

## Объектный метод анализа обеспеченности запасами полезных ископаемых на примере России

### Objective method for analysis of mineral resources supply on the example of Russia

Егорова И. В., Михайлов Б. К.

Egorova I. V., Mikhailov B. K.

Рассматривается прогноз добычи твёрдых полезных ископаемых в России, базирующийся на интеграции ожидаемых сроков эксплуатации конкретных разрабатываемых и осваиваемых месторождений. Показано, что минерально-сырьевая безопасность в полной мере обеспечена для меди, никеля, свинца, вольфрама и олова, запасов которых достаточно для их добычи не менее чем на текущем уровне в течение 40–50 лет с реальными перспективами значительного роста. Обеспеченность запасами других видов минерального сырья существенно меньше, для молибдена и хрома она ограничивается примерно 30 годами, добыча цинка и урана может заметно сократиться уже через 20 лет. Ещё сложнее ситуация с золотом и алмазами. Ввод в строй добывающих предприятий на осваиваемых золоторудных объектах может в ближайшие годы обеспечить быстрый рост добычи. Однако в начале следующего десятилетия прогнозируется истощение ключевого на сегодняшний день Олимпиадинского месторождения и ряда других. Проекты освоения новых месторождений не компенсируют выпадающие мощности, что может стать причиной длительного спада российской добычи золота (может снизиться вдвое). Сокращение количества добываемых алмазов прогнозируется уже с 2025 г., и без новых месторождений добыча алмазов в 2040-х годах может оказаться вчетверо меньшей, чем сегодня.

Ключевые слова: Россия, прогноз, обеспеченность, запасы, добыча, минеральное сырье, месторождения, эксплуатируемые, осваиваемые, золото, алмазы, медь, никель, свинец, цинк, вольфрам, олово, молибден, уран, хром.

A forecast of nonfuel mineral production in Russia is considered, based on the integration of the expected life of specific deposits currently exploited and developed. It is shown that mineral safety is fully ensured for copper, nickel, lead, tungsten and tin, whose reserves are sufficient for their extraction, at least at the current level, for 40–50 years and there are real prospects for its significant growth. The sufficiency of other minerals is much lower: for molybdenum and chromium, it is limited to about 30 years, and the extraction of zinc and uranium in Russia may significantly decrease in 20 years. The situation is more difficult with the most liquid solid minerals, like gold and diamonds. The commissioning of mining enterprises at the developed gold deposits can ensure a rapid growth in the production of the precious metal in the coming years. However, at the beginning of the next decade, the resource base depletion of the Olimpiada field and a number of other exploited deposits is predicted. The projects currently implemented for the development of new fields do not compensate for the lost capacity. This may account for a long-term (until the beginning of the 2050s) decline in the Russian gold production, which may be halved against the current level by the end of this period. Such a scenario can only be avoided with the intensification of geological exploration in the coming years. The earlier decrease in the number of diamonds mined in Russia, associated with the depletion of reserves of exploited pipes, is predicted (since 2025). Unless new deposits are discovered and developed, the domestic production of precious stones will steadily decline and, in the 2040s, may be reduced fourfold.

Keywords: Russia, forecast, sufficiency, reserves, production, mineral raw materials, deposits, exploited, developed, gold, diamonds, copper, nickel, lead, zinc, tungsten, tin, molybdenum, uranium, chromium.

Для цитирования: Егорова И. В., Михайлов Б. К. Объектный метод анализа обеспеченности запасами полезных ископаемых на примере России. Руды и металлы. 2021. № 4. С. 6–21. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10025.

For citation: Egorova I. V., Mikhailov B. K. Objective method for analysis of mineral resources supply on the example of Russia. Ores and metals, 2021, № 4, pp. 6–21. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10025.

Человечество не может представить свою жизнь без потребления разнообразных полезных ископаемых. Но ресурсы минерального сырья в недрах конечны и в большинстве случаев невозобновляемы. Осознание этого факта вызывает желание оценить, на сколько же хватит имеющихся сегодня ресурсов того или иного вида сырья. Эта оценка имеет и практическую ценность, поскольку может служить основой для разработки стратегии поведения на ближайшую и более отдалённую перспективу. Это касается как отдельных недропользователей, так и органов, в сферу ответственности которых входит регулирование отрасли. Регулирующие организации интересуют, разумеется, *уровень обеспеченности запасами* в целом по стране. На этом показателе, наряду с другими параметрами, базируется разработка государственных программ воспроизводства отечественной минерально-сырьевой базы.

Наиболее очевидным способом подсчёта этого параметра для России в целом является деление запасов данного сырья (обычно категорий  $A + B + C_1 + C_2$ ), фигурирующих в Государственном балансе запасов полезных ископаемых (ГБЗ), на его суммарную добычу за конкретный год. В результате получается некий усреднённый период времени, в течение которого, как предполагается, добыча данного вида сырья обеспечена запасами, разведанными в стране. Такие оценки встречаются как в публикациях отдельных исследователей, так и в официальных документах [5, 7]. Однако в этом случае оценка обеспеченности оказывается, как правило, завышенной, поскольку в подсчёт включаются не только разрабатываемые и осваиваемые месторождения, но и объекты, находящиеся в государственном резерве, иначе говоря, неэксплуатируемые.

Предпринимались попытки решить эту проблему, используя для подсчёта только запасы, находящиеся в распределённом фонде. Для отдельных видов минерального сырья, например золота, лицензированные месторождения которого осваиваются достаточно быстро, такой способ работает. Но в целом ряде случаев пользоваться им нельзя, например, если в распределённом фонде недр находятся

запасы компонента, являющегося попутным, который добывается в составе руды вместе с другими полезными ископаемыми, но не извлекается в товарный продукт. Яркий пример – оценка обеспеченности запасами титана. Почти пятая их часть учтена в апатит-нефелиновых рудах Хибинской группы, в которых он концентрируется в сфене. Девять месторождений Хибинской группы находятся в распределённом фонде недр и разрабатываются на фосфор. Количество сфенового концентрата, производимого при этом, крайне мало, он применяется для производства сварочных электродов, извлечение титана не ведётся. Тем не менее добыча титана и запасы этих месторождений учитываются при оценке обеспеченности страны титановым сырьём, что совершенно искажает реальную картину – предполагается, что его хватит на сотни лет, в то время как потребности страны в титане удовлетворяются по большей части импортным сырьём.

С нашей точки зрения, это искажение не случайно, оно имеет принципиальный характер и связано с тем, что понятие «обеспеченность запасами» имеет смысл только применительно к конкретному разрабатываемому или подготавливаемому к эксплуатации месторождению. Любая добывающая компания, ведущая или планирующая разработку какого-либо объекта, оценивает его эксплуатационные запасы и ожидаемый период жизни своего предприятия. Безусловно, доразведка флангов и глубоких горизонтов и/или обнаружение поблизости новых рудных тел промышленного качества может увеличить срок, в течение которого рудник будет продолжать деятельность, но конкретные планы компании базируются на имеющейся в данный момент сырьевой базе, исходя из которой и оценивается обеспеченность горнодобывающего предприятия запасами.

Величина этого параметра для страны в целом может быть получена путём интеграции сроков жизни каждого действующего или проектируемого предприятия. Результат интеграции обычно заметно отличается от данных, полученных способами, описанными выше.

Инструментарий, позволяющий проводить интегрированную оценку обеспеченности запасами минерального сырья, разработан в компании ООО «Минерал-Инфо» в ходе исследования обеспеченности мировой экономики ресурсами важнейших видов твёрдых полезных ископаемых с учётом вновь осваиваемых месторождений, предпринятого в рамках контракта, заключенного в 2010 г. с Федеральным агентством по недропользованию. Результат этих исследований – изданная в 2019 г. коллективом авторов под редакцией И. В. Егоровой монография «Добычные возможности недр» [4], а также ряд публикаций.

Для выполнения исследования специалистами отдела информационных технологий ООО «Минерал-Инфо» создана информационная система «Минерально-сырьевой комплекс мира» (БД ИС МСК мира), оснащённая инструментами автоматического анализа массивов структурированных данных. Технологическая база исследования – технология OnLine Analytical Processing (куб OLAP) на платформе Microsoft Analysis Services. Этот инструмент, как было выяснено в ходе исследования, вполне пригоден для оценки обеспеченности ресурсами и запасами минерального сырья мира в целом и отдельных стран, в том числе и России.

