УТВЕРЖДАЮ:
Директор ФГУП ЦНИГРИ

Иванов Анатолий Иннокентьевич
«10» марта 2017 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного унитарного предприятия
«Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов»

Диссертация «Генетические модели и критерии прогноза золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах» выполнена в отделе минералогии и изотопной геохимии Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГУП ЦНИГРИ).

В период подготовки диссертации соискатель Кряжев Сергей Гаврилович работал в Федеральном государственном унитарном предприятии «Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов» в должности заведующего отделом.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Геолого-генетические особенности и изотопно-геохимический режим формирования месторождения Мурунтау» защитил в 2000 году, в диссертационном совете, созданном на базе Центрального научно-исследовательского геологоразведочного института цветных и благородных металлов.

По итогам обсуждения диссертации «Генетические модели и критерии прогноза золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах»» принято следующее заключение:

Личное участие автора в получении результатов, изложенных в диссертации. Лично автором осуществлялась постановка цели и задач, специализированное минералогическое картирование горных выработок и керна скважин с отбором минералого-геохимических проб, выполнение изотопных масс-спектрометрических анализов серы, углерода и кислорода, исследование и микротермометрический анализ индивидуальных флюидных включений, разработка методики и проведение валового анализа флюидных включений, интерпретация всех полученных результатов и формулировка выводов.

Степень достоверности результатов проведенных исследований. Достоверность результатов обеспечивается большим объемом согласующихся фактических данных, полученных при исследовании эталонных месторождений четырех золотоносных провинций комплексом минералого-геохимических, изотопно-геохимических и термобарогеохимических методов. Массив использованной аналитической информации включает более 1 тыс. изотопных определений, свыше 1 тыс. микротермометрических измерений, 180 анализов состава включений. Изучено более 500 шлифов и аншлифов.

Научная новизна. Впервые для ряда крупных месторождений четырех золоторудных провинций на целенаправленно подобранном и представительном каменном материале получены и систематизированы данные по геохимии изотопов серы, углерода, кислорода, свинца, гелия и аргона, а также по составу и свойствам флюидных включений. В результате обоснованы генетические модели конкретных рудных объектов, которые служат эталонами при разработке теории рудообразования в углеродисто-терригенных комплексах и являются предметом острых дискуссий – Мурунтау, Сухой Лог, Кумтор, Олимпиадинское и др. Установлены основные источники рудного вещества и рудоносных флюидов, уточнена роль процессов осадконакопления, метаморфизма и магматизма в рудообразовании. Получены доказательства того, что крупные и сверхкрупные золоторудные месторождения в углеродисто-терригенных комплексах не обязательно имеют полигенно-полихронную природу, они могут быть как метаморфизованными эксгаляционно-осадочными (SEDEX), так и плутоногенно-гидротермальными (Intrusion related). При этом выявлены свидетельства пространственного совмещения центров эндогенной активности конседиментационного и коллизионного этапов в крупных рудных полях, что объясняет неоднозначность взаимоотношений разновозрастной минерализации при ее различном вкладе в золотоносность руд. На природных объектах получены экспериментальные доказательства ведущей роли гидросульфидных комплексов в транспорте золота. Предложена модель массопереноса в гетерогенной минералообразующей среде с участием углекислотно-метановой фазы, объясняющая различную подвижность химических элементов во флюидных системах и механизм сосредоточенной инфильтрации золотоносных растворов в условиях глубинного гидродинамического режима.

Практическая значимость заключается в возможности расширении прогнозно-поискового комплекса путем включения эффективных изотопно-геохимических и термобарогеохимических критериев, обеспечивающих выявление и оконтуривание потенциальных рудных полей уже на ранних стадиях геологоразведочных работ, а также

позволяющих проводить разбраковку известных рудопроявлений и геохимических аномалий на основе комплекса количественных показателей.

Наличие в диссертации ссылок на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов, отметок об использовании результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве.

Использованные Кряжевым Сергеем Гавриловичем в диссертации материалы оформлены надлежащим образом, пронумерованными ссылками и их раскрытием в списке литературы.

Использованные Кряжевым Сергеем Гавриловичем в диссертации результаты научных работ, выполненные им лично и (или) в соавторстве, имеют соответствующие отметки.

