

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.022.02,
на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук по
диссертации на соискание ученой степени доктора наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 23.06.2022 г., № 15

О присуждении Козлову Павлу Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «Геология и тектоно-метаморфическая эволюция докембрийских комплексов западной окраины Сибирского кратона (Северо-Енисейский кряж)» по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология, принята к защите 15.03.2022 г., протокол № 4, диссертационным советом Д.003.022.02 созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128), приказ Минобрнауки России 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Козлов Павел Сергеевич, 1952 года рождения, диссертацию на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук «Петрология и петрохимия метапелитов Заангарья Енисейского кряжа» по специальностям 04.00.20 – «минералогия, кристаллография» и 04.00.08 – «петрография, вулканология» защитил в 1994 г. в диссертационном совете К.200.16.01, созданном на базе Объединенного института геологии, геофизики и минералогии (Институт минералогии и петрографии) Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск). В настоящее время работает старшим научным сотрудником в лаборатории региональной геологии и геотектоники ФГБУН Института геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург).

Диссертация выполнена в ФГБУН Институте геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого Уральского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Козаков Иван Константинович, д.г.-м.н., главный научный сотрудник, ученый секретарь научного совета РАН по проблемам геохронологии докембрия ФГБУН Института геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук (г. Санкт-Петербург),

Пыстин Александр Михайлович, д.г.-м.н., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией региональной геологии ФГБУН Института геологии Коми НЦ УрО Российской академии наук им. Н.П. Юшкина (г. Сыктывкар),

Макрыгина Валентина Алексеевна, д.г.-м.н., главный научный сотрудник лаборатории геохимии гранитоидного магматизма и метаморфизма ФГБУН Института геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук (г. Иркутск), дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (г. Москва), в своем положительном отзыве, подписанном заведующим лабораторией метаморфизма и метасоматизма д.г.-м.н. Козловским Василием Михайловичем, указала, что диссертация П.С. Козлова представляет собой законченный научный труд, который является существенным вкладом в изучение геологии Сибири и соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание учёной степени доктора наук, а её автор Козлов Павел Сергеевич, заслуживает присуждения степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология.

Соискатель является автором более 70 публикаций по теме диссертации, из них более 45 – в рецензируемых изданиях, рекомендованных перечнем ВАК.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

Козлов. П.С., Лепезин Г.Г. Петрология, петрохимия и метаморфизм пород Заангарья Енисейского кряжа // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 5. С. 3-22.

Лиханов И.И., Шеплев В.С., Ревердатто В.В., **Козлов П.С.** Контактный метаморфизм железистых метапелитов при повышенном давлении в Заангарской части Енисейского кряжа // Доклады Академии наук. 1998. Т. 362, № 5. С. 673-676.

Likhanov I.I., Reverdatto V.V., Sheplev V.S., Vershinin A.E., **Kozlov P.S.** Contact metamorphism of Fe- and Al-rich graphitic metapelites in the Transangarian region of the Yenisey Ridge, eastern Siberia, Russia // Lithos. 2001. V. 58, No. 1-2. P. 55-80.

Лиханов И.И., Ревердатто В.В., **Козлов П.С.**, Попов Н.В. Коллизионный метаморфизм докембрийских комплексов в заангарской части Енисейского кряжа // Петрология. 2008. Т. 16, № 2. С. 148-173.

Лиханов И.И., Ревердатто В.В., **Козлов П.С.** Коллизионные метаморфические комплексы Енисейского кряжа: особенности эволюции, возрастные рубежи и скорость эксгумации // Геология и Геофизика. 2011. Т. 52, № 10. С. 1593-1611.

Козлов П.С., Лиханов И.И., Ревердатто В.В., Зиновьев С.В. Тектоно-метаморфическая эволюция гаревского полиметаморфического комплекса Енисейского кряжа // Геология и геофизика. 2012. Т. 53, № 11. С. 1476-1496.

