Решение

IX Всероссийского симпозиума «Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий» и XVI Всероссийских чтений памяти акад. А.Е. Ферсмана «Рациональное природопользование», «Современное минералообразование» прошедших 26 августа – 2 сентября 2023 г.

**Вводная часть**

Очередной IX Всероссийский симпозиум «Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий» и XVI Всероссийские чтения памяти акад. А.Е. Ферсмана «Рациональное природопользование» и «Современное минералообразование» являются традиционным научным мероприятием, проводимым с 2006 года Институтом природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Читинским отделением Российского минералогического общества и Комиссией по современному минералообразованию, а также Лабораторией минералогии и геохимии ландшафта, функционирующей на общественных началах, созданной совместным решением ученых советов ИПРЭК СО РАН и Забайкальского государственного университета в 2001 году. В текущем году они посвящены 300-летию Российской академии наук и 300-летию открытия месторождения самоцветов и цветных и редких металлов Шерловая Гора в Юго-Восточном Забайкалье.

В работе симпозиума и Чтениях приняло участие 66 ученых и специалистов из Санкт-Петербурга, Выборга, Воронежа, Черноголовки, Москвы, Новосибирска, Томска, Иркутска, Улан-Удэ, Читы, Мирного (Якутия), Благовещенска и Магадана, представляющих институты РАН, ВУЗы, производственные организации, органы государственной власти. Представлено, обсуждено и публиковано 37 докладов по взаимосвязанным проблемам условий локализации, закономерностям размещения и процессам образования месторождений полезных ископаемых, а также связанных с ними проблемам минералогии и геохимии природно-антропогенного ландшафта, биогеохимии, геоэкологии, рационального природопользования, истории науки и научного туризма.

Поскольку базовой научной геологической отраслью, определяющей саму необходимость и вероятность освоения месторождений полезных ископаемых, является геология и минералогия рудных месторождений, одним из важных и основополагающих направлений работы симпозиума стали вопросы закономерностей размещения и условий образования рудных месторождений, а также их минералого-геохимических особенностей, определяющих вероятность концентрирования в ландшафте экологически важных химических элементов. Тематика Симпозиума и Чтений относится к приоритетным направлениям науки, определенным Правительством РФ.

Ниже перечислены основные научные направления работы Симпозиума и Чтений.

1. Геология, закономерности размещения и процессы образования рудных месторождений.

2. Коры выветривания и зона окисления в ландшафтах горнорудных территорий.

3. Минералого-геохимические процессы в природных и антропогенных ландшафтах. Современное минералообразование.

4. Биогеохимия природных ландшафтов и зоны геотехногенеза.

5. Рациональное природопользование.

6. Вклад Российской академии наук в познание природы Сибири и Забайкалья.

7. Научный туризм.

**Результаты обсуждения**

1) В докладах, представленных на Симпозиум и Чтения, рассмотрены и обсуждены различные аспекты проблем состояния изученности, условий и процессов формирования, закономерностей размещения и минералогии месторождений грейзеновой формации и самоцветов, в том числе, алмазов, а также месторождений золота, цветных металлов, кварцевого и других видов минерального сырья как на Сибирской платформе, так и в пределах Монголо-Охотского орогенного пояса, минералогии и геохимии природных и антропогенных ландшафтов в полях развития рудных месторождений и геосистем, формирующихся в процессе и результате их разработки. В таком аспекте дан анализ состояния изученности месторождений Шерловогоской рудномагматической и горнопромышленной геосистемы в целом за 300 лет с момента открытия и в процессе освоения. Получила дальнейшее развитие концепция геммологической минерагении на примере Монголо-Охотской камнесамоцветной провинции.

2) Одной из важных проблем, обсужденных на Симпозиуме, является классификация орогенных месторождений золота, основанная на геодинамике их позиции и связанном с нею минералогенезе. Показано, что орогенные месторождения золота объединяют в своем содержании пять геодинамических типов с различной минералого-геохимической и металлогенической нагрузкой, обусловленной разнообразием геодинамических обстановок формирования руд.

3) Получены новые данные по геологии, минералогии и условиям образования месторождений золота, алмазов, полиметаллических руд, а также о химическом составе и свойствах жильного кварца и халцедона.