Собственно механизм подсчёта заключается в следующем. Для эксплуатируемых объектов используются запасы\* данного полезного ископаемого на начало определённого года и его добыча за тот же год, она рассматривается как базовая. При допущении, что в дальнейшем добыча на месторождении сохранится на том же уровне, запасы полезного компонента в каждом последующем году будут сокращаться на объём добытого плюс потери при добыче. Исходя из этого, для каждого следующего года последовательно рассчитывается объём остаточных запасов месторождения до тех пор,

пока они не будут исчерпаны. Эта процедура позволяет определить срок, в течение которого может продолжаться деятельность каждого добывающего предприятия.

Для осваиваемых объектов может быть доступна проектная документация, в которой недропользователь сам определяет срок начала и завершения эксплуатации. В этом случае для расчёта используются эксплуатационные запасы и показатели горного плана. Если проектная документация недоступна, берутся данные о начальных запасах, находящихся в распределённом фонде недр, проектной мощности по добыче и предполагаемой дате ввода добычного предприятия в строй; расчёт ведётся с этой даты. Возможности информационной системы позволяют учитывать в расчётах период выхода добывающего предприятия на проектную мощность, планируемое расширение или сокращение добычи на конкретных объектах, наличие нескольких очередей освоения, периоды консервации предприятия.

Полученные данные о добыче и остаточных запасах в каждом году вводятся в автоматически генерируемую таблицу формата Excel, которая затем программными средствами может быть трансформирована в диаграмму. Наиболее представительной, по нашему мнению, является диаграмма типа «поле с накоплением», где по оси X откладываются годы, а по оси Y – базовая (для эксплуатируемых объектов) или проектная (для осваиваемых) добыча полезного компонента на каждом конкретном месторождении. Полученная диаграмма даёт отчётливое визуальное представление о том, в течение какого периода на каждом месторождении может идти добыча и когда закончатся его запасы, а также как это повлияет на производственные показатели страны в целом. Интегрирование таких данных по всем имеющимся в стране эксплуатируемым и осваиваемым объектам позволяет прогнозировать динамику количества полезного ископаемого, которое может быть извлечено из недр в целом, в том числе на достаточно отдалённую перспективу.

На рис. 1 представлена такая диаграмма, построенная для российских месторождений

\* Для подсчёта в зависимости от целей исследования могут использоваться как запасы категорий  $A + B + C_1$ , так и запасы категорий  $A + B + C_1 + C_2$ . В настоящей работе во всех случаях, когда подсчёт производился по данным ГБЗ, использовались запасы категорий  $A + B + C_1 + C_2$ .

**меди**, отсортированная по убыванию объёма добычи в 2018 г. Для анализа использованы все разрабатываемые объекты и все значимые проекты освоения. Ряд месторождений объединён в группы по их принадлежности к крупнейшим компаниям, ведущим в России добычу меди, – ПАО «ГМК «Норильский никель»» (на диаграмме – Норникель), ОАО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК) и АО «Русская медная компания» (РМК).

На диаграмме отчётливо видно, что добыча меди на эксплуатируемых сегодня месторождениях может продолжаться на текущем уровне, по крайней мере, до 2056 г. В дальнейшем истощение запасов Быстринского месторождения несколько её снизит, но резкий спад ожидается не ранее конца 60-х годов, когда может быть исчерпана сырьевая база сульфидных медно-никелевых объектов компании ПАО «ГМК «Норильский никель»».

При этом ввод в строй добывающих предприятий на осваиваемых месторождениях (Томинское, Малмыжское, Удоканское, Песчанка и др.) может обеспечить быстрое увеличение добычи меди в стране в ближайшие 15 лет. В случае успешной реализации этих проектов в запланированные сроки средний темп её роста превысит 5 % в год. Это позволит в середине следующего десятилетия увеличить совокупный показатель количества извлекаемой из недр меди почти в два с половиной раза по сравнению в 2018 г. В дальнейшем по мере истощения запасов эксплуатируемых, а затем и осваиваемых в настоящее время объектов количество добываемого металла начнёт постепенно снижаться, но ниже сегодняшнего уровня оно упадёт только к 2070 г. Это позволяет считать, что обеспеченность потребностей России медью, добываемой из недр, находится на очень высоком уровне. Следует также иметь в виду, что данный прогноз не учитывает возможного наращивания сырьевой базы известных месторождений за счёт доразведки и новых открытий.

Оптимистичной выглядит и картина обеспеченности российской добывающей промышленности **никелем** – ещё одним высоколиквидным видом минерального сырья, разработ-

ка месторождений которого обеспечивает России прочное положение в рейтинге ведущих поставщиков металла на мировой рынок. Главный его производитель компания ПАО «ГМК «Норильский никель»» регулярно проводит аудит своих ресурсов и запасов по международным стандартам. Согласно данным аудита на начало 2018 г. [6], добывающие предприятия её филиала, Кольской ГМК, могут работать с текущей производительностью до 2066 г., а Заполярного филиала – до 2071 г. (рис. 2).

Кроме того, в стране реализуется несколько проектов освоения месторождений с запасами никеля, ввод которых в основном ожидается в 2020–2023 гг. В случае их успеха количество металла, извлекаемого из российских недр, может после 2030 г. вырасти в полтора раза, с текущих 290–300 до 450 тыс. т в год.

Близкая картина вырисовывается при анализе сырьевой обеспеченности **свинца** (рис. 3). Ожидаемое в период 2035–2055 гг. истощение запасов целого ряда месторождений (Верхне-Менкече, Новоширокинское, Кызыл-Таштыгское и Николаевское) не окажет существенного влияния на производственные результаты отрасли, поскольку основной объём металла в России извлекается на Горевском месторождении, сырьевая база которого, как предполагается, будет исчерпана лишь к 2060 г. В случае успешного завершения четырёх реализуемых в стране проектов освоения (Озёрное, Павловское, Прогноз и Таловское месторождения) уже в ближайшие годы количество добываемого в стране свинца может вырасти более чем в полтора раза. При этом запасов самого крупного из осваиваемых месторождений, Озёрного, хватит всего на 15 лет, по прошествии которых добыча вернётся к уровню, сопоставимому с сегодняшним. Основные проблемы могут возникнуть после 2060 г., когда прекратит функционировать рудник на Горевском месторождении, самый крупный в стране и один из самых мощных в мире. Чем его можно будет заменить, пока неясно.

Далеко не столь благоприятны перспективы добычи **цинка** в России. Если судить по обеспеченности его добычи запасами крупнейших разрабатываемых месторождений, на

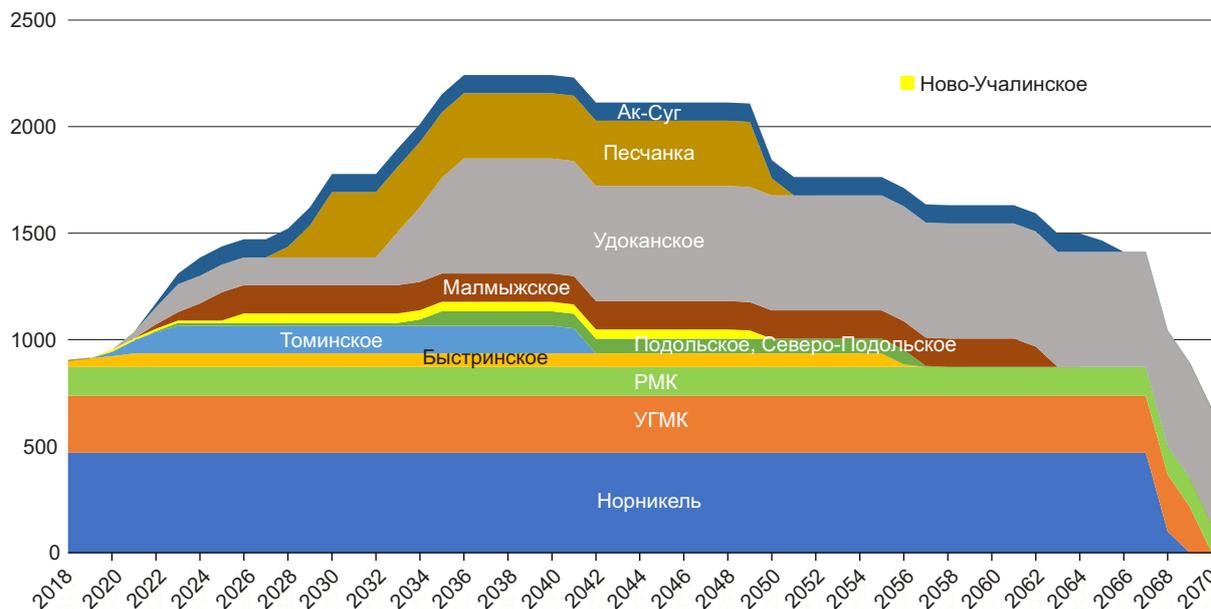


Рис. 1. Прогноз добычи меди на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2070 гг., тыс. т

