



<https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-1>

УДК 549.02, 549.08

## Как открывают и как утверждают новые минералы

А.В. Касаткин<sup>1</sup>, Н.В. Чуканов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва, Ленинский пр-т 18-2, 119071 Россия; [anatoly.kasatkin@gmail.com](mailto:anatoly.kasatkin@gmail.com)

<sup>2</sup> Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии РАН, проспект Академика Семенова 1, г. Черноголовка, Московская обл., 142432 Россия

Статья поступила в редакцию 13.03.2026 г., после доработки 23.03.2026 г., принята к печати 10.04.2026 г

**Аннотация.** В статье даются практические советы, как пройти путь от обнаружения неизвестной минеральной фазы до открытия нового минерального вида, официально утвержденного Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации Международной минералогической ассоциации (КНМНК ММА). На первом этапе необходимо убедиться, что неизвестная фаза действительно новая и имеет природное происхождение, реалистично оценить шансы получить полный набор аналитических данных, необходимых для ее утверждения в качестве нового минерала, и подобрать команду профессионалов, которые будут проводить соответствующие аналитические работы. По результатам исследований составляется заявка на новый минерал, которая отправляется в КНМНК ММА для голосования. Эталонный образец потенциально нового минерала должен быть передан в профессионально курируемый профильный музей. В случае, если в голосовании принимают участие более половины членов КНМНК и более 75 % из них голосуют за новый минерал, он считается утвержденным. Далее авторский коллектив обязан в течение двух лет опубликовать статью о новом минерале, после чего он окончательно принимается научным сообществом. В статье приведены примеры из практики авторов, связанные с особенностями процесса изучения и последующей процедуры утверждения новых минералов.

**Ключевые слова:** новый минерал, Комиссия по новым минералам, номенклатуре и классификации Международной минералогической ассоциации, заявка на новый минерал.

**Финансирование.** Часть статьи написана в соответствии с темой государственного задания ФИЦ проблем химической физики и медицинской химии РАН (номер государственной регистрации 124013100858-3).

**Благодарности.** Авторы признательны И.В. Пекову за обсуждение материала, ценные комментарии и редакторскую правку.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с рукописью.

**Вклад авторов.** А.В. Касаткин – разработка концепции, написание рукописи; Н.В. Чуканов – написание рукописи. Авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией.

**Для цитирования:** Касаткин А.В., Чуканов Н.В. Как открываются и утверждаются новые минералы. *Минералогия*, 2026, 12(2), 7–24. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-1>

## How new minerals are discovered and how they are validated

A.V. Kasatkin<sup>1</sup>, N.V. Chukanov<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fersman Mineralogical Museum RAS, Leninskiy pr. 18-2, Moscow, 119071 Russia; [anatoly.kasatkin@gmail.com](mailto:anatoly.kasatkin@gmail.com)

<sup>2</sup> Federal Research Center of Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry RAS, pr. Akademika Semenova 1, Chernogolovka, Moscow region, 142432 Russia

Received 13.03.2026, revised 23.03.2026, accepted 10.04.2026

**Abstract.** This article provides practical advices on how to move from an unknown mineral phase to a valid new mineral species officially approved by the Commission on New Minerals, Nomenclature, and Classification of the International Mineralogical Association (IMA CNMNC). The first step is to make sure that the unknown phase is truly new and has natural

origin, realistically assess chances to obtain a complete set of analytical data required for its approval as a new mineral, and assemble a team of professionals to conduct the relevant analytical works. Based on the research results, a proposal (“check-list”) for a new mineral is compiled and submitted to the IMA CNMNC for voting. The type specimen of a potential new mineral must be deposited to a scientifically curated museum. If more than half of the IMA CNMNC members participate in the vote and more than 75 % of them vote for the new mineral, it is considered the IMA-approved mineral species. The team of authors then has two years to publish a paper on the description of the new mineral, after which it is finally validated by the scientific community. The article provides examples from the authors’ practice related to the specifics of the process of study and the subsequent approving procedure of new minerals.

**Keywords:** new mineral, Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification of the International Mineralogical Association, new mineral proposal.

**Funding.** Part of this article was written in accordance with state contract of the Federal Research Center of Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry RAS no. 124013100858-3.

**Acknowledgements.** The authors are grateful to Igor V. Pekov for the discussion, constructive comments and edits that improved the manuscript.

**Conflict of interest.** The authors declare that they have no conflicts of interest.

**Author contribution.** A.V. Kasatkin – conceptualization, writing of the manuscript; N.V. Chukanov – writing of the manuscript.

**For citation:** Kasatkin A. V., Chukanov N. V. How new minerals are discovered and how they are validated. *Mineralogy*, 2026, 12(2), 7–24. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-1>

## ВВЕДЕНИЕ

Открытие новых минералов – чрезвычайно важная составляющая минералогической науки. Этот процесс особенно интенсифицировался в последние пятнадцать лет. Если к середине 2000-х годов было известно около четырех тысяч минеральных видов, причем каждый год Комиссией Международной минералогической ассоциации (ММА), ответственной за утверждение новых минералов (ее название со временем менялось – см. ниже) одобрялось около 60 новых минеральных видов (Burke, 2005), то, начиная с 2011 г., эта цифра регулярно переваливает за 100, иногда весьма существенно. Рекордным является 2018 г., когда было утверждено 153 новых минерала. В результате по состоянию на январь 2026 г. число минеральных видов в официальном списке ММА достигло 6200 ([https://cnmnc.units.it/files/editor/IMA\\_Master\\_List\\_\(2026-01\).pdf](https://cnmnc.units.it/files/editor/IMA_Master_List_(2026-01).pdf)) и продолжает расти.

Очевидно, что интерес исследователей к этой теме не ослабевает. Среди профессиональных первооткрывателей новых минералов крупные российские и зарубежные ученые – И.В. Пеков, А.П. Хомяков, С.Н. Бритвин, Н.В. Зубкова, А.А. Агаханов, Д.И. Белаковский, С.В. Кривовичев (Россия), Э. Кампф, П. Данн (США), Ф. Хоторн, Дж. Грайс, Э. Робертс (Канада), Я. Плашил, Р. Шкода, И. Сейкора (Чехия), К. Бьяджони (Италия), С. Миллз (Австралия) и другие. Послужной список каждого из них насчитывает более сотни, а у И.В. Пекова и

Э. Кампфа – более трех сотен новых минералов. Приятно отметить весомый вклад отечественных минералогов: ни один информационный лист (Newsletter) Комиссии по новым минералам, номенклатуре и классификации (КНМНК) ММА в последние годы не обходится без упоминания нескольких новых минералов, открытых с их участием. Например, в упомянутом выше 2018 г. российские ученые участвовали в качестве ведущих авторов или соавторов в открытии 54 из 153 минералов.

Вместе с тем, далеко не все исследователи вещества, кто напрямую работает с минералогическими образцами, досконально знакомы с процессом открытия нового минерала и дальнейшей процедурой его утверждения Комиссией. Авторы этой статьи знакомы с этим не понаслышке: за почти 15 лет А.В. Касаткиным открыто в качестве ведущего автора и соавтора 114 новых минералов, а Н.В. Чукановым за более чем четверть века – 275. К нам неоднократно обращались как российские, так и зарубежные коллеги с просьбой помочь довести до статуса официально признанного минерального вида найденные ими неизвестные минеральные фазы. Учитывая все это, редакция журнала «Минералогия» предложила нам обобщить накопленный опыт в виде настоящей статьи. Хотелось бы отметить, что данный очерк – это не научное пособие и не пошаговая инструкция для потенциальных первооткрывателей, а скорее набор советов и соображений, основанных на практическом опыте авторов в открытии новых минеральных видов.

Надеемся, что эти советы окажутся полезными для тех, кто хочет принять участие в этом интересном и, несомненно, творческом процессе, но пока не очень представляет, как именно. Важно также подчеркнуть, что официальные правила КНМНК ММА, а также и некоторые неформальные требования, предъявляемые к заявкам на новые минералы, регулярно меняются, поэтому советы авторов можно считать актуальными на момент их написания (февраль – март 2026 года).

## КАК ОТКРЫВАЮТ НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

В 2006 г. вышла статья одного из ведущих российских специалистов в области минералогической кристаллографии Р.К. Расцветаевой с подобным названием: «Как открыть новый минерал» (Расцветаева, 2006). Многие ее положения не утратили актуальности и сегодня, в частности, описание основных аналитических методов, необходимых для исследования потенциально новых минералов, или подход к выбору названий для них. Однако если говорить о практических шагах, направленных на открытие нового минерала и способствующих его последующему утверждению Комиссией ММА, то за прошедшие 20 лет ситуация сильно изменилась. Даже принимающая решения о судьбе новых минеральных видов Комиссия стала другой. С 1959 г. (с момента создания) она называлась Комиссией по новым минералам и названиям минералов ММА, но в 2006 г. была объединена с созданной в 1980-е гг. Комиссией по классификации минералов, после чего приобрела свои нынешние название и статус (Hatert et al., 2017). Появилось множество новых нормативных актов КНМНК ММА, связанных с открытием новых минералов, существенно изменились требования к исследованию вещества и составлению заявок, изменилась процедура голосования и т. д. Поэтому рассмотрим вопрос, «как открыть новый минерал» с учетом сегодняшних реалий.

Итак, исследователь находит некую, по его мнению, неизвестную минералогической науке минеральную фазу. Обычно (но далеко не всегда) это происходит при изучении зерен, аншлифов, шлифов, иных препаратов с помощью электронно-зондового микроанализатора, сканирующего электронного микроскопа и т. д. На самом первом этапе очень важно убедиться, что найденная фаза действительно новая. На сайте КНМНК ММА (<https://cnmnc.units.it/>) можно ознакомиться с процедурами

и руководящими принципами Комиссии в отношении критериев, применяемых к новому минеральному виду (procedures and guidelines of the IMA-CNMNC on the criteria for a new mineral species). В общем виде они изложены в работе Э. Никела и Дж. Грайса (Nickel, Grice, 1998), которая не утратила своей актуальности и в наши дни, и дополнены в других статьях руководителей и наиболее опытных членов Комиссии, размещенных на вышеуказанном веб-сайте.

Если есть основания полагать, что новая фаза может относиться к какой-то известной надгруппе или группе минералов, важно ознакомиться с номенклатурой этой надгруппы (группы): соответствующие отчеты Комиссии также можно найти на этом же сайте. Полезно отслеживать обновления в списке новых минеральных видов, ежемесячно утверждаемых КНМНК ММА и публикуемых в ее информационных бюллетенях (*Newsletters*). Через некоторое время новые минералы из бюллетеней переносятся и в упомянутый выше официальный список минералов ММА (IMA List of Minerals: [https://cnmnc.units.it/files/editor/IMA\\_Master\\_List\\_\(2026-01\).pdf](https://cnmnc.units.it/files/editor/IMA_Master_List_(2026-01).pdf)), дополняя и обновляя его. Хорошее подспорье оказывает поисковая система сайта [www.mindat.org](http://www.mindat.org), в базу данных которого обычно оперативно заносится информация о новейших минеральных видах. В конце 2018 г. в практике первого автора настоящей статьи был случай, когда в образце из проявления минералов редкоземельных элементов месторождения Мочалин Лог на Южном Урале была обнаружена фаза, отвечавшая по составу новому на тот момент члену надгруппы амфиболов – калийгастингситу. Однако уже через месяц вышел очередной информационный бюллетень Комиссии, в котором сообщалось об утверждении точно такого же минерала, найденного в Китае. Оперативное обнаружение этой информации позволило не тратить время и аналитические ресурсы на изучение «потенциально нового» минерала, который уже был утвержден.

