



Novitates
VM-VM

ISSN: 1029-7812



9 771029 781003 >

В НОМЕРЕ:

Л.Р. Колбанцев, О.В. Петров
Дмитрий Васильевич Рундквист –
сотрудник ВСЕГЕИ (1954-1984)

А.В. Ткачев, С.В. Черкасов
Металлогенические исследования в ГГМ РАН
под руководством академика Д.В. Рундквиста:
от базы данных крупных и суперкрупных
месторождений к сравнительной металлогении
суперконтинентальных циклов

А.В. Волков
Новые подходы к прогнозированию крупных
месторождений стратегических металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А.Ю. Беляков, к.г.–м.н.

В.Г. Бондур, академик РАН

Н.С. Бортников, академик РАН

Н.А. Горячев, академик РАН, председатель редакционной коллегии, главный редактор

Г.А. Машковцев, д.г.–м.н.

Ю.П. Панов, к.т.н.

П.Ю. Плечов, д.г.–м.н.

А.В. Титова, д.т.н.

А.В. Ткачев, д.г.–м.н.

С.В. Черкасов, д.т.н., заместитель главного редактора

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ЖУРНАЛА:

Журнал «**VM-Novitates. Новости из геологического музея им. В.И. Вернадского**» является научным и популярно-периодическим печатным изданием, освещающим основные проблемы и достижения естественно-научных музеев, исторические аспекты и значимость для человечества горно-геологической отрасли и наук о Земле.

Главная цель издания журнала — предоставить широким слоям научной общественности и обществу в целом, работникам федеральных и региональных органов законодательной и исполнительной власти, научно-производственных предприятий, студентам и аспирантам, представителям бизнес-структур возможность ознакомиться с историей, теорией, и практикой горно-геологической отрасли на примере выдающихся личностей, внесших значимый вклад в изучение и использование минеральных ресурсов нашей планеты, а также — на основе исследований коллекций каменного материала, сохраняемых в естественно-научных музеях.

Задачи журнала:

- предоставление ученым возможности публикации результатов своих исследований по проблематике естественно-научных музеев, истории геологии и ее современного состояния;
- популяризация и пропаганда в обществе и в научной среде проблематики и достижений горно-геологической отрасли и наук о Земле на высоком научном уровне.

Журнал публикует оригинальные работы ученых и специалистов естественно-научных музеев, научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений, промышленных предприятий и административных структур России, а также иностранных авторов.

ОТ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА



Журнал **«VM-Novitates. Новости из геологического музея им. В.И. Вернадского»** был основан в 1998 г., но до сих пор публиковал только результаты работ сотрудников музея. В то же время и остальные естественно–научные музеи ведут огромную научную и научно–просветительскую работу в области наук о Земле, и, в частности – в аспекте истории геологии и горного дела.

В этом году **Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН** совместно с **Отделением наук о Земле РАН, Федеральным агентством по недропользованию РФ и Российским геологическим обществом** учредил серию чтений **«Легенды геологии»**, посвященную ученым и практикам, внесшим значительный вклад в развитие горно–геологической отрасли и наук о Земле. Такие чтения планируется проводить не реже 3–х раз в год, и каждые чтения будут сопровождаться публикацией докладов в нашем журнале. Предлагаемый номер посвящен памяти Дмитрия Васильевича Рундквиста и включает в себя доклады чтений, прошедших 2 февраля 2023 г.

Кроме этого, журнал предоставляет свои страницы для публикаций по проблематике естественно–научных музеев, в т.ч. – результаты научных исследований, использование и развитие новых технологий учета, хранения, и экспонирования музейных предметов, решение организационно–технических вопросов, анонсы и новости музеев, и др.

Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН в последнее время заработал репутацию настоящего представительства горно–геологической отрасли в обществе, поэтому аудитория журнала – это не только музейные сотрудники, студенты, аспиранты, ученые, специалисты в области геологии в самом широком смысле этого понятия, но и широкие слои интересующихся геологической проблематикой.

Приглашаю всех к участию в новом этапе становления журнала **«VM-Novitates. Новости из геологического музея им. В.И. Вернадского»**.

*С уважением,
Н.А. Горячев*

УДК: 929 / DOI 10.31343/1029–7812–17–1–2–11

Л.Р. Колбанцев, О.В. Петров

Всероссийский научно–исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГБУ «ВСЕГЕИ»)

ДМИТРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ РУНДКВИСТ – СОТРУДНИК ВСЕГЕИ (1954–1984)

Дмитрий Васильевич Рундквист (1930–2022) – выдающийся советский и российский учёный–геолог, минералог и металлогенист, доктор геолого–минералогических наук, профессор, президент Российского минералогического общества (1987–2015), академик Российской академии наук, действительный член Академии горных наук. Он внес важный вклад в теоретическую геологию и металлогению: исследовал процессы минерало– и рудообразования, проанализировал наиболее общие тенденции эволюции минералообразования в геологической истории. Ему принадлежат большие заслуги в разработке структурно–вещественных принципов выделения, классификации и установления рудоносности геологических формаций, в создании серии специализированных металлогенических карт, отражающих главнейшие закономерности размещения месторождений полезных ископаемых и количественную оценку прогнозных ресурсов перспективных районов территории СССР. Становление Д.В. Рундквиста как крупного ученого–металлогениста проходило во Всесоюзном научно–исследовательском геологическом институте (ВСЕГЕИ), где он проработал 30 лет, прошел путь от младшего научного сотрудника до заместителя директора по научной части. Периоду работы Д.В. Рундквиста во ВСЕГЕИ посвящен этот очерк.

Ключевые слова: металлогения, рудоносность, прогнозные металлогенические исследования, Всероссийский научно–исследовательский геологический институт, история геологии, Рундквист.

Dmitry Vasilievich Rundqvist (1930–2022) is an outstanding Soviet and Russian geologist, mineralogist and metallogenist, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, President of the Russian Mineralogical Society (1987–2015), Academician of the Russian Academy of Sciences, full

member of the Academy of Mining Sciences. He made an important contribution to theoretical geology and metallogeny: he investigated the processes of mineral and ore formation, and analyzed the most general trends in the evolution of mineral formation in geological history. He is credited with developing the structural–material principles for separating, classifying and establishing the ore content of geological formations, and creating a series of specialized metallogenic maps that reflect the main regularities in the distribution of mineral deposits and a quantitative assessment of the predicted resources of promising regions of the USSR. The formation of D.V. Rundqvist as a prominent metallogenist was held at the All–Union Scientific Research Geological Institute (VSEGEI), where he worked for 30 years, rose from junior researcher to deputy director for science. This essay is devoted to the period of Rundqvist's work in VSEGEI.

Keywords: metallogeny, ore content, predicting metallogenic investigation, All–Russian Research Geological Institute, history of geology, Rundqvist.

Дмитрий Васильевич Рундквист («Д.В.», как его обычно называли во всех коллективах, с которыми он работал) принадлежал к первому послевоенному поколению геологов, закончивших ВУЗы в начале 1950–х годов. Это были молодые энергичные энтузиасты, детство и юность которых пришлось на годы Великой Отечественной войны и послевоенной разрухи, что приучило их не бояться трудностей и преодолевать невзгоды. Их не пугали суровые условия полевой жизни. Вдохновленные примером Билибина, Ферсмана, Обручевых, они мечтали о великих открытиях и свою работу считали главным делом своей жизни. В 1950–х годах значительная часть выпускников–геологов Ленинградских Университета и Горного института попадали во Всесоюзный научно–исследовательский геологический институт (ВСЕГЕИ), в котором, в это время, значительно расширились региональные геолого–съемочные и поисковые работы, особенно после выхода Постановления Совета Министров СССР № 937 от 17.05.1954 «О состоянии работ по геологическому картированию территории СССР и о мероприятиях по усилению этих работ».

Исследовательской деятельностью Дмитрий Васильевич Рундквист начал заниматься еще в период учебы в Ленинградском Горном институте (1948–1953 гг.), под руководством своих учителей П.М. Татаринова, И.И. Шафрановского, Д.П. Григорьева, В.Д. Никитина, И.Г. Магакьяна и др. В 1950 г. он изучал слюдоносные пегматиты Карелии и Майского района Восточной Сибири, в 1952–53 гг. работал на Садонской группе полиметаллических месторождений на Северном Кавказе. В 1953–54 г.г. был геологом на геологической съемке пятидесятитысячного масштаба в Туве, в составе Горной (позже – Тувинская) экспедиции ВСЕГЕИ (рис. 1). Первая научная публикация "Новые факты по кристаллографии округлых алмазов" вышла в 1951 г. в соавторстве с И.И. Шафрановским. (Лаверов и др., 2010; Шафрановский, Рундквист, 1951).



Рис. 1. Д.В. Рундквист – студент Ленинградского горного института, 1950 г. (слева); на полевых работах в Туве, 1953 г. (справа). Фото из архива семьи Сергеевых–Рундквистов.

В 1953 г. Д.В. Рундквист окончил геологоразведочный факультет Ленинградского горного института и, по решению Государственной Экзаменационной комиссии, был зачислен в аспирантуру при кафедре минералогии Горного института. Одновременно, как младший научный сотрудник, он начал работать в отделе металлогении Всесоюзного научно-исследовательского геологического института (ВСЕГЕИ), где занимался изучением оловорудных месторождений в Хабаровском крае под руководством Галины Всеволодовны Ициксон. Полевые исследования месторождений олова на Малом Хингане, изучение минералогии Хинганского оловорудного месторождения позво-

лили молодому исследователю установить закономерности размещения оловорудных близповерхностных месторождений, и уже в 1956 г. он представил результаты своих исследований на Годичной сессии Ученого совета ВСЕГЕИ, что свидетельствовало о высоком уровне его работы.

На основании полученных результатов, Д.В. Рундквист в 1957 г. защитил кандидатскую диссертацию «Минералогия Хинганского оловорудного месторождения». Полученные им результаты вошли в коллективную монографию «Оловорудные месторождения Малого Хингана» (1959) (Ициксон и др., 1959).

После защиты диссертации он проводил самостоятельные работы по изучению закономерностей размещения редкометалльной минерализации, детальному изучению рудных месторождений и их зональности, минералогии руд в пределах Восточного склона Урала, в Центральном Казахстане, Забайкалье и на Дальнем Востоке (рис. 2). В этот период были охарактеризованы типы редкометалльного оруденения, определены закономерности их размещения и критерии перспективной оценки. В результате работ были установлены крупные рудоконтролирующие структуры, намечены перспективные площади и выявлены новые редкометалльные рудопроявления.

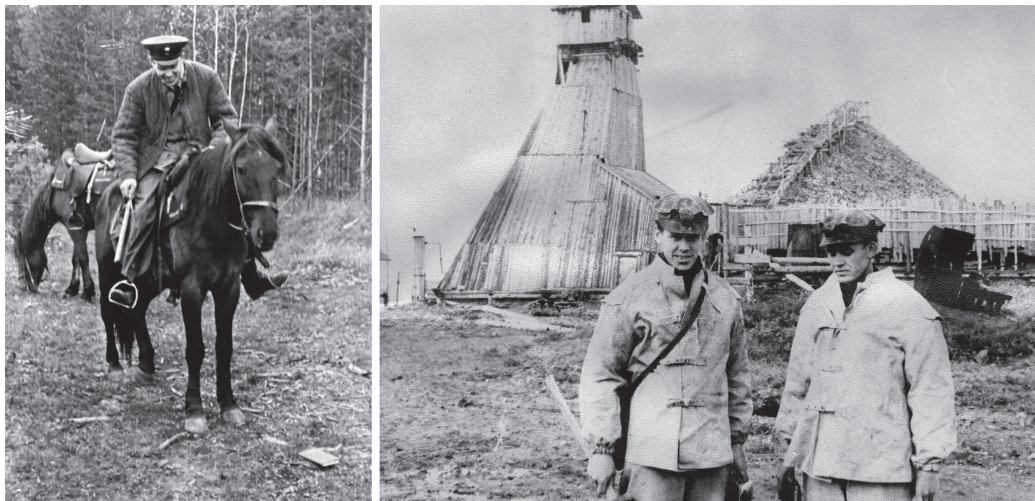


Рис. 2. На полевых работах. Слева: 1950–е годы, фото из архива семьи Сергеевых–Рундквистов; справа: 1960–е годы, фото из архива отдела металлогении ВСЕГЕИ.

В сфере научных интересов Д.В. Рундквиста центральное место занимала проблема эволюции процессов рудообразования в геологической истории и “фактор времени” в образовании рудных месторождений. В 1960–е годы им был сформулирован геогенетический закон, который вошел во многие справочные пособия (минералогические процессы в короткие интервалы времени как бы повторяют общую историю геологического развития). Основываясь на результатах структурно–вещественного регионального и глобального металлогенетического анализа, он развивает идею о связи онтогенеза и филогенеза месторождений. В 1969 г. Д.В. Рундквист успешно защищает докторскую диссертацию «Онтогенез и филогенез грейзеновых месторождений» (Рундквист, 1968₂).

Доктор Д.В. Рундквист становится признанным специалистом по грейзеновым месторождениям и одним из лидеров советской металлогенетической школы. Круг его научных интересов был обширен. Главные направления – минералогия, петрография,

зональность месторождений олова, вольфрама, молибдена, меди, никеля; метасоматические измененные породы, их классификация и рудоносность; гранитоидный магматизм и сопутствующее ему оруденение; формационный анализ горных пород, руд и его применение при металлогенетических исследованиях и прогнозной оценке территории СССР. Результаты его исследований весьма значительны в широком спектре проблем от детального изучения залежей минерального сырья до создания региональных металлогенетических карт и прогнозных оценок рудоносных провинций в глобальном масштабе.

В 1969 г. Д.В. Рундквиста назначили заместителем директора по научной работе ВСЕГЕИ. На этом посту в головном институте Министерства геологии СССР он бессменно работал в течение 15 лет, проявляя большие организаторские способности, талант крупного исследователя, обладающего огромной эрудицией по обширной металлогенетической проблематике.

По воспоминаниям А. И. Жамойды – директора ВСЕГЕИ того времени, в дирекции ВСЕГЕИ сложился очень гармоничный и эффективный коллектив: из двух более старших и более опытных, бывших фронтовиков – директора А.И. Жамойды и его заместителя – С.В. Егорова и двух молодых, энергичных заместителей директора: Д.В. Рундквиста и А.А. Смыслова. Их дополняли опытные и энергичные заместитель директора по общим вопросам М.М. Арский и ученый секретарь Уар Николаевич Мадерни.

«Нас еще до этого окрестили в Министерстве Геологии «молодые полковники» (по странной аналогии с «чёрными полковниками» в Греции). Действительно, к июню 71-го мне было 49 лет, С.В. Егорову – 53, Д.В. Рундквисту и А.А. Смыслову – по 40. Такого не было ни в одном институте Мингео. Имея четкое разграничение обязанностей, заменяя друг друга попарно (С.В. и я; Д.В. и А.А.), мои замы всегда были готовы взять на себя новые, неожиданно возникшие задания или задачи. Взаимозаменяемость и взаимовыручка была армейская». В этой команде, по словам А.И. Жамойды, только Д.В. готовился к повышению в должности, что потом и произошло. Остальные решительно не стремились к этому (Звездинская, Рундквист, 2020).



Рис. 3. Администрация ВСЕГЕИ, 1984 г. Сидят: М.М. Арский – зам. директора по общим вопросам, А.И. Жамойда – директор, Н.П. Осинская – секретарь. Стоят: Б.А. Борисов – ученый секретарь, заместители директора по науке: А.А. Смыслов, С.В. Егоров, Д.В. Рундквист. Фото из архива ВСЕГЕИ.

В феврале 1981 г. А.И. Жамойда рекомендовал Д.В. Рундквиста на должность директора ВСЕГЕИ вместо себя. Но попытка сорвалась, потому что министр геологии Е.А. Козловский планировал сделать его своим заместителем после ухода А.Д. Щеглова. «Хлопоты министра закончились после встречи Д.В. с секретарем ЦК КПСС В.И. Долгих, которому, вероятно, не понравились какие-то ответы Д.В. на его вопросы» [2]. Однако, по словам Л.В. Звездинской, супруги Д.В., история развивалась несколько иначе. Дмитрий Васильевич решительно отказался от высокой, но чисто административной должности, считая, что такое назначение закроет ему доступ к научной работе. И в ЦК КПСС

его вызывали уже после отказа, для выяснения причин.