Лиханов И.И., Ревердатто В.В., **Козлов П.С.** U-Pb и ^{40}Ar - ^{39}Ar свидетельства гренвилльских событий на Енисейском кряже при формировании Тейского полиметаморфического комплекса // Геохимия. 2012. Т. 50, № 6. С. 607-614.

Лиханов И.И., Ревердатто В.В., **Козлов П.С.**, Хиллер В.В., Сухоруков В.П. Зональность граната в метапелитах как следствие трех метаморфических событий в докембрийской истории Енисейского кряжа // Петрология. 2013. Т. 21, № 6. С. 612-631.

Козлов П.С., Лиханов И.И., Зиновьев С.В., Хиллер В.В. Приангарский метаморфический комплекс (Енисейский кряж): особенности геологии, P-T-условия и возраст метаморфизма // Литосфера. 2014. №6. С. 52-61.

Лиханов И.И., Ножкин А.Д., Ревердатто В.В., **Козлов П.С.** Гренвилльские тектонические события и эволюция Енисейского кряжа, западная окраина Сибирского кратона // Геотектоника. 2014. Т. 48, № 5. С. 32-53.

Likhanov I.I., Reverdatto V.V., **Kozlov P.S.**, Khiller V.V., Sukhorukov V.P. P-T-t constraint on polymetamorphic complexes in the Yenisey Ridge, East Siberia: implications for Neoproterozoic paleocontinental reconstructions // Journal of Asian Earth Sciences. 2015. V. 113, P. 391-410.

Kozlov P.S. Metamorphism, P-T-t Conditions of Formation and Prospects for the Practical Use of Al_2SiO_5 Polymorphs, Chloritoid, and Staurolite (Yenisei Ridge) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 110. Is. 1.

Лиханов И.И., **Козлов П.С.**, Савко К.А., Крылов А.А., Зиновьев С.В. Первые петрологические свидетельства субдукции на западной окраине Сибирского кратона // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484, № 2. С. 209-214.

Козлов П.С., Лиханов И.И., Иванов К.С., Ножкин А.Д., Зиновьев С.В. Новые данные о возрасте неопротерозойских вулканитов Исаковского террейна Саяно-Енисейского аккреционного пояса (U-Pb по циркону) // Доклады Академии наук. 2019. Т. 488, №5. С. 521-525.

Козлов П.С., Филиппов Ю.Ф., Лиханов И.И., Ножкин А.Д. Геодинамическая модель эволюции Приенисейской палеосубдукционной зоны в неопротерозое (западная окраина Сибирского кратона), Россия // Геотектоника. 2020. Т. 54, № 1. С. 62-78.

Лиханов И.И., Зиновьев С.В., **Козлов П.С.** Бластомилонитовые комплексы западной части Енисейского кряжа (Восточная Сибирь, Россия): геологическая позиция, эволюция метаморфизма и геодинамические модели // Геотектоника. 2021, №1. С. 41-65.

Ножкин А.Д., Козлов П.С., Лиханов И.И., Зиновьев С.В., Крылов А.А. Раннепротерозойская метапикрит-базальтовая ассоциация приангарской части Енисейского кряжа: петрогеохимический состав, обстановки образования и Pb-Zn рудоносность // Геохимия. 2021. Т.66, №5. С. 387-406.

Kozlov P.S. On the relationships between the Al₂SiO₅ polymorphs during formation of blastomylonites (North Yenisei Ridge) // News of the Ural State Mining University. 2021. V. 1 (61). P. 25-32.

