

## Рыцарь рудной геологии. К 90-летию со дня рождения А. И. Кривцова

В 2023 г. в ЦНИГРИ подготовлена к изданию книга о жизни и работе известного исследователя рудных месторождений А. И. Кривцова, учёного и организатора науки, внёсшего значительный вклад в развитие отечественной геологоразведочной отрасли. В настоящей статье частично представлены материалы биографического очерка из книги «Рыцарь рудной геологии Анатолий Кривцов». Авторы рассмотрели наиболее крупные научно-прикладные проекты общепромышленного значения, задуманные А. И. Кривцовым в 1980-е гг. и успешно реализованные им вместе с сотрудниками ЦНИГРИ в постсоветское время.

*Ключевые слова:* прогнозно-поисковые комплексы, геолого-поисковые модели, минерально-сырьевая безопасность России.

МИГАЧЁВ ИГОРЬ ФЁДОРОВИЧ, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник, советник, migachev@tsnigri.ru

БЕНЕВОЛЬСКИЙ БОРИС ИГОРЕВИЧ, доктор геолого-минералогических наук

СИДОРОВА ЕВГЕНИЯ ВИКТОРОВНА, кандидат биологических наук, научный сотрудник, sidorova@tsnigri.ru

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

## The Knight of Ore Geology: 90<sup>th</sup> Anniversary of A. I. Krivtsov

I. F. MIGACHEV, B. I. BENEVOLSKY, E. V. SIDOROVA

Federal State Budgetary Institution "Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals" (FSBI "TSNIGRI"), Moscow

In 2023, FSBI "TsNIGRI" prepared for the publication a book on the life and work of the famous researcher of ore deposits A. I. Krivtsov. He is widely known as a scientist and organizer of science, who made a significant contribution to the development of the national geological exploration industry. This article partially presents materials of a biographical sketch from the book "The Knight of Ore Geology Anatoly Krivtsov." The authors consider the scientific and applied projects of the most significance for the entire geological industry, conceived by A. I. Krivtsov in the 1980s and successfully implemented by him together with the staff of TsNIGRI in the post-Soviet period.

*Key words:* forecasting and prospecting complexes, geological prospecting models, mineral resource security of Russia.

Доктор геолого-минералогических наук, профессор Анатолий Иванович Кривцов (1933–2010) вошёл в историю отечественной геологии как автор оригинальных исследований, ориентированных на внедрение научных разработок в геологоразведочную практику, и организатор общепромышленных проектов в СССР и Российской Федерации. Разумеется, в небольшой статье невозможно охватить все направления его масштабной работы. Авторы видят свою задачу в том, чтобы в год 90-летия со дня рождения А. И. Кривцова напомнить читателям журнала «Отечественная геоло-

гия» о наиболее значимых результатах его деятельности, имеющих непреходящее значение в прикладной сфере.

В 1981 г. А. И. Кривцов был назначен заместителем директора ЦНИГРИ по научно-исследовательской работе и вскоре поставил перед коллективом нетривиальную задачу. Он считал, что пришло время не просто для обобщения накопленных научных данных, но для их синтеза в целях разработки качественно нового методического подхода к геологоразведочным работам. Итогом полувековых исследований института, учреждённого

в 1935 г. для создания научного фундамента поисков и разведки месторождений благородных металлов, затем расширившего сферу деятельности и отвечавшего за наращивание минерально-сырьевой базы цветных металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кобальта) и алмазов, стали детальными материалами, которые благодаря идее А. И. Кривцова действительно позволили специалистам усовершенствовать методические основы проведения геологоразведочных работ. Он предложил универсальный подход к анализу данных о месторождении – алгоритм, принятый сегодня абсолютным большинством специалистов. Речь идёт о многофакторных моделях месторождений и основанных на них прогнозно-поисковых комплексах (ППК). Начало нового этапа в истории ЦНИГРИ, а затем и всей геологоразведочной отрасли СССР ознаменовал выход в 1983 г. монографий «Методы поисков скрытых меднорудных месторождений» [11] и «Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфировых месторождений» [4], в которых были предложены первые многофакторные модели медно-порфировых месторождений и основанные на них ППК.