В начале 60-х годов перед геологической службой страны государство поставило задачу обеспечить опережающий рост разведанных запасов минерального сырья по сравнению с темпами его потребления. Необходимо было повысить эффективность поисково-съёмочных и разведочных работ, улучшить качество подготовки запасов полезных ископаемых. Прогнозно-металлогенические исследования и их научно-методическое обеспечение стали в этот период основными направлениями работ для отраслевых институтов.

Во ВСЕГЕИ проводились работы по общей и региональной, а также специальной (отраслевой) минерагении, завершившиеся выявлением общих и региональных закономерностей размещения месторождений твердых полезных ископаемых с составлением металлогенических, минерагенических и прогнозных карт территории СССР и крупных его регионов. Специализированные коллективы института исследовали металлогению урана и минерагению алмазов.

Научно–методическое обеспечение осуществлялось через деятельность межведомственных и отраслевых научных организаций (советов, комитетов) при ВСЕГЕИ, которые рассматривали вопросы номенклатуры, классификации и систематики геологических объектов, разрабатывали методики выполнения различных геологических и минерагенических исследований, контролировали их качество.

Во главе этих работ ВСЕГЕИ стоял заместитель директора института Д.В. Рундквист. По его

инициативе и под его руководством разрабатывались важнейшие назревшие и назревающие проблемы металлогении и прогнозирования месторождений, методы оценки рудоносности геологических формаций. Он же был одним из авторов издаваемых монографий и карт (Геолком..., 2002).

Блестящий организаторский талант Д.В. Рундквиста позволил объединить и направить коллектив ВСЕГЕИ на развитие прогнозно–металлогенического направления. Благодаря его энергии и инициативе были разработаны структурно–вещественные принципы классификации и рудоносности геологических формаций. Фундаментальные принципы нашли воплощение в создании серии специализированных металлогенических карт территории СССР. В отделе металлогении уже в то время сложился сильный и дружный коллектив единомышленников. Сам Дмитрий Васильевич часто подчеркивал важную роль своих соотрадищ–сотрудников в его успехах и достижениях.



Рис. 4. Д.В. Рундквист (сидит, второй справа) в отделе металлогении ВСЕГЕИ. 1960–е годы. Фото из архива отдела металлогении ВСЕГЕИ.

Его научные исследования в этот период охватывали практически все проблемы минералогии, петрографии и геологии рудных месторождений, но основное внимание он уделял проблемам металлогении. Им разрабатывались вопросы метасоматических изменений пород, их классификации и рудоносности; гранитоидного магматизма и сопутствующего оруденения; формационного анализа горных пород, руд и его применения при металлогенических исследованиях и прогнозной оценке территории СССР. Проблемы минералообразования и рудообразования рассматривались им с позиций общих законов геологического развития природных систем. Были проанализированы наиболее общие тенденции эволюции минералообразования в геологической истории Земли.

Под его руководством и при его участии были созданы комплекты прогнозных и металлогенических карт СССР, вышли в свет капитальные монографии:

- «Зональность эндогенных рудных месторождений» (1975);
- «Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые» (два издания: 1978, 1986) (Рундквист, 1978, 1986);
- серия книг «Принципы и методы оценки рудоносности геологических формаций» (1983–1986, 7 выпусков).

В 1976 г. Д.В. Рундквисту присвоено ученое звание профессора по специальности “металлогения”.

В 1981 году он опубликовал монографию «Рудоносность и формации структур земной коры»,

которая сразу же вошла в число основополагающих книг по теории металлогении. На основе формационного анализа в течение нескольких лет, начиная с 1984 г., были созданы комплект карт «Металлогения СССР» (16 карт регионов, рис. 5, 6) и новая серия карт «Прогнозная оценка территории на комплекс полезных ископаемых», выполненных впервые по всей территории СССР с количественной оценкой прогнозных ресурсов в недрах по 15 главным видам полезных ископаемых.

Сам Д.В. так вспоминал об этом периоде своей работы:

«Работа заключалась в типизации промышленных месторождений, выборе и обосновании наиболее перспективных для использования типов руд, выделении критериев их прогноза, геолого-тектоническом, формационном районировании территории СССР и далее в последовательном применении критериев к оценке разных регионов, зон, рудных районов. В итоге впервые была проведена количественная оценка прогнозных ресурсов в недрах с отражением результатов на картах. Конечно, это была очень большая коллективная работа; во ВСЕГЕИ над этим работало человек сто, в том числе почти все руководители отделов полезных ископаемых.

Работа получилась интересной, впервые издали в виде комплекта карт и объяснительной записки (15 карт, в том числе по железу, меди, золоту, полиметаллам, никелю, алмазам и т.д.).

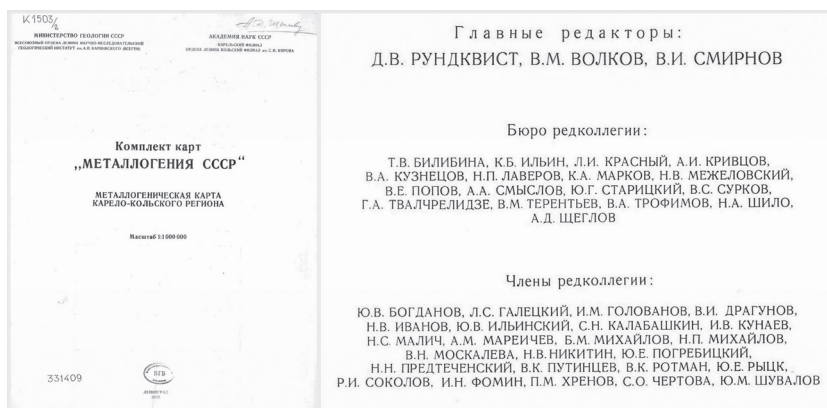


Рис. 5. Обложка «Металлогенической карты Карело-Кольского региона» из «Комплекта карт «Металлогения СССР», 1988.

Затем мы приступили к созданию новой серии металлогенических карт территории СССР. По существу, мы начали создавать первый металлогенический атлас СССР. Новым было то, что мы предлагали делать это по структурно–вещественному принципу, отражая геологические формации и связанную с ними рудоносность. Такой подход основывался на том, что, во–первых, к тому времени мы во ВСЕГЕИ преуспели в формационном анализе, и, во–вторых, на том, что структурно–вещественный подход оставался справедливым независимо от исходной фиксистой или мобилистской концепции развития Земли» (Звездинская, Рундквист, 2020).

Рис. 6 (стр 10).

«В конце 1960–1970–х и начале 1980–х годов во ВСЕГЕИ возникла сильная группа инициативных и озаренных новыми подходами к геологии исследователей, таких, как Э.И. Кутырев, С.С. Шульц, В.И. Васильев, Ю.М. Шувалов, А.Н. Кен, К.А. Марков, И.А. Неженский, В.К. Денисенко, Ю.Е. Рыцк и многие другие. Возникали идеи и разрабатывались вопросы:

- об общих законах геологического развития;
- об уровнях организации геологической истории: атом – минерал – парагенезис минералов – порода, руда – парагенезис пород и рудных формаций – парагенезис формаций – комплекс – кора;
- о метасоматозе как процессе, соизмеримом по значению с осадконакоплением, магматизмом и метаморфизмом;
- о метаморфизме и тектонике плит;
- о критериях рудоносности, специальной металлогении, количественном прогнозе.

На эти темы в 1964–1980 гг. мы провели большое число общесоюзных совещаний, которые проходили то по метасоматозу, то по формационному анализу, то по тектонике плит, то по уровням организации. Огромную роль в проведении этих совещаний сыграли Ю.В. Казицын, В.А. Черепанов, М.М. Василевский (метасоматоз), В.И. Драгунов, В.И. Васильев, Э.И. Кутырев (уровни организации, формационный анализ и др.). Я принимал участие во всех этих конференциях и во многих, касавшихся металлогении, тектоники плит, количественного прогноза, был председателем оргкомитета и редактором «Трудов». За период с 1968 по 1980 гг.

мы издали порядка 20 монографий в нескольких сериях, в которых я непосредственно участвовал как составитель отдельных разделов и как главный редактор.

В этот период расцвета ВСЕГЕИ, в который все мы выросли, Ленинградская геологическая школа, по моему мнению, перехватила инициативу у москвичей. Все ведущие геологи – академики В.И. Смирнов, Д.С. Коржинский, Г.А. Твалчрелидзе, П.М. Татаринов – были постоянными участниками наших совещаний» (Звездинская, Рундквист, 2020).

Методика и результаты прогнозно–металлогенических исследований обсуждались и на международном уровне. Д.В. Рундквист участвовал в нескольких совещаниях с коллегами из США и Канады, которые занимались аналогичными вопросами, а также был участником 25, 26 и 27 сессий Международного геологического конгресса в 1976 (Сидней), 1980 (Париж), 1984 (Москва). В 1976–1979 гг. геологами стран–членов Совета экономической взаимопомощи (СЭВ), под руководством Д.В. Рундквиста были проведены исследования по теме «Разработка критериев и методик прогноза месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых», под его редакцией были опубликованы несколько завершающих монографий, посвященных методике, критериям и результатам прогнозирования в странах СЭВ (Рундквист, Ерофеев, 1981 ; Рундквист, Ерофеев, 1971).

Д.В. Рундквист много сделал для развития одного из старейших научных обществ России – Всероссийского минералогического общества и журнала «Записки Всесоюзного минералогического общества». В 1971 г. он избран Вице–президентом, а в 1987 г. — Президентом Всесоюзного (с 1992 г. Всероссийского) минералогического общества. Д.В. возглавлял Минералогическое общество в течение 28 лет, дольше чем кто–либо прежде!

Он также активно участвовал в работе международных геологических организаций: Международной минералогической ассоциации, где был членом Совета. С 1990 по 1996 г. Д.В. Рундквист – вице–президент Международной ассоциации по генезису рудных месторождений (IAGOD).

Став вице–президентом, а после гибели А.В. Сидоренко и президентом Минералогического общества, Дмитрий Васильевич с присущей ему активностью много сделал для того, чтобы общество развивалось, расширяло свои зарубежные связи, создавало новые отделения и комиссии, значительно усилило свою издательскую деятельность, выступало инициатором проведения совещаний и конференций по перспективным направлениям минералогической науки, активно участвовало в решении проблем развития минерально–сырьевой базы, выявлении новых видов минерального сырья, внедрении новых методов для прогноза, выявления, оценки и освоения новых рудных районов и месторождений (Звездинская, Рундквист, 2020).

По мнению Ю.Б. Марина, только благодаря отчаянным усилиям Д.В., умению организовывать коллектив единомышленников, находить взаимопонимание и поддержку разных структур Общество сохранилось и прошло без серьезных потерь тяжелые 1990–е годы.

В 1984 г. Д.В. возглавил Институт геологии и геохронологии докембрия АН СССР, и вся дальнейшая его деятельность была связана с Академией наук, но связей с ВСЕГЕИ и своими бывшими сотрудниками он не прекращал (рис. 7, стр 10).

Признанием научных заслуг Д.В. Рундквиста стало избрание его 26 декабря 1984 г. членом–корреспондентом Академии наук СССР по Отделению геологии, геофизики и геохимии (петрография, минералогия), а 15 декабря 1990 г. он был избран действительным членом Академии наук по Отделению геологии, геофизики, геохимии и горных наук, впервые по направлению «металлогения». Деятельность Д.В. Рундквиста многократно получала высокую оценку, выраженную в многочисленных наградах. Он трижды лауреат Государственных премий, «Заслуженный геолог РСФСР».

Он награжден орденами «Знак Почета» и «За заслуги перед Отечеством» IV степени, медалью Министерства геологии СССР «За заслуги в разведке недр», знаком «Почетный разведчик недр» Министерства природных ресурсов, медалью Американского отделения Российской академии естественных наук и французским орденом Акаде-

мических пальм.

В 2009 г. Д.В. Рундквист стал лауреатом общенациональной неправительственной Демидовской премии за научное обоснование прогноза новых источников минеральных ресурсов.

Необходимо отметить еще один аспект деятельности Д.В. Рундквиста. По свидетельству знающих его людей, он всегда с огромным уважением относился к музеям, не как к хранилищам древностей, а как к настоящим научным центрам, и месту культурно–просветительской работы (Звездинская, Рундквист, 2020).

В Центральном научно–исследовательском геологоразведочном музее им. академика Ф.Н. Чернышева (ЦНИГР музей) хранятся 12 коллекций, собранных Д.В. в период 1957–1964 гг. (рис. 8, стр 11). Они содержат руды и вмещающие породы бериллиевых, вольфрамовых, полиметаллических, золоторудных месторождений Урала, Казахстана, Карелии, Алтая, Забайкалья, Приморья и Северо–Востока СССР, а также рудных месторождений Чехословакии, Японии и США, всего около 600 образцов (рис. 8). Некоторые образцы поступили в музей позже, в 1990–х годах, когда Дмитрий Васильевич уже не работал в нашем институте.

Люди, близко знакомые с Дмитрием Васильевичем отмечают характерные особенности его личности: стремление помочь людям, не только в работе, но и часто в житейских, бытовых ситуациях, умение находить в людях лучшие стороны и вселять в окружающих уверенность в успехе начатого дела. Такие характеристики Д.В. мне приходилось слышать от людей, которые когда–либо встречались и общались с ним. И мои немногочисленные встречи с Д.В. подтверждают эти мнения (рис. 9, стр 11). Так одна из бывших сотрудниц отдела металлогении вспомнила эпизод, когда в Забайкалье, в конце полевого сезона на базе партии остались две женщины, одна из которых была с малолетним сыном и Д.В. специально задержался с отъездом, чтобы помочь женщинам вместе выбраться в Ленинград.

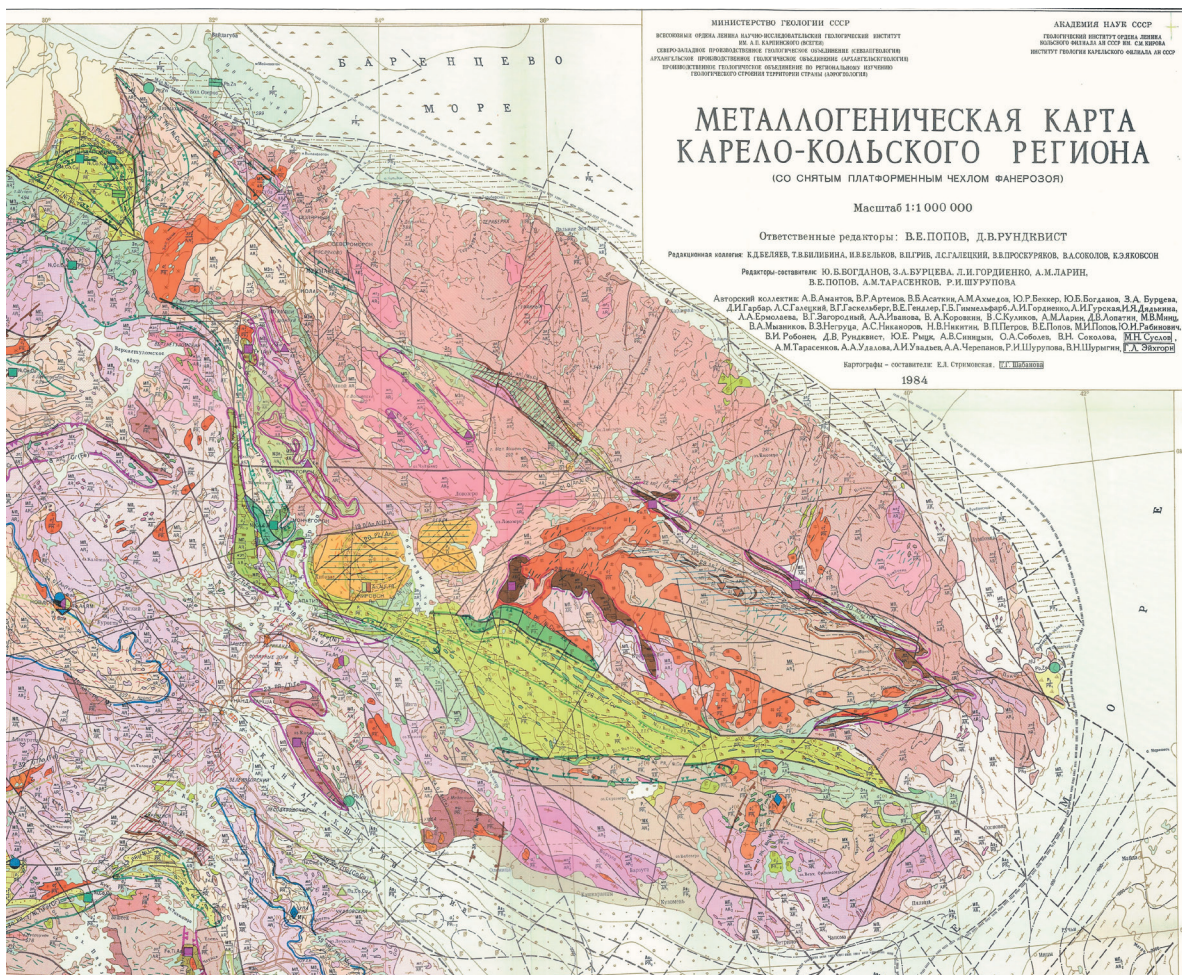


Рис. 6. Фрагмент Металлогенической карты Карело-Кольского региона, м-б 1:1 000 000, 1984. Д.В. Рундквист – автор и отв. редактор карты.



