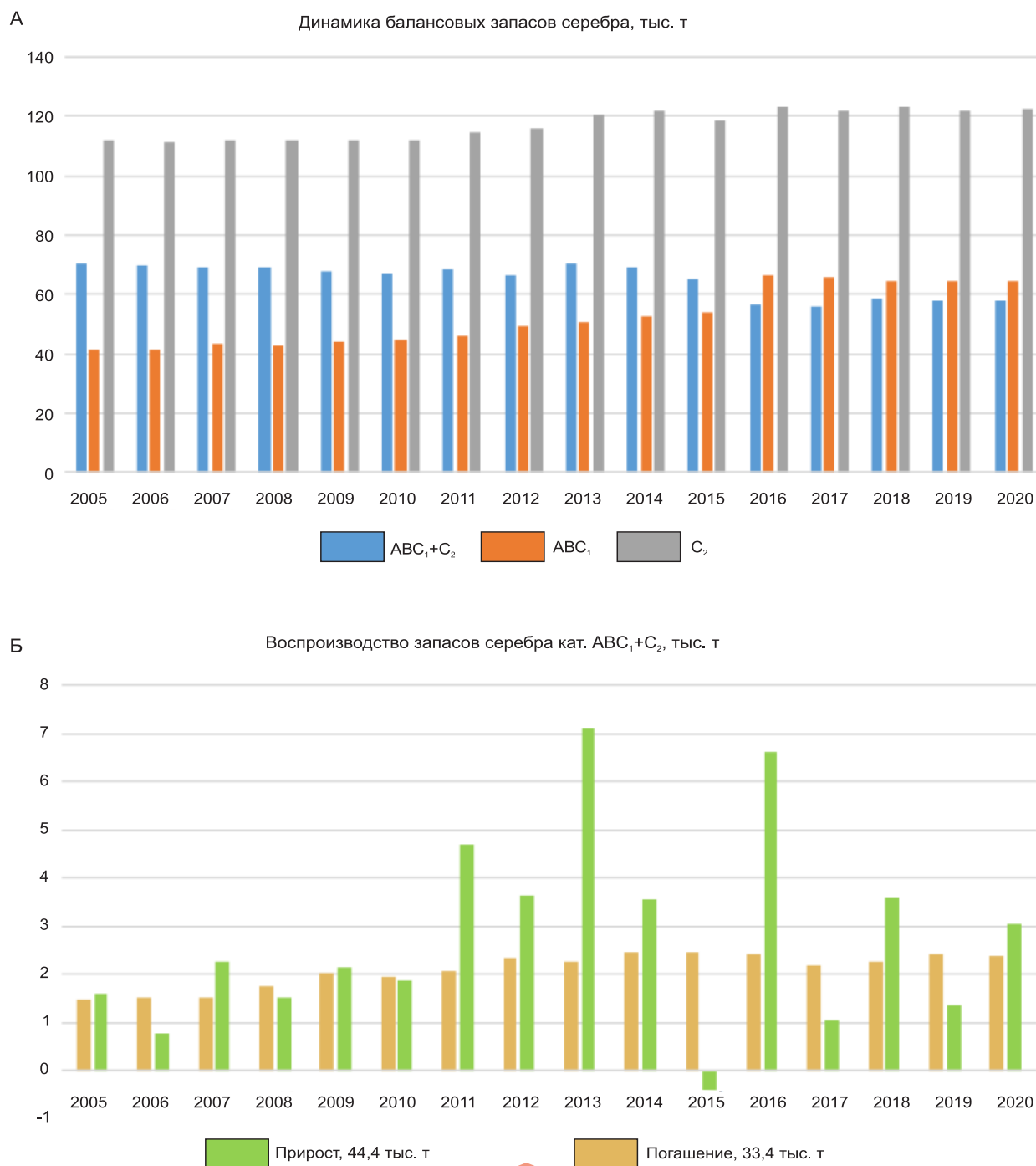


Рис. 16. Динамика изменения запасов серебра (А), их погашения и прироста (Б)

в формировании нового центра добычи серебра является её значительный ресурсный потенциал относительно других субъектов РФ, позволяющий нарастить запасы. Так, в 2021 г. по результатам поисковых и оценочных работ АО «Прогноз» в пределах Эндьбальской площади, для которой апробированы прогнозные ресурсы серебра, поставило на учёт Манга-

зейское серебряное месторождение, балансовые запасы серебра которого составляют 125,6 т, забалансовые – 171,2 т. Также на месторождении в качестве попутных компонентов оценены свинец и цинк. Ранее, в 2012 г., компания в границах указанной площади выявила и поставила на учёт запасы серебряного месторождения Вертикальное.