4) В рамках XVI Чтений памяти акад. А.Е. Ферсмана рассмотрены вопросы современного гипергенного минералообразования в геотехногенных ландшафтах, проблемы природных и техногенных геохимических барьеров. Полнее, чем обычно, рассмотрены вопросы экспериментального и физико-химического моделирования процессов образования минеральных ассоциаций и руд в гипергенных и гипогенных условиях. На основе экспериментов рассмотрены возможные перемещения химических элементов в процессе метаморфизма руд и горных пород с образованием рудных тел в пределах крупнейшего полиметаллического месторождения Озерное в Республике Бурятия

5) В ландшафтах геосистем горнорудных районов рассматриваются биогеохимические потоки химических элементов в природно-техногенной цепи: горные породы (руды) →коры выветривания (зоны окисления) →почвы (рыхлые отложения отходов обогащения и переработки руд в хвостохранилищах и на почве) →растительная биота. Наиболее ярко они продемонстрированы на примере Джидинской горнопромышленной геосистемы, сформировавшейся в результате функционирования крупнейшего молибден-вольфрамового ГОКа в Республике Бурятия.

В растительных сообществах раздельно рассмотрено поведение химических элементов в подземных и наземных органах, а также в системе: корни →стебли→листья→семена. В результате, на основе анализа величин коэффициента биологического поглощения определенных химических элементов растениями, подтвержден фундаментальный вывод о том, максимальные содержания химических элементов содержатся в корневых системах, непосредственно контактирующих с почвами и отходами горного производства, и в листьях, где происходит фотосинтез, а минимальные – в стеблях, выполняющих транспортные функции, и несоизмеримо малы в семенах, что обусловлено действием еще не познанного биохимического барьера, обеспечивающего сохранение чистоты вида в потомках. Другой важный вывод, полученный в результате изучения коэффициента биологического поглощения химических элементов растениями, заключается в том, что все они по особенностям корневых систем подразделяются на две группы: барьерные и безбарьерные относительно определенных химических элементов. Особенностью проведенного симпозиума является рассмотрение зависимости состава органов человека от геохимии ландшафта обитания на примере Забайкальского края.

6) В разделе рациональное природопльзование рассмотрены принципиальные подходы к решению задачи извлечения полезных компонентов, в том числе ценнейших скандия и индия, из лежалых хвостов обогатительной фабрики Шерловогоского ГОКа на основе использования физико-химической геотехнологии, в основе которой – знания о минеральном составе отходов горного производства. Показана также возможность использования искусственных геохимических барьеров для очистки минерализованных вод, циркулирующих в Джидинской горнопромышленной геосистеме в Республике Бурятия и извлечения полезных компонентов из них. Один из важных практических выводов относительно барьерности-безбарьерности корневых систем растений заключается в том, что растения с высокой их барьерностью можно использовать для биологической рекультивации отходов горного производства.

7) В материалах, представленных на Симпозиум и Чтения, отражены новые данные об использовании эффузивов и роговиков по ним в качестве нетрадиционного минерального сырья в индустриях палеолита Титовской Сопки в окрестностях Читы, изучение которых выполнено в развитие технологической археоминерагении, представляющей собой новое направление в археологии, как знания древнего человека о минеральном сырье и умения адаптировать технологию изготовления из него каменных орудий.

8) Впервые в программу мероприятия включены проблемы памятников природы как способа создания условий для сохранности гео- и биоразнообразия в природных ландшафтах и горнопромышленных геосистемах, а также научного туризма как важнейшего метода научного просвещения.

**О некоторых проблемах состояния минералого-геохимических исследований**

1). Выявлена трудность сопоставления результатов анализов для получения достоверных сравнительных биогеохимических данных в связи с использованием различных методов подготовки проб к анализу и аналитических методов с разными значениями пределов обнаружения ряда химических элементов и ошибок. Поэтому следует заказывать выполнение анализов только в аттестованные лаборатории.

2). При изучении результатов экспериментов, а также изучения мелких классов почв и прочих рыхлых отложений для диагностики минеральных фаз почти не применяются проверенные столетним опытом иммерсионные микроскопические методы с измерением показателей преломления с использованием поляризационных микроскопов, которые всегда давали однозначные результаты и лишь в отдельных случаях требовали подтверждения рентгено-структурным анализом. Этот подход заменен электронно-зондовым методам определения химического состава минералов, позволяющий выявлять и изучать состав и строение мелких индивидов, недоступных световым микроскопам, а также освобождающий от отбора монофракций минералов. Положительным является и то, что чистота отбора монофракций не всегда возможна и часто она не достижима. Но этот современный метод, как известно, не лишен известных недостатков. Прежде всего это относится к невозможности определения количества водорода, гелия, лития, бериллия, а также углерода в связи с необходимостью напыления поверхности аншлифов и шлифов углеродом. Более того, нередко вследствие воздействия пучка электронов на матрицу минерала, содержащего изучаемое зерно в спектре вторичного рентгеновского излучения появляются спектры минерала-хозяина и не всегда удается надежно исключить примеси, не входящие в состав анализируемого зерна. Кроме того, определенные трудности возникают при анализе и диагностике полиморфных модификаций, таких, как сфалерит и вюртцит, аргентит и акантит, пирит и марказит и других.