Fig. 1. Forecasted copper production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2070, kt

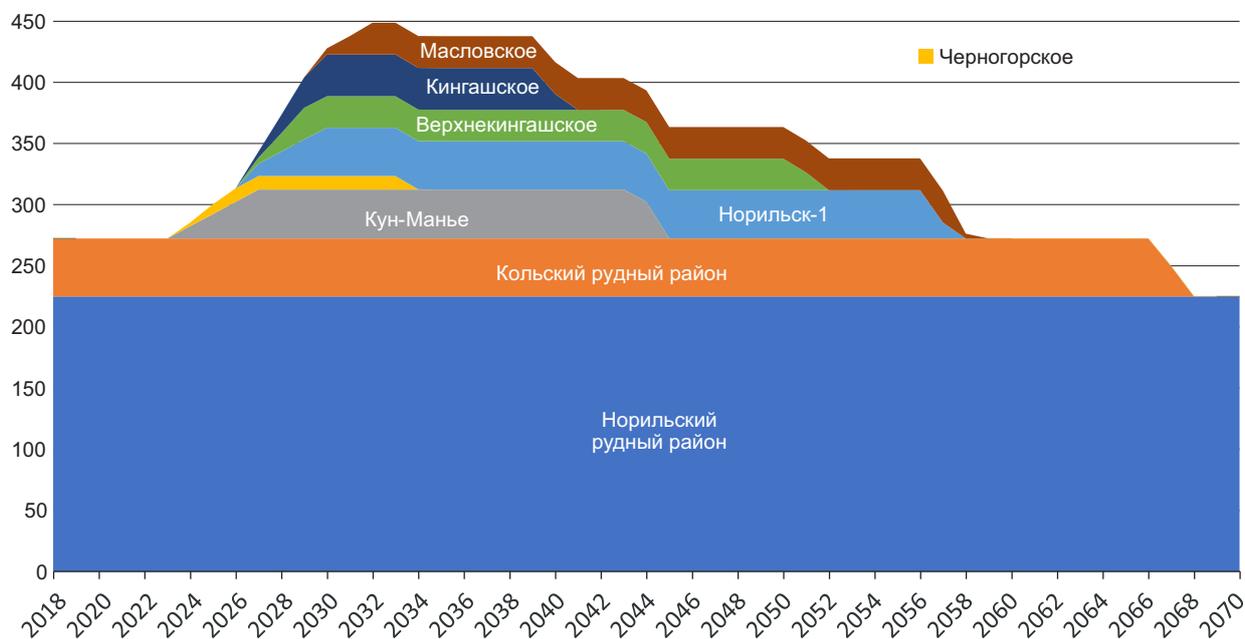
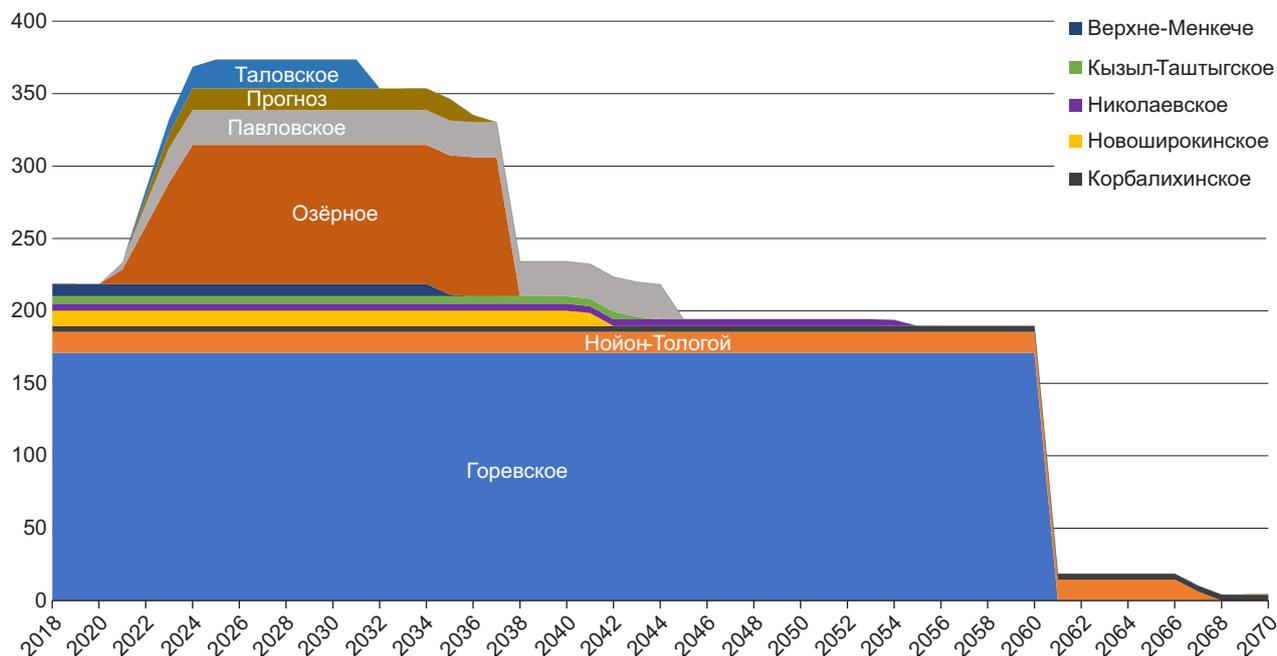


Рис. 2. Прогноз добычи никеля на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на базе ресурсов, подсчитанных по стандарту JORC по состоянию на начало 2018 г., тыс. т [6]

Fig. 2. Forecasted nickel production at the main Russian exploited and developed nickel deposits, based on JORC-compliant resource estimate as of the beginning of 2018, kt [6]



**Рис. 3. Прогноз добычи свинца на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2070 гг., тыс. т [2, 3]**

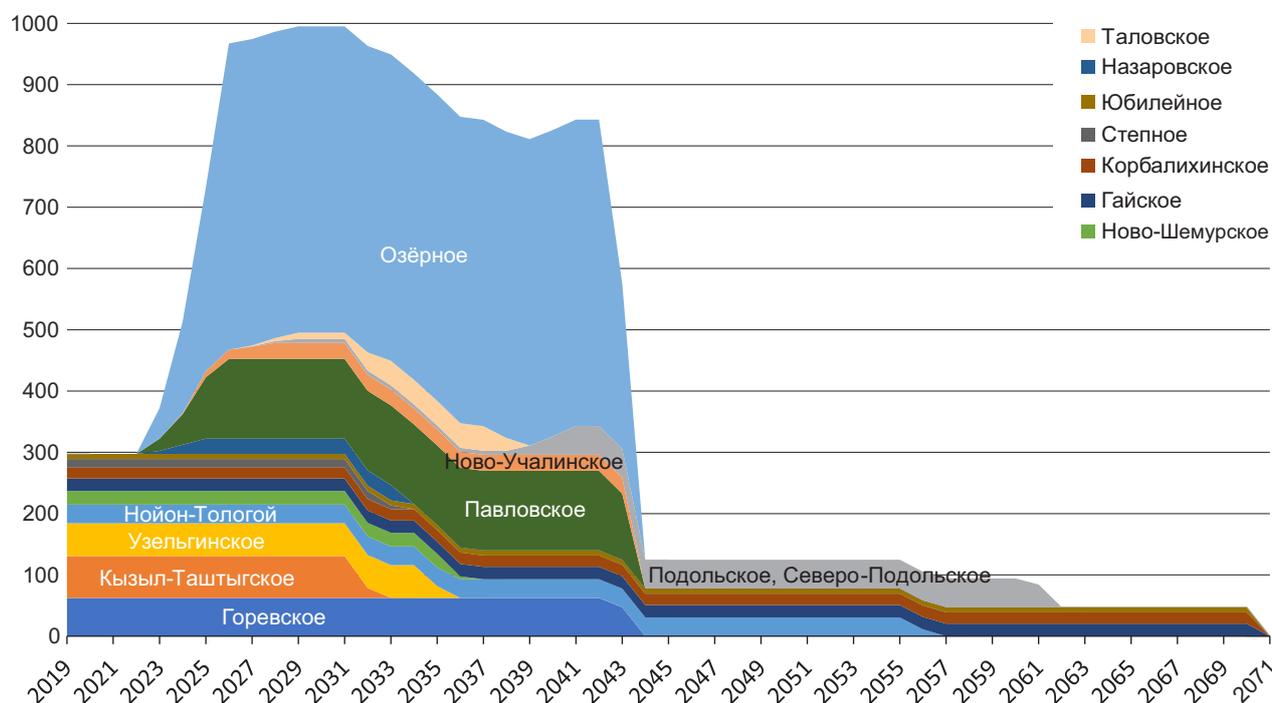
**Fig. 3. Forecasted lead production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2070, kt [2, 3]**

текущем уровне она может продолжаться ещё в течение десяти лет. Позже истощение сырьевой базы Кызыл-Таштыгского, затем Узельгинского месторождений может снизить количество извлекаемого из недр металла более чем на 100 тыс. т в год (рис. 4). Эти потери могут быть с избытком компенсированы вводом в эксплуатацию серии новых объектов, которые уже к середине текущего десятилетия способны дать до 700 тыс. т цинка дополнительно к 400–450 тыс. т металла, добываемым в России сегодня; основной вклад в этот рост внесут Озёрное и Павловское месторождения. Однако сырьевая продукция, которую предполагается производить из их руд, предназначена на экспорт, и последний может вырасти в этом случае вдвое.