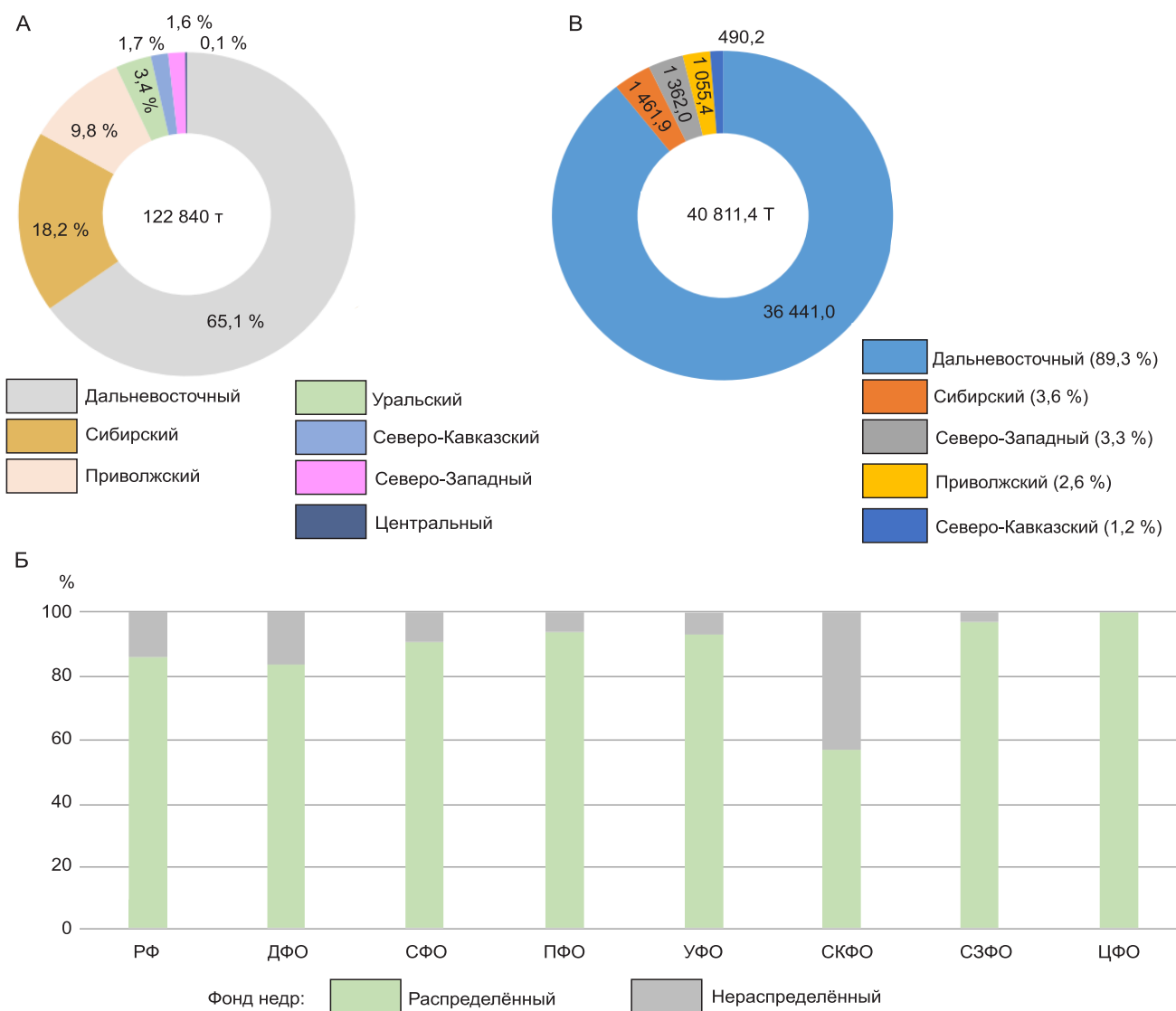


Рис. 17. Структура балансовых запасов серебра кат. ABC<sub>1</sub> + C<sub>2</sub> (А), их соотношений в распределённом и нераспределённом фонде (Б) и прогнозных ресурсов серебра кат. P<sub>1</sub> (В) по федеральным округам в РФ (на 01.01.2021)

