

Научная статья

УДК 553.463(332.142.4)

DOI: 10.37102/0869-7698_2022_225_05_7

Проблемы минерально-сырьевой базы вольфрамовой промышленности российского Дальнего Востока

А.И. Ханчук, Г.И. Архипов, В.В. Иванов

Александр Иванович Ханчук

академик РАН, доктор геолого-минералогических наук, профессор
Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия
axanchuk@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0003-0226-1493>

Геннадий Иванович Архипов

кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник
Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, Россия
arhipov@igd.khv.ru

Владимир Викторович Иванов

кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник
Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия
d159327@yandex.ru

<http://orcid.org/0000-0002-7917-9757>

Аннотация. В России пока нет однозначного решения по организации самодостаточной вольфрамовой промышленности и минерально-сырьевой базы ее обеспечения. До 1990-х годов страна полностью обеспечивалась ресурсами вольфрама Дальнего Востока, и в последние годы свыше 90 % российской добычи вольфрама дают два предприятия ДФО: АО «Приморский ГОК» (Приморский край) и ЗАО «Новоорловский ГОК» (Забайкальский край). Разрабатываемые в Приморском крае месторождения вольфрама близки к исчерпанию, но здесь и на территории Хабаровского края ведутся геологоразведочные работы на вольфрам; возможно выявление новых объектов, так как основная часть оцененных прогнозных ресурсов находится в недрах ДФО. Современное состояние минерально-сырьевых ресурсов вольфрама и перспективы ДФО относительно вольфрама показывают, что эта территория остается предпочтительной сырьевой базой и, следовательно, предпочтительным местом локализации российской вольфрамовой промышленности. Российский рынок вольфрамового сырья подвержен колебаниям объемов производства, экспорта и импорта, в том числе встречным их движениям, обусловленным несогласованностью интересов добывающих, перерабатывающих и потребляющих вольфрамовую продукцию предприятий. Необходимы системная организация промышленности здесь и выработка согласованной стратегии ее развития, консолидация предприятий, добывающих вольфрамовое сырье, и перерабатывающих предприятий в вертикально интегрированный холдинг.

Ключевые слова: вольфрам, месторождения, концентраты, триоксид вольфрама, запасы, ресурсы, потребление, Дальневосточный федеральный округ

Для цитирования: Ханчук А.И., Архипов Г.И., Иванов В.В. Проблемы минерально-сырьевой базы вольфрамовой промышленности российского Дальнего Востока // Вестн. ДВО РАН. 2022. № 5. С. 88-101. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698-2022_225_05_7.

Original article

Problems of the mineral resource base that stand before the tungsten industry of the Russian Far East

A.I. Khanchuk, G.I. Arkhipov, V.V. Ivanov

A.I. Khanchuk

Doctor of Sciences in Geology and Mineralogy, Professor, Academician of the RAS
Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia
axanchuk@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-0226-1493>

G.I. Arkhipov

Candidate of Sciences in Geology and Mineralogy
Leading Researcher
Mining Institute, FEB RAS, Khabarovsk, Russia
arhipov@igd.khv.ru

V.V. Ivanov

Candidate of Sciences in Geology and Mineralogy
Leading Researcher
Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia
d159327@yandex.ru
<http://orcid.org/0000-0002-7917-9757>

Abstract. In Russia, there is still no clear decision on the organization of a self-sufficient tungsten industry and the mineral resource base for its provision. Until the 1990s, the country was fully provided with the resources of the Far East's tungsten, and in recent years, over 90 % of Russia's tungsten production is provided by two enterprises of the Far Eastern Federal District: JSC Primorsky GOK (Primorsky Krai) and CJSC Novoorlovsky GOK (Zabaykalsky Krai). The tungsten deposits being developed in the Primorsky Krai are close to exhaustion, but there and in the Khabarovsk Territory, geological exploration for tungsten is underway, and it is possible to identify new objects, since the main part of the estimated forecast resources is located in the subsurface of the Far Eastern Federal District. The current state of the mineral resources of tungsten and the prospects of the Far Eastern Federal District for tungsten show that this area remains the preferred raw material base and, therefore, the preferred location for the tungsten industry. The Russian market of tungsten raw materials is subject to fluctuations in production, export and import volumes, including their counter movements, due to the inconsistency of the interests of mining, processing and consuming enterprises of tungsten products. It is necessary to systematically organize the industry here and develop a coherent strategy for its development, to consolidate the enterprises producing tungsten raw materials and processing enterprises into a vertically integrated holding.

Keywords: tungsten, deposits, concentrates, tungsten trioxide, reserves, resources, consumption, Far Eastern Federal District

For citation: Khanchuk A.I., Arhipov G.I., Ivanov V.V. Problems of the mineral resource base that stand before the tungsten industry of the Russian Far East. *Vestnik of the FEB RAS*. 2022; (5): 88-101. http://dx.doi.org/10.37102/0869-7698_2022_225_05_7.

Введение

Спрос на вольфрам и его потребление определяется общим состоянием экономики. При строительстве перерабатывающих предприятий в СССР их мощности были рассчитаны не менее чем на 20 тыс. т объемов переработки вольфрамового сырья в год, хотя, по данным экспертов [1, 2], потребление вольфрамовых продуктов в стране всегда находилось на низком уровне, а после 1990 г. еще более снизилось (примерно в 10 раз) [3]. В настоящее время потребность внутреннего рынка составляет не более 3,5 тыс. т триоксида вольфрама (WO_3) в год, душевое потребление, по оценке [4, 5], – только 10,5 кг на 1000 чел. (в пересчете на WO_3), против 31–62 кг в Японии, США, ЕС, Китае. В [6] отмечается, что в период до 2020 г. и на перспективу до 2030 г. в России ожидается рост спроса на вольфрамовые концентраты за счет вероятного увеличения использования вольфрама в черной металлургии, при производстве конструкционных и композиционных материалов. До 1990-х годов страна полностью обеспечивала себя ресурсами вольфрама Дальнего Востока, и в последние годы свыше 90 % российской добычи вольфрама обеспечивают два предприятия ДФО. Разрабатываемые в Приморском крае месторождения вольфрама близки к исчерпанию, но в ДФО ведутся геологоразведочные работы на вольфрам, возможно выявление новых объектов, так как основная часть оцененных прогнозных ресурсов находится в недрах Дальнего Востока, и разведка новых месторождений [7, 8]. Имеется другое решение вопроса по вольфрамовой промышленности и обеспечению ее сырьем: возобновление разработки Тырныузского месторождения (Кабардино-Балкарская Республика) [9].

Постановка проблемы

Таким образом, актуально обсуждение организации вольфрамовой промышленности и локализации сырьевой базы как ее основы. При этом в первую очередь должно быть учтено обеспечение сырьем внутренних потребностей, но не экспорт: выручка от него не критична для бюджета. Например, общая стоимость экспорта вольфрама и изделий из него (код ТНВЭД 8101) в 2019 г. составила 5,03 млн долл. США при массе груза 334,29 т, общая стоимость импорта – 11,21 млн долл. при массе груза 225,42 т [10].