Рис. 7. С.В. Егоров, А.И., Жамойда, А.А. Смыслов, Д.В. Рундквист, ВСЕГЕИ, 2000 г. Трехсотлетие геологической службы России. Фото из архива ЦНИГР музея.

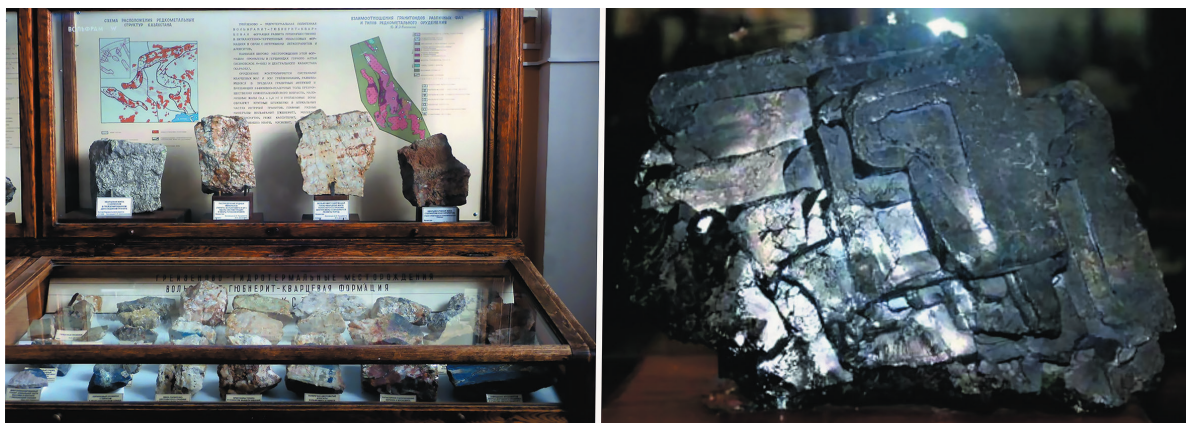


Рис. 8. Коллекции Д.В. Рундквиста в ЦНИГР музее ФГБУ «ВСЕГЕИ». Слева – породы и руды вольфрамовых месторождений, коллекция № 9457; справа – друза галенита, Дальнегорское месторождение, коллекция № 11950. Фото автора.



Рис. 9. Слева – Д.В. Рундквист среди участников конференции, посвященной 70-летию Уральского геологического музея, Екатеринбург, 2007 г.; справа – портрет Д.В. Рундквиста в коридоре ВСЕГЕИ, 2022 г. Фото автора.

ЛИТЕРАТУРА

- Геолком – ВСЕГЕИ в развитии геологической службы и укреплении минерально-сырьевой базы России. 1882–2002 / под ред. О. В. Петрова, А. И. Жамойды. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2002. 576 с.
- Звездинская Л., Рундквист Н. Наш Дима, ДВ, Дмитрий Васильевич Рундквист. Екатеринбург: Квист, 2020. 272 с.
- Ициксон Г.В., Рундквист Д.В., Павлова И.Г. и др. Оловорудные месторождения Малого Хингана. Геология, вещественный состав, генезис. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1959. 344 с. (Тр. ВСЕГЕИ; Т. 27).
- Лаверов Н.П., Бортников Н.С., Бородин Л.С. и др. Юбилей выдающегося ученого-геолога академика Дмитрия Васильевича Рундквиста // Геология рудных месторождений. 2010. Т. 52. № 5. С. 379–380.
- Рундквист Д.В. Вопросы изучения филогенеза месторождений полезных ископаемых // Зап. ВМО. 1968. Ч. 97. № 2. С. 191–209.
- Рундквист Д.В., Ерофеев Б.Н. [Ред.] Критерии и методика прогнозирования месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых. М.: СЭВ. Постоян. комис. по сотрудничеству в обл. геологии, 1981. 363 с.
- Рундквист Д.В. [Ред., Предисловие, Введение] Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1978. 607 с.; 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Недра, 1986. 751 с.
- Рундквист Д.В. Онтогенез и филогенез грейзеновых месторождений. Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. докт. геол.-мин. наук. Л.: ВСЕГЕИ, 1968. 47 с.
- Рундквист Д.В., Ерофеев Б.Н. [Ред.] Основы научного прогноза месторождений твердых полезных ископаемых. М. 1971. Вып I–VII.
- Шафрановский И.И., Рундквист Д.В. Новые факты по кристаллографии округлых алмазов // Зап. ВМО. 1951. Ч. 80. № 2. С. 149–151.

УДК: 929 : 553.07 / DOI 10.31343/1029–7812–17–1–12–21

А.В. Ткачев, С.В. Черкасов

Государственный геологический музей
им. В.И. Вернадского РАН

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГГМ РАН ПОД РУКОВОДСТВОМ АКАДЕМИКА Д.В. РУНДКВИСТА: ОТ БАЗЫ ДАННЫХ КРУПНЫХ И СУПЕРКРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ К СРАВНИТЕЛЬНОЙ МЕТАЛЛОГЕНИИ СУПЕРКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ЦИКЛОВ

Дмитрий Васильевич Рундквист работал в Государственном геологическом музее им. В.И. Вернадского РАН (ГГМ РАН) с 1993 по 2021 г. Несмотря на большую загруженность административной и организационной работой в Академии наук и музее, он всегда находил время для научных исследований. Они затрагивали разные области геологических знаний, но металлогенические проблемы всегда были приоритетными. Статья содержит обзор металлогенических исследований, выполненных в ГГМ РАН под руководством Д.В. Рундквиста.

Ключевые слова: Дмитрий Васильевич Рундквист, металлогения, Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, крупные и сверхкрупные рудные месторождения, история геологии.

Dmitry Vasilievich Rundqvist worked in the Vernadsky State Geological Museum RAS (SGM RAS) from 1993 to 2021. Despite of being overloaded with administrative and organizational work at the Academy of Sciences and the Museum, he always found time for scientific research. They touched on different areas of geological knowledge, but metallogenic problems were always priority among them. The article contains a review of the metallogenic studies carried out at the SGM RAS under the guidance of D.V. Rundqvist.

Key words: Dmitry Vasilievich Rundqvist, metallogeny, Vernadsky State Geological Museum of RAS, large and superlarge mineral deposits, history of geology.

Дмитрий Васильевич Рундквист возглавил Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского (ГГМ) РАН в июне 1993 г. вскоре после

переезда из Санкт–Петербурга в Москву. К этому моменту он уже был маститым ученым, бесспорным лидером отечественной металлогенической науки, многие годы проработавшим во ВСЕГЕИ и ИГГД РАН. Его работы были широко известны в среде профессионалов не только в России и СНГ, но и в мире. Опубликованные им или при его участии статьи, книги, карты, отражавшие результаты исследований геологии и минералогии месторождений редких и цветных металлов грейзенового типа, рудно–формационного анализа складчатых поясов Урала, Казахстана, Сибири, Дальнего Востока, металлогенического районирования и прогнозной оценки территории СССР на широкий спектр полезных ископаемых, стадийности металлогенической эволюции складчатых поясов, специфики металлогении докембрия и общей эволюции глобальной металлогении в геологической истории Земли были широко известны, активно использовались как научными работниками, так и геологами–практиками.

В 90–х г.г. XX в. Д.В. Рундквист и как крупный ученый, и как директор музея, и как заместитель, а затем – академик–секретарь Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук (ОГГГН, в настоящее время – ОНЗ) РАН был глубоко вовлечен в процесс спасения отечественной геологической науки в период общего кризиса в стране в постперестроечный период. Забот организационного плана было очень много. Помимо огромной загруженности работой в административных органах РАН, на нем лежали все заботы по стабильной деятельности музея, находившегося тогда в стадии своего становления.

Прежде всего, было необходимо заниматься администрированием общей хозяйственно–финансовой деятельности музея, организовывать работы по капитальному ремонту здания, искать и привлекать для этого спонсоров, курировать работы по созданию экспозиций музея и увеличению коллекционного фонда attraktivными, зрелищными образцами. В тот период в свете стоявших перед музеем задач, были проведены изменения в структуре ГГМ РАН, в частности, был создан отдел геотехнологических технологий – одно из первых научных подразделений такого профиля в системе РАН. Отдел очень быстро завоевал авторитет, как

в России, так и за рубежом, особенно после представления на международных геологических форумах результатов таких проектов как «Геодинамический глобус мира» и «Атлас докембрийской металлогенической зональности мира» (Рундквист и др., 2002; World..., 2002). Этот отдел сыграл важную роль в развитии научных работ в ГГМ РАН.

Даже в этот очень сложный период Д.В. Рундквист находил силы и время для организации и руководства научными исследованиями в музее. Это были работы разных направлений: ГИС–технологии в геологии, сейсмотектоника, геодинамика, геофизика и, конечно, металлогения. Именно последнему направлению научных работ, которыми руководил Д.В. Рундквист, посвящена данная статья.

Немного об идейной подоплеке выбранного для них направлении. В конце XX в. получила широкое мировое признание концепция необходимости перехода к новой модели глобального социально–экономического развития, получившая название «Концепция устойчивого развития». Ее цель – гармонизировать в глобальном масштабе экономический рост, получение социальных благ и экологическое равновесие, чтобы минимизировать любой ущерб, как природе, так и социуму, и обеспечить лучшие условия жизни будущих поколений, как в экологических, так и в социальных аспектах.

Идея вызвала достаточно большой резонанс среди ученых в области геологических, горных и экономических наук. Были организованы международные программы исследований, конференции, специальные секции международных конгрессов и т.п., в работе которых активное участие принимал и Д.В. Рундквист. По мнению большинства специалистов в мире, максимальный интегральный эффект для практической реализации этой концепции со стороны минерально–сырьевой базы должны обеспечить крупные и суперкрупные месторождения, т.к. при относительной немногочисленности они сосредотачивают большую часть мировых ресурсов важнейших видов минерального сырья (от 65 до 90% для разных их видов) и позволяют планировать объемы добычи, обеспечивающие всю мировую экономику на долгую перспективу. При этом негативный эффект от их эксплуатации

(воздействие на окружающую среду) локализован в относительно небольшом количестве мест. В ходе проведенных работ и их обсуждения выяснилось, что существует много информации по отдельным крупным месторождениям, но систематизированной сводки глобальных данных на данную тему нет в принципе. Оказалось невозможным достоверно устанавливать и анализировать какие–либо закономерности металлогении таких объектов, особенно – на глобальном уровне.

Поэтому на рубеже XX и XXI вв. в рамках проектов под эгидой Международного союза геологических наук (IUGS), а затем – Международной комиссии по геологической карте мира (CGMW) при ЮНЕСКО начались работы по созданию Базы данных крупных и суперкрупных месторождений мира (БД КСКМ) и ее визуализированной версии в виде карты масштаба 1:25 000 000. С 2003 г. эти работы продолжались и в рамках программ фундаментальных исследований Отделения наук о Земле (ОНЗ) РАН и Президиума РАН, посвященных изучению геологии, металлогении и технологий переработки руд крупных и суперкрупных месторождений. Эти программы были инициированы и координировались Д.В.Рундквистом.

На разных этапах в сборе информации для базы данных в той или иной степени принимали участие и зарубежные, и отечественные геологи, но весь объем работ по разработке структуры БД КСКМ, ее интерфейса, критериев отбора и формализации информации, разработки легенд для карт и ГИС–проектов был выполнен специалистами ГГМ РАН под руководством Д.В.Рундквиста. Разработанные еще в 1999 г. структура и интерфейс БД КСКМ (Rundqvist et al., 1999) впоследствии претерпели лишь очень небольшие частные изменения.

К середине 2004 г. БД КСКМ содержала сведения о более чем 1000 объектах, что позволило создать первую версию «Металлогенической карты крупных и суперкрупных месторождений мира» на оригинальной геотектонической основе и с оригинальной металлогенической легендой (Рундквист и др., 2004₁). Впервые она была представлена на XXXII сессии Международного геологического конгресса во Флоренции (август 2004 г.), где получила позитивные отзывы и рекомендации для дальнейшего развития проекта.

В соответствии с передовыми веяниями того времени картографическое направление работ в дальнейшем развивалось в виде электронного ГИС–проекта. Сотрудничество ГГМ РАН, Российско–французской металлогенической лаборатории и Геологической службы Франции (BRGM) привело к созданию CD–ROM «Largest mineral deposits of the world» (Largest..., 2006), содержавшего сведения о 1244 месторождениях, а также несколько картографических слоев геологического и географического содержания, инструменты поиска и селекции. Данный продукт был одобрен CGMW и выпущен под его эгидой.

Следующим шагом стало создание в сети Интернет общедоступного Web–ГИС приложения на сайте ГГМ РАН, которое в настоящее время содержит информацию о 2194 крупнейших месторождениях мира по 33 важнейшим видам минерального сырья: Au, Ag, Ni, PGE, Pb, Zn, Cu, Co, Hg, Sb, Sn, W, Mo, Li, Be, Cs, Ta, Nb, Zr, TR, Fe, Mn, Cr, Ti, V, Al, U, B, F, P, листовые слюды, калийные соли, алмазы. В приложении организованы поиск, селекция, фильтрация, первичная математическая обработка, а также возможность использования сервисных слоев на локальных удаленных компьютерах в режиме онлайн (Ткачев и др., 2015; Ткачев и др., 2019). К сожалению, с 2023 г. доступ к проекту прекращен из–за проблем с продлением лицензии на программные продукты ESRI.

Параллельно со сбором информации о месторождениях проводилась и аналитическая обработка собранных данных по месторождениям. Это направление работ было особенно интенсифицировано после того, как количество записей в БД КСКМ приблизилось к первой тысяче, т.е. когда она стала достаточно представительной для получения статистически значимых результатов. В частности, на этом этапе было проанализировано пространственное распределение КСКМ разных типов в глобальном масштабе по современным континентам и типам геотектонических структур, а также определено значение разных геологических эпох в сырьевом балансе КСКМ и интенсивность формирования КСКМ (млн лет⁻¹) в разные эпохи (Рундквист и др., 2004₂; Рундквист и др., 2006; Ткачев, Рундквист, 2009). Таким образом впервые были получены и систематизированы объектив–

ные данные глобального масштаба по этим вопросам. Среди результатов были и очень неожиданные. Например, выяснилось, что имеет место общее увеличение количества месторождений большинства типов от древнейших эпох к наиболее молодым. Однако имело место исключение в мезопротерозое и неопротерозое, в течение которых глобальная продуктивность почти всех типов месторождения резко снижалась, особенно резко – в мезопротерозое (рис. 1, стр. 18). До наших исследований это никем не отмечалось.