В целом Российская Федерация обладает достаточно высоким ресурсным потенциалом для наращивания сырьевой базы серебра. На рудопроявлениях с апробированными прогнозными ресурсами высоких категорий P<sub>1</sub> и P<sub>2</sub>, как показывает их переосчёт с применением поправочных статистических коэффициентов в условные запасы C<sub>2</sub>, могут быть выявлены месторождения с количеством запасов, составляющих около 57 % от балансовых запасов страны категорий ABC<sub>1</sub> + C<sub>2</sub>. Большая часть этих рудопроявлений (89,3 % прогнозных ресурсов) сосредоточена в Дальневосточном ФО (Республики Саха (Якутия) – 57,5 %, Магаданская область – 18,2 %, Приморский край – 8,2 %) в пределах Верхояно-Колымской, Охотско-Чукотской, Сихотэ-Алинской метал-

логических провинций. Преобладают среди них серебро-полиметаллические объекты (47,9 % прогнозных ресурсов), меньшие доли приходятся на золото-серебряные (21,7 %), полиметаллически-серебряные (18,8 %) и серебряные (8,8 %). Качество прогнозных ресурсов категории P<sub>1</sub> по содержанию полезных компонентов и других параметров сопоставимо с таковыми для балансовых запасов.

**Резюме.** Таким образом, развитие сырьевой базы серебра собственно серебряных месторождений кроме доразведки флангов и глубоких горизонтов известных месторождений будет осуществляться в процессе геологоразведочных работ на рудопроявлениях с прогнозными ресурсами категорий P<sub>2</sub> и P<sub>1</sub>. Однако, важным направлением остаётся выявление новых

4. Минерально-сырьевая база серебра Российской Федерации

Тип месторождений	Количество	Балансовые запасы на 01.01.2021 г. (т), доля от РФ и их лицензирование (%)									Добыча	Доля, %
		кат. АВС <sub>1</sub>	Доля	РФН	кат. С <sub>2</sub>	Доля	РФН	кат. АВС <sub>1</sub> + С <sub>2</sub>	Доля	РФН		
Коренные	485	58125	100	87,0	64704,4	100	85,0	122 829,4	100	86,0	2252,5	100
Собственно серебряные	24	12 508,2	21,5	94,5	12 091,2	18,7	86,2	24 599,4	20	90,4	609,4	27,0
Серебряные	13	6955,8	12,0	96,8	8879,5	13,7	83,6	15 835,3	12,89	89,4	96,8	4,3
Золото-серебряные	11	5552,4	9,6	91,6	3211,7	5,0	93,4	8764,1	7,13	92,3	512,6	22,7
Комплексные серебро-содержащие	461	45 616,8	78,5	84,9	52 613,2	81,3	84,8	98 230	80	84,8	1643,1	72,9
Медистые песчаники и сланцы	1	0	0	0	17 115,5	26,4	100	17 115,5	13,93	100	3,4	0,2
Свинцово-цинковые	35	10 558,3	18,2	93,1	5686,8	8,8	83,5	16 245,1	13,22	89,7	507	22,5
Медно-колчеданные	63	12 068,4	20,8	91,0	4141	6,4	82,2	16 209,4	13,20	88,8	325,4	14,4
Золоторудные	263	5797,6	10,0	93,2	7738,8	12,0	88,3	13 536,4	11,02	90,4	432,9	19,2
Сульфидные медно-никелевые	19	6756,9	11,6	100	4648	7,2	100	11 404,9	9,28	100	124,3	5,5
Полиметаллические	25	5561,1	9,6	29,4	2820,9	4,4	60,1	8382	6,82	39,7	139,9	6,2
Медно-порфировые	6	2668	4,6	100	2289,9	3,5	88,7	4957,9	4,04	94,8	45,5	2,0
Прочие	49	2206,5	3,8	65,7	8172,3	12,6	50,5	10 378,8	8,45	53,8	64,7	2,9
Россыпные	43	0,8	0,001	100	9,8	0,02	99,0	10,6	0,01	99,1	0,9	0,04
Техногенные	12	481,5	100	98,4	68	100	71,5	549,5	100	95,1	10,3	100
ВСЕГО	528	58125,8	100	87,0	64 714,2	100	85,0	12 2840	100	86,0	2253,4	100

Примечание. РФН – распределённый фонд недр.