Специальность и отрасль науки, которой соответствует диссертация. Диссертация Кряжева Сергея Гавриловича «Генетические модели и критерии прогноза золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах» соответствует паспорту специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения» отрасли геолого-минералогические науки, а именно его пунктам: п.1 – условия образования месторождений твердых полезных ископаемых; п. 4 - прогнозирование, поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основное содержание диссертационной работы отражено в 60 работах:

Статьи в рецензируемых журналах, входящих в Перечень ВАК

1. Русинов В.Л., Русинова О.В., **Кряжев С.Г.**, Щегольков Ю.В., Альшева Э.И., Борисовский С. Е. Околорудный метасоматизм терригенных углеродистых пород в Ленском золоторудном районе // Геология рудных месторождений. 2008. Т.50. №1. С.1-44.

2. Гаврилов А.М., **Кряжев С.Г.** Минералого-геохимические особенности руд месторождения Сухой Лог // Разведка и охрана недр. 2008. № 8. С.3-16

3. **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И., Гриненко В.А. Особенности флюидного режима формирования золоторудного месторождения Сухой Лог по изотопно-геохимическим данным // Геохимия. 2009. №10. С.1-9.

4. **Кряжев С.Г.**, Прокофьев В.Ю., Васюта Ю.В. Использование метода ICP MS при анализе состава рудообразующих флюидов гидротермальных рудных месторождений // Вестник Московского университета. Серия 4. Геология. №4. 2006. С.30-36.

5. Аристов В.В., Константинов М.М., **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И. Генетические особенности месторождений золота и серебра Западного Верхоянья по термобарометрическим и изотопным данным // Геохимия. 2008. №3. С.347-352

6. **Кряжев С.Г.** Современные проблемы теории и практики термобарогеохимии // Руды и металлы. 2010. №2. С.38-45

7. **Кряжев С.Г.** Минералого-геохимические методы поисков стратоидных золоторудных месторождений // Руды и металлы. 2010. №1. С.74-81.

8. Константинов М.М., **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И. Особенности рудообразующей системы Зодского золото-теллуридного месторождения (Армения) по изотопно-геохимическим данным // Геохимия. 2010. №9. С.1002-1005.

9. **Кряжев С.Г.**, Хачатрян Г.К., Двуреченская С.С., Васюта Ю.В.,.Виленкина Ю.В. Комплекс минералого-геохимических методов прогноза и поисков золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах // Руды и металлы. № 3-4. 2011. С.101-102.

10. **Кряжев С.Г.**, Гриненко В.А., Устинов В.И. Вероятные причины эволюции состава рудообразующих флюидов на Березовском золоторудном месторождении (Средний Урал) // Геохимия. 2011. № 1. С.101-107.

11. Аристов В.В., Прокофьев В.Ю., Имамендинов Б.Н., **Кряжев С.Г.**, Алексеев В.Ю., Сидоров А.А. Особенности рудообразования на золото-кварцевом месторождении Дражное (Восточная Якутия, Россия) // Доклады Академии наук. 2015. Том 464. № 1. С.65–70

12. **Кряжев С.Г.** Газогеохимические ореолы золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах // Руды и металлы. 2016. № 4. С.94-97.

13. **Кряжев С.Г.**, Белов С.В., Игнатов П.А., Васюта Ю.В., Аули Э. Флюидный режим формирования золото-кварцевых месторождений Амесмесса и Тирек в Алжирской Сахаре // Руды и металлы. 2017. № 1. С.91-96.

14. Мансуров Р.Х., **Кряжев С.Г.**, Зеликсон Б.С. Минералого-геохимические особенности рудопроявления Южное, Енисейский кряж // Руды и металлы. 2017. № 1. С.55-66

15. **Кряжев С.Г.** Изотопно-геохимические и генетические модели золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах // Отечественная геология. 2017. № 1. С.28-38.

16. Soloviev S.G, **Kryazhev S.G**, Dvurechenskaya S.S. Geology, mineralization, stable isotope geochemistry, and fluid inclusion characteristics of the Novogodnee-Monto oxidized Au-

(Cu) skarn and porphyry deposit, Polar Ural, Russia // Miner Deposita. Volume 48, Issue 5 (2013). P.603-627.