Также было проанализировано распределение ресурсов по отдельным видам сырья по всем типам их месторождений. Кроме золота, до нас такую работу на основе столь достоверных геохронологических и ресурсных данных еще не делал никто. В результате была установлена одна общая черта для всех видов минерального сырья, представленных в БД КСКМ: неравномерность и прерывистость аккумуляции в земной коре крупных и суперкрупных концентраций полезных ископаемых в геологическом времени (рис. 2).

Все это было новым, и вызывало у специалистов большой интерес. По заказу ВСЕГЕИ по теме наших исследований был даже написан специальный раздел в энциклопедический справочник для специалистов (Рундквист и др., 2008).

Такой статистический подход давал много новой интересной информации, но без сопоставления с данными по изменчивости геологических процессов не обеспечивал понимания причинно–следственных связей с эволюцией геологических обстановок на Земле в планетарном масштабе. Поэтому после 2008 г. коллектив под руководством Д.В. Рундквиста, продолжая накапливать и уточнять информационную базу по месторождениям, сместил акцент исследований на поиски взаимосвязей уже выявленных и вновь выявляемых закономерностей с эволюционными особенностями геологической истории.

В частности, были проанализированы данные по металлогении осадочных бассейнов. Рубежи в начале палеопротерозоя и в середине неопротерозоя оказались переломными в металлогении полиметаллов, железа, фосфора и урана.

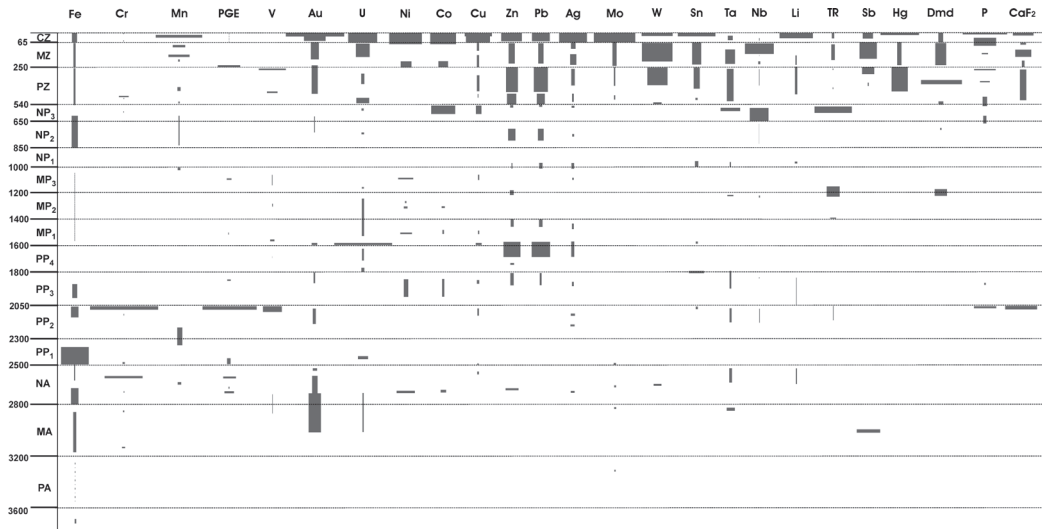


Рис. 2. Эпохи накопления важнейших видов минерального сырья. Размер прямоугольников вдоль временной шкалы отвечает продолжительности выделенных эпох формирования КСКМ соответствующего полезного ископаемого, а их размер в поперечном направлении отвечает средней интенсивности накопления за этот период. Поэтому площадь каждого из них пропорциональна долям эпох в суммарных интегральных ресурсах данного вида сырья.

Эти рубежи маркировали существенные изменения в типах месторождений и/или их ресурсных характеристиках.

Например, было показано, что в осадочных бассейнах до середины палеопротерозоя месторождения полиметаллов (Pb, Zn, Cu) не формировались вообще. Единственный для этих элементов тип месторождений на дне морских бассейнов того времени – вулканогенно–колчеданный, тесно связанный не с седиментационными или диagenетическими процессами, а с активными вулканическими системами на океаническом дне. Месторождения, формирование которых напрямую связано с минерализованными конседиментационными и/или постседиментационными рассолами невулканогенного происхождения (медистые песчаники и сланцы, тип долины Миссисипи, SEDEX и т.п.), впервые появились только после рубежа 2.05 млрд лет, а после рубежа 0.58 млрд лет (конец неопротерозоя) произошла общая интенсификация металлогении полиметаллов всех этих типов.

В металлогении урана осадочных бассейнов в архее и самом начале палеопротерозоя проявлен

только детритный тип месторождений в сингенетичных терригенных толщах. В более молодых бассейнах данный тип отсутствует совсем. В палеопротерозое в осадочных формациях проявляются только осадочно–эпигенетические месторождения (тип несогласия, тип Мунана–Окло), возникшие при глубокой циркуляции материнских нагретых рассолов на восстановительных барьерах. В фанерозое в рассматриваемых обстановках доминирующими становятся месторождения близкой природы, но возникшие при относительно неглубокой циркуляции менее горячих рассолов (типы палеодолинный, ролловый и стратоидный в песчаниках и т.п.).

Полосчатые железистые кварциты (джеспилиты) – широко распространенный, но при этом и единственный тип осадочных месторождений железа в архее и самом раннем палеопротерозое. После рубежа 2.4 млрд лет частота формирования месторождений этого типа резко снизилась. Зафиксировано только два всплеска массового накопления руд: первый – в середине позднего палеопротерозоя (1.88 млрд лет) в пределах только двух бассейнов, и второй – в начале второй половины неопротерозоя (0.64–0.72 млрд лет) только в тиллитовых толщах, широко распространенных в

осадочных формациях того периода. Железистые кварциты всех этих периодов накапливались в глубоководных условиях. С конца неопротерозоя известны только мелкие проявления этого типа руд.

С рубежа 2.31 млрд лет появились гетит–хлорит–сидеритовые железные руды (ГХС) массивного сложения с обычным присутствием оолитов и пизолитов, тесно связанные с русловыми и прибрежно–морскими терригенными отложениями. С конца неопротерозоя этот тип является доминирующим для месторождений осадочных железных руд.

Фосфоритовые месторождения впервые появились в середине палеопротерозоя, но крупные аккумуляции были очень редки. В конце неопротерозоя фосфориты начали формировать крупные месторождения все чаще, и в настоящее время месторождения этого периода (конец неопротерозоя – фанерозой) – главный источник фосфатного сырья для мировой промышленности.

Объединяющей чертой месторождений всех этих видов полезных ископаемых является высокая чувствительность процессов рудообразования к окислительно–восстановительным условиям внешней среды. И именно в периоды 2.43–2.05 и 0.72–0.58 млрд лет происходили резкие изменения в оксигенации атмосферы и гидросферы Земли в глобальном масштабе, своего рода «кислородные революции», которые получили названия Великое (ВОС) и Неопротерозойское (НОС) оксигенационные события (Petsch, 2003). ВОС привело к появлению и устойчивому сохранению свободного кислорода в атмосфере и гидросфере, но его уровень был значительно ниже современного (в основном, около 1% от современных значений). НОС привело к еще более масштабному росту количества кислорода в атмосфере и гидросфере, которое к середине палеозоя достигло современных значений, а в карбоне было даже выше. В результате синтеза информации, полученной нами из многочисленных публикаций, было показано, что оксигенационные события имеют очень разнообразное вещественное отражение в литологических, литолого–геохимических и биотических данных, хорошо коррелирую–

щих с проанализированными и кратко описанными выше металлогеническими данными (рис. 3, стр.18). Это явное указание на обусловленность эволюционных изменений в металлогении важнейших видов минерального сырья в осадочных бассейнах изменениями в условиях осадконакопления и протекания постседиментационных процессов.

В работах по глобальному металлогеническому анализу последней четверти XX в. таких корифеев советской металлогенической науки, как Д.В. Рундквист, В.И. Смирнов и Г.А. Твалчрелидзе, акцентируется внимание на признаках цикличности глобальных металлогенических процессов в геологической истории. Однако явный недостаток в тот период точных геохронологических данных и незрелость геотектонических концепций, использованных в интерпретации, привели к тому, что картина цикличности и объяснения причинно–следственных связей для ее возникновения у этих авторов существенно различались и были очень дискуссионными.

БД КСКМ уже к 2010 г. значительно превышала информационные массивы, лежавшие в основе упомянутых выше исследований конца XX в., и была намного более детальной в геохронологическом аспекте. Кроме того, в исторической геотектонике на основе глубокого анализа палеомагнитных и разнообразных геологических данных возникла и получила широкое признание концепция многократности формирования и распада суперконтинентов в геологической истории, т.е. суперконтинентальной цикличности (Arndt, 2013 и другие). Для обоснования этой концепции, среди прочего использовались статистически обоснованные кривые, отражающие динамику роста континентальной коры, интенсивность орогенических и магматических процессов, и другие объективные данные, которые можно легко сопоставить с кривыми интенсивности формирования месторождений в разные геологические эпохи. Именно такое сопоставление нами было реализовано для всех циклов: кенорского, колумбийского, родинийского, пангейского и амазийского (рис. 4).

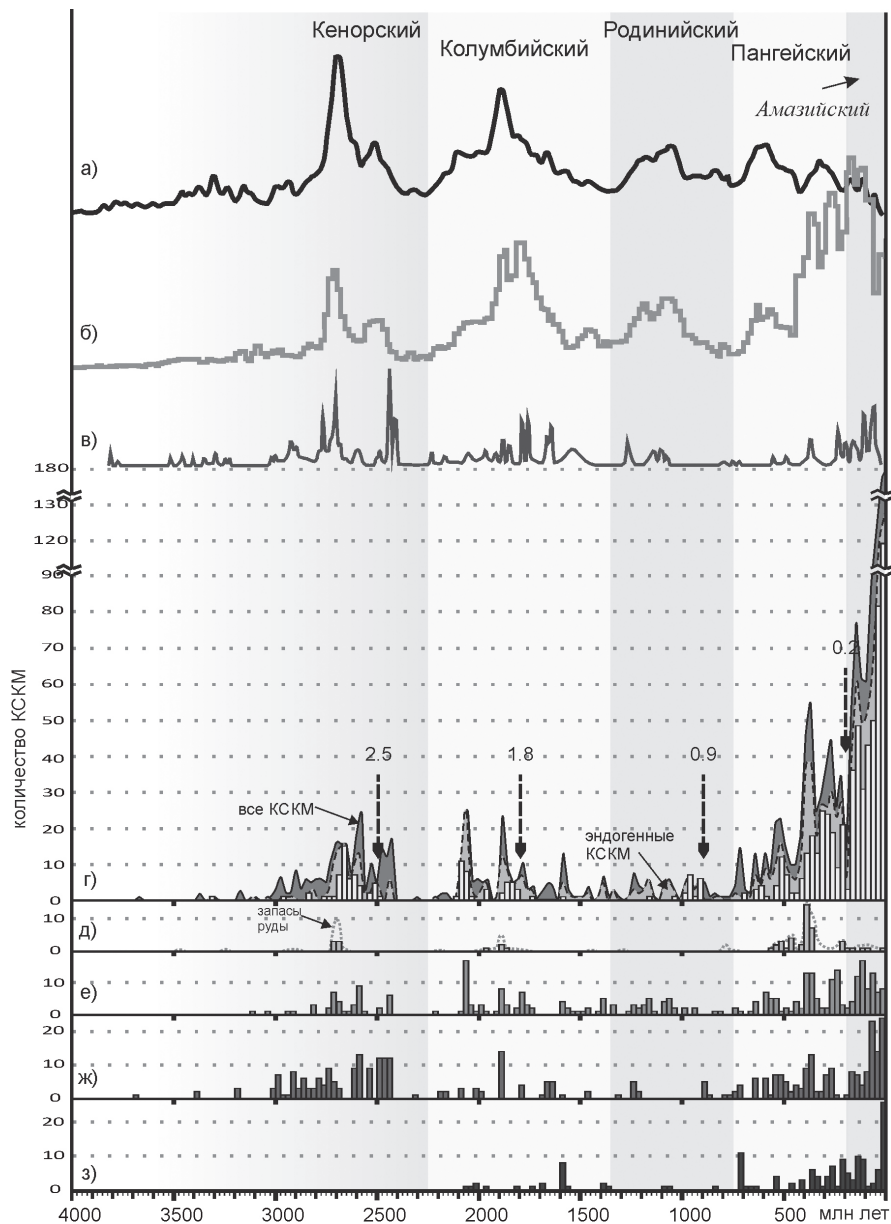


Рис. 4. Суперконтинентальные циклы, индикаторные кривые эндогенной активности и распределение КСКМ на оси геологического времени (Ткачев, Рундквист, 2016): а-в – индикаторные кривые: а) динамика прироста континентальной коры за счет ювенильных источников (Condie, Astor, 2010); б) распределение возрастов детритных цирконов (>105 анализов) из осадочных пород мира (Voice et al., 2011) – индикаторная кривая интенсивности эндогенных процессов в континентальной коре, сопровождаемых образованием циркон-содержащих пород; в) суперплюмовая активность (Abbott, Isley, 2002); г-з – распределение КСКМ: г) все КСКМ – ограниченная сплошной линией темно-серая область, эндогенные КСКМ – ограниченная пунктирной линией серая область, орогенно-гранитоидный класс (ОГ) – гистограмма, д) вулканогенно-колчеданный класс (ВК), е) базит-щелочной класс (БЩ), ж) осадочный класс (ОС), з) осадочно-эпигенетический класс (ОЭ).

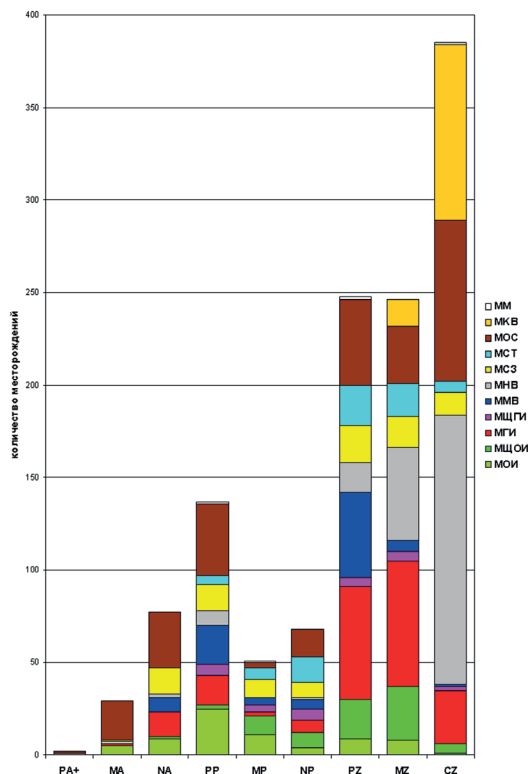


Рис. 1. Распределение КСКМ разных металлогенических типов по геологическим эрам. Детальное описание дано в (Рундквист и др., 2006).

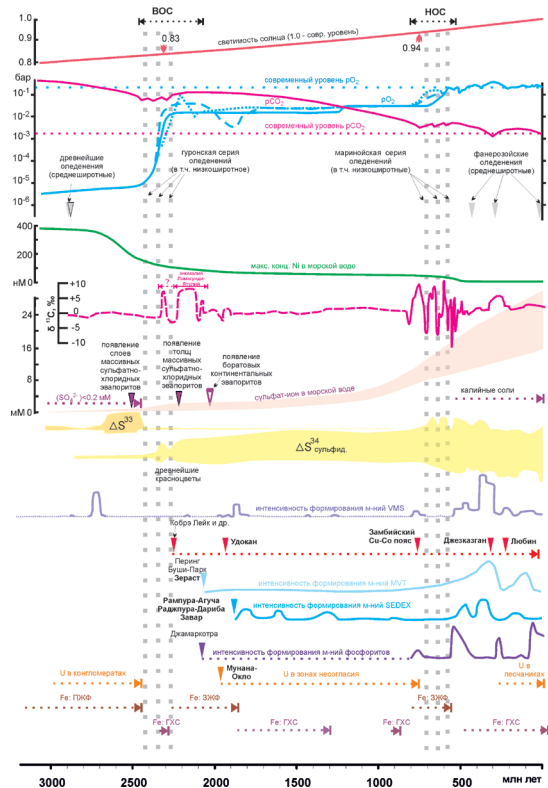


Рис. 3. Корреляция между эволюционными изменениями в металлогении полиметаллов, железа, урана и фосфора с изменениями в литологии и геохимии осадочных бассейнов, обусловленными оксигенационными событиями (Ткачев, 2012, и ссылки там).