Внутренний спрос на цинковые концентраты в настоящее время снизился с закрытием в 2018 г. одного из двух российских предприятий, выпускающих металлический цинк, – завода «Электроцинк» компании ОАО «УГМК»

в г. Владикавказ. Компенсировать потери предполагается за счёт ввода в эксплуатацию в 2022 г. строящегося компанией ООО «Полимет Инжиниринг» цинкового завода производительностью 120 тыс. т металлического цинка в год в г. Верхний Уфалей (Челябинская область). Сырьё, вероятно, будет поступать на новое предприятие с осваиваемых месторождений. Действующий Челябинский цинковый завод, принадлежащий ОАО «УГМК», отчасти снабжается импортным сырьём, закупаемым в основном в Казахстане, так как это выгоднее, чем поставлять его с дальневосточных рудников.

Высокий уровень добычи цинка можно будет поддерживать в течение примерно 20 лет, после чего прогнозируется практически одновременное исчерпание запасов осваиваемых в настоящее время Павловского и Озёрного месторождений и разрабатываемого Горевского. Это может означать резкий спад количества добываемого в стране металла по сравнению



**Рис. 4. Прогноз добычи цинка на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2019–2071 гг., тыс. т [2, 3]**

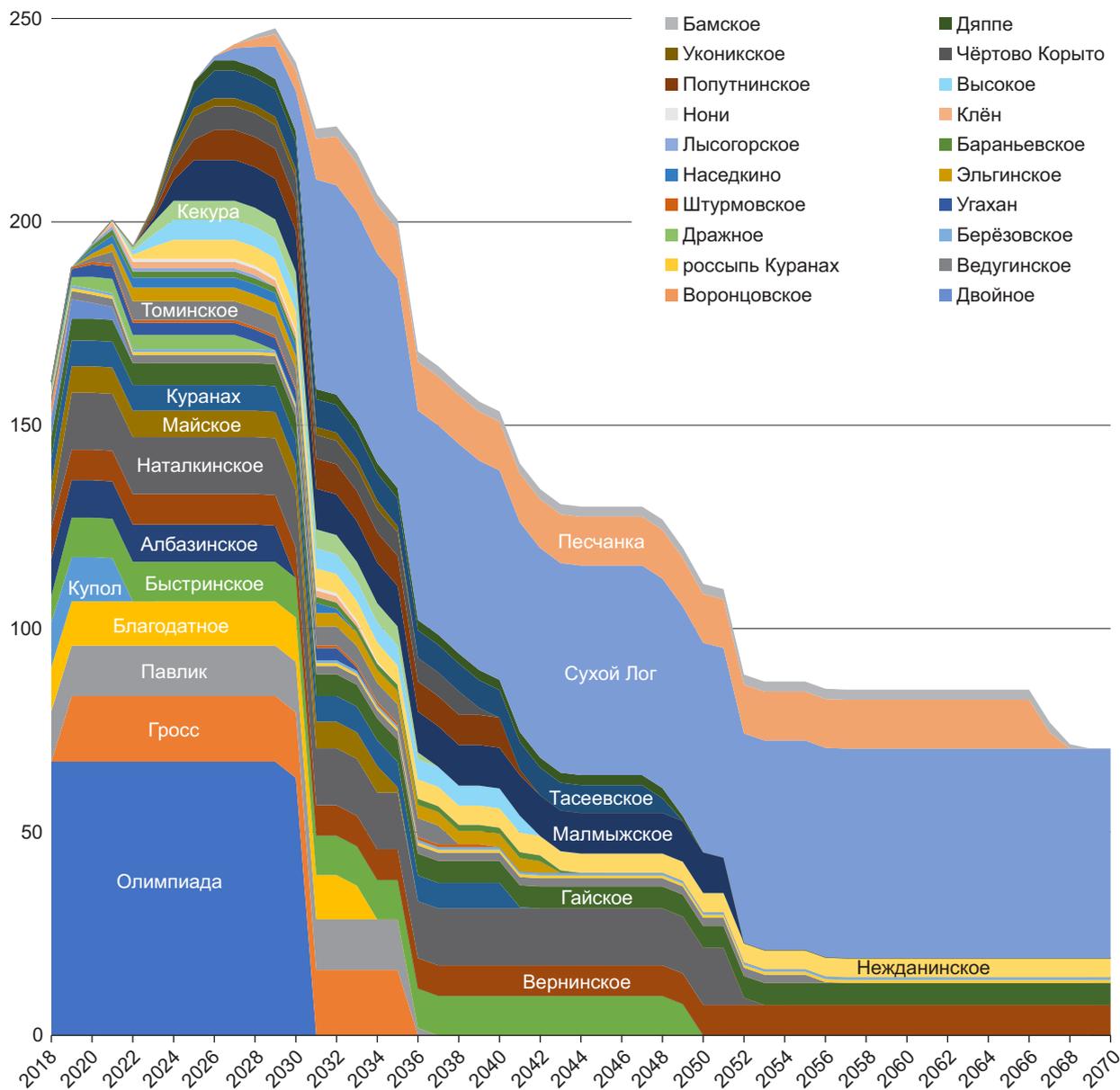
**Fig. 4. Forecasted zinc production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2019–2071, kt [2, 3]**

не только с пиковыми значениями второй половины 2020-х и 2030-х годов, но и с текущим уровнем. Чтобы избежать реализации такого сценария, уже сегодня требуются активные геологоразведочные работы, особенно с учётом того, что многие давно эксплуатируемые мелкие и средние по масштабам месторождения Урала также близки к исчерпанию. Однако вероятность открытия ещё одного объекта, сравнимого по масштабу с Озёрным или Горевским месторождениями, невелика, а ввод в эксплуатацию Холоднинского нанесёт невосполнимый вред уникальному природному объекту – озеру Байкал.

Сырьевая база **золота**, столь успешно развиваемая в последнее время, в ближайшие годы может обеспечить быстрый рост добычи драгоценного металла в среднем ежегодно почти на 5 %. Исчерпание запасов месторождений Воронцовское в 2019 г., Купол и Двойное в 2021 г. будет компенсировано выходом на про-

ектную мощность добычи на Наталкинском и Гросс и вводом в эксплуатацию месторождений Нежданинское, Эльгинское, Наседкино, Бараньевское и Клён (рис. 5). Позднее планируется запуск крупных предприятий на месторождениях Кекура, Высокое, Тасеевское, Чёртово Корыто и др. Значительную роль может сыграть ввод в эксплуатацию медно-порфировых Томинского, Малмыжского месторождений, чуть позднее – Песчанки, а в 2026 г. планируется начало добычи золота на уникальном по масштабу золоторудном объекте Сухой Лог. Прирост количества добываемого металла только на перечисленных объектах может составить 100 т, а в целом по стране добыча золота может достичь 500 т.

Но к началу 30-х годов, когда ожидается прекращение эксплуатации Олимпиадинского месторождения, важнейшего на сегодняшний день разрабатываемого объекта, тенденция может измениться. Полностью компенсировать



**Рис. 5. Прогноз добычи золота на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2070 гг., т [2, 3]**

**Fig. 5. Forecasted gold production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2070, kt [2, 3]**

ровать выбывание этого месторождения вводом в строй предприятия на Сухом Логе не удастся, так как добыча на нём сегодня проектируется в меньшем объёме. А естественное истощение других разрабатываемых месторождений может обусловить дальнейшее падение добычи золота. Резкий спад может про-

изойти в 2032–2036 гг., когда прогнозируется завершение отработки Благодатного, Павлик, Гросс и Майского месторождений, и в 2051–2052 гг. в связи с исчерпанием запасов месторождений Быстринское, Малмыжское и Наталка. Из крупных объектов к этому времени в эксплуатации могут остаться только месторож-

дения Вернинское, Нежданинское, Гайское, Песчанка и Сухой Лог, в сумме они обеспечат лишь около 80 т драгоценного металла в год.