Важным моментом является критическое осмысление потенциальной новизны химического состава или иных аналитических данных, полученных исследователем. Даже если налицо совершенно новый набор химических элементов, или же новым является их соотношение, это не всегда свидетельствует о том, что перед нами потенциально новый минерал. Какие-то элементы, несмотря на их, казалось бы, значительное содержание, могут на самом деле оказаться не видообразующими,

а примесными, а пересчет эмпирической формулы на другой базис приведет к уже существующему минералу. В случае полученных новых соотношений между химическими элементами очень важно убедиться в отсутствии возможной аналитической ошибки.

Очень важно удостовериться, что новая фаза действительно является природной. В 2010-х – начале 2020-х гг. КНМНК ММА был утвержден целый ряд минералов, чье природное происхождение является, мягко говоря, дискуссионным. Среди них, например, иттриит-(Y)  $Y_2O_3$  (Mills et al., 2011) и «самородный» вольфрам W (Mills et al., 2021) из Приполярного Урала, делладжустаит  $V^{2+}Al_2O_4$  из Аргентины (Cámara et al., 2018), многочисленные минералы, включая «природные квазикристаллы», найденные в т. н. метеорите Хатырка в Корьякии (Bindi et al., 2011, 2014, 2015; Ma et al., 2017) или в «корунде» г. Кармель в Израиле (Griffin et al., 2018; Ma et al., 2023a, 2023b).

В научной литературе неоднократно приводились аргументы в пользу техногенного (антропогенного) характера этих «минералов» (например, Ivanova et al., 2017, 2018; Galuskin, Galuskina, 2023), однако для их дискредитации требуется переизучение эталонного материала, а он, по очевидным причинам, для этих целей часто бывает недоступен. В результате все вышеназванные минеральные виды остаются в настоящее время в числе утвержденных (*valid mineral species*). Тем не менее, КНМНК ММА не осталась в стороне от научных дискуссий вокруг природного происхождения отдельных минералов и выпустила в прошлом году «рекомендации по оценке природного геологического происхождения минералов» (Bosi et al., 2025). В них содержатся указания, направленные на повышение достоверности заявок на новые минералы в части их природного происхождения. Авторам заявок предлагается в спорных и сложных случаях давать максимально точное географическое и геологическое описание места первой находки минерала, информацию о его первооткрывателе и времени сбора, всех ассоциирующих минералах, приблизительном возрасте эталонного материала, генезисе минерала (гидротермальный, осадочный, гипергенный и т. д.), способах извлечения минерала из материнской породы (вручную, с применением бурения, взрывчатки и пр.), наличия синтетических аналогов минерала и др. Данные рекомендации КНМНК ММА не являются строго обязательными, но очевидно, что чем больше соответствующей информации будет вклю-

чено в заявку, тем выше шансы на утверждение нового минерального вида.

На практике наиболее важными нам видятся два момента. Первый – материнская порода и ассоциирующие минералы. Отсутствие информации о них в заявке может выглядеть весьма подозрительно. Проиллюстрируем сказанное одним примером. В 2013 г. первый автор этой публикации получил от немецкого коллекционера небольшой фрагмент образца с этикеткой «манганолангбейнит» из Штасфуртского месторождения калийно-магниевого солей в Германии. Химический и рентгенографический анализы показали, что это не манганолангбейнит, а потенциально новый минерал  $K_2Mn_3(SO_4)_4(H_2O)_5$ . Его кристаллическая структура была очень быстро расшифрована, и перед тем, как приступить к остальным аналитическим работам, необходимым для составления заявки на новый минерал, у немецкого коллекционера была запрошена вся возможная информация о находке этого образца. Оказалось, что он представляет собой мономинеральный мелкокристаллический агрегат в стеклянной пробирке без материнской породы и ассоциирующих минералов и происходит из старой коллекции, хранившейся на территории бывшей ГДР. Информация о владельце этой коллекции и о том, кто и когда добыл этот конкретный образец, отсутствовала. Параллельно выяснилось, что существует синтетическая фаза с идентичными составом и структурой. Поскольку убедительные доказательства природного происхождения изученного материала не были получены, мы приняли решение отказаться от его дальнейшего исследования с целью «сделать» новый минерал.

Второй момент – это критическая оценка геологической обстановки и вероятности техногенного заражения изучаемого материала. Так, уже упомянутые иттриит-(Y) и вольфрам найдены в тяжелых концентратах р. Большая Поляна на Приполярном Урале в тесной ассоциации друг с другом. Иттриит-(Y) описан в виде многочисленных включений до 6 мкм в зернах вольфрама до 5 мкм (Mills et al., 2011, 2021). Однако хорошо известно, что вольфрам, упрочненный мелкодисперсным оксидом иттрия  $Y_2O_3$ , широко используется в качестве металлокерамики при производстве высокотемпературных нагревателей, плазменных компонентов ядерных реакторов, в космической отрасли в соплах и боеголовках ракет и т. д.

Еще один минерал – бахарияит  $KMnO_4$  (IMA 2020-022; Miyawaki et al., 2020) – был обнаружен

на берегу водохранилища в одном из оазисов Египта. Здесь сразу бросается в глаза, что химический состав бахарияита идентичен синтетическому перманганату калия – сильному антисептику, широко применяемому, в том числе для дезинфекции и санитарной обработки водохранилищ и колодцев (Bosi et al., 2025). В этих примерах очевидно, что ни авторами указанных минералов, ни голосующими членами КНМНК ММА, ни рецензентами статей об иттриаите-(Y) и вольфраме (статья о бахарияите до настоящего времени не опубликована) не были критически рассмотрены доказательства их природного происхождения.

Еще один случай, хотя и не относится к новому минералу, но будет полезен в качестве примера техногенного заражения изучаемого материала. В 2011 г. чешскими специалистами описаны редкий минерал платины жакутингаит  $Pt_2HgSe_3$ , Pd-содержащее золото и ряд неназванных селенидов Pd в алевролитах каменноугольного возраста недалеко от станции Коштьялов в чешской Богемии (Malec et al., 2011). Данный объект хорошо известен своей медной минерализацией (сульфиды меди, малахит), но минералы Pt и Pd здесь ранее не находили. Однако авторов не насторожило ни это обстоятельство, ни то, что зерна платиновых минералов выглядели под сканирующим электронным микроскопом (СЭМ) как инородные включения в материнской породе, ни то, что в других аншлифах, изготовленных из того же каменного материала, но позднее, названные минералы обнаружены не были. В результате после выхода статьи выяснилось, что изученный аншлиф из Коштьялова был загрязнен в ходе пробоподготовки зернами синтетических соединений Pt и Pd, препараты с которыми готовились в той же лаборатории чуть ранее (Р. Шкода, устное сообщение).

Во избежание подобной ситуации исследователям при работе на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) или электронно-зондовом микроанализаторе рекомендуется критически оценивать химический состав потенциально новых фаз, их соответствие геологической обстановке и ассоциирующим минералам, а также соотношение с материнской породой. Зерна-«паразиты», принесенные вследствие загрязнения препарата при пробоподготовке, обычно забиваются в мелкие дыры и трещины в породе, но не имеют с ней контакта.

Следует отметить, что представления о том, какие фазы допустимо относить к природным (т. е. считать минералами), со временем изменялись.

Вплоть до конца 1980-х гг. к минералам относили фазы, образовавшиеся в захороненных в море античных металлургических шлаках в районе г. Лаврион (Греция), а также из горелых угольных отвалов Челябинского угольного бассейна на Южном Урале. Впоследствии Комиссия ММА приняла решение, что происхождение подобных фаз техногенное (в англоязычной литературе обычно используется термин *anthropogene/anthropogenic* – антропогенное), и впредь они не могут утверждаться как новые минералы. Однако за уже утвержденными минералами (например, фидлеритом, нилитом и пенфильдитом из Лавриона или дмиштейнбергитом, рориситом и святославитом из Копейска на Южном Урале) в виде исключения сохранили статус минеральных видов.

В случае с минералами из горелых отвалов ситуация еще раз изменилась в противоположную сторону в 2020 г., когда КНМНК ММА приняла правила, существенно смягчающие требования к таким веществам (Parafiniuk, Hatert, 2020). Они снова стали рассматриваться как природные при соблюдении двух условий: (1) возникновении горения без участия человека (самовозгорание отвала и т. д.) и (2) не участии в процессе минералообразования «антропогенных материалов» (технический мусор, металлические предметы, оставленные человеком на отвале и т. п.). В результате процесс подачи заявок на такие минералы и их утверждение Комиссией возобновились. При этом, например, кристаллические фазы, образовавшиеся в историческое время на стенках горных выработок и в отвалах, которые не горели (*post-mining mineral formation*), рассматривались и продолжают рассматриваться как минеральные виды, их статус никогда сомнению не подвергался. Таким образом, приведенные выше примеры показывают, что четкая граница между минералами и техногенными (антропогенными) веществами фактически отсутствует.

Если сомнений в новизне и природном происхождении найденной фазы нет, следующий важный шаг – оценка перспектив будущих исследований этой фазы и ее последующего успешного утверждения Комиссией ММА в качестве нового минерального вида. В первую очередь, речь идет о количестве потенциально нового минерала и, что особенно важно, размере его зерен. Очевидно, чем больше имеется материала и чем он крупнее, тем больше исследований можно провести, и тем эффективнее будут достигнутые результаты. Поскольку важнейшим элементом процесса открытия ново-

го минерала является расшифровка его кристаллической структуры, желательна оценка наличия и качества материала для рентгеноструктурного анализа. Наиболее благоприятной является ситуация, когда зерен нового минерала много, есть монокристаллы, и можно их тестировать на монокристалльном дифрактометре один за другим, добываясь получения массива рефлексов наилучшего качества. В иных случаях, когда количество зерен достаточно, но их размер неудовлетворительно мал, приходится искать зерно для получения монокристалльной рентгенограммы, пригодной для рентгеноструктурного анализа. Так было, например, с ауэрбахитом  $MnTi_2As_2S_5$  из Воронцовского золоторудного месторождения на Северном Урале (Kasatkin et al., 2021). Несмотря на многочисленность зерен этой сульфосоли, их размер не превышал первые микрометры. Только после долгих поисков и просмотров под микроскопом многочисленных препаратов удалось обнаружить единственное зерно размером 15 мкм, которое впоследствии было извлечено для структурных исследований.

Кристаллическая структура другого минерала – лаахита  $(Ca,Mn)_2Zr_2Nb_2TiFeO_{14}$  (Chukanov et al., 2014) изучена на пластинке размером около 10 мкм. Как правило, такие мелкие кристаллы могут использоваться для рентгеноструктурного анализа при наличии в минерале элементов с большими атомными номерами (в приведенных примерах – Ti и As, Zr и Nb), тогда как для минералов, состоящих только из легких элементов, требуются более крупные кристаллы, т. к. интенсивности их дифракционных отражений более низкие. Пониженные интенсивности рефлексов могут быть также связаны с частичной аморфизацией (в том числе метамиктизацией) минерала, а также деформациями кристалла вследствие внешнего воздействия или внутренних напряжений.