Методология

Использованы аналитический, статистический, графический, логический методы исследований. С целью изучения возможностей использования ресурсов вольфрама ДФО проанализированы данные по составу, размещению и использованию ресурсов вольфрама в России. Источники информации – оперативные данные ВСЕГЕИ [11, 12], государственные доклады Федерального агентства недропользования России [7, 8], материалы территориальных фондов геологической информации, публикации экспертов по данному вопросу [13, 14], статистические данные Таможенных служб России [10] и др. [15], обзоры маркетинговых компаний, публикации о вольфраме за рубежом [16, 17], собственные материалы и обзоры минерально-сырьевых ресурсов ДФО [18] и работы других авторов [19, 20].

Исходные данные

Ресурсы и добыча вольфрама в России. По данным источника [8], запасы WO_3 категорий $A+B+C_1+C_2$ на начало 2020 г. составляли 1320 тыс. т, прогнозные ресурсы – почти 950 тыс. т (категорий P_1+P_2) и более 1500 тыс. т (категории P_3). Запасы вольфрама заключены в 76 месторождениях (41 коренном и 35 россыпных). Еще 16 месторождений (11 коренных и 5 россыпных) содержат только забалансовые запасы. Учитывается одно техногенное месторождение. Распределение запасов вольфрама по территории России неравномерно. Кроме объектов ДФО имеются Тырныаузское и Кти-Тебердинское месторождения в Северо-Кавказском ФО. По оценкам «Ростеха», балансовые запасы первого составляют 209,5 тыс. т WO_3 (содержание 0,432 %) и 36,6 тыс. т молибдена (содержание 0,076 %).

В последнее десятилетие добыча вольфрама ведется на шести коренных месторождениях (из них четыре – существенно вольфрамовых и 2 – оловорудных с попутным вольфрамом), а также на одном существенно вольфрамовом техногенном. Добычу вольфрама с последующим обогащением руд и получением вольфрамовых концентратов ведут 6 компаний: компании АО «Приморский ГОК», ООО «Лермонтовский ГОК» и ЗАО «Новоорловский ГОК» разрабатывают коренные месторождения существенно вольфрамовых руд (Восток-2 и Лермонтовское в Приморском крае и Спокойнинское в Забайкальском крае, соответственно); предприятие АО «Закаменск» перерабатывает накопленные в прошлом хвосты обогащения Джидинского вольфрамомолибденового комбината (Барун-Нарынское техногенное месторождение в Республике Бурятия). В незначительном количестве вольфрам добывается и извлекается в концентрат компанией ООО «Приморвольфрам» в ходе опытно-промышленной отработки Забытого месторождения в Приморском крае. Кроме того, ООО «Правоурмийское», разрабатывающее одноименное оловорудное месторождение в Хабаровском крае, производит вольфрамовый концентрат попутно.

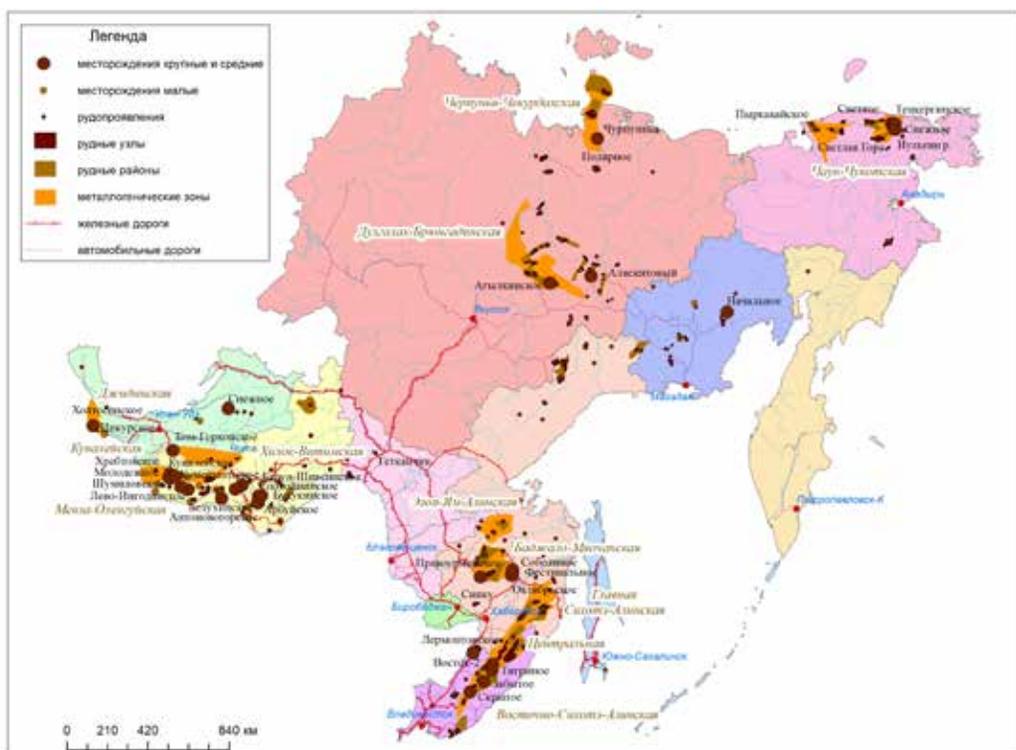
Добыча WO_3 из недр в 2010–2019 гг. составляла от 2860 до 5398 т в год, из техногенных образований (включая отвалы) – от 86 до 1985 т в год. На долю АО «Приморский ГОК» приходится 34 % добычи, ЗАО «Новоорловский ГОК» – 29, АО «Закаменск» – 23, ООО «Лермонтовский ГОК» – 6 %. Перспективы прироста запасов вольфрама имеются: основная часть прогнозных ресурсов (более 90 % категории P_1 и около 70 % категории P_2) оценена в недрах ДФО, характеризующихся крайне незначительным уровнем изученности.

Производство, потребление, экспорт и импорт вольфрамовой продукции в России.

Объем годового производства вольфрамовых концентратов в стране в 1991 г. составлял около 20 тыс. т, в 1993 г. – около 15 тыс., в 1994–2001 гг. – 3–9 тыс., с начала 2000-х годов достаточно стабильно находится в пределах 4,6–7 тыс. т.