Реализация такого сценария может существенно ослабить позицию России как ведущего продуцента золота. Безусловно, полностью он реализован не будет, поскольку геологоразведочные работы на золото как на действующих объектах, так и на новых территориях ведутся в России активно и результативно. Тем не менее перспективы определённого спада добычи золота после завершения эксплуатации Олимпиадинского месторождения вполне реальны.

Не так уж хорошо обстоит в России дело и с обеспеченностью запасами урана (рис. 6). Сырьевая база эксплуатируемых ныне Далматовского и недавно запущенного Источного месторождений может быть исчерпана уже в 2022–2024 гг. Ввод в строй добывающего предприятия на крупнейшем в Стрельцовском рудном районе Аргунском месторождении позволит сохранить добычу урановых руд практически на текущем уровне вплоть до 2032 г. Но затем последовательное завершение эксплуатации объектов, находящихся сегодня в разработке, – Хагдинского в 2032 г., Мало-Тулукуевского в 2036 г., Стрельцовского в 2038 г. и

Антей в 2044 г. – может стать причиной более чем двукратного спада производства. Добыча на Жерловом месторождении, начало которой планируется в 2033 г., компенсирует лишь небольшую часть потерь, его эксплуатация продлится только до 2052 г., а к 2060 г. будут исчерпаны и запасы Аргунского месторождения.

Отечественные месторождения хромитов, находящиеся сегодня в разработке, обеспечивают лишь около трети необходимого для удовлетворения потребностей ферросплавного производства сырья. В ближайшие годы зависимость отрасли от импорта сырья может быть снижена, если в запланированные сроки состоится ввод в эксплуатацию Южно-Сарановского месторождения, благодаря чему совокупная добыча хромовых руд в стране может достичь 750 тыс. т в год (рис. 7), или более половины необходимого. Но такое положение сохранится только до 2028 г. К этому времени согласно прогнозу будет исчерпана сырьевая база Центрального месторождения, обеспечивающего сегодня около половины добываемого сырья, что обусловит резкий спад производства, а к 2033 г. может быть завершена разработка и Южно-Сарановского месторождения.

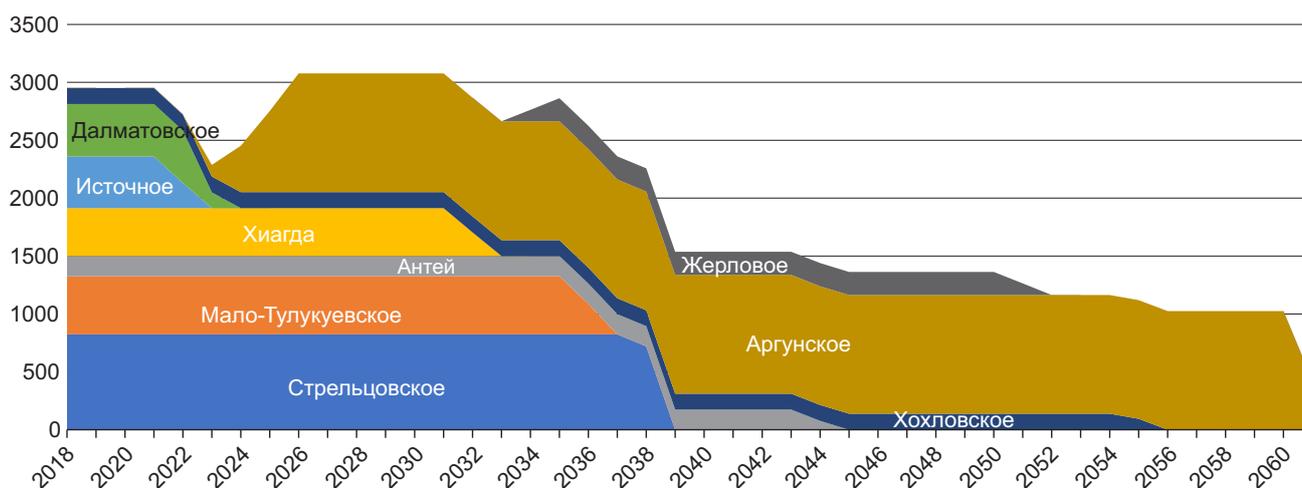


Рис. 6. Прогноз добычи урана на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2060 гг., т [2, 3]

Fig. 6. Forecasted uranium production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2060, kt [2, 3]

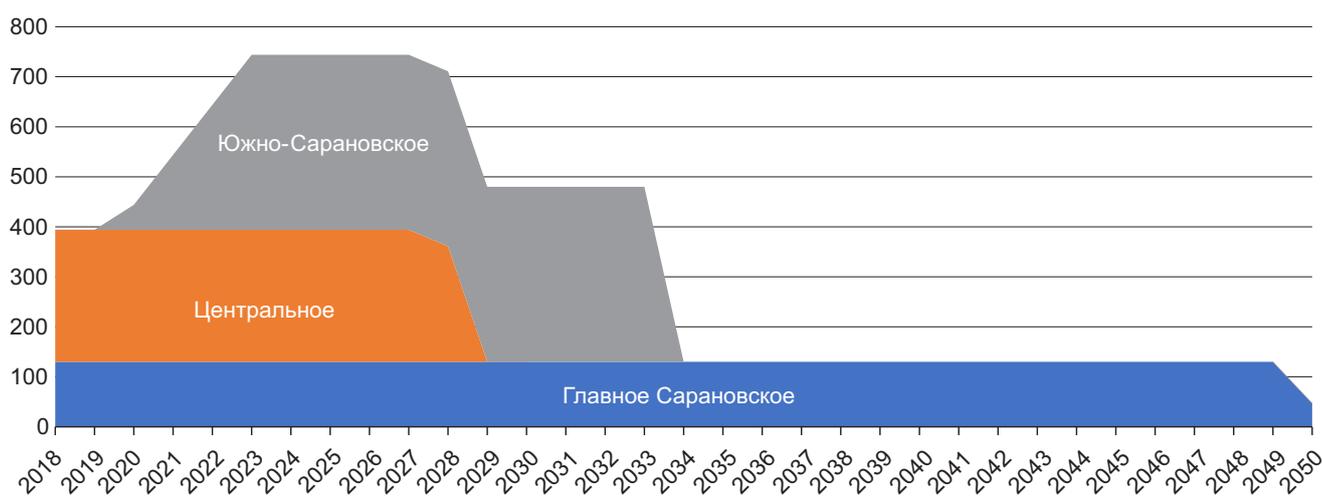
В значительной степени решить проблему мог бы ввод в эксплуатацию Аганозёрского месторождения, но промышленная технология получения кондиционных концентратов из его бедных руд отсутствует. Из такого сырья возможно получение чардж-хрома (сплав с пониженным содержанием хрома), этот продукт успешно производится и используется в Финляндии. Но переход на чардж-хром потребует строительства нового производства с другими технологическими схемами. В настоящее время проект практически законсервирован.

Добыча **олова** из российских недр в период 2014–2018 гг. активно росла, увеличившись за пять лет более чем в семь раз, так что начиная с 2017 г. небольшая часть произведённого концентрата стала экспортироваться. На этом уровне отрасль может продолжать работать в течение 40 лет (рис. 8). При этом отечественное сырьё сегодня удовлетворяет лишь около 40 % потребности в металле, хотя в России она очень мала – всего около 2–2,5 тыс. т в год. Ситуация может измениться с началом эксплуатации россыпи ручья Тирехтях, что вдвое увеличит российское производство оловянных концентратов. Его запасов хватит для работы горнодобывающего предприятия до 2045 г.

Ведутся работы по освоению ещё двух объектов, сложенных богатыми рудами, содержащими более 1 % олова, – Соболиного в Хабаровском крае и входящего в десятку крупнейших в мире Депутатского, однако ни по одному из них сроки ввода в строй ещё не определены.