Благодаря титаническим усилиям А. И. Кривцова ППК внедрены в практику геологоразведочных работ. Сегодня каждый грамотный геолог отлично знает: ППК представляют собой технологические схемы реализации геологоразведочного процесса – от прогноза металлогенических провинций, зон и районов до оценки локальных перспективных участков. При этом элементами геолого-поисковых (прогнозных) моделей разноранговых рудно-металлогенических категорий становятся поисковые или оценочные критерии и признаки. Такие модели, создаваемые для определённых геолого-промышленных или рудно-формационных типов месторождений твёрдых полезных ископаемых, являются научной основой ППК. Каждый элемент модели на определённой стадии геологоразведочных работ надёжно опознаётся одним из аналитических методов или их сочетанием. Элементы обобщённых, в определённой мере идеализированных моделей в зависимости от геологической обстановки нахождения объекта необходимо конкретизировать в составе региональных поисковых моделей.

В книге «Прикладная металлогения» [6], предназначенной для обучения молодых геологов-рудников, А. И. Кривцов отмечал: «Оптимальные прогнозно-поисковые комплексы должны базироваться



на современных достижениях в изучении строения месторождений и закономерностей их размещения в области региональной и специальной металлогении и теории рудогенеза, что в сумме составляет геолого-генетические основы прогноза и поисков». Иными словами, геолог-практик должен постоянно поддерживать свой образовательный уровень, обращаться к классической литературе и современной научной периодике. Он придавал большое значение подготовке новой генерации специалистов, способных воспринять прогрессивные методы работы в рудной геологии. С 1977 г. А. И. Кривцов преподавал в МГРИ имени Серго Орджоникидзе – вёл лекционные курсы «Геология полезных ископаемых» и «Металлогения».

Первые прогнозно-поисковые модели месторождений были разработаны в ЦНИГРИ в начале 1980-х гг., тогда же вышли пионерные публикации, вызвавшие большой интерес и на первых порах неоднозначное отношение коллег [5, 10]. Примечательно, что статья «Система “прогноз – поиски – оценка” для месторождений цветных металлов» в журнале «Советская геология» [7] написана совместно с высокопоставленным

сотрудником Министерства базовой промышленности Республики Куба. А на презентацию проекта – лекционного курса в ЦНИГРИ, организованного в 1984 г. в рамках XXVII сессии Международного геологического конгресса в Москве, – собрались министры Республики Куба, Вьетнама, Польши, Болгарии, Чехословакии, других стран СЭВ. Это был момент, когда Анатолия Ивановича Кривцова пригласили возглавить Управление научно-исследовательских организаций в Министерстве Геологии СССР, он принял предложение и в дальнейшем проект ППК обрёл иной масштаб. Как сказано в совместной статье министра геологии СССР Е. А. Козловского и А. И. Кривцова «Моделирование рудных месторождений: направления и задачи», аналогичный процесс шёл и в геологоразведочной отрасли западных стран: «В США и Канаде в последние годы интенсифицированы разработки классификационно-признаковых и геолого-генетических моделей с прогнозно-поисковой направленностью...» [3].

Методический подход к прогнозу и поискам рудных месторождений, предложенный А. И. Кривцовым, состоит в последовательном выделении перспективных площадей разного ранга (металлогенических зон, рудных районов, рудных полей, перспективных участков) с привлечением формационных основ специальной металлогении. Потенциальные рудные районы, рудные поля и перспективные участки выделяют по совокупности признаков, набор которых определяется принадлежностью месторождения к тому или иному геолого-промышленному типу и зависит от геологического строения изучаемых площадей. Далее исследователь формирует прогнозно-поисковый комплекс, решая при этом следующие четыре задачи: *создаёт* геологическую модель, *разделяет* её признаки-характеристики на необходимые и дополнительные, *оценивает* опознаваемость объекта прогноза и поисков по отдельным признакам и их сочетаниям, *оценивает* выявляемость признаков объекта различными методами (их сочетаниями), применяемыми в регионе или известными в геологоразведочной практике.