При отсутствии монокристалльных зерен, пригодных для рентгеноструктурного анализа, допустимо использовать структурные данные, полученные методом Ритвельда (полнопрофильного анализа) для дифрактограммы порошка минерала. Однако возможности такого подхода ограничены, т. к. он применим практически только в случаях, когда кристаллическая структура исследуемого минерала относится к известному структурному типу.

Новый минерал камарицаит  $Fe^{3+}_3(AsO_4)_2(OH)_3 \cdot 3H_2O$ , утвержденный в 2008 г., первоначально описан без данных о его кристаллической структуре, т. к. несмотря на значительный размер его моно-

минеральных агрегатов, достигающий нескольких сантиметров, размеры монокристалльных индивидов этого минерала не превышали первые микрометры. На основании сходства порошковых рентгеновских дифрактограмм и идентичной стехиометрии камарицаита и тинтикита  $Fe^{3+}_3(PO_4)_2(OH)_3 \cdot 3H_2O$ , а также данных о микродифракции электронов сделан вывод о том, что эти минералы изоструктурны (Чуканов и др., 2009). При действующих в настоящее время правилах утверждения новых минералов этой аргументации было бы, скорее всего, недостаточно. Однако предположение об изоструктурности камарицаита и тинтикита подтвердилось, когда кристаллические структуры этих минералов были изучены методом Ритвельда (Kolitsch et al., 2016).

При изучении новой фазы необходимо контролировать воспроизводимость (повторяемость) на разных зернах получаемой аналитической информации, а именно, химического состава, параметров элементарной ячейки, порошковых рентгеновских данных. Если состав сильно меняется от одного зерна к другому, то предпочтительнее при прочих равных условиях выбрать для структурных исследований такое, которое ближе к предполагаемой идеальной формуле нового минерала. Если зерно на рентгеноструктурный анализ необходимо извлекать из материнской породы, то следует заранее оценить твердость вмещающего минерала: например, из кварца извлекать зерна неизмеримо сложнее, чем из кальцита и т. д. В любом случае, если речь идет о полированном препарате (аншлифе, шлифе или залитом в эпоксидную смолу образце), всегда имеет смысл поискать нужное зерно в его краевой части, так чтобы оно не полностью контактировало с вмещающей породой. В этом случае извлечение зерна не должно доставить больших проблем.

Практически ни один новый минерал в наши дни не открывается исследователем в одиночку, поэтому особое значение имеет подбор профессиональной команды исследователей для конкретных видов аналитических работ, поскольку от квалификации исполнителей напрямую зависит успех в открытии нового минерала. В общем случае процессом руководит первооткрыватель нового минерала (он же, чаще всего, будущий первый автор заявки). Он договаривается с конкретными исполнителями, контролирует и координирует работу членов своей команды, собирает информацию и аккумулирует аналитические данные для последующей заявки.

Базовый минимум аналитических работ для подачи заявки на новый минерал включает определение его физических, в том числе оптических свойств, химического состава, порошковую рентгеновскую дифрактограмму, рентгеноструктурный анализ и расшифровку кристаллической структуры минерала. Спектроскопические исследования (в первую очередь, инфракрасная спектроскопия (ИКС) и спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС), или рамановская спектроскопия), формально не являются обязательными, но для кислородсодержащих минералов их по возможности рекомендуется проводить. Информативные КР спектры получаются и у ряда бескислородных минералов, например, прозрачных и просвечивающих сульфидов и сульфосолей красного цвета (реальгар, киноварь, лорандит, гладковскиит и др.).

Подробное описание различных методов аналитических работ – это отдельная обширная тема, выходящая за рамки данной публикации. Отметим, что некоторые из этих методов (монокристаллическая рентгеновская съемка, рентгеноструктурный анализ, электронно-зондовый анализ с помощью волново-дисперсионной спектроскопии) описаны в этом специальном выпуске журнала в статьях наших коллег-соавторов по многим новым минералам (Nestola, 2026; Plášil, 2026; Škoda, 2026). Методы ИКС и КРС детально описаны во вводных главах справочника (Chukanov, 2014), главах «Sources of Errors and Artifacts in IR Spectroscopy of Minerals» и «Characteristic Bands in IR Spectra of Minerals» в книге (Chukanov, Chervonnyi, 2016, p. 1–10) и главе «Some Aspects of the Use of Raman Spectroscopy in Mineralogical Studies» книги (Chukanov, Viganina, 2020, p. 721–740).

#### КАК УТВЕРЖДАЮТ НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

Итак, все запланированные аналитические работы выполнены, исследования неизвестной минералогической науке минеральной фазы завершены, ее новизна не вызывает сомнений. Какова же официальная процедура утверждения ее в качестве нового минерального вида? Для этого из членов авторского коллектива выбирается так называемый автор-корреспондент (corresponding author), в задачу которого входит составление заявки на новый минерал и последующее взаимодействие с Председателем КНМНК ММА, а, в будущем, в случае утверждения минерала, и с редакцией научного журнала, в котором планируется публикация статьи

о минерале. Обычно автором-корреспондентом является руководитель всего проекта, он же ведущий автор, первый в списке авторов будущих заявки и статьи, хотя бывают и исключения. Грамотное составление заявки, или, в разговорной практике, так называемого чек-листа (check-list) – один из ключевых факторов успеха в утверждении нового минерала.

Шаблон заявки в формате Word доступен для скачивания на сайте КНМНК ММА (<https://cnmnc.units.it/>), однако ученые, у которых за плечами не один новый утвержденный минерал, могут использовать в качестве черновика одну из предыдущих своих заявок. Каждый из соавторов заполняет в заявке свой раздел или отправляет соответствующие данные автору-корреспонденту, который сводит их вместе: кристаллографы дают описание структуры, необходимые структурные таблицы и рисунки, зондовики – анализы химического состава, специалисты по спектроскопическим методам – данные ИКС, КРС, мёссбауэровской спектроскопии и т.д. Автор-корреспондент отвечает за сведение в рамках заявки всей совокупности аналитических результатов и полноту чек-листа. Очевидно, что далеко не всегда можно провести все исследования, указанные в чек-листе. Например, плотность или коэффициенты преломления нового минерала могут превышать показатели имеющихся тяжелых жидкостей, в связи с чем их измерение невозможно или сильно затруднено. В таких случаях в заявке допустимо ограничиться одним показателем расчетной плотности, а вместо коэффициентов преломления измерить коэффициенты отражения в оптическом диапазоне (получить спектр отражения и рассчитать коэффициенты отражения при стандартных длинах волн), как, например, для рудных минералов, или привести средний показатель преломления, оцененный из данных по плотности и химическому составу с использованием соотношения Гладстоуна-Дейла (см. ниже). Типичной является ситуация, когда часть физических, в том числе оптических свойств нового минерала не может быть установлена из-за мелкого размера зерен. Об этом также делается соответствующее пояснение в заявке, например: density could not be measured due to the tiny grain size (вариант: due to the very small volume of the mineral available).

Одним из важнейших разделов заявки является информация о химическом составе нового минерала. Состав обычно определяется на электронно-зондовом микроанализаторе с помощью мето-

дов ВДС (волновой дисперсионной спектроскопии) и/или ЭДС (энергодисперсионной спектроскопии) – у каждого из них есть свои преимущества и недостатки (Škoda, 2026). Однако если ранее КНМНК ММА равным образом относилась к выбору любого из них, то в последние пару лет наметилась явная тенденция к однозначному предпочтению ВДС, даже в ситуациях, когда в минерале нет перекрывающихся спектральных линий, или когда минерал неустойчив под электронным зондом (пучком) с относительно высоким значением силы тока ( $I = 10\text{--}30$  нА), используемым при ВДС анализе. Более того, известны случаи, когда сразу несколько членов КНМНК голосовали против нового минерала только из-за того, что его химический состав был определен методом ЭДС. Такую позицию трудно признать обоснованной, но во избежание проблем с голосованием на сегодняшнем этапе рекомендуется определять данные химического состава методом ВДС.

Другой типичной проблемой является нехватка вещества для прямого определения валентности Fe, Mn, Cr, V, Sb и других элементов переменной валентности, а также для прямого измерения содержаний компонентов, которые практически невозможно определить методом рутинного микронзондового анализа (C, Li, Be, B, N), или даже вообще невозможно определить этим методом (H, а в результате – H<sub>2</sub>O). В этих случаях допустимо привести расчетные значения этих компонентов, исходя из структурных данных (межатомных расстояний и баланса валентных усилий для ионов) и/или баланса зарядов в эмпирической формуле. Необходимо заметить однако, что и здесь подходы КНМНК в последнее время ужесточились, особенно если расчетные компоненты в новом минерале являются видообразующими. В частности, члены Комиссии стали нередко предлагать авторам заявок измерять их содержания с помощью таких методов, как масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляцией, масс-спектрометрия вторичных ионов (ионное зондирование), лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия и др. К сожалению, при всей ценности указанных методов их трудно отнести к доступным, поэтому их применение для целей описания новых минералов ограничено.

Кроме эмпирической формулы нового минерала, содержащей рассчитанные из экспериментальных данных формульные коэффициенты для всех компонентов, в общем случае нецелочислен-

ные, в заявке необходимо привести упрощенную формулу и идеальную – так называемую формулу конечного члена, как правило, с целочисленными коэффициентами, относящимися к тем или иным позициям в кристаллической структуре. При этом формула, в которой каждой структурной позиции соответствует один доминирующий в ней катион, может оказаться не сбалансированной по зарядам. В таких случаях допускается наличие двух элементов не более чем для одной позиции или группы позиций. Бывают, однако, ситуации, когда эти правила не работают.

Рассмотрим простой гипотетический пример – оксид с четырьмя позициями металлов и эмпирической формулой  $(\text{Na}_{1.1}\text{Ca}_{0.9})(\text{Mg}_{1.1}\text{Fe}^{3+}_{0.9})(\text{Al}_{1.1}\text{Ti}_{0.9})(\text{Nb}_{1.3}\text{Ti}_{0.7})\text{O}_{12}$  на элементарную ячейку. Упрощенная формула –  $(\text{Na,Ca})_2(\text{Mg,Fe}^{3+})_2(\text{Al,Ti})_2(\text{Nb,Ti})_2\text{O}_{12}$ . Правила допускают пять вариантов формулы конечного члена:  $\text{Na}_2\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Nb}_2\text{O}_{12}$ ,  $(\text{NaCa})\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Nb}_2\text{O}_{12}$ ,  $\text{Na}_2(\text{Mg,Fe}^{3+})\text{Al}_2\text{Nb}_2\text{O}_{12}$ ,  $\text{Na}_2\text{Mg}_2(\text{AlTi})\text{Nb}_2\text{O}_{12}$  и  $\text{Na}_2\text{Mg}_2\text{Al}_2(\text{NbTi})\text{O}_{12}$ . Все они не сбалансированы по зарядам. Формулы типа  $\text{Ca}_2\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Nb}_2\text{O}_{12}$  сбалансированы по зарядам, но неверно отражают доминирование катионов в позициях кристаллической структуры (в приведенном примере – доминирование натрия в первой позиции). Еще хуже ситуация, когда в минерале в одной позиции находятся катионы, заряды которых различаются более чем на единицу (например, Ti и Mg, Li и Al, Mn<sup>2+</sup> и Zr, Na и Ce<sup>3+</sup>). В подобных случаях выбор формулы конечного члена становится формальностью. В приведенном выше примере формула  $\text{Ca}_2\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Nb}_2\text{O}_{12}$  является наиболее адекватной, т. к. в первой позиции эмпирической формулы на кальций приходится больше положительного заряда, чем на натрий. При предварительном обсуждении заявки (до того как она будет разослана на голосование) председатель КНМНК может предложить свой вариант формулы конечного члена, а в статье с описанием нового минерала можно взять за основу упрощенную формулу: в приведенном примере это формула  $(\text{Na,Ca})_2(\text{Mg,Fe}^{3+})_2(\text{Al,Ti})_2(\text{Nb,Ti})_2\text{O}_{12}$  ( $Z = 1$ ) или  $(\text{Na,Ca})(\text{Mg,Fe}^{3+})(\text{Al,Ti})(\text{Nb,Ti})\text{O}_6$  ( $Z = 2$ ).