3). К сожалению, абсолютное большинство молодых и среднего возраста геологов, изучающих месторождения полезных ископаемых, отходы горного производства и почв, не владеют этими надежными методами. Поэтому они должны оставаться обязательной частью программы обучения студентов геологических специальностей. Если до первой половины 1990-х в геологоразведочных организациях и отраслевых институтах Министерства геологии СССР изучение минерального состава руд и других минеральных тел выполняли минералогические лаборатории, то последние четверть века после ликвидации этих структур, изучение минералогии в необходимом объеме стало проблемным. Поэтому необходимо использование рационального комплекса методов минералогических исследований.

**О чистоте используемых терминов**

1). В современной геологической литературе, в том числе и части прозвучавших докладов для обозначения ассоциаций химических элементов используется термин «полиметаллы», что в принципе неверно, так как таковых просто нет. Это не научный термин, а разговорный жаргон. Правомерно использование словосочетаний «полиметаллические руды» и «полиметаллические месторождения».

2). В ходу у экологов и части геохимиков, изучающих вероятность экологической опасности тех или иных элементов, Используется словосочетание «тяжелые металлы», в число которых вносят бериллий, другие легкие металлы, а также мышьяк и сурьму, которые, строго говоря металлами не являются. Поэтому это словосочетание следует изъять из научной литературы.

3). В некоторых докладах неправомерно используется словосочетание «типоморфные элементы» вместо типичные или типохимические. Сам термин типоморфизм, как известно, был введен в науку Ф. Бекке в 1903 году, а позже им и Грубенманом и Ниггли явление типоморфизма и типоморфные минералы использовались для определения метаморфических фаций. Впоследствии А.Е. Ферсман создал основы учения о типоморфизме минералов в классическом труде «Пегматиты». Он отмечал, что типоморфизм выражается « … в химическом составе, в окраске, в содержании изоморфных подмесей, в кристаллическом облике или полиморфной модификации, точнее, во всем комплексе морфологических особенностей». В настоящее время типические для данного минерала и отличительные для разных условий состава определенного минерального вида принято называть типохимизмом. Поэтому при выявлении типических и отличительных для химического состава воды следует применять словосочетание «типохимические элементы», а точнее – «типохимические химические элементы».

**Заключение**

1). В результате обсуждения широкого кругам проблем выявлены некоторые негативные особенности состояния минералого-геохимической науки в России, связанные с отсутствием у Правительства РФ понимания необходимости воссоздания разрушенной в начале 1990-х геологической отрасли и важности минералогии, как основы знаний о недрах и планете Земля в целом.

2). Определено, что в Законе о недрах РФ до сих пор не отражено пожелание большинства недропользователей о необходимости введения в него нормы о праве инвестора, претендуещего на разработку и рекультивацию отходов горного производства, принимать решение о целесообразности проведения геологоразведочных работ, поскольку он вкладывает средства на свой страх и риск.

3). Проведенные дискуссии и обсуждение основных положений, изложенных в представленных докладах, показали целесообразность рассмотрения проблем минерагении, как науки о месторождениях полезных ископаемых, в широком понимании этого направления. По своей сути они являются основополагающей составной частью геосистем горнопромышленных территорий, включающих также и природно-антропогенные и геотехногенные ландшафты, изучение минералогии и геохимии которых с целью познания процессов миграции и концентрирования в них химических элементов, обусловливающих современное гипергенное минералообразование, представляется весьма важным. Изучение этих процессов вытекает из необходимости познания природных ресурсов и определения влияния их освоения экологическое состояние природой окружающей среды, включая воды, почвы и биоту, включая человека.

4). Выработаны новые подходы к пониманию формирования и функционирования природных и природно-антропогенных геосистем, являющихся основой для выводов о взаимодействии социума и геологической среды, на основе которых должны быть выработаны управленческие решения для рационального природопользования и добычи ценнейшего стратегического сырья из отходов горного производства.

5). Подтверждена важность, целесообразность и плодотворность проведения и впредь сочетания «Симпозиума минералогия и геохимия ландшафта» с Чтениями памяти акад. А.Е Ферсмана, на которых происходит интеграция знаний о минералого-геохимических геосистемах горнопромышленных территорий. Предлагается провести следующие Симпозиум и Чтения в 2025 году с привлечением в качестве организаторов Читинское (г. Чита), Бурятское (г. Улан-Удэ) и Восточно-Сибирское (г. Иркутск) отделения, также комиссии по Современному минералообразованию и Камнесамоцветному сырью и геммолоиги Российского минералогического общества и учреждения науки и образования Читы, Улан-Удэ и Иркутска.

Оргкомитет