Внутренними потребителями вольфрамовых концентратов являются ОАО «Гидрометаллург» (г. Нальчик, Кабардино-Балкарская Республика), входящее в структуру АО «Компания «Вольфрам»», и АО «Кировградский завод твердых сплавов» (Свердловская область). Производством вольфрамовой продукции занимаются следующие предприятия: АО «Победит» (г. Владикавказ, Республика Северная Осетия – Алания), ПАО «Уральский завод тяжелого машиностроения» (г. Екатеринбург), АО «Кировградский завод твердых сплавов», АО «Полема» (г. Тула), ООО «Унечский завод тугоплавких металлов» (Брянская область, г. Унеча).

По данным работ [8, 21, 22], видимое внутреннее потребление вольфрамовых концентратов в среднем составляет около 3–3,5 тыс. т в год (примерно соответствует 1,8–3 тыс. т WO_3). Часть концентратов идет на экспорт: в 1997–2017 гг. доля экспорта вольфрамовых концентратов от национальной добычи превышала 60 %; в 2017–2019 гг. экспорт составил от 1,27 до 2,57 тыс. т в год. В то же время для обеспечения потребностей перерабатывающих предприятий западной части страны вольфрамовые концентраты импортируются из Вьетнама и Малайзии. В 2017 г. импорт составил 1471 т вольфрамовых концентратов (на



Месторождения, рудопроявления, рудные районы и перспективные зоны (надписаны курсивом в ореолах) вольфрама на территории ДФО

сумму 13,8 млн долл. США). Другие вольфрамовые продукты импортированы в 2017 г. в количестве 0,06 тыс. т на сумму 1,8 млн долл. США), в 2019 г. импорт снизился до 293 т [10].

Ресурсы и состояние вольфрамодобывающей отрасли ДФО. До начала 2000-х гг. ДФО был основным производителем вольфрамового сырья в стране. На территории ДФО выявлено более 230 вольфрамовых и вольфрамсодержащих объектов (коренных и россыпных месторождений и проявлений), в том числе 3 крупных месторождения (запасы более 100 тыс. т WO_3), 15 средних (100–10 тыс. т), более 20 мелких (менее 10 тыс. т). Распределение месторождений по территории округа неравномерно, наиболее значительные и перспективные из них показаны на рисунке.

Приморский край – территория распространения разведанных, разрабатываемых и частью уже отработанных комплексных месторождений олова и вольфрама, содержащих кроме основных компонентов медь, свинец, цинк, серебро, золото, редкоземельные элементы и редкие металлы [18, 19]. В крае многие годы производится вольфрамовый концентрат, основными потребителями которого являются компании Японии, Австрии и Китая, а также некоторые российские предприятия.

Запасы и ресурсы WO_3 учтены в 5 коренных и 1 россыпном месторождениях, в сумме они составляют около 400 тыс. т. По масштабу месторождения – средние, со средним содержанием WO_3 0,068 % (см. таблицу).

Месторождение Восток-2 открыто в 1961 г. (первоначально разведанные запасы WO_3 составляли около 150 тыс. т при среднем содержании полезного компонента в руде 1,69 %. Разработку с 1969 г. ведет предприятие «Приморский ГОК». Проектная мощность рудника 350 тыс. т руды (5 тыс. т WO_3), фактически добывается и перерабатывается не более 200 тыс. т. По данным Приморнедра, запасы WO_3 на месторождении на начало 2020 г. составляли 10,6 тыс. т со средним содержанием в запасах категорий A+B+C₁ 19,5 %.

**Запасы и средние содержания триоксида вольфрама в месторождениях ДФО
(данные ВСЕГЕИ, ИАЦ «Минерал» и из разных источников)**

Месторождение	Содержание в рудах WO ₃ (%), вольфрамита в россыпях, г/м ³	Запасы категорий А+В+C ₁ +C ₂ , тыс. т	Статус
Республика Бурятия			
Инкурское	0,15	184,5	Разведываемое, АО «Твердосплав»
Холгосонское	0,75	32,4	ГК «Акрополь»
Барун-Нарынское (техногенное)	2125,35	14	Разрабатываемое, АО «Закаменск»
Мало-Ойногорское	0,04	122,6	Нераспределенный фонд
Забайкальский край			
Спокойнинское	0,21	20,9	Разрабатываемое, ЗАО «Новоорловский ГОК»
Республика Саха (Якутия)			
Агылкынское	1,271	94	Нераспределенный фонд
Черпунья	0,045	0,6	
Одинокое	0,026	10,6	
Алыс-Хая	0,088	2,4	
Илинтас	0,64	22	
Россыпи Тирехтях, Чурпунья, Омчикандя и др., вольфрамит	8,7-139	нд	
Приморский край			
Восток-2	19,5	10,6	Разрабатываемое, АО «Приморский ГОК»
Лермонтовское	3,93		Практически выработано, КГУП «Примтеплоэнерго»
Тигриное	0,04	68,324	ООО «Приморвольфрам»
Скрытое	0,36	136	Подготавливаемое к эксплуатации, АО «Приморский ГОК»
Забывтое	0,83	11,409	ООО «Приморвольфрам», опытно-промышленная подготовка
Забывтое (россыпь вольфрамита)	209,79	0,15	
Хабаровский край			
Правоурмийское	0,04	12,3	Разрабатываемое, ООО «Правоурмийское» ПАО «Селигдар»
Фестивальное	0,11	15,83	
Соболиное	0,07	6,2	Подготавливаемое к освоению, ОАО «Забайкальская Горнорудная Компания»
Чукотский автономный округ			
Пыркакайское (штокверки)	0,014-0,039	21,35	Доизучение, ООО «Территория», ПАО «Русолово»
Иульгинское	1,072	7,026	Нераспределенный фонд
Светлое	0,638	28,165	
Тенкергинское	2,726	6,99	
Пыркакайский, Иульгинский, Певекский, Валькумейский и др. россыпные районы, вольфрамит	нд*	0,613	

*Пояснить обозначение.

Лермонтовское месторождение вольфрама эксплуатируется с 1988 г. Более 70 % балансовых запасов месторождения предназначалось для открытой отработки с проектной мощностью рудника 200 тыс. т руды (3 тыс. т WO₃). Фактически в последние десять лет добывалось и перерабатывалось не более 100 тыс. т. В заскладированных хвостах

обогащения накоплено более 1,3 млн т песков с содержанием WO_3 0,57–1,09 %, запасы WO_3 хвостов оценивались в 7,7 тыс. т [23]. Компания «Русский вольфрам» перерабатывала хвосты обогащения прошлых лет. В 2010 г. владельцем ГОКа стало КГУП «Примтеплоэнерго». На начало 2020 г. оставалось 2,2 тыс. т запасов WO_3 (с содержанием его в руде 5,66 %). В аукционе на вольфрамовое месторождение Рубежное «Лермонтовский ГОК» не участвовал: предприятие готовилось к продаже через аукцион в феврале 2021 г. в связи с истощением запасов сырья. Аукцион не состоялся из-за отсутствия заявок, предстоит повторный аукцион.