При подготовке заявки на новый минерал можно рекомендовать программу MINCALC, специально написанную в 1990-х гг. по заказу председателя Комиссии ММА на тот момент Дж. Мандарино. Ею пользуются многие минералоги, регулярно подающие заявки на новые минералы. Программа весьма проста: ее можно прислать по электронной почте, передать на обычном USB-накопителе и

просто скопировать на компьютер. Однако в связи с тем, что программа написана тридцать лет назад, она не совместима с современными версиями Windows, поэтому для ее инсталляции требуется, например, предварительная установка так называемой виртуальной машины, т. е. программной системы, эмулирующей аппаратное обеспечение старых версий. Программа MINCALC удобна в использовании, каждый шаг сопровождается подсказками. Для получения данных, необходимых для заявки, последовательно вводятся первичные экспериментальные данные о химическом составе минерала (для кислородсодержащих минералов – в форме оксидов, включая  $(\text{NH}_4)_2\text{O}$ ), параметрах его элементарной ячейки и коэффициентах преломления. Выходная информация содержит, в частности, формульные коэффициенты в расчете на заданное количество анионов (т. е. атомов O и галогенов), плотность, межплоскостные расстояния и коэффициент сходимости по критерию Гладстоуна-Дейла.

В вопросе выбора названия для нового минерала актуальными остаются рекомендации, содержащиеся в статье (Nickel, Grice, 1998). В русском варианте они удачно обобщены Р.К. Расцветаевой (2006). В настоящее время по-прежнему самыми популярными остаются названия, данные в честь профессиональных ученых – минералогов, кристаллографов, геологов, первооткрывателей минералов, а также коллекционеров-любителей, по географическим объектам, химическому составу, физическим свойствам. Случаи из прошлого, когда минерал мог быть назван в честь человека, не имеющего отношения к минералогии или сопряженным наукам (к примеру, симонит в 1982 г. назван по имени сына первого автора), сейчас исключены. Во многих случаях названия диктуются имеющейся номенклатурой соответствующей надгруппы или группы минералов (турмалины, амфиболы и др.). Например, обнаруженный одним из авторов этих строк в образце из жилы Крутая Малханского пегматитового поля в Забайкалье новый член надгруппы турмалина с формулой  $\square(\text{Al}_2\text{Li})\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3\text{F}$  является фтористым аналогом существующего минерала россманита и, согласно действующей номенклатуре надгруппы турмалина (Henry et al., 2011), не мог быть назван иначе, как фторроссманит (Kasatkin et al., 2024a). В другой ситуации авторы предлагали назвать новый член группы эвдиалита «карбофекличевитом» (по аналогии с карбокентбрукситом) как карбонатный аналог фекличевита, однако выяснилось, что новый минерал отличается от фекличе-

вита не только видообразующим анионом  $\text{CO}_3^{2-}$ , но и инверсией доминирующих катионов в кристаллохимически близких позициях M3 и M4 (Si и Nb в фекличевите, Nb и Si в голышевите, соответственно), поэтому по настоянию Председателя КНМНК минерал получил название с новым корнем – голышевит (Чуканов и др., 2005).

Обратный пример: при голосовании за новый минерал зильберминцит-(La) из месторождения Мочалин Лог на Южном Урале с формулой  $(\text{CaLa}_5)(\text{Fe}^{3+}\text{Al}_3\text{Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]_5\text{O}(\text{OH})_3$  (Kasatkin et al., 2024b) несколько членов КНМНК ММА не поддержали название, мотивируя это тем, что новый минерал является  $\text{Fe}^{3+}$ -аналогом радекшодаита-(La) и поэтому должен быть назван «феррирадекшодаитом-(La)» в соответствии с номенклатурой надгруппы гателита (Bonazzi et al., 2019). В своем ответе на эти замечания авторы минерала возразили, что хотя зильберминцит-(La) действительно близок структурно и химически к минералам надгруппы гателита, однако он не является непосредственно членом этой надгруппы, поэтому ее номенклатурные правила в части названий на него не распространяются. Этот аргумент был принят Председателем КНМНК, и за минералом было оставлено оригинальное авторское название зильберминцит-(La).

Члены КНМНК строго следят за созвучием предлагаемых новых названий уже имеющимся: появление похожих имен, типа пирита и перита или голландита, гейландита и гелландита, возможное в прошлом, в наши дни не допускается. В случае обнаружения близкого созвучия авторам предлагается дать другое название своему минералу, поэтому имеет смысл заранее проверить, не созвучно ли предлагаемое название нового минерала какому-то из уже существующих и в таком случае предложить в заявке другое.

Помимо самого чек-листа авторами нового минерала (обычно соавтором, отвечающим за структурную часть) готовятся файлы CIF и CheckCIF. Формат файла CIF (Crystallographic Information File) это стандартный текстовый формат, утвержденный Международным союзом кристаллографов для описания базовой кристаллографической информации, включая параметры элементарной ячейки, пространственную группу, координаты атомов и факторы структуры. CheckCIF это сервис Международного союза кристаллографов, используемый для проверки целостности и корректности данных в CIF-файле. Он представляет собой PDF-файл,

генерируемый специальной программой Platon. В случае обнаружения ошибок или несоответствий стандартам кристаллографии в CheckCIF-файле появляются оповещения (так называемые Alerts) разного уровня. Наиболее важными являются оповещения уровней А и В (Alert Level A, Alert Level B), указывающие на возможные критические ошибки или серьезные проблемы в структурной модели, и требующие обязательного комментария авторов в тексте заявки (в разделе «Авторские ремарки») или самом CheckCIF-файле. Подробнее об этом см. в статье (Nestola, 2026).

В старых правилах Комиссии ММА (которые формально никто не отменял), предполагалось, что минеральный вид может быть рентгеноаморфным, если он однороден по составу и свойствам. В списке минералов ММА таких минералов несколько (и даже есть жидкий – ртуть). Однако после открытия сантабарбарайта в 2000 г. другие рентгеноаморфные минералы не утверждали, а файлы CIF и CheckCIF стали, по сути дела, обязательными дополнениями к любой заявке на новый минерал, структура которого решена.

Перед подачей заявки эталонный образец, т. е. оригинал исследования потенциально нового минерала, следует передать в профессионально курируемый музей минералогического или геологического профиля (scientifically curated museum), где ему присваивается индивидуальный номер. Этот номер в обязательном порядке указывается в заявке вместе с названием музея, куда образец передан. Также Председатель КНМНК ММА может попросить уточнить статус эталонного материала (это может быть голотип, котип, фрагмент голотипа и т. п.). Под голотипом обычно понимается образец, на котором выполнены наиболее важные исследования (в первую очередь, определение химического состава и кристаллической структуры), тогда как образец, на котором выполнена часть исследований, может рассматриваться как котип. Для некоторых потенциально новых минералов голотипа может не выделяться (например, в случае, когда на одном образце изучена кристаллическая структура и выполнены электронно-зондовые анализы части компонентов, а на другом, аналогичном определены полный химический состав и физические свойства, оба образца рассматриваются как коти́пы). Подробнее о статусе эталонных образцов – оригиналов первого исследования минерального вида (так называемый type specimens) см. в статье (Пеков, 2019).

Кроме файла CheckCIF желательно проверить внутреннюю непротиворечивость данных заявки с применением нескольких тестов. В частности, необходимо проверить соответствие экспериментальной порошковой рентгенограммы вычисленной из структурных данных, а также соответствие измеренной плотности рассчитанной из эмпирической формулы и объема элементарной ячейки. Эмпирическая формула минерала должна максимально соответствовать составу, рассчитанному из структурных данных. При наличии измеренных показателей преломления следует также убедиться, что индекс сходимости показателей преломления, химического состава и плотности по критерию Гладстоуна-Дейла не превышает по модулю 0.059, т. е. соответствует категориям «superior», «excellent» или «good» (подробнее об этом см. Mandarino, 1981). Если величина отклонения индекса сходимости от идеального значения 0.000 больше 0.059, т. е. отвечает показателям «fair» и, тем более, «poor», в заявке должны быть приведены объяснения возможных причин этого факта.

Индекс сходимости по критерию Гладстоуна-Дейла для оксидов, оксосолей и галогенидов вычисляется по формуле  $c = \frac{1}{2}1 - k_p/k_c^{1/2}$ , где  $k_p = (n - 1)/D$ ,  $n$  – средний показатель преломления минерала,  $D$  – его плотность,  $k_c$  – линейная комбинация содержаний компонентов (в весовых долях соответствующих оксидов) с присвоенными каждому компоненту эмпирическими коэффициентами. Величины этих коэффициентов и подробное описание процедуры расчета индекса сходимости приведены в работе (Mandarino, 1981). При наличии всех экспериментально определенных характеристик (химический состав, параметры элементарной ячейки, показатели преломления) индекс сходимости удобно вычислять с помощью программы MINCALC. Для некоторых химических классов или семейств минералов плохая сходимость по критерию Гладстоуна-Дейла может быть связана не с ошибками в аналитических данных, а с тем, что в ряде случаев, как установлено эмпирически, необходимо использовать специальные величины гладстоуновских коэффициентов для части компонентов. Количество таких исключений со временем увеличивается. Например, недавно выяснилось, что для силикатов, содержащих  $Ti^{4+}$  в координации квадратной пирамиды с короткой ковалентной связью  $Ti = O$  (титанильная группа), следует использовать гладстоуновский коэффициент 0.29 вместо стандартного для титана коэффициента, равного 0.393 (Chukanov et al., 2023a).

Готовую заявку на новый минерал в формате Word вместе с файлами CIF и CheckCIF автор-корреспондент отправляет по электронной почте действующему Председателю КНМНК ММА (в настоящий момент – проф. Фердинандо Бози из Университета Сапиенца в Риме, Италия). После ее рассмотрения (обычно в течение нескольких дней), тот дает свои комментарии, критические замечания и исправления, присваивает заявке очередной порядковый номер (номер ММА) и после окончательного согласования текста с автором-корреспондентом присылает PDF-файл, который затем рассылается членам КНМНК для голосования. В заявке устанавливаются два срока голосования с разницей в один месяц (deadline 1, deadline 2). Deadline 1 – внутренний срок только для членов Комиссии, deadline 2 – окончательный срок, когда голосование должно быть завершено, и именно на него ориентируются авторы заявки. Обычно он составляет 3–4 месяца, считая от месяца подачи, в зависимости от общего количества заявок на данный момент, т. е. от загруженности членов Комиссии. Вся информация, содержащаяся в PDF-файле с заявкой, является конфиденциальной, поэтому авторам до окончания голосования следует воздерживаться от передачи этого файла третьим лицам и тем более от публикации каких-либо результатов, изложенных в заявке.