объектов прежде всего в Магаданской области, где завершается отработка известных месторождений и по существу отсутствует «поисковый задел». Поэтому для его формирования необходимо проведение прогнозно-минерагенических работ за счёт средств ФБ для выделения перспективных участков для проведения поисковых работ и их последующего лицензирования. Освоение и развитие сырьевой базы комплексных серебросодержащих месторождений будет зависеть от проводимых работ по воспроизводству основных компонентов (золота, меди, цинка и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев Я. В., Попов И. В.* «Заявительный принцип», основные результаты работ на алмазы, благородные и цветные металлы // Отечественная геология. – 2021. – № 4–5. – С. 3–10.
2. *Иванов А. И., Вартамян С. С., Черных А. И., Волчков А. Г., Голубев Ю. К., Звездов В. С.* Перспективы развития минерально-сырьевой базы алмазов и золота Российской Федерации // Минеральные ресурсы. – 2016. – № 3. – С. 15–23.

3. Иванов А. И., Черных А. И., Вартамян С. С. Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации // Смирновский сборник. – 2018. – С. 10–29.
4. Иванов А. И., Черных А. И., Вартамян С. С. Состояние, перспективы развития и освоения минерально-сырьевой базы золота в Российской Федерации // Отечественная геология. – 2018. – № 1. – С. 18–28.
5. Запасы и ресурсы [Электронный ресурс]. – URL: [https://polyus.com/ru/operations/reserves\\_and\\_resources/](https://polyus.com/ru/operations/reserves_and_resources/). (дата обращения: 08.02.2022).
6. Нежданинское [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.polymetalinternational.com/ru/assets/reservs-and-resources/#nezhda>. (дата обращения: 08.02.2022).
7. Сухой Лог [Электронный ресурс]. – URL: [https://polyus.com/ru/operations/development\\_projects/sukhoy-log/](https://polyus.com/ru/operations/development_projects/sukhoy-log/). (дата обращения: 08.02.22).
2. Ivanov A. I., Vartanyan S. S., Chernykh A. I., Volchkov A. G., Golubev Yu. K., Zvezdov V. S. Perspektivy razvitiya mineralno-syryevoy bazyalmazov i zolota Rossiyskoy Federatsii [Development prospects of the mineral resource base of diamonds and gold in the Russian Federation]. *Mineralnyye resursy*, 2016, No. 3, P. 15–23. (In Russ.)
3. Ivanov A. I., Chernykh A. I., Vartanyan S. S. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya mineralno-syryevoy bazy zolota v Rossiyskoy Federatsii [Status and prospects for the development of the mineral resource base of gold in the Russian Federation]. *Smirnovskiy sbornik*, 2018, P. 10–29. (In Russ.)
4. Ivanov A. I., Chernykh A. I., Vartanyan S. S. Sostoyaniye, perspektivy razvitiya i osvoyeniya mineralno-syryevoy bazy zolota v Rossiyskoy Federatsii [Status, prospects for the development and development of the mineral resource base of gold in the Russian Federation]. *Otechestvennaya geologiya*, 2018, No. 1, P. 18–28. (In Russ.)
5. *Zapasy i resursy*, available at: [https://polyus.com/ru/operations/reserves\\_and\\_resources/](https://polyus.com/ru/operations/reserves_and_resources/). (08.02.2022) (In Russ.)
6. *Nezhdaninskoye*, available at: <https://www.polymetalinternational.com/ru/assets/reservs-and-resources/#nezhda>. (08.02.2022) (In Russ.)
7. *Sukhoy Log*, available at: [https://polyus.com/ru/operations/development\\_projects/sukhoy-log/](https://polyus.com/ru/operations/development_projects/sukhoy-log/). (08.02.2022) (In Russ.)

#### REFERENCES

1. Alekseyev Ya. V., Popov I. V. “Zayavitelnyy printsip”, osnovnyye rezultaty rabot na almazy, blagorodnyye i tsvetnyye metally [“Declaration principle”, the main results of work on diamonds, precious and non-ferrous metals]. *Otechestvennaya geologiya*, 2021, No. 4–5, P. 3–10. (In Russ.)