Месторождение Тигриное имеет значительные запасы WO_3 , но низкое содержание его в руде. Резервы для добычи вольфрама имеются на месторождениях Скрытое и Забытое, которые «Приморский ГОК» должен был подготовить к освоению еще в 2016 г. Для месторождения Скрытое ГКЗ Роснедра в 2012 г. определило постоянные кондиции применительно к условиям отработки месторождений открытым способом и балансовые запасы, подсчитанные в экономически обоснованном контуре карьера, WO_3 категории C_1 составили 62,3 тыс. т (при среднем содержании WO_3 в руде 0,358 %), категории C_2 – 73,7 тыс. т (WO_3 0,333 %). Месторождение имеет перспективы прироста запасов за счет разведки прогнозных ресурсов. Общие ресурсы месторождения оцениваются в 215 тыс. т WO_3 , они могут обеспечить добычу открытым способом в течение 45 лет. АО «Приморский ГОК» владеет лицензией на месторождение с 2007 г., в 2014 г. началась подготовка к его освоению. Общий объем инвестиций в проект оценен в 8 млрд руб. Запустить комбинат с ежегодным производством более 5 тыс. т вольфрамового концентрата планируется в 2024 г.

Месторождение Забытое имеет балансовые запасы по категории C_1+C_2 11,4 тыс. т WO_3 , прогнозные ресурсы по категории P_1 – 8 тыс. т WO_3 . В 1994–2014 гг. месторождение принадлежало АО «Приморский ГОК», в 2014 г. лицензию на месторождение купила компания ООО «Приморвольфрам» (дочернее предприятие АО «Компания «Вольфрам», г. Красногорск). Компания ведет геологоразведочные работы (ГРП) с опытно-промышленной добычей руды «на склад» и намерена построить завод по выпуску ферровольфрама в Приморском крае. Объем вложений оценивался в 1,5 млрд руб., срок реализации – 2018–2025 гг.

Геологоразведочные работы на вольфрам в крае проводятся как за счет федерального бюджета, так и за счет основных недропользователей – «Приморский ГОК», «Компания «Вольфрам» на объектах Лазурное, Олимпийское, Кордонное, Валунный и Верхне-Присковский и др.

По оценкам экспертов [24, 25], в Приморье высока вероятность обнаружения не только новых скарново-шеелит-сульфидных месторождений, но и месторождений других генетических типов. Получены результаты, позволяющие предположить наличие стратиформных месторождений. В связи с этим возник вопрос об оценке перспектив слабоизученных месторождений неясного генезиса, таких как Скрытое, Кордонное, Беневоское, Тисовое в Приморском крае [24, 26] и ряда других на территории ДФО (Сосукчанское, Аляскитовое и др. в Якутии, Букукинское, Белухинское в Забайкалье, Иульгинское, Светлое, Тенкергинское на Чукотке и др.) с целью выяснения их генезиса и перспектив [27].

В Хабаровском крае в коренных месторождениях учтены руды, в которых вольфрам является попутным компонентом. Попутная добыча вольфрама осуществляется на Правоурмийском месторождении, из руд Фестивального, Перевального месторождений вольфрам не извлекается. Балансовые запасы WO_3 Хабаровского края составляют около 37 тыс. т, в том числе разведанные запасы – 23 тыс. т. Ресурсы WO_3 края оцениваются примерно в 160 тыс. т по категориям P_1 и P_2 . Перспективы Хабаровского края на вольфрам значительны [28, 29] ввиду наличия многих неоцененных проявлений в северной (Маган, Крючек, Осеннее, Хайринджа, Эльгачан, Чарканнах и др. в Кютепском рудном узле), западной и центральной (Синку, Ледниковое, Сармака, Поисковое, Агдонийское, Мерекское, Ежовое, Красный Каньон и др.) частях края, но особенно в южной, пограничной с Приморским краем, части (проявления Ко, Янизавани, Веселое, Хорская площадь с участками Арса, Кафэн и Светлый, Хвощевая и Звонкая площади).

На территории Республики Саха (Якутия) месторождения и перспективные рудопроявления располагаются в олово-вольфрамовых рудно-россыпных районах: Северо-Янском (коренные месторождения Одинокое, Черпунья, Полярное, а также более десятка россыпных объектов) и Южно-Янском (с коренными месторождениями Илинтас, Алыс-Хая и несколькими россыпями). Вольфрамовая минерализация занимает подчиненное положение относительно оловянной. Учитываются запасы 22 месторождений вольфрама (7 коренных и 15 россыпных). По запасам и качеству руд наиболее значимым объектом является Агылкынское скарновое медно-вольфрамовое месторождение с запасами WO_3 94 тыс. т (категории В+С₁) при среднем его содержании 1,27 %. Балансовые запасы WO_3 Республики Саха (Якутия) составляют более 130 тыс. т.

На территории Республики Бурятия учтено семь месторождений вольфрама, в том числе три коренных – Инкурское, Холтосонское, Мало-Ойногорское; четыре россыпных и одно техногенное – Барун-Нарынское. Запасы вольфрама составляют 389,6 тыс. т, прогнозные ресурсы – 10,1 тыс. т WO_3 . На Барун-Нарынском месторождении в 2016 г. добыто 569 т, в 2018 г. – 364 т WO_3 , из россыпных месторождений добываются единицы тонн. Инвестиции компания АО «Твердосплав» по проектам освоения Инкурского и Холтосонского месторождений уже составили 122,3 млн руб. В 2021 г. объем производства продукции на них должен составить 3300 т WO_3 в год.

В Забайкальском крае запасы вольфрама учитываются на 12 коренных и 7 россыпных месторождениях. Запасы WO_3 составляют 70,9 тыс. т (включая забалансовые), добыча в 2018 г. на Спокойнинском составила 162 т WO_3 , предполагается довести здесь производство вольфрамового концентрата до 1,8 тыс. т в год. На территории края известны небольшие по запасам месторождения вольфрама (Шумиловское, Хребтовское, Молодежное, Горное, Березовое и др.), ведется подготовка к освоению вольфрам-молибденового Бугдаинского месторождения, имеются перспективы открытия новых месторождений, в частности на Тукулайском рудном поле, прогнозные ресурсы которого категории P₂ оценены в 100 тыс. т WO_3 .

В Амурской области имеются перспективы на ресурсы вольфрама на востоке области, куда протягиваются металлогенические структуры Хабаровского края. Ресурсы вольфрама вероятны и в западной части области: рудопроявление Гетканчик (83,6 тыс. т WO_3 категории P₁) и одноименное рудное поле (121 тыс. т категории P₂).

В Магаданской области запасы WO_3 составляют 1,2 тыс. т, прогнозные ресурсы – не менее 400 тыс. т. Большая часть запасов WO_3 заключена в Начальном вольфрам-оловянном месторождении, содержание WO_3 в них составляет в среднем около 0,7 %. Перспективным для освоения является месторождение Бохапчинское, ресурсы которого оценены в 80 тыс. т WO_3 .