Голосование проводится отдельно за сам минерал и за его название. До ноября 2024 г. действовали правила, установленные (Nickel, Grice, 1998), согласно которым новый минерал и его название считались утвержденными, если в голосовании приняло участие более половины всех членов КНМНК, из которых число голосов «за» составило более 2/3 и 1/2 соответственно. В ноябре 2024 г. порог необходимых голосов за новый минерал был повышен до 75 %. Таким образом, с учетом того, что в состав КНМНК в настоящее время входят 34 голосующих члена, для утверждения нового минерала необходимо, чтобы в голосовании приняли участие, как минимум, 18 человек (более 50 % от списочного состава), из которых более 75 % проголосуют «за». Что касается названия минерала, то из информации на веб-сайте Комиссии не очень понятно, распространяется новое правило о 75 % также и на него, или остаются в силе нормы о простом большинстве от числа проголосовавших членов.

О результатах голосования Председатель КНМНК уведомляет автора-корреспондента официальным письмом. Обычно это происходит в те-

чение нескольких дней после завершения срока deadline 2. Помимо собственно результатов голосования, такое письмо содержит и комментарии членов Комиссии, которые приняли участие в голосовании. В случае положительного исхода голосования Председатель сообщает в данном письме об утверждении минерала и его названия, в случае отрицательного – об их отклонении. Если минерал не получил необходимого количества положительных голосов, то автоматически отклоняется и его название. В случае, если утвержден минерал, но отклонено его название, Председатель предлагает авторам выбрать альтернативное название (желательно сделать это быстро). Так было, например, с новым минералом из группы берилла, который изначально подавался авторами как «мянмаит», но вследствие отрицательного голосования в отношении этого названия был оперативно переименован авторами в авдеевит (Агаханов и др., 2020).

Даже если за минерал или его название получено необходимое для их утверждения количество положительных голосов, Председатель может воспользоваться своим правом вето: он вправе единолично приостановить утверждение и попросить авторов, например, ответить по пунктам на все или какие-то отдельные, по своему усмотрению, замечания проголосовавших членов. Если объяснения и ответы авторов покажутся Председателю убедительными, он отменяет приостановление и присылает письмо об утверждении минерала и его названия. Выше уже приводился пример с зильберминцитом-(La): аргументы авторов минерала в пользу сохранения этого названия были признаны весомыми. Другой пример: Председатель КНМНК приостановил утверждение названия «боевскит» для нового минерала с Боевского месторождения на Южном Урале, мотивируя это тем, что сразу несколько членов Комиссии предложили вместо этого «боёвскит». Последние ссылались на ряд литературных источников, в которых месторождение, давнее название минералу, именуется не Боевским, а Боёвским. Не вдаваясь в споры вокруг названия самого месторождения, авторы боевскита (Kasatkin et al., 2025) в своем ответе выдвинули главный аргумент, согласно которому по орфографическим нормам русского языка буква «ё» в безударных слогах пишется как «е». Этот аргумент был доведен до Председателя, и название «боевскит» было одобрено.

Если же объяснения авторов не удовлетворяют Председателя, или на какие-то замечания невоз-

можно ответить оперативно (например, кто-то из членов Комиссии предлагает провести новую серию анализов или иные дополнительные исследования, и Председатель с этим соглашается), то заявке присваивается статус «приостановленная» (suspended). Приостановка утверждения может занять неопределенное время. Такая ситуация возникла, например, при голосовании за новый минерал группы вольфрамит дмитрийварламовит (Udogatina et al., 2024). В первоначальной заявке этот минерал был описан с идеальной формулой  $\text{Fe}^{3+}\text{NbO}_4$  на основании структурных данных и химического состава зерна, использованного для рентгеноструктурного анализа. Несмотря на то, что заявка получила достаточное для утверждения минерала количество голосов «за», у части членов КНМНК возникли замечания к качеству структурных данных, в результате чего Председатель КНМНК присвоил ей статус «приостановленная» и порекомендовал переизучить структуру минерала на другом кристалле. После нескольких попыток удалось найти зерно, на котором были получены структурные данные лучшего качества, но по химическому составу это зерно несколько отличалось от первоначально изученного с незначительным преобладанием минерала  $\text{Ti}_2(\text{Fe}^{3+}\text{Nb})\text{O}_8$  над  $\text{Fe}^{3+}\text{NbO}_4$ , что привело к изменению формулы конечного члена. В результате дмитрийварламовит утвержден только спустя четыре месяца после оглашения первых итогов голосования с формулой  $\text{Ti}_2(\text{Fe}^{3+}\text{Nb})\text{O}_8$ .

Приостановка голосования по заявке на новый минерал может быть связана с неопределенностью статуса потенциально нового минерала среди минералов, близких к нему по кристаллической структуре, а именно, следует ли его считать новым минеральным видом, или он должен рассматриваться как разновидность уже известного минерала с какими-то особенностями химического состава. Также может возникнуть неопределенность с названием минерала – должно ли оно быть рациональным (с использованием уже известного корня и дополняющего суффикса или приставки) или оригинальным. В таком случае Председателем КНМНК может быть рекомендовано разработать номенклатуру и систематику соответствующей группы или надгруппы минералов.

Так, в 2021 г. почти одновременно в КНМНК разными авторами были поданы заявки на три новых Nb-доминантных минерала со структурой иксиолита. В этой структуре имеется единственная катионная позиция. В трех потенциально новых

минералах присущая иксиолиту стехиометрия  $\text{MO}_2$  реализовывалась за счет того, что заряд доминирующего в позиции *M* ниобия компенсировался тремя разными способами, что привело к упрощенным формулам  $(\text{Nb}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti})\text{O}_2$ ,  $(\text{Nb}, \text{Fe}^{2+})\text{O}_2$  и  $(\text{Nb}, \square)\text{O}_2$ . Возник вопрос, следует ли считать эти минералы разновидностями одного минерального вида (ниобоксиолита), или главный зарядокомпенсирующий катион тоже является видообразующим (species-defining). Следуя рекомендациям КНМНК, коллективом автором разработаны и затем утверждены Комиссией ММА номенклатура и классификация надгруппы колумбита, включающей группы иксиолита, вольфрамит, самарскита, колумбита и воджинита, члены которых относятся к единому структурно-топологическому типу, но отличаются законом упорядочения катионов (Chukanov et al., 2023b). После этого члены группы иксиолита с упрощенными формулами  $(\text{Nb}, \text{Fe}^{3+}, \text{Ti})\text{O}_2$ ,  $(\text{Nb}, \text{Fe}^{2+})\text{O}_2$  и  $(\text{Nb}, \square)\text{O}_2$  были утверждены с названиями ниобоксиолит-( $\text{Fe}^{3+}$ ), ниобоксиолит-( $\text{Fe}^{2+}$ ) и ниобоксиолит-( $\square$ ), соответственно.

Аналогичная ситуация имела место с цинкоринманитом-(Zn)  $(\text{Fe}^{3+}, \text{Zn})\text{Sb}^{5+}\text{ZnO}_7(\text{OH})$ , в котором, в отличие от ринманита  $(\text{Fe}^{3+}, \text{Mg})\text{Sb}^{5+}\text{ZnO}_7(\text{OH})$ , цинк играет видоопределяющую роль в двух структурных позициях. Утверждение цинкоринманита-(Zn) стало возможным после разработки и утверждения номенклатуры надгруппы ноланита, включающей группы ноланита, камиокита и ринманита с общими формулами входящих в их состав изоструктурных минералов  $\text{M}_1^{3+}_3\text{M}_2^{3+}\text{T}^{3+}\text{O}_7(\text{OH})$ ,  $\text{M}_1^{4+}_3\text{M}_2^{2+}\text{T}^{2+}\text{O}_8$  и  $(\text{M}_1^{3+}_2\text{M}_1^{2+})\text{M}_2^{5+}\text{T}^{2+}\text{O}_7(\text{OH})$ , соответственно (Chukanov et al., 2025).

Отрицательные итоги голосования по заявке не следует воспринимать как окончательный приговор новому минералу. Во многих случаях авторам удается доработать заявку с учетом замечаний голосующих членов, привести новые аналитические данные, ликвидировать несоответствия и ошибки, после чего дополненная и исправленная заявка может быть подана снова. В этом случае за минералом сохраняется его изначальный номер ММА с прибавлением к нему латинской буквы «а». В случае неудачи повторной попытки, авторам не возвращается подать заявку и в третий раз (к номеру добавляется буква «b») и т. д. В случаях, когда заявка подается не впервые, авторам необходимо подробно ответить на все замечания голосующих членов, особенно тех, кто до этого проголосовал против

или воздержался, указать, чем именно исправленная заявка отличается от предыдущей версии, что сделано, изменено, дополнено.

С 2021 г. всем минералам присваивается символ – уникальный набор из двух, но гораздо чаще из трех или четырех букв, имеющихся в английском названии минерала (например, Ab для **albite**, Brl для **beryl** и т. д.). Это сделано для унификации сокращенных обозначений минералов в научной литературе. После утверждения нового минерала авторам предлагается придумать для него свой символ. Если все подходящие двух- и трехбуквенные комбинации заняты другими минералами, допускается символ из четырех букв. Список уже имеющихся символов приведен в статье (Warr, 2021); кроме того, он регулярно обновляется на сайте Комиссии ММА.

Приблизительно через месяц после утверждения нового минерала краткая информация о нем публикуется в очередном информационном бюллетене КНМНК ММА на сайте Комиссии, а также в журналах *Mineralogical Magazine* и *European Journal of Mineralogy*. В нем указываются номер ММА, название минерала, его идеальная формула, символ, место находки (первоначальное местонахождение: *type locality*), список авторов и адрес электронной почты автора-корреспондента, сведения о сингонии, пространственной группе, параметрах элементарной ячейки, сильные линии порошковой рентгеновской дифрактограммы, регистрационный номер эталонного материала (голотипа, котипа) и место его нахождения (название и адрес музея). Эта информация является официальным основанием для занесения нового минерального вида во все базы данных, на нее можно ссылаться в публикациях, но она ни в коем случае не подменяет полноценную, подробную научную статью о новом минерале.

В уведомлении об утверждении нового минерала сказано, что по правилам КНМНК ММА статья о нем должна быть опубликована в течение двух лет со дня получения такого уведомления, в противном же случае утверждение минерала и его названия отзываются. На практике эта декларируемая санкция носит скорее дисциплинирующий, чем реальный характер. Примеры, когда минерал публиковался с опозданием относительно указанного двухлетнего срока, не так уж и многочисленны, но авторам этих строк не известно ни одного случая отзыва нового минерала или его названия по причине такого опоздания. Понимая загруженность авторов текущей работой, Комиссия обычно

допускает такие случаи, только в самых крайних случаях напоминая авторам об их обязательствах в части публикации. В качестве примера можно привести прюиттит  $KPb_{1.5}ZnCu_6(SeO_3)_2O_2Cl_{10}$  – минерал из fumarol вулкана Толбачик на Камчатке, утвержденный в 2002 г. Его ведущий автор Р.Р. Шувалов вскоре после утверждения минерала ушел из науки, и публикация затянулась на долгие годы, пока в 2013 г. П. Вильямс, тогдашний Председатель КНМНК, не обратился к одному из авторов минерала С.В. Кривовичеву с настоятельной просьбой все-таки опубликовать статью. В итоге статья была написана С.В. Кривовичевым, хотя он был всего лишь пятым в списке авторов, а первым номинально остался Р.Р. Шувалов (Shuvalov et al., 2013). Тем не менее, очевидно, что исследователям надо стремиться к тому, чтобы не нарушать установленный Комиссией двухлетний срок.