17. Soloviev S.G., **Kryazhev S.** Geology, mineralization, and fluid inclusion characteristics of the Chorukh-Dairon W–Mo–Cu skarn deposit in the Middle Tien Shan, Northern Tajikistan // Ore Geology Reviews 80 (2017) pp.79–102. http://dx.doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.06.021

18. Soloviev, S.G. & **Kryazhev, S.G.** Geology, mineralization, and fluid inclusion characteristics of the Skrytoe reduced-type W skarn and stockwork deposit, Sikhote-Alin, Russia // Miner Deposita (2017). http://dx.doi.org/10.1007/s00126-016-0705-5.

19. Soloviev S.G., **Kryazhev S.G.**, Dvurechenskaya S.S. Geology, Mineralization, Stable Isotope, and Fluid Inclusion Characteristics of the Vostok-2 Reduced W-Cu Skarn and Au-W-Bi-As Stockwork Deposit, Sikhote-Alin, Russia. // Ore Geology Reviews (Available online 27 February 2017). http://dx.doi.org/10.1016/j.oregeorev.2017.02.029

Монографии

20. **Кряжев С.Г.** Изотопно-геохимический режим формирования золоторудного месторождения Мурунтау. - М: ЦНИГРИ, 2002. - 90 с.

21. Константинов М.М., Косовец Т.Н., **Кряжев С.Г.**, Стружков С.Ф., Наталенко М.В., Устинов В.И. Строение и развитие золотоносных рудообразующих систем. Серия: Модели месторождений благородных и цветных металлов. Монография. Под редакцией А.И.Кривцова. - М.: ЦНИГРИ, 2002. - 192 с.

Статьи в иных научных изданиях

22. **Кряжев С.Г.**, Глухов А.П., Русинова О.В., Кузнецова С.В. Изотопно-геохимический режим формирования золото-кварцевого месторождения Советское // В сб. Прикладная геохимия. Вып.4. Аналитические исследования. – М. ИМГРЭ, 2003. С.154-164.

23. Остапенко Л.А., Рыжов О.Б., **Кряжев. С.Г.**, Быстрова А.К. Пириты терригенных черносланцевых пород Дегдеканского золоторудного поля, Центрально-Колымский район // Руды и металлы. 2005. №3. С.45-57.

24. Стружков С.Ф., Наталенко М.В., Чекваидзе В.Б., Исакович И.З., Голубев С.Ю., Данильченко В.А., Обушков А.В., Зайцева М.А., **Кряжев С.Г.** Многофакторная модель золоторудного месторождения Наталка // Руды и металлы. №3. 2006. С.34-43.

25. **Кряжев С.Г.** Термобарогеохимические критерии локального прогноза большеобъемных золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах / Смирновский сборник-2014. Гл. редактор Старостин В.И.; -М. Фонд им. академика В.И.Смирнова., 2014. С.66-72.

Материалы конференций и тезисы докладов.

26. **Кряжев С.Г.** Изотопно-геохимический режим формирования Олимпиадинского золото-сульфидного месторождения // Роль минералогии в познании процессов рудообразования. Материалы годичной сессии МО РМО. Москва: ИГЕМ РАН, 2007. С.220-225

27. Русинова О.В., **Кряжев С.Г.**, Кряжев В.С., Щегольков Ю.В. «Чуждые» элементы в золоторудных полях Средней Азии. // Проблемы геологии рудных месторождений, минералогии, петрологии и геохимии. Материалы научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Ф.В.Чухрова. М.: ИГЕМ РАН. 2008. С.334-337.

28. **Кряжев С.Г.** Источники серы руд золото-мышьяково-сульфидных месторождений в терригенных комплексах // Новые горизонты в изучении процессов магмо- и рудообразования. Материалы научной конференции. –М.: ИГЕМ РАН. 2010. С.354-355

29. **Кряжев С.Г.**, Ганжа Г.Б., Двуреченская С.С. Парагенезисы золота с сульфидами в черных сланцах Сухоложского рудного района // Материалы Всероссийской конференции «Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». –М.: ИГЕМ РАН. 2010. Том I. С. 298-300.