В реальной работе возникают разные сложности. Например, ряд признаков теряет информативность в неблагоприятных поисковых обстановках, некоторые объекты могут быть опознаны одним признаком или комплексом признаков, наконец, может оказаться, что установленных признаков недостаточно. В подобных случаях исследователю

придётся доработать геологическую модель объекта. А затем ему предстоит оценить, какие методы оптимальны для выявления признаков, позволяющих надёжно опознавать объект. На этом этапе геолог должен оптимизировать набор своих аналитических методов, необходимых для решения задачи на соответствующей стадии поисковых или геологоразведочных работ. А. И. Кривцов уже в середине 1980-х гг. указывал, что такую оптимизацию можно проводить не только на экспертном уровне, но и с применением искусственного интеллекта. Он отмечал, что методы, привлечённые на ранних стадиях поисков, могут позволить решить задачи последующих стадий [7].

В каких районах можно использовать технологию ППК? На этот вопрос А. И. Кривцов отвечал: «Реализации ППК... предшествует анализ состояния и поисковой изученности соответствующих территорий. Для этого составляются специализированные карты, отражающие ранее выявленные признаки объектов разного ранга...» [7]. В вышеупомянутой статье 1985 г., написанной по результатам сотрудничества с кубинскими геологами, сказано, что опыт применения ППК в Республике Куба доказывает: эта технология снижает государственные затраты на поисковые и геологоразведочные работы, поскольку появляется возможность рационального распределения геологических кадров, оборудования, средств. Кубинцы использовали новый подход при составлении долгосрочной программы геологоразведочных работ для развития минерально-сырьевой базы своей страны [7]. Ещё не завершилась эпоха, когда целевое планирование было основой экономической модели стран социалистического лагеря.

Первые ППК сформировали в ЦНИГРИ для геолого-промышленных типов месторождений меди, полиметаллов, никеля, золота и алмазов. Затем были разработаны ППК для других рудных полезных ископаемых – урана, молибдена, флюорита (ВИМС), почти всего спектра нерудных полезных ископаемых (ЦНИИГеолнеруд). А. И. Кривцов, в 1984–1991 гг. работавший в министерстве геологии СССР, организовал большую кампанию по внедрению ППК в практику проведения геологоразведочных работ. Благодаря настойчивости начальника отдела научно-технического прогресса Мингео СССР А. И. Кривцова на рубеже 1980–1990-х гг. вышли многочисленные публикации на эту тему, институты снабжали

территориальные геологические организации соответствующими методическими документами и проводили семинары и обсуждения. В итоге разработанные ППК и созданные на их основе «Требования к результатам и качеству геологоразведочных работ» утвердили в Мингео СССР в качестве методических документов. Авторы – А.И. Кривцов, И.Ф. Мигачёв, А.Г. Волчков, О.В. Минина, В.М. Яновский, М.М. Константинов и Р.Н. Володин – в 1987 г. стали лауреатами премии Министерства геологии СССР.

Надо сказать, что большинство научных трудов Анатолия Ивановича Кривцова посвящены разработке и совершенствованию научно-методических и геолого-генетических основ прогноза, поисков и оценки месторождений твёрдых полезных ископаемых. Таким образом, он создавал фундамент для системы управления геологоразведочной отраслью, главная задача которой – развитие минерально-сырьевой базы страны.