Черновик статьи о новом минерале обычно пишется тем же автором-корреспондентом, что и заявка с подключением к работе остальных членов авторского коллектива. Хотя большинство информации в статье берется из заявки, однако авторам желательно не ограничиваться простым переписыванием последней, а по возможности максимально расширить ее содержание, дополнить описание и аналитические данные, развить обсуждение наиболее интересных результатов. Полезно учесть в статье конструктивные замечания голосующих членов КНМНК. Как и в случае с заявкой, координация процесса подготовки статьи и последующее общение с редакцией научного журнала – это задача автора-корреспондента. Он отправляет в выбранный журнал рукопись, рисунки, таблицы и другие файлы (включая CIF, CheckCIF и письмо КНИМНК ММА об утверждении минерала), ведет переписку с его ответственным редактором, отвечает на замечания рецензентов и загружает на сайт журнала исправленные варианты документов. Только после публикации такой статьи новый минерал считается окончательно принятым научным сообществом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, открытие нового минерала и последующее взаимодействие с КНМНК ММА это серьезный и длительный процесс, требующий от исследователей не только собственно научных знаний и навыков аналитической работы, но ответственности, дисциплины и умения выстраивать отношения с коллегами, Комиссией и редакцией

журнала. С другой стороны, это процесс, безусловно, творческий, он приносит вдохновение, открывает новые знания и горизонты, приводит к новым контактам и знакомствам. И, наконец, это увлекательнейший процесс, который затягивает! Исследователь, который успешно открыл и защитил один новый минерал, скорее всего, захочет открыть второй, а за ним третий, четвертый и т. д. Поэтому в заключение этого небольшого эссе хочется искренне пожелать всем заинтересованным коллегам успехов и достижений на нелегком пути открытия новых минералов!

### ЛИТЕРАТУРА

- Агаханов А.А., Степаненко Д.А., Зубкова Н.В., Паутов Л.А., Пеков И.В., Касаткин А.В., Карпенко В.Ю., Агаханова В.А., Шкода Р., Бритвин С.Н., Пушаровский Д.Ю. (2020) Авдеевит – Na-доминантный щелочной берилл: установление статуса минерального вида и новые данные. *Записки РМО*, 149(6), 1–19. <https://doi.org/10.31857/S0869605520060027>
- Пеков И.В. (2019) В развитие некоторых вопросов музейного дела в области минералогии. II. О разных аспектах значимости минералогического образца. *Новые данные о минералах*, 53, 6–15.
- Расцветаева Р.К. (2006) Как открыть новый минерал. *Природа*, 5, 31–38.
- Чуканов Н.В., Моисеев М.М., Расцветаева Р.К., Розенберг К.А., Задов А.Е., Пеков И.В., Коровушкин В.В. (2005) Гольшевит  $(\text{Na,Ca})_{10}\text{Ca}_9(\text{Fe}^{3+},\text{Fe}^{2+})_2\text{Zr}_3\text{NbSi}_{25}\text{O}_{72}(\text{CO}_3)(\text{OH})_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и моговидит  $\text{Na}_9(\text{Ca,Na})_6\text{Ca}_6(\text{Fe}^{3+},\text{Fe}^{2+})_2\text{Zr}_3\text{NbSi}_{25}\text{O}_{72}(\text{CO}_3)(\text{OH,H}_2\text{O})_4$  – новые минералы группы эвдиалита из агапитовых пегматитов Ковдорского массива, Кольский полуостров. *Записки РМО*, 134(6), 36–47.
- Чуканов Н.В., Пеков И.В., Мёккель Ш., Муханова А.А., Белаковский Д.И. Левицкая Л.А., Бекенова Г.К. (2009) Камарицаит  $\text{Fe}^{3+}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  – новый минерал, арсенатный аналог тинкитита. *Записки РМО*, 138(3), 100–108.
- Bindi L., Steinhardt P.J., Yao N., Lu P.J. (2011) Icosahedrite,  $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{24}\text{Fe}_{13}$ , the first natural quasicrystal. *American Mineralogist*, 96, 928–931. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3758>
- Bindi L., Yao N., Lin C., Hollister L.S., Andronicos C.L., Distler V.V., Eddy M.P., Kostin A., Kryachko V., MacPherson G.J., Steinhardt W.M., Yudovskaya M., Steinhardt P.J. (2015) Decagonite,  $\text{Al}_{71}\text{Ni}_{24}\text{Fe}_5$ , a quasicrystal with decagonal symmetry from the Khatyrka CV3 carbonaceous chondrite. *American Mineralogist*, 100, 2340–2343. <https://doi.org/10.2138/am-2015-5423>
- Bindi L., Yao N., Lin C., Hollister L.S., MacPherson G.J., Poirier G.R., Andronicos C.L., Distler V.V., Eddy M.P., Kostin A., Kryachko V., Steinhardt W.M., Yudovskaya M. (2014) Steinhardtite, a new body-centered-cubic allotropic form of aluminum from the Khatyrka CV3 carbonaceous chondrite. *American Mineralogist*, 99, 2433–2436. <https://doi.org/10.2138/am-2014-5108>
- Bonazzi P., Holtstam D., Bindi L. (2019) Gatelite-super group minerals: recommended nomenclature and review. *European Journal of Mineralogy*, 31, 173–181. <https://doi.org/10.1127/ejm/2019/0031-2809>
- Bosi F., Hatert F., Meisser N., Pasero M., Mills S.J. (2025) IMA-CNMNC guidelines for assessing the natural geological origin of minerals. *European Journal of Mineralogy*, 37, 871–876. <https://doi.org/10.5194/ejm-37-871-2025>
- Burke E.A.J. (2005) New minerals: help or hindrance? *Elements*, 1(3), 178.
- Cámara F., Bindi L., Pagano A., Pagano R., Gain S., Griffin W. (2018) Dellagiustaite: A novel natural spinel containing  $\text{V}^{2+}$ . *Minerals*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.3390/min9010004>
- Chukanov N.V. (2014) Infrared spectra of mineral species: extended library. Dordrecht-Heidelberg-New York-London, Springer, 1716 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7128-4>
- Chukanov N.V., Chervonnyi A.D. (2016) Infrared spectroscopy of minerals and related compounds. Heidelberg-Dordrecht-New York-London, Springer, 1109 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25349-7>
- Chukanov N.V., Gridchina V.M., Rastsvetaeva R.K., Zubkova N.V., Pekov I.V. (2025) Nolanite supergroup of minerals: nomenclature and classification. *European Journal of Mineralogy*, 37, 133–142. <https://doi.org/10.5194/ejm-37-133-2025>
- Chukanov N.V., Kazheva O.N., Fischer R.X., Aksenov S.M. (2023a) Refinement of the crystal structure of fresnoite,  $\text{Ba}_2\text{TiSi}_2\text{O}_8$ , from Löhley (Eifel district, Germany): Gladstone-Dale compatibility, electronic polarizability and vibrational spectroscopy of minerals and inorganic compounds with pentacoordinated Ti(IV) and “titanyl” bond. *Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials*, B79, 184–194. <https://doi.org/10.1107/S2052520622012045>
- Chukanov N.V., Krivovichev S.V., Pakhomova A.S., Pekov I.V., Schäfer Ch., Vigasina M.F., Van K.V. (2014) Laachite,  $(\text{Ca,Mn})_2\text{Zr}_2\text{Nb}_2\text{TiFeO}_{14}$ , a new zirconolite-related mineral from the Eifel volcanic region, Germany. *European Journal of Mineralogy*, 26, 103–111. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2013/0025-2343>
- Chukanov N.V., Pasero M., Aksenov S.M., Britvin S.N., Zubkova N.V., Yike L., Witzke T. (2023b) Columbite supergroup of minerals: nomenclature and classification. *Mineralogical Magazine*, 87, 18–33. <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.105>