30. **Кряжев С.Г.**, Двуреченская С.С., Уютов В.И. Условия формирования золоторудного месторождения Кекура // Материалы Всероссийской конференции (с международным участием) «Рудообразующие процессы: от генетических концепций к прогнозу и открытию новых рудных провинций и месторождений», посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.А.Шило (1913–2008). Москва: ИГЕМ РАН. 2013. С.89.

31. **Кряжев С.Г.**, Арифулов Ч.Х., Двуреченская С.С., Цымбалюк Н.В. Литолого-структурные и минералого-геохимические признаки оруденения сухоложского типа в пермских отложениях Центральной Колымы. // Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири: материалы 1-й науч.-практ. конф. Т. 1 / Отв. ред. С. П. Зайцев. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2014. С.81-83.

32. **Кряжев С.Г.**, Прокофьев В.Ю., Васюта Ю.В. Геохимические особенности включений в кварце золоторудных месторождений по данным анализа водных вытяжек методом ICP MS. // Материалы XIII Международной конференции по термобарогеохимии и IV симпозиума APIFIS. -М: ИГЕМ РАН. 2008. Т.1. С. 30-33.

33. Стружков С.Ф., **Кряжев С.Г.**, Наталенко М.В., Голубев С.Ю. Отличия золото-кварцевых и золото-полисульфидно-кварцевых месторождений Центральной Колымы по

термобарогеохимическим данным // Материалы XIII Международной конференции по термобарогеохимии и IV симпозиума APIFIS. -М: ИГЕМ РАН. 2008. Т.2. С.124-127.

34. **Kryazhev S.G.** On the pressure estimate methodology using CO_2-bearing fluid inclusions. //ACROFI III and TBG XIV Abstracts Volume: Abstracts of III Biennial Conference of Asian Current Research on Fluid Inclusions and XIV International Conference on Thermobarogeochemistry, Novosibirsk, 2010 / SB RAS, V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy. - Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2010. pp.106-107.

35. **Kryazhev S.G.**, Vasyuta Yu.V. Physico-Chemical Properties of the ore-forming fluids on the Bakyrchik gold deposit (Eastern Kazakhstan) // ACROFI III and TBG XIV Abstracts Volume: Abstracts of III Biennial Conference of Asian Current Research on Fluid Inclusions and XIV International Conference on Thermobarogeochemistry, Novosibirsk, 2010 / SB RAS, V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy. - Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2010. pp.108-109

36. **Кряжев С.Г.**, Васюта Ю.В. Особенности флюидных включений в кварце золоторудных месторождений черносланцевой формации / Материалы XV Всероссийской конференции по термобарогеохимии. -М: ИГЕМ РАН. 2012. С.43-44.

37. **Кряжев С.Г.**, Васюта Ю.В. Методические аспекты газохроматографического анализа углекислотно-метановых включений // Материалы XVI Всероссийской конференции по термобарогеохимии. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2014. С.120-121.

38. **Кряжев С.Г.** Геологическая позиция вольфрама на комплексном золото-вольфрамовом месторождении Тянь-Шаня // В сб. «Комплексное использование вольфрамовых месторождений в СССР». Тезисы докладов. ЛГУ. 1986. Раздел IV. С.43.

39. **Кряжев С.Г.**, Чекваидзе В.Б., Миляев С.А., Исакович И.З. Перспективные направления разработки и совершенствования минералого-геохимических поисковых методов // Прогноз, поиски, оценка рудных и нерудных месторождений - достижения и перспективы. Тезисы докладов. М:ЦНИГРИ. 2008. С.112

40. **Кряжев С.Г.**. Крупнообъемные золоторудные месторождения в углеродисто-терригенных толщах: генетические модели и прогнозно-поисковые критерии. // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных и цветных металлов — состояние и перспективы. Тезисы докладов. -М.: ЦНИГРИ. 2015. С.29.

41. **Кряжев С.Г.**, Васюта Ю.В., Виленкина Ю.В. Термобарогеохимические методы локального прогноза и поисков золоторудных месторождений. //«Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов – состояние и перспективы». Тезисы докладов. -М.:ЦНИГРИ. 2016. С.94-95.

42. **Кряжев С.Г.**, Васюков В.Е., Шумилин Д.А. Изотопно-геохимические критерии прогнозирования большеобъемного золотого оруденения в углеродисто-терригенных толщах. // «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов – состояние и перспективы». Тезисы докладов. -М.:ЦНИГРИ. 2016. С.37-38.