Это позволило выявить ряд новых для глобальной металлогении фактов. В частности, было установлено:

- общий подъем металлогенической активности около 3.0 млрд лет назад – с рубежа появления тектоники плит по мнению очень многих исследователей;
- хорошая корреляция распределения эндогенных КСКМ с кривыми роста континентальной коры;
- наиболее яркое совпадение пиков формирования месторождений орогенно–гранитоидного класса с пиками гранитоидного магматизма и периодами активного роста континентальной коры;
- для вулканогенно–колчеданного и базит–щелочного классов эта корреляция менее явная, с некоторым «размазыванием» пиков относительно орогенно–гранитоидного класса;
- КСКМ осадочного класса местами демонстрируют совпадение пиков с базит–щелочным классом.

При сравнении суперконтинентальных циклов в целом было выявлено два периода с аномальными металлогеническими показателями: 1) родинийский минимум для всех типов месторождений; 2) пангейско–амазийский «взлет» для месторождений орогенно–гранитоидного класса (рис. 5). При этом удалось найти корреляционные параллели между металлогенией и особенностями геологических процессов в этих сегментах геологической истории.

Родинийский минимум во всех классах месторождений возник на фоне таких явлений, как минимальное количество новообразованных пассивных окраин и метаморфических поясов, наименьшая интенсивность гранитоидного магматизма и очень умеренная оксигенация атмосферы гидросферы (Bradley, 2008; Brown, 2009; Petsch, 2003; Voice et al., 2011). Из этого следует, что эндогенные месторождения родинийского цикла формировались в условиях самой низкой за последние 3 млрд лет эндогенной активности, как конструктивной, так и деструктивной направленности. При этом месторождения, связанные с экзогенными процессами, формировались в условиях, когда и окислительные, и аноксидные (эвксинные, железистые и т.п.) окислительно–восстановительные режимы функционирования осадочных бассейнов проявлены со слабой контрастностью, что принципиально не препятствует соответствующим процессам рудообразования, но крайне слабо стимулирует их.

Пангейско–амазийский «взлет» для месторождений орогенно–гранитоидного класса имел место в период, который выделяется на общем фоне геологической истории самой высокой интенсивностью гранитоидного магматизма, максимальным количеством орогенных метаморфических поясов (впрочем, как и пассивных окраин), максимальной площадью одновременно существующей сиалической коры (Bradley, 2008; Brown, 2009; Dhuime et al., 2012; Voice et al., 2011). Все это указывает на то, что данный сегмент геологического времени – самый активный в смысле тектонических и сопровождающих их магматических и метаморфических процессов в континентальной коре за всю геологическую историю. Это нашло отражение в общем увеличении количества месторождений всех типов, но в орогенно–гранитоидном классе увеличение лавинообразно (рис. 5). Самый интенсивный рост проявился в металлогении Sn, W, Mo, для которых свыше 90% выявленных ресурсов образовались именно во время этого взлета (Рундквист и др., 2006).

Достаточно выразительны закономерности, выявленные и для месторождений базит–щелочного класса (Ткачев, Рундквист, 2016). По мере перехода от более древних суперконтинентальных циклов к более молодым наблюдается совершенно отчетливая тенденция к уменьшению доли месторождений, связанных с базит–ультрабазитовым магматизмом, и увеличение доли месторождений, связанных с щелочным магматизмом разного типа (фойдитным, карбонатитовым, кимберлитовым, обычным сиенитовым и щелочно–гранитным). Это в полной мере согласуется с тенденциями в интенсивности соответствующих типов щелочного магматизма (Балашов, Глазнев, 2006), которые, в свою очередь, хорошо согласуются с тенденцией к общему остыванию мантии Земли (Arevalo et al., 2009; Komiya, 2007; Labrosse, Jaupart, 2007). Кроме того, на этом фоне, вероятно, существенную роль играет нарастающая метасоматизация мантии, прежде всего в литосферной ее части (Когарко, 2006).

В последние годы жизни Д.В. Рундквиста наши совместные исследования были сосредоточены на анализе исторической металлогении Li, Ta, Nb и редких земель (РЗЭ).

При этом был установлен ряд интересных закономерностей, описание которых дано в соответствующих публикациях (Ткачев и др., 2019₂; Ткачев и др., 2020₁; Ткачев и др., 2020₂; Ткачев и др., 2022). Из них здесь отметим только самый неожиданный результат: историческая металлогения тех типов месторождений Та, которые имеют наибольший интерес для промышленности, продемонстрировала максимальную корреляцию не с Nb, который является его ближайшим геохимическим «родственником», а с Li. Параллельно было установлено, что историческая металлогения Nb имеет большое сходство с металлогенией редкоземельных элементов (РЗЭ). Объяснение было найдено в разном поведении Та и Li, с одной стороны, и Nb и РЗЭ, с другой стороны, в кремнекислых и щелочных магмах при их дифференциации. Именно это и предопределило соответствующие сходства и различия.

Описанные выше исследования не исчерпывают все полученные результаты. Они скорее дают некоторое представление о характере работ по глобальной и исторической металлогении, проведенных в ГГМ РАН под руководством Д.В. Рундквиста, с примерами лишь некоторых из полученных результатов. Более исчерпывающая информация содержится в наших публикациях соответствующего периода.

В разное время и по разным направлениям (разработка базы данных и геоинформационных систем, сбор информации по месторождениям, первичный анализ данных и их геологическая интерпретация) Д.В. Рундквист привлекал к участию в исследованиях многих сотрудников ГГМ РАН. Наиболее тесно с этой тематикой были связаны (в алфавитном порядке): Е.Е. Арбузова, С.В. Булов, Н.В. Вишневецкая, Ю.Г. Гатинский, Н.И. Кутузова, И.О. Лебедев, С.А. Похно, В.М. Ряховский, А.В. Ткачев, Е.И. Чесалова, С.В. Черкасов.

Данное направление сохраняется в научных исследованиях ГГМ РАН и в настоящее время. Надеемся, что они будут достойно продолжены и в обозримой перспективе.

ЛИТЕРАТУРА

- Балашов Ю.А., Глазнев В.Н. Циклы щелочного магматизма // Геохимия. 2006. № 3. С. 309–321.
- Когарко Л.Н. Щелочной магматизм и обогащенные мантийные резервуары. Механизмы возникновения, время появления и глубины формирования // Геохимия. 2006. №1. С. 5–13.
- Рундквист Д.В., Ряховский В.М., Гатинский Ю.Г., Чесалова Е.И. Геодинамический глобус масштаба 1:10 млн для целей глобального мониторинга многоаспектных геологических процессов // Геология, геохимия и геофизика на рубеже XX и XXI веков. Материалы Всероссийской научной конференции “Геология, геохимия и геофизика на рубеже XX и XXI веков”. 2002. С. 87–88.
- Рундквист Д.В., Ткачев А.В., Гатинский Ю.Г. Металлогеническая карта крупных и суперкрупных месторождений мира // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46(6). С. 562–570.
- Рундквист Д.В., Ткачев А.В., Черкасов С.В., Гатинский Ю.Г., Вишневецкая Н.А. База данных и металлогеническая карта крупных и суперкрупных месторождений мира: принципы составления и предварительный анализ результатов // Крупные и суперкрупные месторождения: закономерности размещения и условия образования. М.: ИГЕМ РАН, 2004. С. 391–422.
- Рундквист Д.В., Ткачев А.В., Черкасов С.В. и др. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Т.1. Глобальные закономерности размещения. М.: ИГЕМ РАН, 2006. 390 с.
- Рундквист Д.В., Ткачев А.В., Черкасов С.В., Гатинский Ю.Г., Соболев П.О. Крупные и суперкрупные месторождения мира // Планета Земля (энцикл. справочник для геологов). Минерагения. Кн. 1: Земля. Теоретические основы минерагении. Минеральные ресурсы мира и их экономика. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. С. 70–92.
- Ткачев А.В. Эволюционные и революционные изменения приповерхностных сфер Земли и их глобальное отражение в металлогении осадочных бассейнов // Наука и просвещение: посвящается 150-летию со дня рождения академика В.И. Вернадского. Москва. ГГМ РАН, 2012. С. 189–243.
- Ткачев А.В., Рундквист Д.В. Эволюция формационно–генетических типов крупномасштабных месторождений минерального сырья и видового разнообразия полезных ископаемых в них как отражение тенденций развития глобальной металлогении // Наука и просвещение: к 250-летию Геологического музея РАН. М.: ГГМ РАН, 2009. С. 209–288.
- Ткачев А.В., Рундквист Д.В. Глобальные тенденции в эволюции металлогенических процессов как отражение суперконтинентальной цикличности // Геология рудных месторождений, 2016. Т. 58(4). С. 295–318.
- Ткачев А.В., Булов С.В., Рундквист Д.В., Похно С.А., Вишневецкая Н.А., Никонов Р.А. Веб–ГИС «Крупнейшие месторождения мира» // Геоинформатика. 2015. № 1. С. 47–59.

- Ткачев А.В., Булов С.В., Чесалова Е.И. Геопортал «Металлогения» // Геоинформатика. 2019, №1. С. 3–12.
- Ткачев А. В., Рундквист Д. В., Вишневская Н. А. Глобальная металлогения тантала в геологическом времени // Геология рудных месторождений. 2019, Т. 61(6). С. 19–37.
- Ткачев А. В., Рундквист Д. В., Вишневская Н.А. Историческая металлогения рудных месторождений лития // Месторождения стратегических и высокотехнологичных металлов Российской Федерации: закономерности размещения, условия формирования, инновационные технологии прогноза и освоения. М.: ИГЕМ РАН, 2020, С. 129–147.
- Ткачев А. В., Рундквист Д. В., Вишневская Н. А. Сравнение суперконтинентальных циклов в металлогении ниобия // Геология рудных месторождений. 2020, Т. 62(1). С. 55–75.
- Ткачев А. В., Рундквист Д. В., Вишневская Н. А. Основные черты исторической металлогении редкоземельных элементов // Геология рудных месторождений. 2022. Т. 64(3). С. 209–246.
- Abbott D.H., Isley A.E. The intensity, occurrence, and duration of superplume events and eras over geological time // J. Geodynamics. 2002. V. 34. P. 265–307.
- Arevalo R., McDonough W.F., Luong M. The K/U ratio of the silicate Earth: Insights into mantle composition, structure and thermal evolution // Earth Planet. Sci. Lett. 2009. V. 278. P. 361–369.
- Arndt N.T. Formation and Evolution of the Continental Crust // Geochemical Perspectives. 2013. V. 2(3). P. 405–533.
- Bradley D.C. Passive margins through Earth history // Earth–Science Reviews. 2008. V. 91. P. 1–26.
- Brown M. Metamorphic patterns in orogenic systems and the geological record // Geological Society, London, Special Publications. 2009. V. 318. P. 37–74.
- Condie K.C., Aster R.C. Episodic zircon age spectra of orogenic granitoids: the supercontinent connection and continental growth // Precambrian Research. 2010. V. 180. P. 227–236.
- Dhuime B., Hawkesworth C.J., Cawood P.A., Storey C.D. A Change in the geodynamics of continental growth 3 Billion years ago // Science. 2012. V. 335. P. 1334–1336.
- Komiya T. Material circulation through time – chemical differentiation within the mantle and secular variation of temperature and composition of the mantle // Superplumes: Beyond plate tectonics. Springer, New York. 2007. P. 187–234.
- Labrosse S., Jaupart C. Thermal evolution of the Earth: secular changes and fluctuations of plate characteristics // Earth Planet. Sci. Lett. 2007. V. 260. P. 465–481.
- Largest mineral deposits of the world. (Rundqvist D. –ed.; Cassard D., Cherkasov S., Tkachev A., Gatinsky Yu., Shalimov I., Arbuzova E., Vishnevskaya N., Gateau C., Husson Y. – compilers). Russian–French Metallogenic Laboratory, Moscow. 2006. CD–ROM. V.1.0.
- Petsch S.T. The global oxygen cycle // Treatise on Geochemistry. V. 8. Biogeochemistry . Elsevier Science, Amsterdam. 2003. P. 515–556.
- Rundqvist D.V., Cherkasov S.V., Kutuzova N.I., Stavsky A.P. New world map of large and superlarge mineral deposits // Global Tectonics and Metallogeny. 1999. V. 7(2).P. 131–134.
- Voice P.J., Kowalewski M., Eriksson K.A. Quantifying the timing and rate of crustal evolution: global compilation of radiometrically dated detrital zircon grains // J. Geology. 2011. V. 119. P. 109–126.
- World atlas of Precambrian metallogenic zoning. (Rundqvist D. – ed.), M.: Vernadsky State Geological Museum RAS; IGPP RAS; VNIIGeosystem. 2002. CD–ROM.

УДК 553.493.5 / DOI 10.31343/1029–7812–17–1–22–28

А. В. Волков

Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ КРУПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ

Синтез полученных материалов по источникам металлов, агентам их транспортировки и областям осаждения или накопления руд дает возможность районирования наиболее перспективных территорий на выявление новых крупных месторождений стратегических металлов. В результате исследований выделены главные рудообразующие системы – источники стратегических металлов; создана база данных месторождений и перспективных рудопроявлений стратегических и высокотехнологичных металлов России; подготовлены геолого–генетические модели, а на их основе прогнозно–поисковые модели крупных месторождений стратегических металлов; разработаны новые подходы к прогнозированию крупных месторождений стратегических металлов, в том числе на основе данных космического аппарата GOCE (Gravity Field and Steady–State Ocean Circulation Explorer), позволяющих использовать элементы глубинного строения земной коры в прогнозно–поисковых моделях; составлена серия прогнозно–металлогенических карт территории различных регионов России.

Ключевые слова: Россия, рудообразующая система, высокотехнологичные металлы, месторождения, база данных, металлогения, GOCE, прогнозирование, потенциал.

Synthesis of the obtained materials by sources of metals, agents of their transportation and areas of deposition or accumulation of ores makes it possible to zone the most promising territories to identify new large deposits of strategic metals. As a result of research the main ore–forming systems – sources of strategic metals are identified; a database of deposits and promising ore occurrences of strategic and high–tech metals of Russia has been created; geological and genetic models have been prepared, and on their basis predictive prospecting models of large deposits of strategic metals; new approaches to forecasting large deposits of strategic metals have

been developed, including on the basis of data from the GOCE (Gravity Field and Steady–State Ocean Circulation Explorer) spacecraft, which allow using elements of the deep structure of the Earth's crust in predictive prospecting models; a series of predictive metallogenic maps of the territory of various regions of Russia has been compiled.

Keywords: Russia, ore–forming system, high–tech metals, deposits, database, metallogeny, GOCE, forecasting, potential.

Россия располагает минерально–сырьевым комплексом (МСК) мирового класса, представляющим собой фундамент экономики страны, а также является одним из ведущих экспортёров минерального сырья и его первичной продукции. Развитие экономики, национальная безопасность и уровень жизни населения Российской Федерации в значительной степени зависят от мощной горнодобывающей промышленности и надёжной минерально–сырьевой базы (МСБ). Однако, проблема обеспеченности высокотехнологичной промышленности России минеральным сырьём с каждым годом становится все более острой в связи с неуклонным сокращением богатых и относительно доступных в техническом и экономическом отношении месторождений и неустойчивостью его импорта из стран–производителей вследствие политической нестабильности в мире.

Статья написана на основе доклада, сделанного на первых чтениях серии «Легенды геологии», посвященных академику РАН Д.В. Рундквисту, – выдающемуся российскому геологу. В статье обсуждаются результаты металлогенических исследований последних лет, начатых еще при жизни Д.В. Рундквиста и во многом стимулированные его научным наследием. В ходе исследований создана база данных месторождений и перспективных рудопроявлений стратегических и высокотехнологичных металлов России; выделены главные рудообразующие системы – источники высокотехнологичных критических металлов; выполнены металлогенические исследования на основе пространственно–статистического ГИС–анализа; составлены варианты прогнозно–металлогенических карт размещения рудообразующих систем стратегических и высокотехнологичных металлов, разработаны новые подходы к прогнозированию крупных месторождений стратегических металлов.