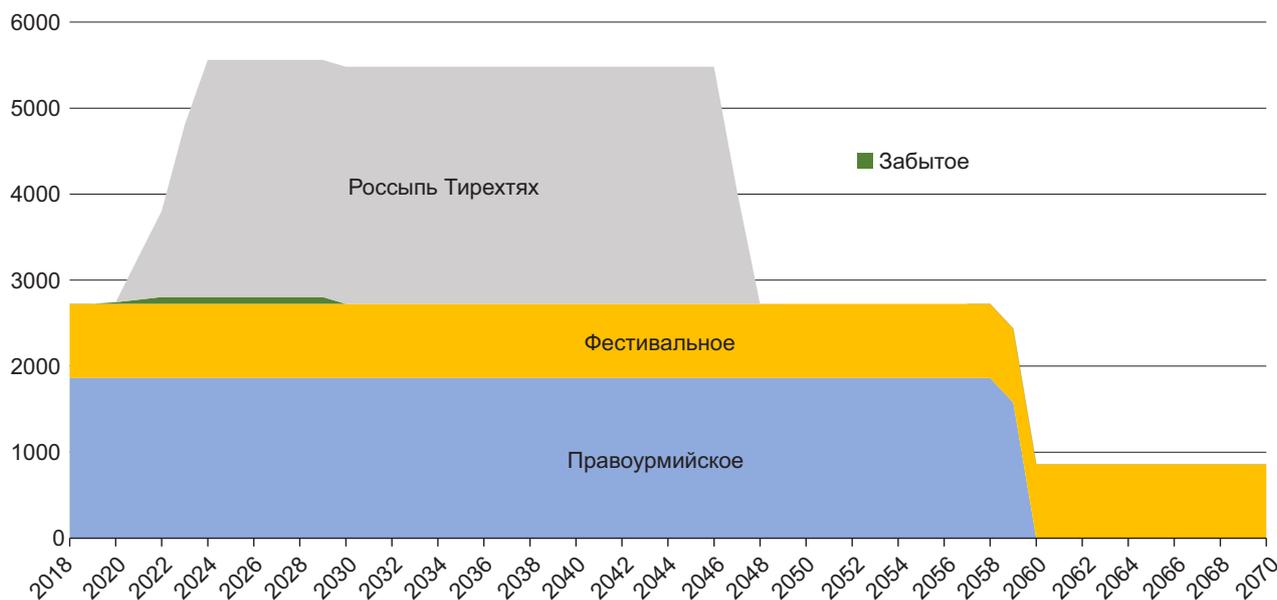
Следует отметить, что в распределённом фонде недр находится в настоящее время лишь менее 30 % запасов олова, числящихся на учёте в Государственном балансе запасов полезных ископаемых. Не лицензированы в том числе крупные объекты, такие как Пыркакайский рудный узел в Чукотском АО, Тигриное и Одинокое в Республике Саха (Якутия) и др. Справедливости ради нужно сказать, что крупнейшие из них сложены небогатыми рудами и/или находятся в неблагоприятных инфраструктурных условиях.

Добыча **вольфрама** в России, напротив, в прошедшее пятилетие падала, уменьшившись за это время почти вдвое. Это обусловлено введением в 2013 г. вывозных таможенных пошлин на руды и концентраты. Тем не менее по результатам анализа видно, что даже при сокращении добычи до уровня 2018 года запасы трёх из четырёх эксплуатируемых в настоящее время месторождений будут исчерпаны в ближайшее десятилетие, а рудник на ведущем



**Рис. 7. Прогноз добычи хромовых руд на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2050 гг., тыс. т [2, 3]**

**Fig. 7. Forecasted chrome ore production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2050, kt [2, 3]**



**Рис. 8. Прогноз добычи олова на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2070 гг., тыс. т [2, 3]**

**Fig. 8. Forecasted tin production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2070, kt [2, 3]**

месторождении Восток-2 может прекратить работу уже в 2026 г.

В то же время перспективы наращивания производства вольфрама в стране значительны – на разных стадиях реализации находятся два крупных проекта освоения месторождений Скрытое и Кти-Теберда и проект возобновления эксплуатации Тырнаузского месторождения. Если все эти объекты, а также мелкое Забытое месторождение будут в соответствии с планами введены в строй, добыча вольфрама из недр в 2030 г. может превысить 12 тыс. т  $WO_3$  (рис. 9), что выведет Россию на второе место по выпуску вольфрамовых концентратов в мире после Китая. Однако составить серьёзную конкуренцию лидеру, производство вольфрамовых концентратов которого приближается к 100 тыс. т, и в этом случае не удастся. Внутренние потребности России в вольфраме не столь велики и максимально оцениваются в 7 тыс. т, частично они удовлетворяются за счёт вторичных источников [2, 3]. Это означает, что российским производителям придётся бороться за мировые рынки сбыта своей продукции, а это при безусловном

доминировании Китая может оказаться непростой задачей.

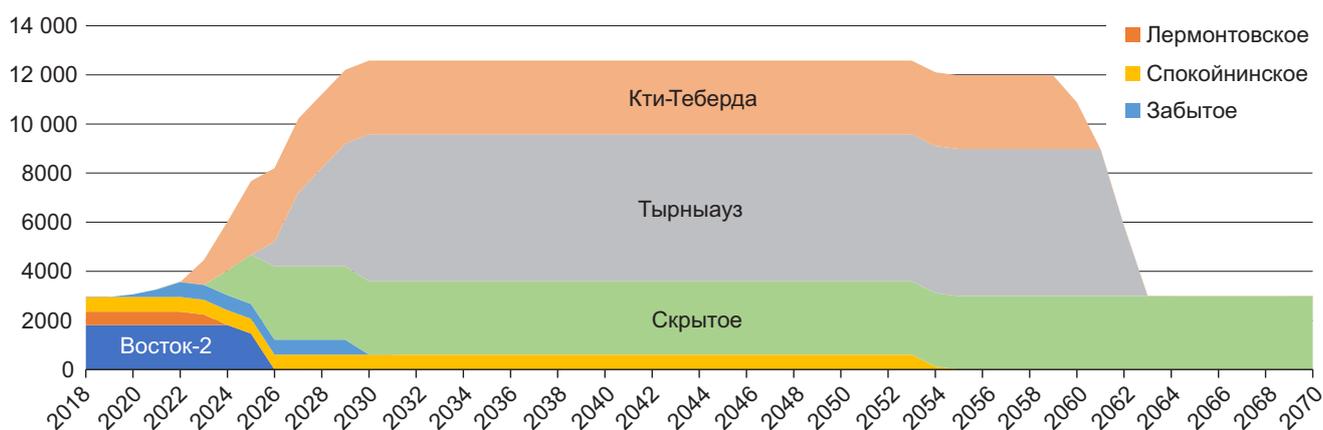
**Молибден** часто присутствует в рудах в качестве попутного компонента. В концентрат в России он извлекается в настоящее время только на Сорском месторождении, запасов которого достаточно для производства на текущем уровне более чем на тридцать лет (рис. 10). После того как из-за низких цен была приостановлена эксплуатация Жирекенского месторождения, внутреннее производство не удовлетворяет внутренний спрос на молибденовую продукцию, который оценивается не менее чем в 10 тыс. т в год; дефицит восполняется за счёт импорта. Возобновление разработки Жирекенского месторождения позволило бы в значительной мере снизить дефицит. В стадии подготовки к разработке в России находятся четыре объекта – Южно-Шамейское, Тырнаузское и крупные медно-порфировые месторождения Ак-Сугское и Песчанка, на которых молибденовый концентрат предполагается выпускать в качестве попутного продукта. Продукция новых предприятий, очевидно, предназначается в основном на экспорт либо

в виде концентрата (Песчанка), либо в виде молибденовых продуктов более высокой степени переработки. Однако мировой рынок молибдена в целом избыточен, поскольку разработка большинства медно-порфировых объектов в мире сопровождается выпуском молибденового концентрата крайне низкой себестоимости и в гораздо большем количестве, чем рынок может поглотить. Это обусловило длительный период крайне низких цен на этот металл [2, 3] и привело к консервации Жирекенского рудника и многих других добывающих предприятий во всём мире. В последние годы ситуация стала постепенно исправляться, но поступление дополнительных количеств молибденового сырья может вновь нарушить хрупкий баланс и привести к новому падению цен, что сделает нерентабельной работу молибдендобывающих предприятий, в том числе и в России.