На территории Чукотского АО выявлено более 80 преимущественно комплексных олово-вольфрамовых месторождений (в том числе более 10 коренных), WO_3 учтен как попутный компонент в месторождениях олова. Основная часть месторождений располагается относительно компактно на севере округа в пределах Чукотской металлогенической зоны. Основные ресурсы сосредоточены в коренных месторождениях (Пыркакайское, Валькумейское, Иульгинское, Экуг, Светлое, Лунное и др.). Наиболее крупным является месторождение Пыркакайское, образованное группой из 7 месторождений, представляющих отдельные штокерки. Общие запасы WO_3 – более 20 тыс. т (содержания 0,014–0,039 %). Руды месторождения легкообогатимы и могут обрабатываться открытым способом [30]. На месторождениях Валькумейское, Иульгинское, Телекайское и многочисленных россыпях с 1940-х до 1990-х годов и несколько позднее вольфрам добывался попутно с оловом. Добыча остановлена с 1992 г., все месторождения переведены в государственный резерв. Запасы WO_3 в Чукотском АО по состоянию на начало 2020 г. составляли 64 тыс. т со средним содержанием WO_3 0,06 %.

Таким образом, на территории ДФО оценено в той или иной степени и разведано более 25 коренных месторождений с вольфрамовыми рудами (самостоятельных или в качестве

попутного компонента) и столько же россыпных месторождений вольфрама с суммарными ресурсами WO_3 более 400 тыс. т. Прогнозные ресурсы WO_3 оцениваются в 600 тыс. т.

Мировая конъюнктура. Ученные общемировые ресурсы вольфрама заключены в недрах 70 стран; их резервы, по данным Геологической службы США (USGS) [15], составляют более 5,3 млн т WO_3 (что соответствует 3,3 млн т вольфрама), а ресурсы превышают 20 млн т WO_3 . Считается, что они обеспечат добычу в течение 130 лет. Основные ресурсы сосредоточены в ограниченном числе стран: Китай, Казахстан, Россия, Канада, США, Киргизия, Боливия, Австралия, Вьетнам. Китаю принадлежит почти 66 % мировых запасов вольфрама, находящихся в 225 месторождениях.

Производство вольфрама в концентратах осуществляется в 27 странах. По оценкам, в 2020 г. оно составило более 110 тыс. т WO_3 (более 84 тыс. т вольфрама). Лидером мировой вольфрамовой промышленности (около 61 тыс. т WO_3 в 2019 г.) и крупнейшим мировым экспортером является Китай [31]. Россия располагается на 3 месте по производству, но в абсолютном выражении это примерно в 32 раза меньше, чем в Китае.

Важность вольфрама для отдельных отраслей промышленности, практически монопольное положение Китая на рынке, неустойчивость предложения вольфрамового сырья остальными производителями, нестабильность цен на вольфрамовые продукты заставили многие развитые страны включить вольфрам в список стратегических полезных ресурсов и искать альтернативу монополизму Китая. В разных странах реализуются проекты по возобновлению освоения ранее оставленных и освоению новых месторождений [32, 33].

Некоторые новые проекты по добыче вольфрама осуществляются в Испании – Лос-Сантос (Los Santos), Вальтрейксал (Valtreixal), Ла Паррилья (La Parrilla), Португалии (Régua), Республике Корея (Сандон (Sangdong), Казахстане (Богутинское, Верхнее Кайрактинское, Дрожиловское, Смирновское, Коктенколь, Северный Катпар), Узбекистане (Саутбай (Sautbay), Бургут, Сагынкан и др.), Бразилии (Rio Maria), Австралии (Вулфрам-Камп (Wolfram Camp), Канаде (Sisson) и других странах. По данным Roskill, только евразийские проекты по добыче вольфрама могут добавить более 11 тыс. т новых поставок к 2029 г., если все они будут успешно введены в эксплуатацию. В результате осуществления новых проектов по производству вольфрама за рубежом Россия может потерять имеющиеся у нее внешние рынки сбыта вольфрамового сырья, не выдержав конкуренции с новыми поставщиками.

Обсуждение

В России возможно существенное увеличение добычи вольфрама из недр с расширением ее географической структуры. В настоящее время к промышленному освоению подготавливаются четыре коренных месторождения существенно вольфрамовых руд: Скрытое и Забытое (Приморский край), Тырнаузское и Кти-Тебердинское (Северный Кавказ). Продолжаются разведочные работы на Холтосонском и Инкурском преимущественно вольфрамовых коренных месторождениях в Республике Бурятия, на Коклановском месторождении молибден-вольфрамовых руд в Курганской области. Поисковые и оценочные работы на вольфрам ведутся предприятиями «Росгеологии» и недропользователями на нескольких перспективных площадях в Хабаровском и Приморском краях и в Республике Бурятия.

Вольфрам входит в перечень стратегических видов минерального сырья (Распоряжение Правительства РФ от 16.01.1996), но отнесен к первой группе полезных ископаемых, сырьевая база которых достаточна для обеспечения потребностей экономики в долгосрочной перспективе при любых сценариях ее развития и не требует проведения активных геологоразведочных работ, направленных на ее воспроизводство [34, 35]. На основании этого предлагается следующее решение вопроса для вольфрамовой промышленности: возобновление разработки Тырнаузского месторождения. Проект включает ГОК на базе Тырнаузского месторождения, новое гидрометаллургическое производство. Основными

инвесторами в восстановлении и запуске Тырныаузского ГОКа выступают государственная корпорация «Ростех», Министерство промышленности и торговли РФ и Министерство РФ по делам Северного Кавказа. Тырныаузский ГОК мощностью в 1,5 млн т руды в год будет заново построен при государственной поддержке, «Ростех» оценил инвестиции в проект в 20 млрд руб.

Проект создания горно-металлургического комплекса вызывает у экспертов вопросы, в первую очередь, о надобности строить на нем гидрометаллургический завод с годовой мощностью 4,5 тыс. т WO_3 , при том что есть завод «Гидрометаллург» в г. Нальчик, способный выпускать до 6 тыс. т. Проект может превратиться в постоянного потребителя дотаций с длительным сроком окупаемости. Строительство гидрометаллургического завода на «Приморском ГОКе» более оправданно, потому что ДФО – территория будущего в перспективе роста ресурсов вольфрама.

Состояние вольфрамодобывающей промышленности в ДФО, несмотря на определенную степень самостоятельности, хотя и в режиме контроля со стороны государства (в форме установления пошлин, создания госрезерва и др.), зависит от экономической политики в вольфрамовой отрасли и в целом в сфере высокотехнологичных отраслей промышленности России.