КОНЦЕПЦИЯ РУДООБРАЗУЮЩЕЙ (МИНЕРАЛЬНОЙ) СИСТЕМЫ

Под рудообразующей системой мы, вслед за Д.В. Рундквистом (1968), понимаем комплекс взаимосвязанных процессов генерации рудоносных флюидов, их миграции к поверхности и разгрузки на геохимических барьерах, определяющих формирование аномальных скоплений полезных ископаемых. Определение рудообразующей (минеральной) системы по мировым источникам (Рундквист, 1968; Pirajno, 2009; Joly et al., 2015; Nagemann et al., 2000, 2016) аналогична концепции нефтяной системы, но из-за особенностей природы рудных месторождений и вмещающих пород минеральная система гораздо более разнообразна и сложна (рис. 1, стр. 28).

Таблица. Краткая характеристика главных рудообразующих систем стратегических металлов России (по: Бортников и др., 2016, с изменениями и дополнениями)

Рудообразующая система (тип месторождения)	Геологическая обстановка	Главные металлы	Попутные критические металлы	Примеры месторождений
Магматическая базитовая и ультрабазитовая (Ni–Cu коматитовый, Ni–Cu, PGE и Fe–V–Ti в расслоенных базитовых и ультрабазитовых интрузиях)	Зеленокаменные докембрийские пояса, островодужные офиолиты, орогенные пояса	Ni, Cu, Co, PGE, Fe, V, Ti,	Au, Ag, Te, Se	Норильская и Печенгская группы, Кингаш, Чинейское, Медведковское
Скарново-порфировая и порфирово-эпитермальная (Cu–Mo–Au- и Cu–Mo–порфировый, Au–Ag и Pb–Ag эпитермальный, Cu–Au и Pb–Zn скарновый)	Островодужные, окраинно- и внутриконтинентальные вулканоплутонические пояса	Cu, Mo, Au, Ag	Re, Sb, Pt, Pd, Pb, Zn, Te, In, Se, Bi, Cd, W, REE	Песчанка, Малмыж, Быстринское, Михеевское, Синюхинское, Сорское, Бугдаинское, Дукат, Гольцовое, Мутновское, Дальнегорская группа
Орогенная, связанная с интрузивами гранитоидов (Au–Bi, Sn–W, Mo–W- и Mo- жильно-штокерковый, Mo–W скарновый), Ta–Li–Sn–Be пегматитовый	Магматические пояса, области и зоны тектономагматической активизации пассивных континентальных окраин	Au, Sn, W, U, Mo, B, Sb, Li, Ta, Be	Re, Bi, In, Cd, Ge, REE, Ag, Pb, Zn, Te, Co, U	Правоурмийское, Депутатское, Инкурское, Холтосонское, Вишняковское, Тигринное, Забытое, м-я Колымского пояса
Колчеданные вулканогенные и осадочно-вулканогенные (Cu–Zn и Cu–Zn–Pb)	Островодужные вулканические пояса, зоны рифтогенеза	Cu, Zn, Pb, Ag, Au	Bi, Cd, Te, In, Se	Уральская и Алтае-Саянская группы
Осадочных бассейнов (Миссисипи тип Zn–Pb–Ag, медистые песчаники (Cu–Co–Ag), несогласий (U), долинный (U) и др.)	Платформы, энсиалические бассейны, рифтогенные зоны, пассивные континентальные окраины	Cu, Co, Mn, Zn, Pb, U, Ag	Re, Bi, In, Cd, Ge, REE, Ag, Pb, Zn, Te, Sc, Sr, Ga, Ga	Сардана, Павловское, Удокан, Хиагдинская группа, Дулурское
Связанная с щелочными гранитами (Nb, Ta, Zr, Be, REE-месторождения)	Внутриплитная, все типы бассейнов и фундамента	Nb, Ta, Be, Zr, REE, криолит	U, Th, Au, Ag, Te, Co, Sr, Rb, Pb, Zn, Sn	Катугинское, Зашихинское, Улуг-Танзек
Связанная с массивами ультраосновных-щелочных пород и карбонатитов (Nb, Ta, апатитовые, железорудные, REE- и U–Th месторождения)	Внутриплитная, все типы бассейнов и фундамента	U, Th, Nb, REE, Ta, апатит, магнетит	Au, Ag, Te, Co, Sr,	Хибинская группа, Томтор, Белозиминское, Чуктуконское и др.
Россыпей и кор выветривания (Au, Sn, W, PGE, Ti–Zr, палеороссыпи Au–U), вторичного обогащения (Cu, Zn и Pb безсульфидный, бокситы, Ni–Co–Cr латеритовый), соленых озер (Li–K–B)	Все	Au, Sn, Ti, W, Zr, Ni, Fe, Li, B, алмазы, PGE, K, бокситы	REE, Co, Cr, Ga, Sc, Mn, Re	Ичувеевская, Рывеевская, Берелехская, Чайнорьинская, Тирехтях, Одинокое, Млеловеев, Серовское, Красная шапочка, Баскунчак

В таких системах принято выделять корневую зону (область магмо– и флюидозарождения), зону транспорта (тепломассопереноса) и зону концентрированного рудоотложения. Для изучения, как правило, доступна лишь зона рудоотложения, которая реализуется в виде ареала развития оруденения, гидротермально измененных пород и ореолов рассеяния рудного вещества, выделяемых в качестве рудных узлов.

Для формирования рудного месторождения требуется источник металлов, агенты транспортировки (флюиды или магмы) и область осаждения или накопления руд. Объединяющая все эти процессы рудообразующая система включает все геологические и геодинамические факторы на всех масштабных уровнях, которые контролируют возникновение, развитие и сохранение рудных месторождений.

Выделению рудообразующих систем должны сопутствовать: (1) локальные исследования на известных месторождениях, включая изучение их геологического строения, типов горных пород, расположение потенциальных рудовмещающих структур, физико–химические процессы рудообразования; (2) исследования регионального масштаба, включающие изучение геодинамического контроля размещения рудных месторождений, физико–химических процессов в масштабе крупного геологического блока, определяющих формирование рудных месторождений; эволюции магм и других источников энергии и флюидов в масштабе рудообразующей системы.

ГЛАВНЫЕ РУДООБРАЗУЮЩИЕ СИСТЕМЫ - ИСТОЧНИКИ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

К стратегическим видам в мире в основном относят минеральное сырье, которое лежит в основе высоких технологий и имеет важнейшее значение для поступательного развития многих отраслей промышленности (Бортников и др., 2016).

В таблице приведена краткая характеристика 8 главных рудообразующих систем высокотехнологичных критических металлов России: расслоенных интрузивов основных пород (магматическая базитовая и ультрабазитовая);

скарно–во–порфировая и порфирово–эпитеpмальная; орогенная (в том числе связанная с интрузивами гранитоидов); связанная с щелочными гранитами; ультраосновных–щелочных пород и карбонатитов; колчеданно–вулканогенная и осадочно–вулканогенная; осадочных бассейнов; россыпей и кор выветривания. Расположение основных месторождений высокотехнологичных критических металлов на территории России показано на обзорной карте (рис. 2).

Для каждой рудообразующей системы характерны свои промышленные и минеральные типы месторождений, отличающиеся набором основных и важнейших попутных компонентов (в том числе и критических) и по технологическим свойствам руд.

БАЗА ДАННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ РУДОПРОЯВЛЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКИХ МЕТАЛЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

В ходе исследований подготовлена база данных месторождений и перспективных рудопроявлений стратегических металлов, состоящая из связанных между собой информационных блоков, характеризующих примеры минеральных месторождений, геологическую среду их размещения, интегральные модели, отражающие условия рудообразования и геодинамические обстановки развития рудообразующих систем.

На территории Российской Федерации выявлены более 18 000 рудных объектов разного ранга, от рудопроявления до крупных месторождений, среди которых насчитывается около 8 тысяч золоторудных объектов, медных – более тысячи, свинцово–цинковых – около 2 тысяч и редкометалльных – более тысячи. Кроме того, известны Pb–Zn месторождения и рудопроявления скарнового, связанного с карбонатитами и эпитеpмального в терригенных толщах типов – менее значимые для промышленности. При этом среди свинцово–цинковых месторождений миссисипский тип (MVT) насчитывает более 80, тип SEDEX – более ста, а колчеданный тип (VMS) – около двухсот объектов. На основе этой базы данных были составлены обзорные карты (Рис. 2 и 3).



Рис. 2. Основные месторождения стратегических высокотехнологичных металлов РФ. Крупными значками показаны крупные месторождения, мелкими – мелкие и средние.

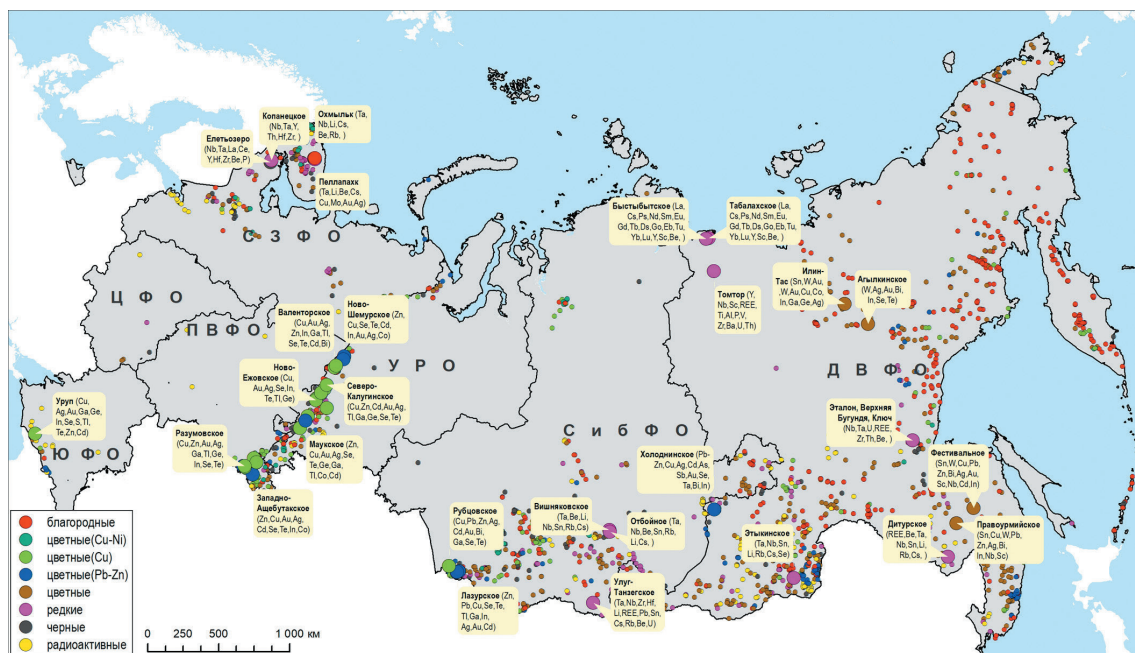


Рис. 3. Размещение комплексных месторождений стратегических металлов РФ. Крупными значками показаны наиболее комплексные месторождения, мелкими – остальные.

Месторождений, в рудах которых стратегические высокотехнологичные металлы являются основными и попутными компонентами, насчитывают менее тысячи двухсот, из них около двухсот – крупные (рис. 2). В этой выборке выделяется до 200 мелких и средних месторождений (рис. 3), руды которых отличаются повышенной комплексностью: в них в виде основных и попутных насчитывается более пяти компонентов, входящих в группу стратегических высокотехнологичных металлов.

Анализ базы данных показал, что наиболее комплексные руды характерны для следующих минеральных типов: редкоземельно–редкометалльный апогранитовый, щелочных метасоматитов, апатит–редкоземельно–редкометалльный, редкометалльный пегматитовый, касситерит–вольфрамитовый грейзеновый, медно–колчеданный в вулканогенно–осадочных, медно–цинково–колчеданный, колчеданно–полиметаллический в терригенных и вулканогенных породах и базитовый титаномагнетит–ильменит–ванадиевый. В химический состав руд месторождений перечисленных минеральных типов входят Ag, Al, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cs, Cu, Ga, Ge, Hf, Hg, In, La, Li, Nb, Rb, REE, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zr.

МЕТАЛЛОГЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ГИС АНАЛИЗА

Общая методология ГИС–анализа заключается в изучении пространственно–временной роли различной геодинамической природы блоков земной коры в локализации и времени образования металлоносных геологических формаций и связанных с ними месторождений полезных ископаемых. Для проведения ГИС–анализа применялись методические приемы, заложенные в аналитический аппарат ARCMAP, MAPINFO и других картографических математико–аналитических систем. Наиболее эффективными показали себя устоявшиеся методы выявления и оценки пространственных связей (растровой алгебры, нечеткой логики, вероятностного анализа и др.). Этапы прогнозирования и оценки крупных месторождений и перспективных рудопроявлений стратегических металлов показаны на рис. 4.

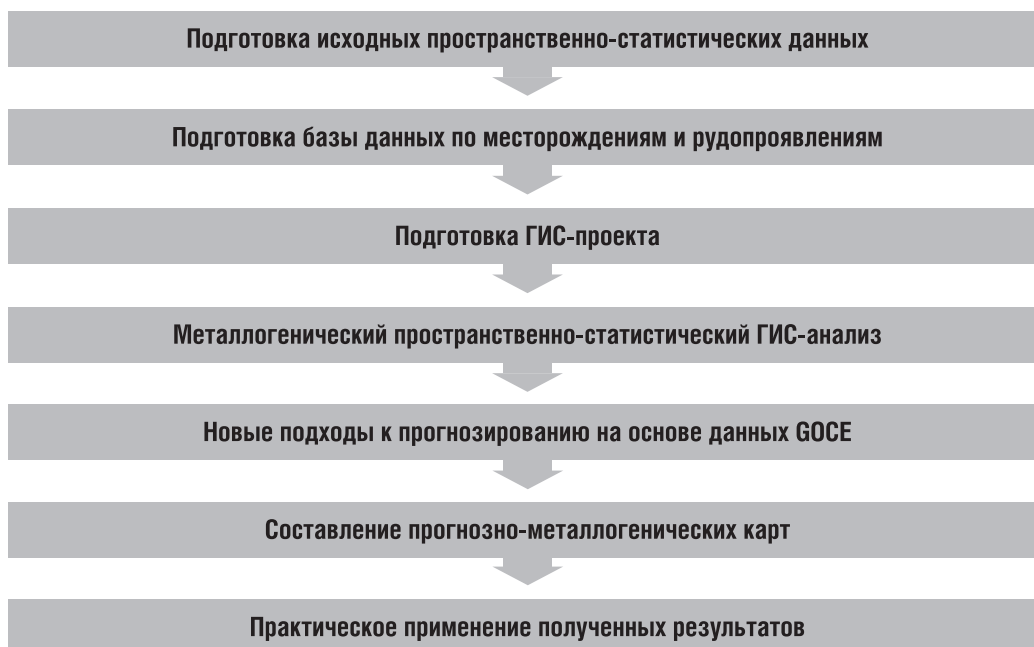


Рис. 4. Этапы прогнозирования и оценки крупных месторождений и перспективных рудопроявлений стратегических металлов.

Металлогенические исследования показали, что прогнозирование стратегических месторождений определяет комплекс признаков, включающий: (1) оценку потенциальной перспективности рудовмещающих геологических формаций на основе геодинамических обстановок их формирования, в том числе; (2) исследование глубинных структурных преобразований земной коры, определяющих региональные критерии выявления новых крупных месторождений стратегических металлов, в т.ч. и не выходящих на поверхность.