43. Устинов В.И., Гриненко В.А., **Кряжев С.Г.** Физико-химические условия метаморфогенного рудообразования в Ленском золотоносном районе // ЕСЭМПГ-2007. ГЕОХИ РАН, С.78.

44. **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И., Гриненко В.А. Физико-химические условия березитизации по изотопным и термобарогеохимическим данным. // ЕСЭМПГ-2008. ГЕОХИ РАН, С.44.

45. **Кряжев С.Г.**, Васильева М.Е., Конышев В.О. Условия формирования золото-ртутного месторождения Кючус по изотопным данным // XV Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М: ГЕОХИ РАН. 1998. С.140-141.

46. **Кряжев С.Г.** Фракционирование изотопов при термическом вскрытии флюидных включений // XVI Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2001. С.124-125

47. **Кряжев С.Г.**, Васильева М.Е. Изотопный состав кислорода жильного кварца золоторудных месторождений Куларского района // XVI Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2001. С. 126.

48. **Кряжев С.Г.** Изотопно-геохимический режим формирования золото-полисульфидно-кварцевых месторождений Урала. // XVII Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2004. С. 131-132

49. **Кряжев С.Г.** Изотопные системы флюидных включений в кварце. // XVII Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2004. С. 133

50. Аристов В.В., **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И. Условия формирования золоторудных месторождений Адычанского рудного района по изотопным данным // XVIII Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов.-М.: ГЕОХИ РАН. 2007. С. 36-37

51. **Кряжев С.Г.**, Гриненко В.А.. Изотопный состав и источники серы золото-сульфидных месторождений Енисейского кряжа // XVIII Симпозиум по геохимии

изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2007. С. 141-142

52. **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И., Гриненко В.А. Изотопно-геохимический режим метаморфогенного рудообразования в Ленском золотоносном районе // XVIII Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2007. С. 143-144

53. Рыжов О.Б., Стружков С.Ф., **Кряжев С.Г.**, Устинов В.И. Изотопно-геохимические особенности золоторудного месторождения Дубач // XVIII Симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М.: ГЕОХИ РАН. 2007. С. 233-234

54. **Кряжев С.Г.**, Гриненко В.А. Изотопный состав серы золоторудных месторождений основных типов // XIX симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. –М:ГЕОХИ РАН. 2010. С.191-193

55. **Кряжев С.Г.**, Крымский Р.Ш. Источники рудного свинца месторождений золота в карбонатно-терригенных толщах // XIX симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. –М:ГЕОХИ РАН. 2010. С.194-197

56. **Кряжев С.Г.**, Прасолов Э.М., Розинов М.И., Сергеев С.А. Изотопный состав благородных газов флюидных включений в жильном кварце Ленского золотоносного района // XIX симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. –М:ГЕОХИ РАН. 2010. С.197-200.

57. **Кряжев С.Г.**, Прасолов Э.М., Розинов М.И., Сергеев С.А. Изотопный состав благородных газов флюидных включений в кварце месторождений золота терригенных комплексов // XX симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М: ГЕОХИ РАН. 2013. С.200-203.

58. **Кряжев С.Г.** Источники свинца золоторудных гигантов Средней Азии // XX симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М: ГЕОХИ РАН. 2013. С.197-200.

59. **Кряжев С.Г.** Изотопно-геохимическая модель золото-сульфидного месторождения Кумтор (Срединный Тянь-Шань) // XXI симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М: ГЕОХИ РАН. 2016. С.253-254.

60. **Кряжев С.Г.** Изотопный состав сульфидной серы как критерий локального прогноза золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах // XXI симпозиум по геохимии изотопов имени академика А.П.Виноградова. Тезисы докладов. -М: ГЕОХИ РАН. 2016. С. 255-256.

Диссертация «Генетические модели и критерии прогноза золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных комплексах» Кряжева Сергея Гавриловича рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.11 «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения».

Заключение принято на заседании Совета по апробации докторских и кандидатских диссертаций ЦНИГРИ, протокол № 1 от 09 марта 2017 г.

Ручкин Георгий Владимирович
Председатель Совета по апробации ФГУП ЦНИГРИ,
д.г.-м. наук