Неблагоприятным обстоятельством для вольфрамовой промышленности является отсутствие производственной интеграции и кооперации между действующими предприятиями по добыче и переработке вольфрамового сырья, а также производства вольфрамовых продуктов (предприятия значительно пространственно рассредоточены и организационно разобщены). Пространственная рассредоточенность не может быть существенным препятствием, так как общие объемы добычи и, следовательно, транспортировки продукции не столь велики (не более 10 тыс. т в год).

Для преодоления другого обстоятельства – отсутствия отраслевой кооперации (организационной фрагментарности и обособленности) в вольфрамовой отрасли невозможно обойтись без участия государства в форме создания управляющей компании. Добывающие, перерабатывающие, трейдинговые и другие компании, работающие в данной сфере, имеют каждая свои интересы и могут участвовать в выполнении лишь отдельных фрагментов стратегической задачи, которая должна быть цельной. Невысокий спрос на вольфрам является причиной длительной разработки концепции вольфрамовой проблемы и неоднозначности конкретных планов в этой отрасли. Сейчас актуальны выработка концепции и системного плана ее осуществления.

До 1990-х годов СССР был импортером вольфрамового концентрата и экспортером вольфрамовых продуктов. В настоящее время, несмотря на значительное сокращение добычи вольфрама, Россия остается крупнейшим поставщиком вольфрамовых концентратов на мировой рынок, а также входит в тройку крупнейших мировых экспортеров ферровольфрама и другой вольфрамовой продукции. В 2018–2019 гг. объем поставок ферровольфрама находился на уровне 1,3 тыс. т в год. Россия обеспечивала до 17 % всего импорта США (оксид вольфрама, вольфрамовый концентрат, паравольфрамат аммония, вольфрамовые отходы и скрап, в незначительных количествах ферровольфрам и порошок металлического вольфрама). В то же время российские потребители вольфрамового сырья периодически импортируют вольфрамовый концентрат, а также товарные вольфрамовые продукты. Такова и международная практика в условиях международного разделения труда и глобализации, но самодостаточная промышленность предпочтительнее. О необходимости создания новых горно-металлургических комплексов в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке и возможности их обеспечения местным минеральным сырьем неоднократно писали многие специалисты в области минеральных ресурсов [2, 18].

Поисково-оценочные работы на территории ДФО почти на все рудные полезные ископаемые (кроме золота) по существу были «законсервированы» более чем на 30 лет. Теперь актуальны ГРП, нацеленные на создание базы для устойчивого развития вольфрамовой отрасли в ДФО, в первую очередь на сопряженных территориях Приморского и Хабаровского краев [36].

Заключение

Российская сырьевая база вольфрама позволяет организацию самодостаточной вольфрамовой промышленности. Основные объемы национальных запасов и прогнозных ресурсов вольфрама находятся в субъектах ДФО, где и производится их добыча, в западной части страны находятся перерабатывающие предприятия и потребители вольфрамовой продукции. На территории ДФО ведутся ГРП с целью расширения сырьевой базы и выявления новых месторождений вольфрама. Разработка подготавливаемых в настоящее время к освоению месторождений позволит России значительно нарастить здесь сырьевую базу вольфрама.

Внутренние и внешние риски (отдаленность начала эксплуатации Тырныаузского месторождения в 2026 г., постоянное увеличение сроков выполнения всех проектов и переносы сроков их реализации, вероятность полного отказа от них при наступлении неблагоприятной конъюнктуры), полное исчерпание запасов предприятий Приморского края в ближайшие годы ставят под угрозу обеспечение российской промышленности отечественными запасами вольфрама и целесообразность активизации работ, нацеленных на выявление новых вольфрамовых объектов.

Рациональная организация, структура и размещение основных сырьевых и производственных объектов отечественной вольфрамовой промышленности не имеют однозначного решения. Из возможных вариантов наиболее предпочтительным представляется развитие сырьевой базы на территории ДФО и размещение производственных объектов в Приморском (на территории деятельности «Приморского ГОКа») или Хабаровском краях (Амурско-Комсомольский горнопромышленный район). В ДФО требуется интенсификация ГРП и проектных работ, структурная реорганизация сообщества предприятий вольфрамодобывающей отрасли и строительство металлургического предприятия.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лаптева А.М. Минерально-сырьевая база вольфрама: состояние и перспективы развития // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2015. № 6. С. 13–21.
2. Машковцев Г.А., Машковцев Г.А., Коротков В.В. Минерально-сырьевое обеспечение новых горно-металлургических комплексов Восточной Сибири и Дальнего Востока // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2008. № 1. С. 53–63.
3. Хатьков В.Ю., Боярко Г.Ю. Современное состояние вольфрамовой промышленности России // Изв. Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2019. Т. 330, № 2. С. 124–137. DOI: 10.18799/24131830/2019/2/114.
4. Лаптева А.М. Ситуация на мировом вольфрамовом рынке и возможности российской сырьевой базы вольфрама // Отечественная геология. 2018. № 1. С. 29–39.
5. Норкулов Д.Н., Назарова З.М. Современное состояние рынка вольфрама // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. 2018. № 1 (60). С. 855–857.
6. Стратегия развития цветной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года. – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70595824/> (дата обращения 17.02.2021).
7. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2016 и 2017 годах». М., 2018. 372 с.
8. Государственный доклад «О состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2019 году». М., 2020. 494 с.
9. Тырныауз: возрождение легендарного месторождения. Глобус. 2020. – <https://www.vnedra.ru/glavnaya-tema/tyrnauz-vozrozhdenie-legendarnogo-mestorozhdeniya-12564/> (дата обращения 14.03.2021).
10. Портал СтатИмЭкс – <http://StatImEx.Ru> (дата обращения 20 марта 2021 г.).
11. ГИС-пакеты оперативной геологической информации (ГИС-Атлас «Недра России»). – <https://vsegei.ru/info/atlaspacket/index.php>. 2020 (дата обращения 24.05.2020).
12. Электронная карта недропользования Российской Федерации: справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Дальневосточного федерального округа. – <https://map.mineral.ru> (дата обращения: 21.02.2021).
13. Александров П.В., Петров И.М., Гришаев С.И. Тенденции развития мирового и российского рынков вольфрама // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2012. № 2. С. 66–69.