После упразднения 1 декабря 1991 г. Министерства геологии СССР<sup>1</sup> Анатолий Иванович Кривцов вернулся в ЦНИГРИ. Казалось, что нужно полностью перестраивать ритм жизни. В те дни он признался своему ближайшему соратнику: «Я чувствую, что остановился». Однако очень скоро заместитель директора ЦНИГРИ по научно-исследовательской работе А.И. Кривцов и его коллеги начали реализацию ряда прорывных проектов, которые помогли институту развиваться даже в период фатального сокращения финансирования 1990-х гг. Годы на рубеже XX и XXI вв. стали для Анатолия Ивановича Кривцова и его коллег в ЦНИГРИ очень продуктивными. Итоги подведены в виде нескольких серий книг, изданных в ЦНИГРИ: «Модели месторождений благородных и цветных металлов», «Модели месторождений алмазов», «Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов» [1, 2, 8, 9 и др.]. По инициативе Анатолия Ивановича выходили различные методические руководства по широкому спектру исследований института, была издана серия монографий по методике разномасштабного прогнозирования, поискам и разведке месторождений цветных, благородных ме-

таллов и алмазов. В первое десятилетие XXI в. ЦНИГРИ стал лидером в создании методических разработок, направленных на успешное ведение геологоразведочных работ на твёрдые полезные ископаемые. Не случайно в 2001 г. именно этому институту на государственном уровне было поручено возглавить организацию научно-методического обеспечения и сопровождения геологоразведочных работ на ТПИ, выполняемых за счёт средств федерального бюджета.

Одновременно с исследованиями, начатыми А.И. Кривцовым в ЦНИГРИ ещё до работы в Мингео СССР и продолженными им по возвращении в институт, в его жизни началась новая работа, которая захватила его и расширила горизонты. Речь идёт об экспертном анализе геолого-экономической ситуации, возникшей в определённом историческом периоде. В изменившихся экономических условиях начался неумолимый спад производства даже в тех отраслях, где лидирующее положение России в мире было бесспорным. Внутреннее потребление минерального сырья в последнем десятилетии XX в. снизилось в 1,2–2,4 раза по энергетическим ресурсам и до 10 раз по цветным и редким металлам. Это сказывалось на состоянии горнодобывающей промышленности страны. Поэтому в конце 1990-х гг. по инициативе Правительства РФ была создана рабочая группа экспертов, которой предстояло провести всесторонний анализ ситуации в отрасли и подготовить документы по вопросу «О сырьевой безопасности России в XXI веке» для Межведомственной комиссии Совета Безопасности РФ по безопасности в сфере экономики [13]. А.И. Кривцова и авторов настоящей статьи Б.И. Беневольского, И.Ф. Мигачёва пригласили войти в состав этой экспертной группы.

В своей работе Анатолий Иванович и его коллеги учитывали, что минерально-сырьевая база России унаследовала диспропорции и проблемы советского времени и оказалась дефицитной по ряду полезных ископаемых и масштабам запасов некоторых стратегических металлов. Кроме того, обострились диспропорции между географо-экономическим размещением объектов сырьевой базы, инфраструктурой, производительными силами и производственными мощностями. Эксплуатируемые месторождения ряда полезных ископаемых были отрезаны от завершающей металлургической стадии технологических циклов, как и ряд предприятий российской металлургии

<sup>1</sup> 1 декабря 1991 г. имущество, предприятия и организации Министерства геологии СССР переданы Министерству экологии и природных ресурсов РСФСР. 26 декабря 1991 г. Совет Республик Верховного Совета СССР принял декларацию о прекращении существования СССР.

от горнодобывающих производств в бывших республиках СССР. При этом эксперты считали, что важно создавать государственные (федеральные) запасы минерального сырья буферного, экспортного и иного назначения с учётом вхождения России в мировой рынок и развития внутреннего рынка сырья, так как это позволит сохранять фундаментальное значение минерально-сырьевого комплекса для экономики страны. Кроме того, специалисты отметили: «в современных экономических условиях в России с особой остротой встала проблема воссоздания стратегических запасов... к числу стратегически важного минерального сырья отнесены топливно-энергетические ресурсы, благородные металлы, руды цветных и редких металлов и неметаллов, используемые при производстве специальных сплавов в военной технике и новейших технологических процессах» [12]. Они обратили внимание Межведомственной комиссии Совета Безопасности РФ на то, что «на протяжении последних 10 лет, часть из которых пришлась на период бартерно-вексельной экономики и необязательного исполнения требований закона “О недрах” в части целевого использования отчислений на воспроизводство МСБ, был утрачен контроль над уровнями прироста запасов, созданием новых ресурсных возможностей в традиционно добывающих и новых районах по всем видам полезных ископаемых».