- Chukanov N.V., Vigasina M.F. (2020) Vibrational (infrared and Raman) spectra of minerals and related compounds. Dordrecht, Springer, 1376 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26803-9>
- Galuskin E., Galuskina I. (2023) Evidence of the anthropogenic origin of the ‘Carmel sapphire’ with enigmatic super-reduced minerals. *Mineralogical Magazine*, 87, 619–630. <https://doi.org/10.1180/mgm.2023.25>
- Griffin W., Gain S., Bindi L., Toledo V., Cámara F., Saunders M., O’Reilly S. (2018) Carmeltazite,  $ZrAl_2Ti_4O_{11}$ , a new mineral trapped in corundum from volcanic rocks of Mt Carmel, Northern Israel. *Minerals*, 8(12), 601. <https://doi.org/10.3390/min8120601>
- Hatert F., Pasero M., Mills S.J., Hålenius U. (2017) How to define, redefine or discredit a mineral species? *Elements*, 13(3), 208.
- Henry D.J., Novák M., Hawthorne F.C., Ertl, A., Dutrow B.L., Uher P., Pezzotta F. (2011) Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. *American Mineralogist*, 96, 895–913. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3636>
- Ivanova M.A., Lorenz C.A., Borisovskiy S.E., Burmistrov A.A., Korost D.V., Korochantsev A.V., Logunova M.N., Shornikov S.S., Petaev M.I. (2017) Composition and origin of holotype Al-Cu-Zn minerals in relation to quasicrystals in the Khatyrka meteorite. *Meteoritics and Planetary Science*, 52, 869–883. <https://doi.org/10.1111/maps.12839>
- Ivanova M.A., Lorenz C.A., Borisovskiy S.E., Korochantsev A.V., Logunova M.N., Petaev M.I. (2018) Reply to the comment by Andronicos et al. (2017) on “Composition and origin of holotype Al-Cu-Zn minerals in relation to quasicrystals in the Khatyrka meteorite” by Ivanova et al. (2017) *Meteoritics and Planetary Science*, 53, 2441–2442. <https://doi.org/10.1111/maps.13116>
- Kasatkin A.V., Nestola F., Day M.C., Gorelova L., Škoda R., Vereshchagin O.S., Agakhanov A.A., Belakovskiy D.I., Pamato M.G., Cempírek J., Anosov M.Yu. (2024a) Fluor-rossmanite,  $\square(Al_2Li)Al_6(Si_6O_{18})(BO_3)_3(OH)_3F$ , a new tourmaline supergroup mineral from Malkhan pegmatite field, Western Siberia, Russia. *Mineralogical Magazine*, 88, 668–676. <https://doi.org/10.1180/mgm.2024.34>
- Kasatkin A.V., Plášil J., Makovický E., Chukanov N.V., Škoda R., Agakhanov A.A., Stepanov S.Y., Palamarchuk R.S. (2021) Auerbakhite,  $MnTl_2As_2S_5$ , a new thallium sulfosalt from the Vorontsovskoe gold deposit, Northern Urals, Russia. *Journal of Geosciences*, 66, 89–96. <https://doi.org/10.3190/jgeosci.321>
- Kasatkin A.V., Zubkova N.V., Škoda R., Gurzhiy V.V., Nestola F., Biagioni C., Agakhanov A.A., Britvin S.N., Plášil J., Kuznetsov A.M. (2025) Boevskite,  $Pb_4(TeO_3)_2(SO_4)(S_2O_3)$ , the first mixed sulfate–thiosulfate mineral from the Boevskoe deposit, Southern Urals, Russia. *Mineralogical Magazine*, 89. <https://doi.org/10.1180/mgm.2025.10143>
- Kasatkin A.V., Zubkova N.V., Škoda R., Pekov I.V., Agakhanov A.A., Gurzhiy V.V., Ksenofontov D.A., Belakovskiy D.I., Kuznetsov A.M. (2024b) The mineralogy of the historical Mochalin Log REE deposit, South Urals, Russia. Part V. Zilbermintsite-(La),  $(CaLa_5)(Fe^{3+}Al_3Fe^{2+})[Si_2O_7][SiO_4]_5O(OH)_3$ , a new mineral with ET2 type structure and a definition of radekškodaite group. *Mineralogical Magazine*, 88, 302–311. <https://doi.org/10.1180/mgm.2024.17>
- Kolitsch U., Lengauer C.L., Giester G. (2016) Crystal structures and isotypism of the iron(III) arsenate kamarizaite and the iron(III) phosphate tinticite. *European Journal of Mineralogy*, 28, 71–81. <https://doi.org/10.1127/ejm/2015/0027-2485>
- Ma C., Cámara F., Bindi L., Toledo V., Griffin W.L. (2023b) New minerals from inclusions in corundum xenocrysts from Mt. Carmel, Israel: magnéliite, ziroite, sassite, mizraite-(Ce) and yeite. *Materials*, 16(24), 7578. <https://doi.org/10.3390/ma16247578>
- Ma C., Cámara F., Toledo V., Bindi L. (2023a) Griffinite,  $Al_2TiO_5$ : a new oxide mineral from inclusions in corundum xenocrysts from the Mount Carmel area, Israel. *Crystals*, 13(10), 1427. <https://doi.org/10.3390/cryst13101427>
- Ma C., Lin C., Bindi L., Steinhardt P.J. (2017) Hollisterite ( $Al_3Fe$ ), kryachkoite ( $Al,Cu$ )<sub>6</sub>( $Fe,Cu$ ), and stolperite ( $AlCu$ ): three new minerals from the Khatyrka CV3 carbonaceous chondrite. *American Mineralogist*, 102, 690–693. <https://doi.org/10.2138/am-2017-5991>
- Malec J., Veselovsky F., Böhmova V., Prouza V. (2011) Jacutingait, paladiové zlato a Pd-selenidy v Cu-zrudnění z karbonských sedimentů od Košťálova u Semil (podkrkonošská pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2011, Mineralogie, petrologie a geochemie*, 189–192 (in Czech).
- Mandarino J.A. (1981) The Gladstone-Dale relationship. IV. The compatibility concept and its application. *The Canadian Mineralogist*, 41, 989–1002.
- Mills S.J., Kartashov P.M., Kampf A.R., Rumsey M.S., Ma C., Stanley C.J., Spratt J., Rossman G.R., Novgorodova M.I. (2021) Native tungsten from the Bol’shaya Pol’ya river valley and Mt. Neroyka, Russia. *Mineralogical Magazine*, 85, 76–81. <https://doi.org/10.1180/mgm.2021.7>
- Mills S.J., Kartashov P.M., Ma C., Rossman G.R., Novgorodova M.I., Kampf A.R., Raudsepp M. (2011) Yttriaite-(Y): The natural occurrence of  $Y_2O_3$  from the Bol’shaya Pol’ya river, Subpolar Urals, Russia. *American Mineralogist*, 96, 1166–1170. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3740>
- Miyawaki R., Hatert F., Pasero M., Mills S.J. (2020) IMA Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (CNMNC) – Newsletter 57. *European Journal of Mineralogy*, 32, 495–499. <https://doi.org/10.5194/ejm-32-495-2020>
- Nestola F. (2026) The role of single-crystal X-ray diffraction in the description of new mineral species. *Mineralogy*, 12(2), 31–35. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-3>
- Nickel E.H., Grice J.D. (1998) The IMA Commission on New Minerals and Mineral Names; procedures and

guidelines on mineral nomenclature. *The Canadian Mineralogist*, 36, 913–926.

Parafiniuk J., Hatert F. (2020) New IMA CNMNC guidelines on combustion products from burning coal dumps. *European Journal of Mineralogy*, 32, 215–217. <https://doi.org/10.5194/ejm-32-215-2020>

Plášil J. (2026) Structure analysis of new mineral species: current state and perspectives. *Mineralogy*, 12(2), 25–30. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-2>

Shuvalov R.R., Vergasova L.P., Semenova T.F., Filatov S.K., Krivovichev S.V., Siidra O.I., Rudashevsky N.S. (2013) Prewittite,  $KPb_{1.5}Cu_6Zn(SeO_3)_2O_2Cl_{10}$ , a new mineral from Tolbachik fumaroles, Kamchatka peninsula, Russia: Description and crystal structure. *American Mineralogist*, 98, 463–469. <https://doi.org/10.2138/am.2013.4174>

Škoda R. Electron microanalysis of minerals: the advantages and pitfalls of wavelength-dispersive spectroscopy for mineral characterization. *Mineralogy*, 2026, 12(2), 52–57. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-5>.

Udoratina O.V., Panikorovskii T.L., Chukanov N.V., Voronin M.V., Lutoev V.P., Agakhanov A.A., Isaenko S.I. (2024) Dmitryvarlamovite,  $Ti_2(Fe^{3+}Nb)O_8$ , a new columbite-supergroup mineral related to the wolframite group. *Mineralogical Magazine*, 88, 147–152. <https://doi:10.1180/mgm.2023.95>

Warr L. (2021) IMA-CNMNC approved mineral symbols. *Mineralogical Magazine*, 85, 291–320. <https://doi.org/10.1180/mgm.2021.43>

## REFERENCES

Agakhanov A.A., Stepanenko D.A., Zubkova N.V., Pautov L.A., Pekov I.V., Kasatkin A.V., Karpenko V.Yu., Agakhanova V.A., Škoda R., Britvin S.N., Pushcharovskiy D.Yu. (2020) Avdeevite, a Na-dominant alkali beryl: determination as valid mineral species and new data. *Zapiski RMO (Proceedings of the Russian Mineralogical Society)*, 149(1), 1–19 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0869605520060027>

Bindi L., Steinhardt P.J., Yao N., Lu P.J. (2011) Icosahedrite,  $Al_{63}Cu_{24}Fe_{13}$ , the first natural quasicrystal. *American Mineralogist*, 96, 928–931. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3758>

Bindi L., Yao N., Lin C., Hollister L.S., MacPherson G.J., Poirier G.R., Andronicos C.L., Distler V.V., Eddy M.P., Kostin A., Kryachko V., Steinhardt W.M., Yudovskaya M. (2014) Steinhardtite, a new body-centered-cubic allotropic form of aluminum from the Khatyrka CV3 carbonaceous chondrite. *American Mineralogist*, 99, 2433–2436. <https://doi.org/10.2138/am-2014-5108>

Bindi L., Yao N., Lin C., Hollister L.S., Andronicos C.L., Distler V.V., Eddy M.P., Kostin A., Kryachko V., MacPherson G.J., Steinhardt W.M., Yudovskaya M., Steinhardt P.J. (2015) Decagonite,  $Al_{71}Ni_{24}Fe_5$ , a quasicrystal

with decagonal symmetry from the Khatyrka CV3 carbonaceous chondrite. *American Mineralogist*, 100, 2340–2343. <https://doi.org/10.2138/am-2015-5423>

Bonazzi P., Holtstam D., Bindi L. (2019) Gatelite-supergroup minerals: recommended nomenclature and review. *European Journal of Mineralogy*, 31, 173–181. <https://doi.org/10.1127/ejm/2019/0031-2809>

Bosi F., Hatert F., Meisser N., Pasero M., Mills S.J. (2025) IMA-CNMNC guidelines for assessing the natural geological origin of minerals. *European Journal of Mineralogy*, 37, 871–876. <https://doi.org/10.5194/ejm-37-871-2025>

Burke E.A.J. (2005) New minerals: help or hindrance? *Elements*, 1(3), 178.

Cámara F., Bindi L., Pagano A., Pagano R., Gain S., Griffin W. (2018) Dellagiustaite: A novel natural spinel containing  $V^{2+}$ . *Minerals*, 9(1), 4. <https://doi.org/10.3390/min9010004>

Chukanov N.V. (2014) Infrared spectra of mineral species: extended library. Dordrecht-Heidelberg-New York-London, Springer, 1716 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7128-4>

Chukanov N.V., Chervonnyi A.D. (2016) Infrared spectroscopy of minerals and related compounds. Heidelberg-Dordrecht-New York-London, Springer, 1109 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-25349-7>

Chukanov N.V., Gridchina V.M., Rastsvetaeva R.K., Zubkova N.V., Pekov I.V. (2025) Nolanite supergroup of minerals: nomenclature and classification. *European Journal of Mineralogy*, 37, 133–142. <https://doi.org/10.5194/ejm-37-133-2025>

Chukanov N.V., Kazheva O.N., Fischer R.X., Aksenov S.M. (2023a) Refinement of the crystal structure of fresnoite,  $Ba_2TiSi_2O_8$ , from Löhley (Eifel district, Germany): Gladstone-Dale compatibility, electronic polarizability and vibrational spectroscopy of minerals and inorganic compounds with pentacoordinated Ti(IV) and “titanyl” bond. *Acta Crystallographica Section B: Structural Science, Crystal Engineering and Materials*, B79, 184–194. <https://doi.org/10.1107/S2052520622012045>

Chukanov N.V., Krivovichev S.V., Pakhomova A.S., Pekov I.V., Schäfer Ch., Vigasina M.F., Van K.V. (2014) Laachite,  $(Ca,Mn)_2Zr_2Nb_2TiFeO_{14}$ , a new zirconolite-related mineral from the Eifel volcanic region, Germany. *European Journal of Mineralogy*, 26, 103–111. <https://doi.org/10.1127/0935-1221/2013/0025-2343>

Chukanov N.V., Moiseev M.M., Rastsvetayeva R.K., Rozenberg K.A., Zadov A.E., Pekov I.V., Korovushkin V.V. (2005) Golyshchite  $(Na,Ca)_{10}Ca_9(Fe^{3+},Fe^{2+})_2Zr_3NbSi_{25}O_{72}(CO_3)(OH)_3 \cdot H_2O$ , and Mogovidite,  $Na_9(Ca,Na)_6Ca_6(Fe^{3+},Fe^{2+})_2Zr_3Si_{25}O_{72}(CO_3)(OH,H_2O)_4$ , new eudialyte-group minerals from calcium-rich apatitic pegmatites of the Kovdor massif, Kola Peninsula. *Zapiski RMO (Proceedings of the Russian Mineralogical Society)*, 134(6), 36–47. (in Russian)