14. Бельский С.С., Бельская О.Е. Вольфрам – производство и потребление // *Металлургия легких и тугоплавких металлов: материалы III Международ. науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию кафедры металлургии легких металлов УрФУ / отв. ред. В.А. Лебедев. Екатеринбург, 2014. С. 162–166.*
15. U.S. Geological Survey, 2021, Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey, 2021. 200 p. – <https://doi.org/10.3133/mcs2021>. (дата обращения 12.03.2021)
16. Найманбаев М.А., Лохова Н.Г., Балтабекова Ж.А. Анализ современного состояния сырьевой базы вольфрама в Казахстане // *Цветная металлургия. 2015. № 6. С. 20–22.*
17. Pirajno F. *The Geology and Tectonic Settings of China's Mineral Deposits.* Springer Netherlands. 2013. 667 p. DOI: 10.1007/978-94-007-4444-8_7.
18. Архипов Г.И. Минеральные ресурсы горнорудной промышленности Дальнего Востока. Стратегическая оценка возможностей освоения. Хабаровск: Институт горного дела ДВО РАН, 2017. 820 с.
19. Попов М.А., Петухов В.И., Гарбузов С.П. Минерально-сырьевая база Приморского края (обзор) // *Вестн. инженерной школы ДВФУ. 2016. № 4 (29). С. 129–141.*
20. Романовский Н.П., Шнайдер А.А. Перспективы развития минерально-сырьевой базы вольфрамовой промышленности юга Дальнего Востока // *Руды и металлы. 2008. № 5. С. 10–16.*
21. Лаптева А.М., Назарова З.М., Норкулов Д.Н. Перспективы техногенных образований как сырьевой базы вольфрама в условиях современного рынка // *Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2018. № 5. С. 9–15.*
22. Романовский Н.П., Малышев Ю.Ф., Горнов П.Ю. Геолого-геофизическая характеристика вольфрамовых месторождений Дальнего Востока России // *Отечественная геология. 2013. № 2. С. 11–18.*
23. Шепета Е.Д., Саматова Л.А. Повышение комплексности использования сырья при переработке руд Лермонтовского месторождения // *Междунар. науч.-практ. форум «Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона», Хабаровск, 25–26 окт. 2012. Хабаровск: ТОГУ. 2013. С. 350–353.*
24. Гвоздев В.И. Рудно-магматические системы скарново-шеелит-сульфидных месторождений востока России: автореф. дис... д-ра г.-м. наук. Владивосток. 2007. 54 с.
25. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука. 2006. Кн. 1. С. 1–572. Кн. 2. С. 573–981.
26. Лаптева А.М., Березнев М.В. Вольфрам-порфиоровые месторождения – нетрадиционный для России тип вольфрамовых месторождений // *Новые идеи в науках о Земле: материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф.: в 7-ми томах. М., 2019. С. 36–38.*
27. Пикалова В.С., Тигунов Л.П., Быховский Л.З. Легирующие металлы России. Минерально-сырьевая база: состояние, использование, перспективы развития (сообщение 2) // *Черная металлургия: бюл. науч.-техн. и экон. информации. 2019. Т. 75. № 6. С. 675–683.*
28. Верхотуров А.Д., Романовский Н.П., Шнайдер А.А. Промышленное получение материалов из вольфрамсодержащего сырья в Дальневосточном регионе // *Вестн. ДВО РАН. 2010. № 1 (149). С. 75–80.*
29. В Хабаровском крае геологи закончили сезонный поиск вольфрама. 2016. – <https://vostokmedia.com/news/society/28-12-2016/v-habarovskom-krae-geologi-zakonchili-sezonnyy-poisk-volframa>. (дата обращения: 12.05.2021).
30. «РУСОЛОВО» получило право пользования недрами на севере Чукотки. М.: ВИМС. Информационный интернет-бюллетень. 2020. № 215. С. 56.
31. Ding J., Chen Y., Han C., Wang Z., Xiao W., Deng X. The tungsten deposits in Beishan, Gansu province, NW China: geochronological framework, spatial distribution and tectonic implication // *Scientia Geologica Sinica. 2019. Vol. 54. N 4. P. 1349–1369.*
32. Brown T., Pitfield P. *Tungsten. Critical Metals Handboo.* 2013. P. 385–413.
33. Suárez Sánchez A., Krzemień A., Fernández P.R., Francisco J. I. R., Lasheras F.S., Javier de Cos Juez F. Investment in new tungsten mining projects // *Resources Policy. 2015. Vol. 46. P. 177–190.* – <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.10.003>. (дата обращения: 17.05.2021).
34. Стратегия развития геологической отрасли Российской Федерации до 2030 года (утв. распоряжением Правительства Рос. Федер. от 21 июня 2010 г. № 1039-р). 2010. – <http://government.ru/docs/10046/> (дата обращения 21.11.2018).
35. Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314605/ (дата обращения 15.01.2021).
36. Национальная программа социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года и на перспективу до 2035 года. Утв. распоряжением Правительства Рос. Федер. от 24 сент. 2020 г. М., 2020. 127 с.

REFERENCES

1. Lapteva A.M. Mineral'no-syr'evaya baza vol'frama: sostoyanie i perspektivy razvitiya. *Mineral'nye resursy Rossii. Ehkonomika i upravlenie.* 2015;(6):13-21. (In Russ.).
2. Mashkovtsev G.A., Korotkov V.V. Mineral'no-syr'evoye obespechenie novykh gorno-metallurgicheskikh kompleksov Vostochnoi Sibiri i Dal'nego Vostoka. *Mineral'nye resursy Rossii. Ehkonomika i upravlenie.* 2008;(1):53-63. (In Russ.).