А. И. Кривцов был последовательным сторонником введения в государственную экономическую политику чётких установок о влиянии результатов работы горного сектора на показатели экономической и национальной безопасности. В материалах рабочей группы, в которой он в частую играл лидирующую роль, отмечено: «Высокий уровень потребления полезных ископаемых является материальной основой экономики и национальной безопасности ведущих государств мира, поэтому определяющим фактором здесь становится стратегия развития горного дела в стране. Горный сектор экономики включает в себя широкий набор отраслей промышленности и научных сфер – геологическую оценку ресурсов, разведку, извлечение полезных ископаемых, восстановление ландшафта, обогащение, использование отходов, переработку полезных ископаемых, использование энергии, химикатов, вторичное использование материалов, реализацию продукции на мировом рынке» [12]. Анатолия Ивановича удручала мысль о том, что Россия может

уподобиться странам, которые, обладая горной промышленностью, минерально-сырьевыми ресурсами, не могут сами обеспечить их разработку и переработку и вынуждены отдавать эту сферу деятельности иностранным компаниям, становясь сырьевым придатком экономически развитых стран.

В период подготовки «Доктрины минерально-сырьевого обеспечения устойчивого социально-экономического развития России» и «Концепции обеспечения минерально-сырьевой безопасности России в условиях глобализации в XXI веке» А. И. Кривцов и его соавторы отчётливо показали геополитические аспекты национальной минерально-сырьевой безопасности России. Геологи, отдавшие повышению благосостояния страны годы жизни, напомнили: экономическое развитие многих окраинных районов страны произошло за счёт добычи полезных ископаемых, в первую очередь, россыпного золота. И вновь процитируем здесь материалы рабочей группы с участием А. И. Кривцова: «Материально-техническое и энергетическое обеспечение таких районов, преимущественно северных, осуществлялось перевозками “Главсевморпути”. Этими мероприятиями обеспечивалось национальное присутствие РФ на огромных малонаселённых территориях. В связи с закрытием горнодобывающих предприятий миграция населения из таких районов не только усилила социальную напряжённость в ряде субъектов РФ, но и создала предпосылки для возможных внешних территориальных экспансий (в любых формах)...» [12].

Основной вывод аналитической записки, представленной А. И. Кривцовым и его коллегами в Совет Безопасности РФ в 2001 г., состоял в следующем: в ближайшем десятилетии не существует альтернативы эффективному использованию сырьевых ресурсов, внедрению высоких технологий их переработки и использования, которые повысят экспортную стоимость сырья недр; нет разумной альтернативы направлению дополнительных доходов ресурсного сектора на воспроизводство запасов и подъём отечественного машиностроения, без которого невозможна реализация программ изучения и освоения недр на мировом уровне. Эти выводы были учтены в «Основах государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования», утверждённых Распоряжением Правительства 494-р от 21.04.2003 г.

В дальнейшем А. И. Кривцов неоднократно выступал в качестве эксперта по ряду законодательных актов Государственной Думы РФ. Он был лидером авторского коллектива Долгосрочной Государственной программы изучения недр и воспроизводства минерально-сырьевой базы России на основе баланса потребления и воспроизводства минерального сырья (2006). В 2007 г. Анатолий Иванович Кривцов удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники за научное обоснование, создание и реализацию системы прогноза и воспроизводства минерально-сырьевой базы благородных и цветных металлов, а в 2010 г. награждён Почётной грамотой Президента Российской Федерации.