В связи с этим, пространственно-статистический ГИС-анализ включал:

- 1) анализ закономерностей размещения месторождений стратегических металлов в различных геологических формациях;
- 2) анализ возраста рудовмещающих формаций и геодинамических обстановок их образования;
- 3) выявление пространственно-временных связей рудных месторождений с различными свойствами земной коры: строением, вариацией мощности, неоднородностью границ между слоями коры, коры и верхней мантии и др.;
- 4) выделение потенциально перспективных геодинамических обстановок формирования руд и вмещающих толщ;
- 5) анализ позиции месторождений в различной по глубинному строению земной коре с выделением ее дислоцированных областей, потенциально перспективных на выявление новых рудных месторождений.

Кроме того, необходимо учитывать, что для выявления закономерностей пространственных связей требуется использовать данные не только для изучаемой площади, но и для ее обрамления. Поэтому пространственно-статистический анализ осуществлялся с охватом значительно большего пространства, а также всего северного полушария Земли.

На территории РФ выделены три базовые геодинамические обстановки размещения стратегических месторождений высокотехнологичных металлов: выступы древнего основания, пассивная континентальная окраина и островодужные комплексы активной окраины. Дальнейшее развитие представлений о региональных рудообразую-

щих системах предполагает выделение типовых областей – источников стратегических металлов, типовых геодинамических блоков земной коры, проницаемых для флюидов и магм.

Общая пространственная статистика показывает, что в пределах локальных зон утолщения коры размещается более 65% всех мировых месторождений и проявлений благородных, цветных, редких, черных и благородных металлов. В геофизической глобальной модели земной коры наиболее резкие локальные утолщения и утонения ее глубинных слоев проявлены в виде обособленных зон аномальной изменчивости (градиента) мощности средней и нижней коры (рис. 5).

Положение этих зон, в целом, соответствует коллизионным областям (Тетис, Урал, Байкало-Патом, Алданский щит, Таймыр, Приморье). По соотношению градиентных зон в размещения Pb-Zn-месторождений отмечается их отчетливая приуроченность к эпизонам над блоками наиболее изменчивой по мощности нижней коры (рис. 5). Колчеданное оруденение тяготеет при этом к областям с утоненной верхней корой. Таким образом, из пространственных соотношений размещения свинцово-цинковых месторождений и различия структуры вмещающих блоков коры вытекают основные глобальные закономерности размещения Pb-Zn месторождений.

Первое – это приуроченность MVT- и SEDEX-месторождений к флангам крупных осадочных бассейнов, сложенных платформенными и субплатформенными комплексами с устойчивыми признаками нефтегазоносности. Такие территории отмечаются на Северо-Востоке России, где, в частности, на флангах Вилюйской нефтегазоносной провинции размещаются недоизученное месторождение Менгенилер на севере и объекты Сарданского узла на юге.

Второе – высокая изменчивость мощности нижней коры, вследствие интенсивного развития разрывных нарушений и диапиризма. При этом, месторождения MVT-типа, часто совместно с объектами SEDEX-типа, тяготеют к верхней и осадочной коре, а руды VMS-типа, часто вместе с эксгальционными рудами (SEDEX) – над наиболее

изменчивыми по мощности участками нижней и средней коры. Расположение этих потенциально перспективных областей показано на рис. 6. Учитывая непрямой характер признака, следует рассматривать его лишь как косвенный инструмент для совместного использования с прямыми признаками (коренные проявления руд и геохимические аномалии).

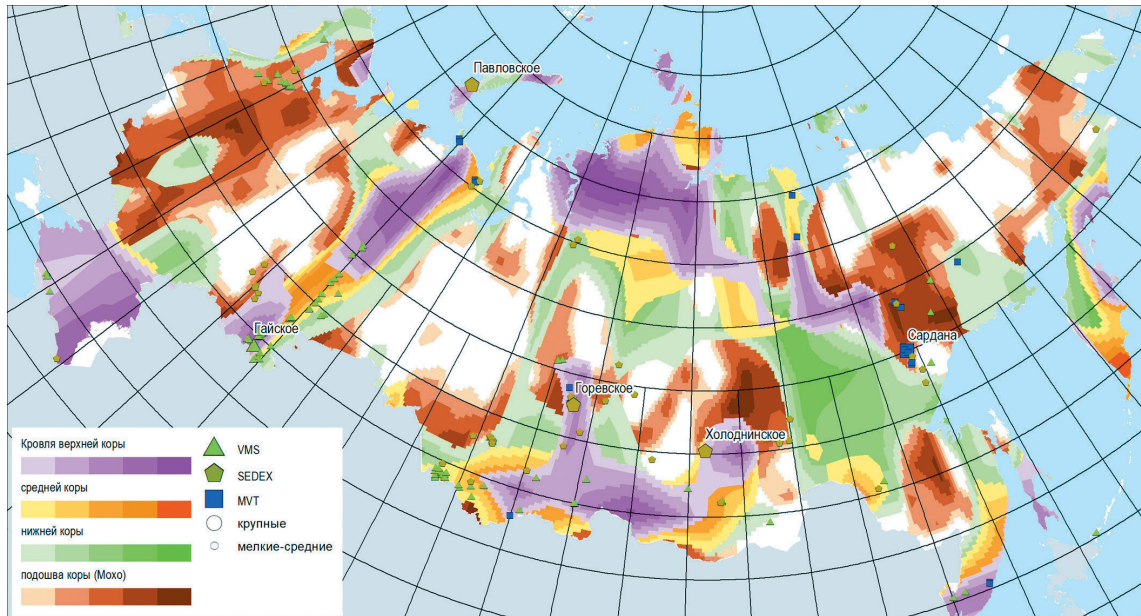


Рис. 5. Размещение Pb–Zn–месторождений MVT, SEDEX и VMS на фоне сочетаний дислоцированных областей коры по границам Мохо, Конрада (нижнего), ее среднего и верхнего слоев. Составлена на основе модели CRUST1.0

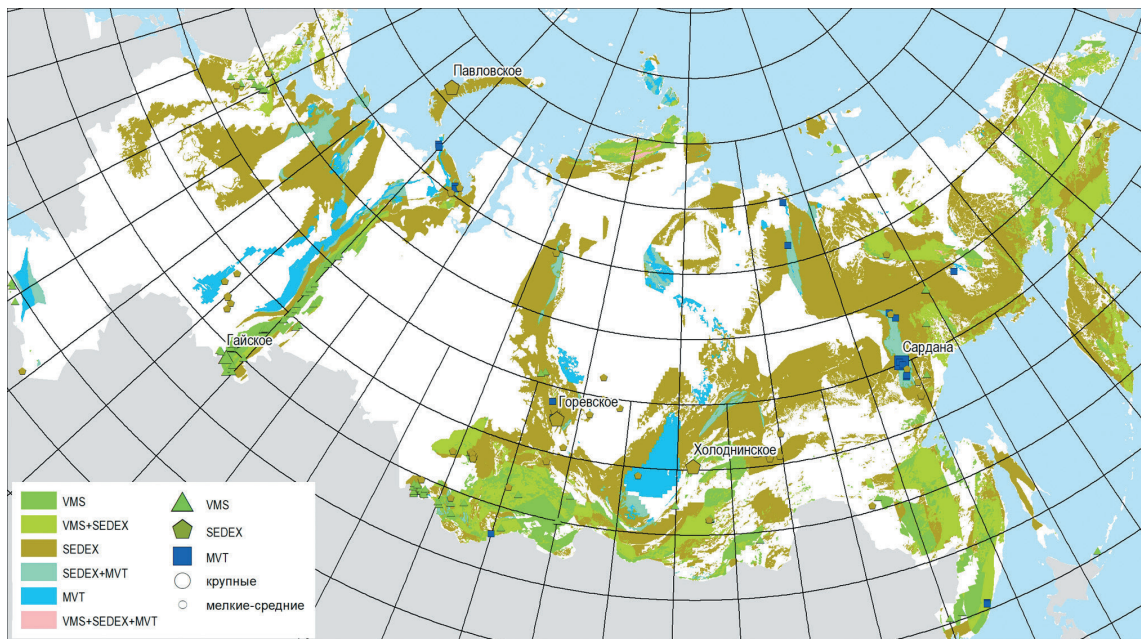


Рис. 5. Сводные признаки на выявление новых Pb–Zn–месторождений MVT, SEDEX и VMS.

Для ГИС-анализа пространственных соотношений геологической структуры и геодинамических обстановок формирования месторождений стратегических металлов России использованы результаты современных исследований литосферы на основе гравитационных данных, полученных космическим аппаратом GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer): глобальные карты глубины поверхности Мохо, мощности и строения осадочного чехла, модель CRUST1.0 (Волков и др., 2020). Модель CRUST1.0, унаследована из модели CRUST2.0 (Artemieva et al., 2012), мощности и строение осадочного чехла (Laske et al., 2013) – содержит данные о глубине Мохо, плотности трехслойного осадочного чехла, а также верхнего, среднего и нижнего слоев консолидированной коры. В данной публикации результаты ГИС-анализа на основе этой модели продемонстрированы на примере Pb–Zn-месторождений MVT, SEDEX и VMS типов (рис. 5).

Следующий этап в развитии представлений о перспективности и распространении региональных рудообразующих систем, состоит в выделении типовых областей, являющихся источниками стратегических металлов, типовых геодинамических блоков земной коры, являвшихся проницаемыми каналами для продвижения флюидов и магм. Комплексное изучение месторождений позволит решить проблему сырьевых источников большинства стратегических металлов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогнозные карты, созданные на основе развития концепции рудообразующих систем, пространственно-статистического ГИС-анализа, и создания глубинной геолого-геофизической модели земной коры – основной результат разработки новых подходов к прогнозированию металлогенических исследований последних лет – полезный инструмент для определения районов с высоким потенциалом размещения определенных рудообразующих систем, используют все знания и данные, доступные на территории проекта. Эти карты могут использоваться геологоразведочными и горнодобывающими компаниями, занимающимися поисками и оценкой месторождений стратегических и высокотехнологических металлов, для выбора

районов для выявления новых проектов или уточнения их поисковых площадей, а также ранжировать поисково-оценочные цели и выделить области с потенциалом для различных типов минерализации. Кроме того, они могут использоваться правительственными структурами для предоставления предконкурсных материалов для производственных геологоразведочных компаний, а также для принятия внутренних решений по недропользованию.

Различные цели будут влиять на детализацию и масштаб проводимых работ, а также на разрешение данных, необходимых для выполнения задачи. Однако в каждом из этих сценариев крайне важно убедиться, что результаты – статистически достоверные, геологически значимые и практически полезные. Если конечный пользователь – геологоразведочная компания, то карты, которые сокращают область поиска до небольшой цели, могут считаться приоритетными. Напротив, если результаты используются для определения перспективных областей, для поисков новых месторождений и для целей планирования недропользования, то на картах выделяются большие площади.

Выполненные исследования показывают, что помимо выделения перспективных на открытие новых месторождений площадей в пределах существующих рудных районов, дополнительные рудные районы без известной экономической минерализации также могут быть выделены как перспективные. Эти районы предоставляют новые возможности для получения новых данных с более высоким разрешением для дальнейшего анализа с целью направления геологоразведочных работ регионального масштаба. Разработка более удобных для отображения на прогнозно-металлогенических картах репрезентативных исходных данных должно стать основным организующим принципом будущих металлогенических исследований.

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (грант № 13.1902.21.008, соглашение 075–15–2020–802).

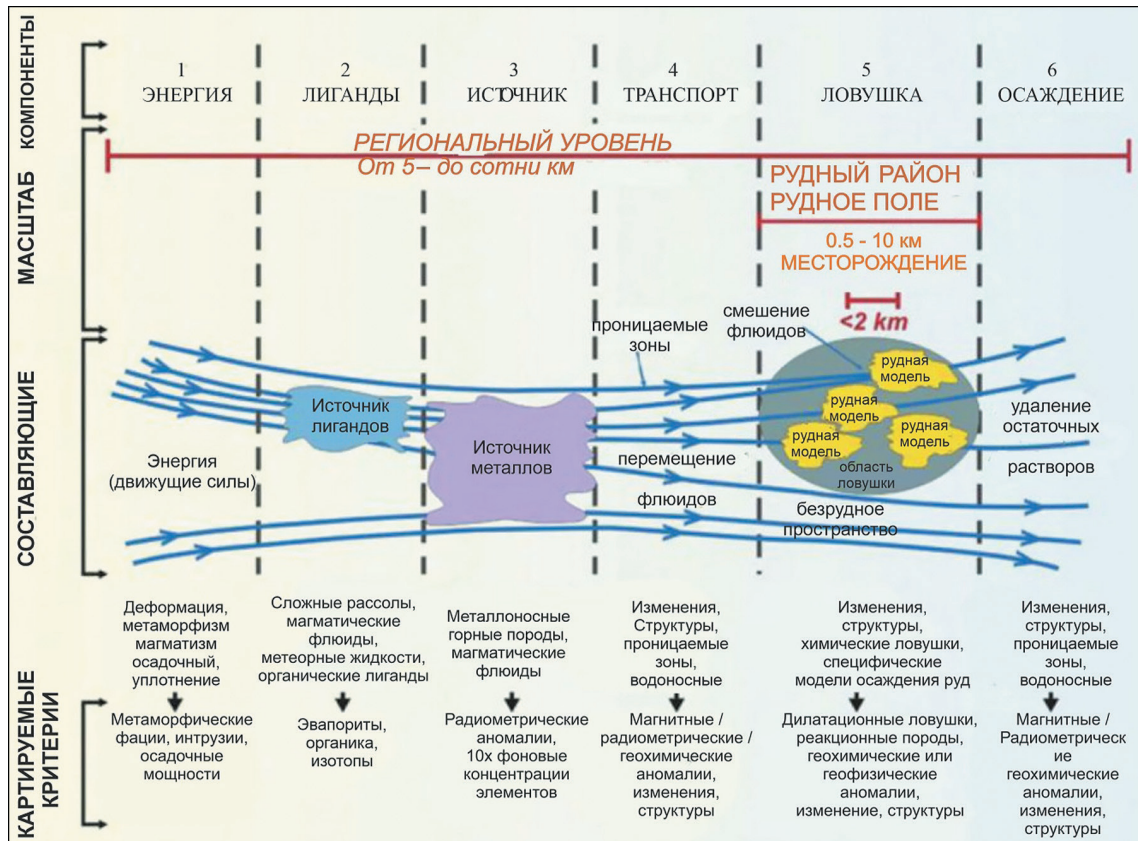


Рис. 1. Концепция рудообразующей (минеральной) системы, модифицировано из (Hagemann et al., 2000, 2016).

ЛИТЕРАТУРА

- Бортников Н.С., Волков А.В., Галямов А.Л., Викентьев И.В., Аристов В.В., Лаломов А.В., Мурашов К.Ю. Минеральные ресурсы высокотехнологичных металлов в России: состояние и перспективы развития // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 68. № 2. С. 97–119.
- Волков А.В., Галямов А.Л., Савчук Ю.С. Применение моделей глубинного строения земной коры и верхней мантии, созданных на основе гравитационных данных спутника GOCE, в металлогеническом анализе // Исследование Земли из космоса. 2020. № 4. С.41–50.
- Рундквист Д.В. Пульсационная гипотеза С.С. Смирнова в свете новых данных о процессах рудообразования // Проблемы региональной металлогении и эндогенного рудообразования. Л.: ВСЕГЕИ, 1968. С. 46–66.
- Artemieva, I.M., Meissner, R., 2012. Crustal thickness controlled by plate tectonics: a review of crust–mantle interaction processes illustrated by European examples. *Tectonophysics* 519, 3–34.
- Hagemann, S.G., Cassidy, K.F. Archean orogenic lode gold deposits, in *Gold in 2000 // Reviews in Economic Geology*. 2000. Vol.13. P. 9–68.
- Hagemann, S.G., Lisitsin, V.A., Huston, D.L. Mineral system analysis: Quo Vadis // *Ore Geology Reviews*. 2016. Vol. 76. P. 504–522.
- Joly, A., Porwal, A., McCuaig, T.C., Chudasama, B., Dentith, M.C., Aitken, A.R.A., Mineral systems approach applied to GIS-based 2D-prospecting modeling of geological regions: Insights from Western Australia // *Ore Geology Reviews*. 2015. Vol. 71. P. 673–702.
- Laske, G.; Masters, G.; Ma, Z.; Pasyanos, M.E. Update on CRUST1.0 – A 1-degree global model of Earth's crust. // *Geophys. Res. Abstr.* 2013, 15. EGU2013–2658.
- Pirajno, F. *Hydrothermal processes and mineral systems*. Springer, 2009, 1250 p.