Необходимо специально подчеркнуть, что результаты анализа обеспеченности существенно зависят от того, каким образом подсчитываются запасы полезного компонента. Во многих рассмотренных выше случаях анализ базируется на информации, содержащейся в Государственном балансе запасов полезных ископаемых. Иначе говоря, обеспеченность ви-

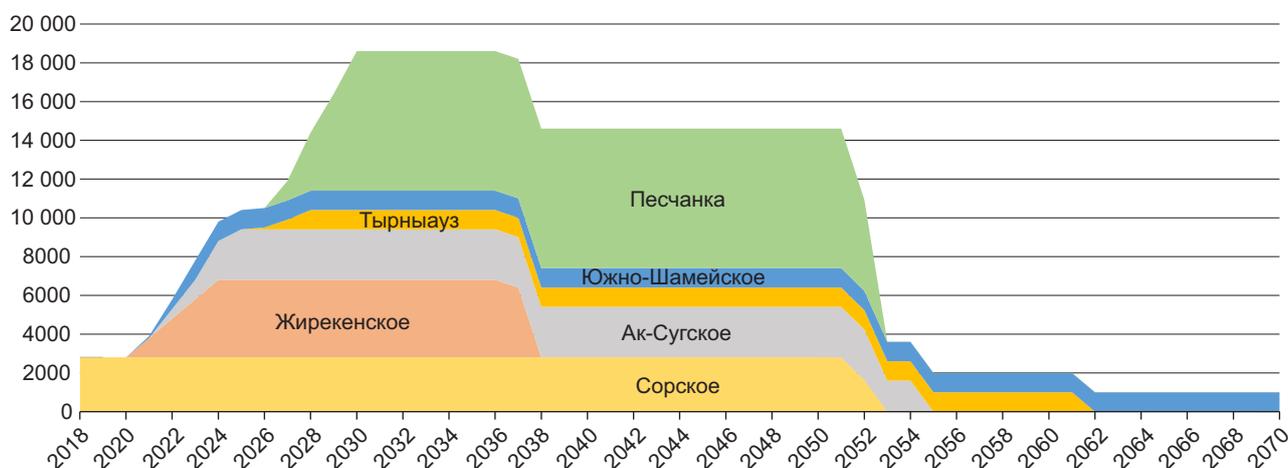
дами сырья, показанная на приведённых выше графиках, представляет собой максимально возможную на сегодняшний день. Однако хорошо известно, что эксплуатационные запасы, рассматриваемые недропользователем в качестве реально извлекаемых, обычно меньше учитываемых ГБЗ, иногда существенно.

Это хорошо видно на примере алмазодобывающей отрасли. Истощение сырьевой базы целой серии крупных эксплуатируемых объектов с завершением добычи **алмазов** на них ожидается уже в самом ближайшем будущем. Если анализ основывается на данных ГБЗ [2, 3], то позволяет прогнозировать, что в 2026 г. будет завершена эксплуатация Нюрбинской трубки, в 2027 г. – трубки им. Карпинского-1 и россыпи Эбелях, в 2031 г. – Нюрбинской россыпи, в 2033 г. – трубок Юбилейной и им. Гриба, в 2038 г. – Архангельской, в 2043 г. – Верхне-Мунского месторождения, в 2045 г. – трубки Айхал (рис. 11). Возобновление работы подземного рудника на трубке Мир планируется не ранее 2030 г. Из этого следует, что совокупная добыча алмазов в России начнёт снижаться уже с 2025 г., и данная тенденция сохранится вплоть до 2045 г., когда количество извлекаемых из недр алмазов упадёт с текущих 40 млн карат и более до примерно 8 млн карат. Из



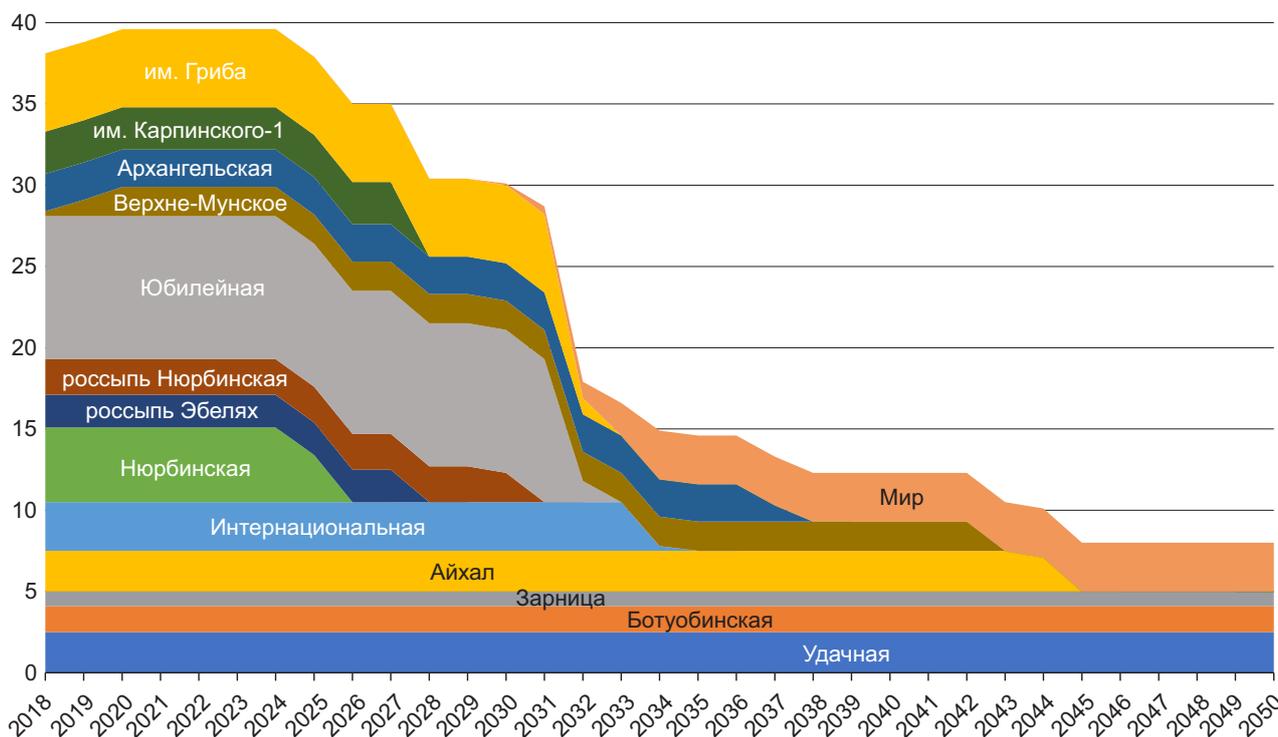
**Рис. 9. Прогноз добычи вольфрама на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2070 гг., тыс. т WO<sub>3</sub> [2, 3]**

**Fig. 9. Forecasted tungsten production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2070, kt [2, 3]**



**Рис. 10. Прогноз добычи молибдена на основных эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на период 2018–2070 гг., тыс. т [2, 3]**

Fig. 10. Forecasted molybdenum production at the main Russian exploited and developed deposits in the period 2018–2070, kt [2, 3]



**Рис. 11. Прогноз добычи алмазов на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на базе запасов, учитываемых Государственным балансом запасов полезных ископаемых на период 2018–2050 гг., млн карат [2, 3]**

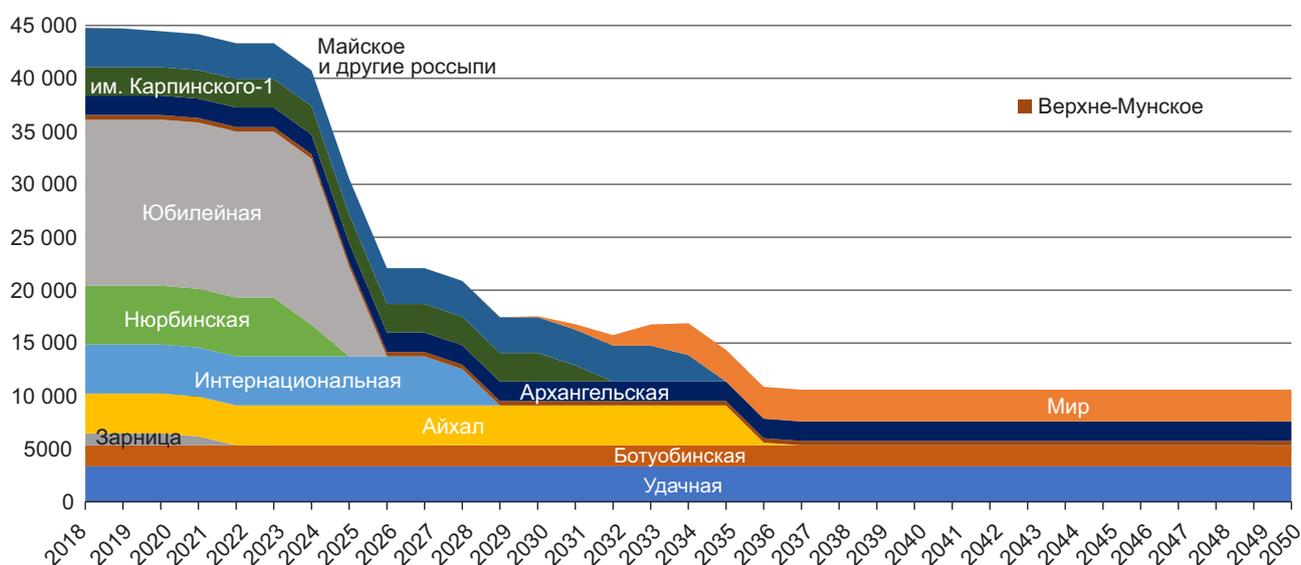
Fig. 11. Forecasted diamond production at the Russian exploited and developed deposits, based on reserves accounted by the State mineral reserve balance in the period 2018–2050, Mct [2, 3]

разрабатываемых сегодня месторождений работы продолжатся только на трубках Удачная, Ботуобинская и Зарница, которые смогут обеспечить лишь около 5 млн карат в год. Это означает, что группа «АЛРОСА», а вместе с ней и Россия могут потерять позицию лидера мировой алмазодобывающей отрасли.