Каждое утро доктор геолого-минералогических наук Анатолий Иванович Кривцов записывал задачи, которые ему необходимо решить в течение дня, ежедневно фиксировал краткие выводы по итогам совещаний, конспектировал содержание деловых переговоров – такую практику он завёл ещё во время работы в Мингео СССР. Его записные книжки – отражение стремительной жизни человека, который не привык отдыхать... Даже собственное нездоровье Анатолий Иванович не считал причиной для снижения темпа в работе. Впереди всегда была цель – завершение очередного проекта, направленного на преодоление трудно решаемых проблем отечественной рудной геологии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Беневольский Б. И., Блинова Е. В., Бражник А. В., Кривцов А. И.* и др. Оценка прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов : Методическое руководство. Выпуск «Золото». – М. : ЦНИГРИ, 2002. – 182 с.
2. *Варгунина Н. П., Константинов М. М., Косовец Т. Н.* и др. Золото-серебряные месторождения. (Серия «Модели месторождений благородных и цветных металлов») / Под ред. А. И. Кривцова. – М. : ЦНИГРИ, 2000. – 239 с.
3. *Козловский Е. А., Кривцов А. И.* Моделирование рудных месторождений : направления и задачи // Советская геология. – 1988. – № 3. – С. 3–8.
4. *Кривцов А. И.* Геологические основы прогнозирования и поисков медно-порфириновых месторождений. – М. : Недра, 1983. – 256 с.
5. *Кривцов А. И.* Методологические основы локального прогноза рудных месторождений // Советская геология. – 1987. – № 9. – С. 12–19.
6. *Кривцов А. И.* Прикладная металлогения. – М. : Недра, 1989. – 286 с.
7. *Кривцов А. И., Волчков А. Г., Мигачёв И. Ф., Минина О. В., Отон Х.* Система «прогноз – поиски – оценка» для месторождений цветных металлов // Советская геология. – 1985. – № 11. – С. 14–19.
8. *Кривцов А. И., Звездов В. С., Мигачев И. Ф., Минина О. В.* Медно-порфириновые месторождения (Серия «Модели месторождений благородных и цветных металлов») / Под ред. А. И. Кривцова. – М. : ЦНИГРИ, 2001. – 232 с.
9. *Кривцов А. И., Минина О. В., Волчков А. Г.* и др. Месторождения колчеданного семейства (Серия «Модели месторождений благородных и цветных металлов») / Под ред. А. И. Кривцова. – М. : ЦНИГРИ, 2002. – 282 с.
10. *Кривцов А. И., Нарсеев В. А.* Геологоразведочный процесс и прогноз-поисковые комплексы // Советская геология. – 1983. – № 1. – С. 17–27.
11. *Методы* поисков скрытых меднорудных месторождений / Отв. ред. А. И. Кривцов, А. Г. Волчков // Труды ЦНИГРИ. – Вып. 186. – М. : ЦНИГРИ, 1983. – 123 с.
12. *О сырьевой безопасности России в XXI веке* (материалы к «Концепции обеспечения минерально-сырьевой безопасности России в условиях глобализации»). – М. : Министерство природных ресурсов Российской Федерации 2002. – 78 с.
13. *Решение* Совета Безопасности Российской Федерации от 28 марта 2001 г. «О сырьевой безопасности России в XXI веке». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.scrf.gov.ru>. Дата обращения 19.12.2023.

## REFERENCES

1. *Benevol'skiy B. I., Blinova Ye. V., Brazhnik A. V., Krivtsov A. I.* et al. Otsenka prognozykh resursovalmazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallovo: Metodicheskoye
2. *Vargunina N. P., Konstantinov M. M., Kosovets T. N.* et al. Zoloto-serebryanyye mestorozhdeniya. (Seriya «Modeli mestorozhdeniy blagorodnykh i tsvetnykh