А.Б. Вревский

Институт геологии и геохронологии докембрия РАН

**Д.В. РУНДКВИСТ – ДИРЕКТОР (1984-1990)
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И ГЕОХРОНОЛОГИИ
ДОКЕМБРИЯ АНСССР**

Этот небольшой очерк посвящен достаточно короткому шестилетнему, но очень значительному и яркому, периоду в жизни Дмитрия Васильевича Рундквиста и Института геологии и геохронологии докембрия (ИГГД АНСССР, ныне ИГГД РАН).

После кончины в 1983 году директора ИГГД К.О. Кратца, на некоторый период в Институте наступил административный вакуум, для заполнения которого был назначен и.о. директора Ф.П. Митрофанов, ученик и друг К.О. Кратца.

Естественно, большинство коллектива Института были уверены, что он и будет директором. Однако после затянувшейся паузы в высоких сферах академии было решено назначить на эту должность Дмитрия Васильевича Рундквиста – заместителя директора ВСЕГЕИ по научной работе.

Надо помнить, что в эти годы в стране еще только начиналась «перестройка» и многие научно–организационные вопросы решались с учетом «мнения» партийных органов разного ранга, а в Институте будущие демократические лидеры уже организовали бурное общее собрание сотрудников с принятием «решений» и письмами с требованиями типа –«хотим директора докембриста».

Понятно, что Дмитрий Васильевич в такой обстановке был встречен коллективом, мягко говоря, настороженно. Его, как представителя другой, условно, «министерской» системы, такая вольница на грани с анархией, замешанная на академическом снобизме, сильно «доставала», мешала все годы его работы в Институте, и стоила ему много нервной и эмоциональной энергии. Тогда и возникла в академической среде сентенция – «Рундквист и Сальери», очень точно и лапидарно отражающая ситуацию в коллективе.

Характерной иллюстрацией обстановки в Институте стала довольно сложная ситуация с назначени-

ем заместителя директора по научной работе, которая возникла после переезда Ф.П. Митрофанова в Кольский НЦ АНСССР, в качестве нового директора Геологического института. Это произошло, как образно выразился Дмитрий Васильевич, потому, что «два медведя не смогут ужиться в одной берлоге».

Естественное желание директора взять на освободившуюся должность своего, проверенного человека из ВСЕГЕИ встретило активное сопротивление «демократической» научной общественности, и Дмитрий Васильевич был вынужден назначить на эту должность сотрудника Института. Уже через много лет Дмитрий Васильевич сказал мне, что ни разу не пожалел об этом решении, чем я искренне горжусь.

Все эти административные и научно–организационные трудности Дмитрий Васильевич постепенно, без включения административного ресурса, успешно решал, убеждая коллектив в своих принципах организации научных исследований. Его мудрость как руководителя и ученого в полной мере проявилась в первые годы работы, когда он не стал что–то ломать в Институте, а совершенно естественным образом организовал лабораторию металлогении, куда привлек сотрудников Института, традиционно разрабатывающих проблемы тектонической типизации и эволюции докембрия континентов. Эти разработки были творчески оплодотворены металлогеническими исследованиями и поисками закономерностей распределения месторождений полезных ископаемых в тектонических структурах докембрия, что дало новый импульс металлогеническим исследованиям раннего докембрия.

Уже в 1985 году Дмитрий Васильевич инициировал создание и публикацию в 1988 году капитального труда «Докембрийская геология СССР» и в 1991 году ее английского перевода в 1993 году. Немного позже, в 1997 году, под руководством и непосредственном участии Дмитрия Васильевича, сотрудниками лаборатории металлогении была опубликована в издательстве Elsevier книга «Precambrian Ore deposits of the East Europe and Siberian Cratons», которую до сих пор цитируют зарубежные исследователи что, несомненно, способствовало повышению авторитета Института в международном геологическом сообществе.

В этих работах с одной стороны подводился итог изучения докембрия России и СССР в XX веке, а с другой – определялся ряд актуальных и нерешенных проблем ранней истории Земли и формулировались методы их решения. Одним из таких направлений, которое было рождено в ИГГД и с огромным энтузиазмом было поддержано Дмитрием Васильевичем, является изотопная геохимия и геохронология.

Благодаря энергии, настойчивости и авторитету Дмитрия Васильевича значительным и уникальным для времени «перестройки» событием стало приобретение в 1988 году первого в стране импортного масс–спектрометра Finnigan MAT 261 прямо с международной выставки в МЕХАНОБРе. Это дало импульс для освоения новых изотопных методов в нашей стране и вывело Институт в лидеры изотопной геохронологии страны. Надо заметить, что этот прибор до сих пор верой и правдой служит нашим исследованиям и стал своеобразным памятником эпохи Рундквиста в институте.

Огромный авторитет Дмитрия Васильевича как металлогениста позволили ему организовать в 1988 году в лаборатории металлогении разработку большого проекта – «Атлас металлогенической зональности докембрия Мира», который был предложен российской стороной на Генеральной Ассамблее Комиссии по геологической карте Мира при ЮНЕСКО в Париже в 1987 г. и одобрен как Международный проект, для выполнения которого удалось привлечь многих известных металлогенистов и докембристов Австралии, Канады, Китая, Индии и Скандинавских стран. Работы над этим проектом были нацелены на усовершенствование фундаментальных основ изучения металлогении и прогноза в регионах, сложенных докембрийскими комплексами.

Проведенные исследования раскрыли выдающиеся аналитические и организаторские способности, основанные на широчайшем научном кругозоре, личном обаянии и настойчивости Дмитрия Васильевича. Последнее обстоятельство, кстати, многих сильно доставало, но сотрудники готовы были простить и смириться с высокими требованиями Дмитрия Васильевича, видя его увлеченность и целенаправленность.

Работы над «Атласом» продолжались и в дальнейшем в рамках программы Президиума РАН «Электронная Земля», когда Д.В. Рундквист стал

директором ГГМ им. В.И. Вернадского и организовал работы с привлечением современных компьютерных технологий по ГИС оцифровке картографического материала атласа. Были подготовлены компьютерные макеты карт в масштабе 1:10000000 металлогенической зональности докембрия Сев. Евразии, Восточной Сибири, Австралии, Индии, Северной и Южной Америк.

Анализ на этой основе закономерностей размещения минеральных ресурсов в докембрийских комплексах протоматериков Лавразии и Гондваны показал, что в целом литосфера докембрийских структур протоматериков Гондваны значительно более насыщена металлами по сравнению с докембрийской литосферой протоматериков Лавразии, что, вероятно, связано с неоднородностью первичного распределения металлов в ранней континентальной коре и протовеществе Земли в догеологический этап ее развития как планеты.

Постепенно «притирка» коллектива Института и Дмитрия Васильевича, главным образом, благодаря его тактичному администрированию, научным талантам и человеческим качествам питерского потомственного интеллигента, в Институте все более или менее «устаканилось». Надо отдать должное разнородному коллективу и Ученому совету Института, которые единогласно выдвинули Дмитрия Васильевича в 1984 году в члены–корреспонденты, а в 1990 году – в академики СССР, признав тем самым его научные и научно–организаторские таланты и заслуги. Следует отметить, что столь стремительный взлет Дмитрия Васильевича по академической лестнице его совершенно не изменил, он не «забронзовел», с ним так же было просто, как и раньше общаться по научным и научно–организационным вопросам. Настоящий потомственный «питерский» интеллигент–интеллектуал Дмитрий Васильевич всегда был честен и отзывчив в решении не простых жизненных ситуаций, за что многие из нас с благодарностью будут его помнить.

Дмитрий Васильевич никогда не терял связи с нашим Институтом и все годы его работы академиком–секретарем ОГГН АН СССР и директором Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН он оставался организатором, неформальным лидером и вдохновителем исследований металлогении докембрийских комплексов в ИГГД РАН, к которому у него сохранились теплые чувства на долгие годы.

**НАУЧНЫЕ И НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ
ГОСУДАРСТВЕННОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО РАН
В 2023 Г.**

НАИМЕНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ
Ежеквартальный выпуск молодежного научно - популярного журнала Горная промышленность «Юниор»	январь–декабрь 2023 г.
Ежеквартальный выпуск научного журнала «VM–Novitates. Новости из геологического музея им. В.И. Вернадского»	январь–декабрь 2023 г.
Телемост–лекции видных ученых РАН и деятелей науки (подготовка и проведение (1 раз в месяц) Телемостов для слушателей ВУЗОВ РФ и стран ближнего зарубежья и молодых специалистов предприятий МСК РФ)	март–май 2023 г. сентябрь–ноябрь 2023 г.
Всероссийский научно–просветительский конкурс «Богатство недр моей страны 2023»	20 апреля 2023 г.
Серия чтений «Легенды геологии». Чтения вторые. 160 лет Владимира Ивановича Вернадскому	27 апреля 2023 г.
Серия чтений «Легенды геологии». Чтения третьи. Памяти Юрия Николаевича Малышева	октябрь 2023 г.
Концерт «Окончание полевого сезона»	октябрь 2023 г.
Научно–практическая конференция «Первые шаги в науку в системе непрерывного образования молодежи в области геологии и природопользования»	16 ноября 2023 г.
Всероссийский научно–просветительский проект «Дети – детям 2023»	23 ноября 2023 г.

Отделение наук о Земле РАН
Федеральное агентство по недропользованию Российской Федерации
Российское геологическое общество
Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН

ПОЛОЖЕНИЕ О ЧТЕНИЯХ «ЛЕГЕНДЫ ГЕОЛОГИИ»

Чтения «Легенды геологии» (далее – «Чтения») представляет собой серию научных и научно–просветительских мероприятий, посвященных выдающимся геологам, и отдают дань ученым и практикам горно–геологического направления, внесшим значительный вклад в развитие отечественной и мировой геологии (далее – «эпонимы»).

Организаторы Чтений: Отделение наук о Земле РАН, Федеральное агентство по недропользованию Российской Федерации, Российское геологическое общество, Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН.

Мероприятия Чтений проводятся не реже двух раз в год на базе Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН. Отдельное мероприятие состоит из конференции и вечера памяти, и посвящается эпониму, достижения которого определяют тематику конференции.

Конференция представляет собой пленарное заседание с заказными докладами, посвященными научному наследию эпонима мероприятия. В некоторых случаях, по решению Программного комитета в конференцию может быть включено открытое заседание с докладами, соответствующими тематике конференции и одобренными Программным комитетом Чтений.

Управление Чтениями осуществляется Программным и Организационным комитетами. Презентации докладов публикуются на портале GeologyScience, а доклады – в журнале VM–Novitates и Горная промышленность.

Программный комитет Чтений собирает информацию о выдающихся геологах, определяет названия мероприятий, а для каждого отдельного мероприятия формирует перечни заказных докладов, и отбирает доклады для открытого заседания, из заявленных докладов.

Состав Программного комитета:

Бортников Н.С. – академик РАН, академик–секретарь ОНЗ РАН
Петров Е.И. – руководитель Федерального агентства по недропользованию РФ
Литвиненко В.С. – д.т.н., ректор СПбГУ
Машковцев Г.А. – д.г.–м.н., президент Российского геологического общества
Бондур В.Г. – академик РАН, научный руководитель ФГБУН «Аэрокосмос»
Черкасов С.В. – д.т.н., директор ГГМ РАН

Организационный комитет Чтений обеспечивает финансирование мероприятий, осуществляет сбор заявок на доклады, формирует программы Чтений и отдельных мероприятий, организует регистрацию участников, готовит к публикации презентации, доклады, и материалы для сетевых ресурсов. Состав Организационного комитета определяется Государственным геологическим музеем им. В.И. Вернадского РАН и согласовывается с Программным комитетом.

Состав Организационного комитета:

Барях А.А. – академик РАН, директор ПФИЦ УрО РАН
Захаров В.Н. – академик РАН, директор ИПКОН РАН
Клишин В.И. – член–корреспондент РАН, директор ИУ ФИЦ УУХ СО РАН
Милетенко Н.В. – д.г.–м.н., ученый секретарь НТС Министерства природных ресурсов РФ
Нигматулин Р.И. – академик РАН, научный руководитель ИО РАН
Панов Ю.П. – к.т.н., ректор МГРИ–РГГРУ
Титова А.В. – д.т.н., заместитель директора ГГМ РАН

Секретариат

Змеева Е.А. – зав. отделом ГГМ РАН, технический секретарь оргкомитета
Качанов Е.В. – зав. отделом сопровождения программ и мероприятий ГГМ РАН

Расписание Чтений на 2023 г.:

Чтения первые. Памяти Дмитрия Васильевича Рундквиста – 02 марта 2023 г.
Чтения вторые. 160–летие Владимира Ивановича Вернадского – 27 апреля 2023 г.
Чтения третьи. Памяти Юрия Николаевича Малышева – октябрь 2023 г.



НА МОХОВОЙ Минералы

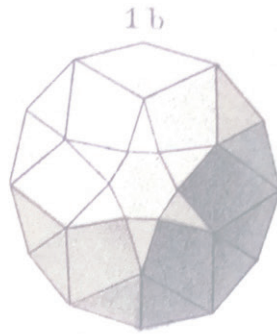


Сувенирный магазин Геологического музея им. В.И. Вернадского «Минералы на Моховой» приглашает Вас в удивительный мир минералов и горных пород. Здесь вы найдете множество минералов (более 500 минеральных видов) из различных месторождений (более 200) России и мира. Есть что выбрать и начинающим коллекционерам, и опытным знатокам. У нас можно приобрести и коллекции минералов. Найдут для себя интересные любители палеонтологии. Имеется большой выбор сувениров из камня, товаров для творчества, книги по минералогии и геологии. Особое место занимают картины и миниатюры, выполненные в технике «флорентийская мозаика». Мы предлагаем также различные принадлежности для коллекционирования, хранения и изучения минералов. По всем вопросам вы получите подробные консультации наших специалистов и экспертов. В нашем магазине каждый сможет подобрать необычный сувенир и оригинальный подарок для себя, своих друзей и близких на все случаи жизни.



г. Москва, ул. Моховая, д.11 стр. 11
тел. 8(495) 692-81-45,
8(985) 997-01-44
shop@sgm.ru





Геммолого-минералогическая лаборатория

Государственного Геологического музея им. В.И. Вернадского

проводит экспертизу ювелирных камней в том числе в ювелирных изделиях.

В задачи экспертизы входят: диагностика ювелирных камней, выявление их природного происхождения, определение наличия облагораживания.

Также мы производим оценку качественных характеристик драгоценных камней, таких как цвет и чистота, по системам Российских стандартов или по системе Геммологического института Америки.

Диагностика камней производится как стандартными геммологическими методами, так и с привлечением дополнительных исследований современными методами, такими как инфракрасная спектроскопия, Рамановская спектроскопия, оптическая спектроскопия, рентгеноструктурный анализ и др.

Основным преимуществом нашей лаборатории является то, что все работы производятся в присутствии Заказчика.

Результат экспертизы может быть представлен в виде устной консультации, либо выдается в виде экспертного заключения.



Консультации проводятся в помещении лаборатории по предварительной записи по тел: (985) 025-19-71.

Часы работы лаборатории: вторник и четверг с 11.00 до 17.00.

VM-Novitates

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

NV - Novitates

Новости из Геологического музея
им. В.И. Вернадского РАН

Свидетельство о регистрации СМИ № 017367 от 31.03.98

Главный редактор: Н.А. Горячев
Редактор выпуска: З.А. Бессуднова
Рецензенты: А.В. Титова, С.В. Черкасов
Оригинал-макет, дизайн, компьютерная верстка: Е.С. Черкасова

Подписано в печать 10.04.2023 г.
Тираж 50 экземпляров. Заказ № 3

Отпечатано в ООО "Диверпринт"
Адрес: Москва, Ленинградское ш., 98, к. 3

Издатель:

Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского
125009, Москва, Моховая 11, стр. 11

ISSN 1029-7812

VM-Novitates



г.Москва, ул.Моховая, д. 11, стр.11
М «Охотный ряд»
тел.: +7 495 692 09 43
www.sgm.ru