Если же судить по информации группы «АЛРОСА» о её запасах и ресурсах, подсчитанных по стандарту JORC по состоянию на конец 2018 г. [1], то резкое – почти вдвое – снижение производственных показателей компании, связанное с выпадением её добывающих мощностей на трубках Нюрбинская и Юбилейная, произойдёт уже в 2025 г. Процесс продолжится, хотя и не такими высокими темпами, до 2036 г., после чего из ныне эксплуатируемых в разработке останутся только трубки Удачная, Ботуобинская и Архангельская, а также трубка Мир, если добычу на ней удастся возобновить согласно плану. Снижение количества добываемых компанией алмазов до уровня около 10 млн т в год произойдёт уже в 2036 г., т. е. на 10 лет раньше (рис. 12).

Тем не менее, на чём бы ни основывался анализ, он показывает, что в самой недалёкой перспективе количество драгоценных камней, извлекаемых группой «АЛРОСА», снизится примерно вчетверо. Очевидно, что только резкая интенсификация геологоразведочных работ, направленных на наращивание сырьевой базы, может в какой-то степени сгладить негативный эффект её истощения. При этом снижения добычи на определённый период избежать, скорее всего, не удастся, учитывая длительность геологоразведочного процесса от открытия нового скопления полезного ископаемого до ввода месторождения в эксплуатацию.

Таким образом, объектный метод анализа обеспеченности промышленности запасами минерального сырья демонстрирует, что российская сырьевая база большинства твёрдых полезных ископаемых в состоянии обеспечить добычу не менее чем на текущем уровне в течение 20 лет и более, а с учётом реализуемых проектов освоения новых месторождений этот уровень может быть существенно превышен. В то же время добыча некоторых наиболее



**Рис. 12. Прогноз добычи алмазов на эксплуатируемых и осваиваемых месторождениях России на базе ресурсов, подсчитанных по стандарту JORC в 2018 г., на период 2018–2050 гг., млн карат [1]**

**Fig. 12. Forecasted diamond production at the Russian exploited and developed deposits, based on 2018 JORC-compliant resource estimate, in the period 2018–2050, Mct [1]**

ликвидных видов сырья может сократиться уже в недалёком будущем. Если сокращение добычи золота будет, вероятно, не столь резким, как прогнозируется, благодаря тому, что геологоразведочные работы на этот вид сырья финансируются наиболее щедро и поэтому результативны, то кризис в алмазодобывающей отрасли представляется неизбежным – практически вся добыча алмазов ведётся на месторождениях, открытых ещё в годы существования СССР. За последнее 25-летие ни одного крупного объекта открыто не было.

Что касается остальных твёрдых полезных ископаемых, их сырьевая база также в основном базируется на открытиях советского периода. Далеко не все они к настоящему времени освоены, даже месторождения мирового уровня, такие как оловянное Депутатское, которое числится подготавливаемым к разработке, но практически работы на нём не ведутся.

Наибольшей обеспеченностью запасами в недрах, как показывает проведённый анализ, характеризуются сырьевые базы ликвидных полезных ископаемых, оказавшиеся в распоряжении крупных компаний, активно ведущих геологоразведочные работы, причём не только на флангах и периферии своих объектов, но и в других перспективных регионах. Это, к сожалению, свойственно не всем крупным игрокам, поскольку многие из них обеспечены запасами сырья на многие годы, а

средние и мелкие недропользователи не имеют средств для наращивания запасов.

Следует ещё отметить, что для некоторых видов минерального сырья оценивать обеспеченность запасами в России в настоящее время бессмысленно. Это те полезные ископаемые, сырьевая база которых велика (и также практически вся создана в советский период), а добыча по разным причинам настолько мала, что внутренние потребности удовлетворяются в основном за счёт импортных поставок. В различных документах обеспеченность запасами такими видами сырья оценивается в сотни и тысячи лет. К ним, по нашему мнению, относятся марганцевые руды, титан, цирконий и большинство редких и редкоземельных элементов. Отечественный спрос на них чаще невелик, месторождения не отличаются высоким качеством руд и/или находятся в инфраструктурно слаборазвитых регионах и требуют для освоения крупных инвестиций. Со временем развитие отечественной экономики, прежде всего высокотехнологичных отраслей, транспортной и энергетической инфраструктуры, улучшение инвестиционного климата, либерализация законодательства, регулирующего недропользование в России, вероятно, могут сделать эти виды сырья более востребованными, а освоение их запасов рентабельным. Тогда и потребуются проанализировать, на какой срок хватит их запасов.

## Список литературы

1. АЛРОСА. Запасы и ресурсы. 1 июля 2018. – URL: [http://www.alrosa.ru/инвесторам и акционерам/запасы-и-ресурсы](http://www.alrosa.ru/инвесторам%20и%20акционерам/запасы-и-ресурсы) (дата обращения 11.11.2021).
2. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2018 году» / Минприроды РФ. – М., 2019.
3. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году» / Минприроды РФ. – М., 2020.
4. Добычные возможности недр / отв. ред. И. В. Егорова. – М. : ФГБУ «ВИМС», 2019. – 544 с.
5. Козловский Е. А. Минерально-сырьевые ресурсы в экономике России и других стран // Промышленные ведомости. – 2014. – № 4. – URL: <https://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2723&nomer=90> (дата обращения 11.11.2021).
6. ПАО «ГМК «Норильский никель»». Годовой отчёт 2018. – URL: <https://www.nornickel.ru/files/ru/gsm/agm2019/materials/godovoj-otchet-za-2018-god-100619.pdf> (дата обращения 27.10.2021).
7. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года, утверждённая Правительством РФ 22 декабря 2018 г. (распоряжение № 2914-р).

## References

1. ALROSA. Zapasy i resursy. 1 iyulya 2018 [ALROSA. Reserves and resources. July 1, 2018], available at: <http://www.alrosa.ru/инвесторам и акционерам/запасы-и-ресурсы> (Accessed: 11.11.2021).
2. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ispol'zovaniy mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2018 godu» [State Report «On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2018»], Moscow, 2019.
3. Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii i ispol'zovaniy mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu» [State Report «On the state and use of mineral resources of the Russian Federation in 2019»], Moscow, 2020.
4. Dobychnye vozmozhnosti neдр [Mining opportunities of the subsoil], Moscow, VIMS Publ., 2019, 544 p.
5. Kozlovskii E. A. Mineral'no-syr'evye resursy v ekonomike Rossii i drugikh stran [Mineral resources in the economy of Russia and other countries], Promyshlennyye vedomosti [Industrial statements], 2014, No 4. URL: <https://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=2723&nomer=90> (Accessed: 11.11.2021).
6. PAO «GMK “Noril'skii nikel”». Godovoi otchet 2018 [PJSC MMC Norilsk Nickel. Annual Report 2018], available at: <https://www.nornickel.ru/files/ru/gsm/agm2019/materials/godovoj-otchet-za-2018-god-100619.pdf> (Accessed: 27.10.2021).
7. Strategiya razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy Rossiiskoi Federatsii do 2035 goda, utverzhennaya Pravitel'stvom RF 22 dekabrya 2018 g. (rasporyazhenie № 2914-r) [The Strategy for the development of the mineral resource base of the Russian Federation until 2035, approved by the Government of the Russian Federation on December 22, 2018 (Order No. 2914-r)].

## Авторы

### Егорова Ирина Валентиновна

доцент кафедры геологии полезных ископаемых  
ФГБОУ ВО «Российский государственный  
геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе», г. Москва  
[irinaegorova31@gmail.com](mailto:irinaegorova31@gmail.com)

### Михайлов Борис Константинович

кандидат экономических наук  
до 21.05.2020 г. заместитель генерального директора  
АО «Росгеология», руководитель блока геологии  
твёрдых полезных ископаемых

## Authors

### Irina V. Egorova

Associate Professor of mineral geology  
S. Ordzhonikidze Russian State  
Geological Prospecting University,  
Moscow  
[irinaegorova31@gmail.com](mailto:irinaegorova31@gmail.com)

### Boris K. Mikhailov

PhD  
Deputy General Director of JSC Rosgeology,  
Head of Nonfuel Mineral Geology Department  
(until May 21, 2020)