- metallov”) [Gold-silver deposits. (Series “Models of deposits of precious and non-ferrous metals”)], Ed. A. I. Krivtsov, Moscow, TsNIGRI publ., 2000, 239 p. (In Russ.)
3. *Kozlovskiy Ye. A., Krivtsov A. I.* Modelirovaniye rudnykh mestorozhdeniy: napravleniya i zadachi [Modeling of ore deposits: directions and tasks], *Sovetskaya geologiya*, 1988, No. 3, pp. 3–8. (In Russ.)
  4. *Krivtsov A. I.* Geologicheskiye osnovy prognozirovaniya i poiskov medno-porfirovykh mestorozhdeniy [Geological principles of forecasting and searching for porphyry copper deposits], Moscow, Nedra publ., 1983, 256 p. (In Russ.)
  5. *Krivtsov A. I.* Metodologicheskiye osnovy lokal'nogo prognoza rudnykh mestorozhdeniy [Methodological foundations of local forecast of ore deposits], *Sovetskaya geologiya*, 1987, No. 9, pp. 12–19. (In Russ.)
  6. *Krivtsov A. I.* Prikladnaya metallogeniya [Applied metallogeny], Moscow, Nedra publ., 1989, 286 p. (In Russ.)
  7. *Krivtsov A. I., Volchkov A. G., Migachov I. F., Minina O. V., Oton Kh.* Sistema “prognoz – poiski – otsenka” dlya mestorozhdeniy tsvetnykh metalloov [“Forecast – search – assessment” system for non-ferrous metal deposits], *Sovetskaya geologiya*, 1985, No. 11, pp. 14–19. (In Russ.)
  8. *Krivtsov A. I., Zvezdov V. S., Migachev I. F., Minina O. V.* Medno-porfirovyye mestorozhdeniya (Seriya “Modeli mestorozhdeniy blagorodnykh i tsvetnykh metalloov”) [Porphyry copper deposits (Series “Models of deposits of noble and non-ferrous metals”)], Ed. A. I. Krivtsov, Moscow, TsNIGRI publ., 2001, 232 p. (In Russ.)
  9. *Krivtsov A. I., Minina O. V., Volchkov A. G.* et al. Mestorozhdeniya kolchedannogo semeystva (Seriya “Modeli mestorozhdeniy blagorodnykh i tsvetnykh metalloov”) [Deposits of the pyrite family (Series “Models of deposits of precious and non-ferrous metals”)], Ed. A. I. Krivtsov, Moscow, TsNIGRI publ., 2002, 282 p. (In Russ.)
  10. *Krivtsov A. I., Narseyev V. A.* Geologorazvedochnyy protsess i prognozno-poiskovyye komplekсы [Geological exploration process and forecasting and search complexes], *Sovetskaya geologiya*, 1983, No. 1, pp. 17–27. (In Russ.)
  11. *Metody poiskov skrytykh mednorudnykh mestorozhdeniy* [Methods for searching for hidden copper ore deposits], Ed. A. I. Krivtsov, A. G. Volchkov, *Trudy TsNIGRI*, Is. 186, Moscow, TsNIGRI publ., 1983, 123 p. (In Russ.)
  12. *O syr'yevooy bezopasnosti Rossii v XXI veke* (materialy k “Kontseptsii obespecheniya mineral'no-syr'yevooy bezopasnosti Rossii v usloviyakh globalizatsii”) [On the resource security of Russia in the 21<sup>st</sup> century (materials for the “Concept of ensuring the mineral resource security of Russia in the context of globalization”)], Moscow, Ministry of Natural Resources of the Russian Federation publ., 2002, 78 p. (In Russ.)
  13. *Resheniye Soveta Bezopasnosti Rossiyskoy Federatsii ot 28 marta 2001 g.* “O syr'yevooy bezopasnosti Rossii v XXI veke” [Decision of the Security Council of the Russian Federation of March 28, 2001 “On the raw material security of Russia in the 21<sup>st</sup> century”], available at: <http://www.scrf.gov.ru> (19.12.2023)

Статья поступила в редакцию 30.11.23; одобрена после рецензирования 10.12.23; принята к публикации 12.12.23.  
The article was submitted 30.11.23; approved after reviewing 10.12.23; accepted for publication 12.12.23.