3. Khat'kov V.Yu., Boyarko G.Yu. Sovremennoe sostoyanie vol'framovoi promyshlennosti Rossii. In: *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov*. 2019;330(2):124-137. DOI: 10.18799/24131830/2019/2/114. (In Russ.).
4. Lapteva A.M. Situatsiya na mirovom vol'framovom rynke i vozmozhnosti rossiiskoi syr'evoi bazy vol'frama. *Otechestvennaya geologiya*. 2018;(1):29-39. (In Russ.).
5. Norkulov D.N., Nazarova Z.M. Sovremennoe sostoyanie rynka vol'frama. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ehkonomika, nauka, tekhnologii*. 2018;(1(60)):855-857. (In Russ.).
6. Strategiya razvitiya tsvetnoi metallurgii Rossii na 2014-2020 gody i na perspektivu do 2030 goda. – <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70595824/> (data obrashcheniya 17.02.2021). (In Russ.).
7. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ispol'zovanii mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2016 i 2017 godakh. M.; 2018. 372 p. (In Russ.).
8. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii i ispol'zovanii mineral'no-syr'evykh resursov Rossiiskoi Federatsii v 2019 godu. M.; 2020. 494 p. (In Russ.).
9. Tyrnayuz: vozrozhdenie legendarnogo mestorozhdeniya. *Globus*. 2020. – <https://www.vnedra.ru/glavnaya-tema/tyrnayuz-vozrozhdenie-legendarnogo-mestorozhdeniya-12564/> (data obrashcheniya 14.03.2021). (In Russ.).
10. Portal StaTIMEhks. – <http://StatImEx.Ru> (data obrashcheniya 20 marta 2021 g.).
11. GIS-pakety operativnoi geologicheskoi informatsii (GIS-Atlas "Nedra Rossii"). – <https://vsegei.ru/ru/info/atlaspacket/index.php>. 2020 (data obrashcheniya 24.05.2020). (In Russ.).
12. Ehlektronnaya karta nedropol'zovaniya Rossiiskoi Federatsii: spravka o sostoyanii i perspektivakh ispol'zovaniya mineral'no-syr'evoi bazy Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga. – <https://map.mineral.ru> (data obrashcheniya: 21.02.2021). (In Russ.).
13. Aleksandrov P.V., Petrov I.M., Grishaev S.I. Tendentsii razvitiya mirovogo i rossiiskogo rynkov vol'frama. *Mineral'nye resursy Rossii. Ehkonomika i upravlenie*. 2012;(2):66-69. (In Russ.).
14. Bel'skii S.S., Bel'skaya O.E. Vol'fram – proizvodstvo i potreblenie. In: *Metallurgiya legkikh i tugoplavkikh metallov*. Materialy III Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posvyashchennoi 75-letiyu kafedry metallurgii legkikh metallov URFU. V.A. Lebedev (otvetstvennyi redaktor). 2014. P. 162-166. (In Russ.).
15. U.S. Geological Survey, 2021. Mineral commodity summaries 2021: U.S. Geological Survey; 2021. 200 p. – <https://doi.org/10.3133/mcs2021>
16. Naimanbaev M.A., Lokhova N.G., Baltabekova ZH.A. Analiz sovremennoho sostoyaniya syr'evoi bazy vol'frama v Kazakhstane. *Tsvetnaya metallurgiya*. 2015;(6):20-22. (In Russ.).
17. Pirajno F. The Geology and Tectonic Settings of China's Mineral Deposits. Spinger Netherlands; 2013. 667 p. DOI: 10.1007/978-94-007-4444-8_7. (In Russ.).
18. Arkhipov G.I. Mineral'nye resursy gornorudnoi promyshlennosti Dal'nego Vostoka. Strategicheskaya otsenka vozmozhnostei osvoeniya. Khabarovsk: Institut gornogo dela DVO RAN; 2017. 820 p. (In Russ.).
19. Popov M.A., Petukhov V.I., Garbuzov S.P. Mineral'no-syr'evaya baza Primorskogo kraja (obzor). *Vestnik inzhenernoi shkoly DVFU*. 2016;4(29):129-141. (In Russ.).
20. Romanovskii N.P., Shnaider A.A. Perspektivy razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy vol'framovoi promyshlennosti yuga Dal'nego Vostoka. *Rudy i metally*. 2008;(5):10-16. (In Russ.).
21. Lapteva A.M., Nazarova Z.M., Norkulov D.N. Perspektivy tekhnogennykh obrazovaniy kak syr'evoi bazy vol'frama v usloviyakh sovremennoho rynka. *Mineral'nye resursy Rossii. Ehkonomika i upravlenie*. 2018;(5):9-15. (In Russ.).
22. Romanovskii N.P., Malyshev Yu.F., Gornov P.Yu. Geologo-geofizicheskaya kharakteristika vol'framovykh mestorozhdenii Dal'nego Vostoka Rossii. *Otechestvennaya geologiya*. 2013;(2):11-18. (In Russ.).
23. Shepeta E.D., Samatova L.A. Povyshenie kompleksnosti ispol'zovaniya syr'ya pri pererabotke rud Lermontovskogo mestorozhdeniya. In; *Mezhdunarodn. nauch.-prakt. forum "Privodnye resursy i ehkologiya Dal'nevostochnogo regiona"*, Khabarovsk, 25–26 okt. 2012. Khabarovsk: TOGU; 2013. P. 350-353. (In Russ.).
24. Gvozdev V.I. Rudno-magmaticheskie sistemy skarnovo-sheelit-sul'fidnykh mestorozhdenii vostoka Rossii. Avtoref. dis. ... doktora g.-m. nauk. Vladivostok; 2007. 54 s. (In Russ.).
25. Khanchuk A.I. (red.). Geodinamika, magmatizm i metallogeniya Vostoka Rossii: v 2 kn. Vladivostok: Dal'nauka; 2006. Kn. 1. P. 1-572. Kn. 2. P. 573-981. (In Russ.).
26. Lapteva A.M., Bereznev M.V. Vol'fram-porfirovye mestorozhdeniya – netraditsionnyi dlya Rossii tip vol'framovykh mestorozhdenii. In: *Novye idei v nauках o Zemle: Materialy XIV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. V 7-mi tomakh*; 2019. P. 36-38. (In Russ.).
27. Pikalova V.S., Tigonov L.P., Bykhovskii L.Z. Legiruyushchie metally Rossii. Mineral'no-syr'evaya baza: sostoyanie, ispol'zovanie, perspektivy razvitiya (soobshchenie 2). *Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tekhnicheskoi i ehkonomicheskoi informatsii*. 2019;75(6):675-683. (In Russ.).
28. Verkhoturov A.D., Romanovskii N.P., Shnaider A.A. Promyshlennoe poluchenie materialov iz vol'framsoderzhashchego syr'ya v Dal'nevostochnom regione. *Vestnik of the FEB RAS*. 2010;(1(149)):75-80. (In Russ.).
29. V Khabarovskom krae geologi zakonchili sezonnyy poisk vol'frama. 2016. – <https://vostokmedia.com/news/society/28-12-2016/v-habarovskom-krae-geologi-zakonchili-sezonnyy-poisk-volframa>. (In Russ.).
30. "RUSOLOVO" poluchilo pravo pol'zovaniya nedrami na severe Chukotki. M.; VIMS. Informatsionnyi internet-byulleten; Vol. 215. 2020. 56 p. (In Russ.).

31. Ding J., Chen Y., Han C., Wang Z., Xiao W., Deng X. The tungsten deposits in Beishan, Gansu province, NW China: geochronological framework, spatial distribution and tectonic implication. *Scientia Geologica Sinica*. 2019;54(4):1349-1369.
32. Brown T., Pitfield P. Tungsten. *Critical Metals Handbook*; 2013. P. 385-413.
33. Suárez Sánchez A., Krzemień A., Fernández P.R., Francisco J. I. R., Lasheras F.S., Javier de Cos Juez F. Investment in new tungsten mining projects. *Resources Policy*. 2015;46:177-190. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.10.003>.
34. Strategiya razvitiya geologicheskoi otrasli Rossiiskoi Federatsii do 2030 goda (utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 21 iyunya 2010 g. № 1039-r). 2010. – <http://government.ru/docs/10046/> (data obrashcheniya 21.11.2018). (In Russ.).
35. Strategiya razvitiya mineral'no-syr'evoi bazy Rossiiskoi Federatsii do 2035 goda. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314605/ (data obrashcheniya: 15.01.2021). 30 p. (In Russ.).
36. Natsional'naya programma sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka na period do 2024 goda i na perspektivu do 2035 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 24 sentyabrya 2020 g. M.; 2020. 127 p. (In Russ.).