- Chukanov N.V., Pasero M., Aksenov S.M., Britvin S.N., Zubkova N.V., Yike L., Witzke T. (2023b) Columbite supergroup of minerals: nomenclature and classification. *Mineralogical Magazine*, 87, 18–33. <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.105>
- Chukanov N.V., Pekov I.V., Möckel S., Mukhanova A.A., Belakovskiy D.I., Levitskaya L.A., Bekenova G.K. (2009) Kamarizaitite,  $\text{Fe}^{3+}_3(\text{AsO}_4)_2(\text{OH})_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , a new mineral species, arsenate analogue of tenticite. *Zapiski RMO (Proceedings of the Russian Mineralogical Society)*, 138(3), 100–108. (in Russian)
- Chukanov N.V., Vigasina M.F. (2020) Vibrational (infrared and Raman) spectra of minerals and related compounds. Dordrecht, Springer, 1376 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-26803-9>
- Galuskin E., Galuskina I. (2023) Evidence of the anthropogenic origin of the ‘Carmel sapphire’ with enigmatic super-reduced minerals. *Mineralogical Magazine*, 87, 619–630. <https://doi.org/10.1180/mgm.2023.25>
- Griffin W., Gain S., Bindi L., Toledo V., Cámara F., Saunders M., O’Reilly S. (2018) Carmeltazite,  $\text{ZrAl}_2\text{Ti}_4\text{O}_{11}$ , a new mineral trapped in corundum from volcanic rocks of Mt Carmel, Northern Israel. *Minerals*, 8(12), 601. <https://doi.org/10.3390/min8120601>
- Hatert F., Pasero M., Mills S.J., Hålenius U. (2017) How to define, redefine or discredit a mineral species? *Elements*, 13(3), 208.
- Henry D.J., Novák M., Hawthorne F.C., Ertl, A., Dutrow B.L., Uher P., Pezzotta F. (2011) Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals. *American Mineralogist*, 96, 895–913. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3636>
- Ivanova M.A., Lorenz C.A., Borisovskiy S.E., Burmistrov A.A., Korost D.V., Korochantsev A.V., Logunova M.N., Shornikov S.S., Petaev M.I. (2017) Composition and origin of holotype Al-Cu-Zn minerals in relation to quasicrystals in the Khatyrka meteorite. *Meteoritics and Planetary Science*, 52, 869–883. <https://doi.org/10.1111/maps.12839>
- Ivanova M.A., Lorenz C.A., Borisovskiy S.E., Korochantsev A.V., Logunova M.N., Petaev M.I. (2018) Reply to the comment by Andronicos et al. (2017) on “Composition and origin of holotype Al-Cu-Zn minerals in relation to quasicrystals in the Khatyrka meteorite” by Ivanova et al. (2017) *Meteoritics and Planetary Science*, 53, 2441–2442. <https://doi.org/10.1111/maps.13116>
- Kasatkin A.V., Nestola F., Day M.C., Gorelova L., Škoda R., Vereshchagin O.S., Agakhanov A.A., Belakovskiy D.I., Pamato M.G., Cempírek J., Anosov M.Yu. (2024a) Fluor-rossmanite,  $\square(\text{Al}_2\text{Li})\text{Al}_6(\text{Si}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3(\text{OH})_3\text{F}$ , a new tourmaline supergroup mineral from Malkhan pegmatite field, Western Siberia, Russia. *Mineralogical Magazine*, 88, 668–676. <https://doi.org/10.1180/mgm.2024.34>
- Kasatkin A.V., Plášil J., Makovický E., Chukanov N.V., Škoda R., Agakhanov A.A., Stepanov S.Y., Palamarchuk R.S. (2021) Auerbakhite,  $\text{MnTl}_2\text{As}_2\text{S}_5$ , a new thallium sulfosalt from the Vorontsovskoe gold deposit, Northern Urals, Russia. *Journal of Geosciences*, 66, 89–96. <https://doi.org/10.3190/jgeosci.321>
- Kasatkin A.V., Zubkova N.V., Škoda R., Gurzhiy V.V., Nestola F., Biagioni C., Agakhanov A.A., Britvin S.N., Plášil J., Kuznetsov A.M. (2025) Boevskite,  $\text{Pb}_4(\text{TeO}_3)_2(\text{SO}_4)(\text{S}_2\text{O}_3)$ , the first mixed sulfate–thiosulfate mineral from the Boevskoe deposit, Southern Urals, Russia. *Mineralogical Magazine*, 89, <https://doi.org/10.1180/mgm.2025.10143>
- Kasatkin A.V., Zubkova N.V., Škoda R., Pekov I.V., Agakhanov A.A., Gurzhiy V.V., Ksenofontov D.A., Belakovskiy D.I., Kuznetsov A.M. (2024b) The mineralogy of the historical Mochalin Log REE deposit, South Urals, Russia. Part V. Zilbermintsite-(La),  $(\text{CaLa}_5)(\text{Fe}^{3+}\text{Al}_3\text{Fe}^{2+})[\text{Si}_2\text{O}_7][\text{SiO}_4]_5\text{O}(\text{OH})_3$ , a new mineral with ET2 type structure and a definition of radekškodaite group. *Mineralogical Magazine*, 88, 302–311. <https://doi.org/10.1180/mgm.2024.17>
- Kolitsch U., Lengauer C.L., Giester G. (2016) Crystal structures and isotypism of the iron(III) arsenate kamarizaitite and the iron(III) phosphate tenticite. *European Journal of Mineralogy*, 28, 71–81. <https://doi.org/10.1127/ejm/2015/0027-2485>
- Ma C., Cámara F., Bindi L., Toledo V., Griffin W.L. (2023b) New minerals from inclusions in corundum xenocrysts from Mt. Carmel, Israel: magnéliite, ziroite, sassite, mizraite-(Ce) and yeite. *Materials*, 16(24), 7578. <https://doi.org/10.3390/ma16247578>
- Ma C., Cámara F., Toledo V., Bindi L. (2023a) Griffinite,  $\text{Al}_2\text{TiO}_5$ : a new oxide mineral from inclusions in corundum xenocrysts from the Mount Carmel area, Israel. *Crystals*, 13(10), 1427. <https://doi.org/10.3390/cryst13101427>
- Ma C., Lin C., Bindi L., Steinhardt P.J. (2017) Hollisterite ( $\text{Al}_3\text{Fe}$ ), kryachkoite ( $\text{Al,Cu}_6(\text{Fe,Cu})$ ), and stolperite ( $\text{AlCu}$ ): three new minerals from the Khatyrka CV3 carbonaceous chondrite. *American Mineralogist*, 102, 690–693. <https://doi.org/10.2138/am-2017-5991>
- Malec J., Veselovsky F., Böhmova V., Prouza V. (2011) Jacutingait, paladiové zlato a Pd-selenidy v Cu-zrudnění z karbonských sedimentů od Košťálova u Semil (podkrkonošská pánev). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2011, Mineralogie, petrologie a geochemie*, 189–192 (in Czech).
- Mandarino J.A. (1981) The Gladstone-Dale relationship. IV. The compatibility concept and its application. *The Canadian Mineralogist*, 41, 989–1002.
- Mills S.J., Kartashov P.M., Kampf A.R., Rumsey M.S., Ma C., Stanley C.J., Spratt J., Rossman G.R., Novgorodova M.I. (2021) Native tungsten from the Bol’shaya Pol’ya river valley and Mt. Neroyka, Russia. *Mineralogical Magazine*, 85, 76–81. <https://doi.org/10.1180/mgm.2021.7>
- Mills S.J., Kartashov P.M., Ma C., Rossman G.R., Novgorodova M.I., Kampf A.R., Raudsepp M. (2011) Yttriaite-(Y): The natural occurrence of  $\text{Y}_2\text{O}_3$  from the Bol’shaya Pol’ya river, Subpolar Urals, Russia. *American Mineralogist*, 96, 1166–1170. <https://doi.org/10.2138/am.2011.3740>

Miyawaki R., Hatert F., Pasero M., Mills S.J. (2020) IMA Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification (CNMNC) – Newsletter 57. *European Journal of Mineralogy*, 32, 495–499. <https://doi.org/10.5194/ejm-32-495-2020>

Nestola F. (2026) The role of single-crystal X-ray diffraction in the description of new mineral species. *Mineralogy*, 12(2), 31–35. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-3>.

Nickel E.H., Grice J.D. (1998) The IMA Commission on New Minerals and Mineral Names; procedures and guidelines on mineral nomenclature. *The Canadian Mineralogist*, 36, 913–926.

Parafiniuk J., Hatert F. (2020) New IMA CNMNC guidelines on combustion products from burning coal dumps. *European Journal of Mineralogy*, 32, 215–217. <https://doi.org/10.5194/ejm-32-215-2020>

Pekov I.V. (2019) Development of some issues of museum mineralogical science. II. About various aspects of the importance of a mineralogical sample. *Novye dannye o minerelakh (New Data on Minerals)*, 53, 6–15. (in Russian)

Plášil J. (2026) Structure analysis of new mineral species: current state and perspectives. *Mineralogy*, 12(2), 25–30. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-2>

Rastsvetaeva R.K. (2006) How to discover a new mineral. *Priroda (Nature)*, 5, 31–38 (in Russian).

Shuvalov R.R., Vergasova L.P., Semenova T.F., Filatov S.K., Krivovichev S.V., Siidra O.I., Rudashevsky N.S. (2013) Prewittite,  $KPb_{1.5}Cu_6Zn(SeO_3)_2O_2Cl_{10}$ , a new mineral from Tolbachik fumaroles, Kamchatka peninsula, Russia: Description and crystal structure. *American Mineralogist*, 98, 463–469. <https://doi.org/10.2138/am.2013.4174>

Škoda R. Electron microanalysis of minerals: the advantages and pitfalls of wavelength-dispersive spectroscopy for mineral characterization. *Mineralogy*, 2026, 12(2), 52–57. <https://doi.org/10.35597/2313-545X-2026-12-2-5>.

Udoratina O.V., Panikorovskii T.L., Chukanov N.V., Voronin M.V., Lutoev V.P., Agakhanov A.A., Isaenko S.I. (2024) Dmitryvarlamovite,  $Ti_2(Fe^{3+}Nb)O_8$ , a new columbite-superfgroup mineral related to the wolframite group. *Mineralogical Magazine*, 88, 147–152. <https://doi.org/10.1180/mgm.2023.95>

Warr L. (2021) IMA-CNMC approved mineral symbols. *Mineralogical Magazine*, 85, 291–320. <https://doi.org/10.1180/mgm.2021.43>

---

### Информация об авторах

Касаткин Анатолий Витальевич – ведущий специалист, Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН, г. Москва, Россия; [anatoly.kasatkin@gmail.com](mailto:anatoly.kasatkin@gmail.com)

Чуканов Никита Владимирович – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии РАН, г. Черногловка, Московская обл., Россия; [nikchukanov@yandex.ru](mailto:nikchukanov@yandex.ru)

### Information about the authors

Anatoly V. Kasatkin – Leading Researcher, Fersman Mineralogical Museum RAS, Moscow, Russia; [anatoly.kasatkin@gmail.com](mailto:anatoly.kasatkin@gmail.com)

Nikita V. Chukanov – Doctor Sci. (Phys.-Math.), Key Researcher, Federal Research Center of Problems of Chemical Physics and Medicinal Chemistry RAS, Chernogolovka, Moscow region, Russia; [nikchukanov@yandex.ru](mailto:nikchukanov@yandex.ru)