На диссертацию и автореферат поступило 20 положительных отзывов, из них 12 без замечаний (старший научный сотрудник лаборатории петро- и рудогенеза ФГБУН ИГГД РАН, г. С.-Петербург, к.г.-м.н. Азимов П.Я.; профессор кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ, г. Екатеринбург, д.г.-м.н. В.Б. Болтыров; заведующий кафедрой минералогии, кристаллографии и петрографии ФГБУН СПГУ, г. С.-Петербург, д.г.-м.н. Ю.Л. Гульбин; старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии ФБГУН ИНГГиГ, г. Новосибирск, к.г.-м.н. Б.Б. Кочнев; главный научный сотрудник лаборатории метаморфизма и метасоматизма ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, д.г.-м.н. И.И. Лиханов; профессор кафедры геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, ФГБОУ ВО УГГУ, г. Екатеринбург, д.г.-м.н. А.Б. Макаров; начальник партии АО «Уральская геологоразведочная экспедиция», г. Екатеринбург, д.г.-м.н. Г.А. Петров; доцент кафедры геологии ГОУ ВПО УГГУ, г. Екатеринбург, д.г.-м.н. Ю.А. Поленов; заведующий лабораторией метаморфизма и метасоматизма ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, д.г.-м.н. О.П. Полянский и старший научный сотрудник лаборатории геодинамики и магматизма ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, к.г.-м.н. С.В. Зиновьев; заведующий кафедрой полезных ископаемых и недропользования, ФБГУ ВГУ, г. Воронеж, профессор, д.г.-м.н. К.А. Савко; старший научный сотрудник лаборатории сейсмогеологического моделирования природных нефтегазовых систем, ФБГУН ИНГГиГ СО РАН, г. Новосибирск, д.г.-м.н. Ю.Ф. Филиппов; профессор кафедры региональной геологии, Институт наук о Земле, ФГБОУВО СПГУ, г. С.-Петербург, д.г.-м.н. А.К. Худолей). В отзывах отмечены актуальность, научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость, комплексность методов и подходов, обоснованность выводов, целостность исследования и авторский вклад.

Имеются следующие замечания:

Отзыв заместителя генерального директора по научно-организационной работе, главного научного сотрудника, заведующего лабораторией геологии и геодинамики докембрия ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, д.г.-м.н. А.И. Слабунова: 1) Использование таких сочетаний как «геодинамические обстановки растяжения и сжатия в ... сдвиговой зоне» (стр.8; 3 защищаемое положение) должно означать, что автор раскрывает глубинные механизмы названных деформаций. Однако в тексте нет указаний на природу деформаций. 2) Еще более загадочно выглядит такое утверждение (стр. 28): «...комплексы палеоокеанического сектора отражают аккреционно-коллизийный этап становления региона». В каком смысле океанические образования отражают процессы в зоне конвергенции? 3) Термин «сдвиговая зона» используется в работе не для обозначения определенных деформационных структур, а при наименовании крупных геологических структур рифтогенной и коллизийной природы. Может быть правильнее было бы и называть структуры по их геодинамической природе, а не по одному из признаков (сдвигу), по которому их выделяют?

Отзыв главного научного сотрудника лаборатории региональной геологии и геотектоники, г. Екатеринбург, член-корр. РАН В.Н. Пучкова: Полученные автором материалы (новые данные о контрастных базальт-риолитовых комплексах, А-гранитах (в частности рапакиви) и др., вместе с уточненными датировками их возрастов могли бы позволить автору хотя бы в предположительной форме сделать вывод о периодическом проявлении плюмовой активности на изученной территории. К сожалению, этого не было сделано.

Отзыв главного научного сотрудника лаборатории литологии ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург, член-корр. РАН А.В. Маслова: В 4 защищаемом положении автор обосновывает модель эволюции региона, насчитывающую 6 тектонических этапов. Эти этапы имеют только

временную координату, тогда как более логично было бы, собственно, в защищаемом положении дать и их геодинамическую характеристику. Как бы звучало это положение в таком случае?

Отзыв ведущего научного сотрудника лаборатории ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, д.г.-м.н. А.Д. Ножкина: Следовало бы вкратце в автореферате охарактеризовать импульсы рифтогенеза, предшествовавшие и сопутствовавшие гренвилльской и раннебайкальской тектоническим эпохам.

Отзыв профессора кафедры геологии и защиты в чрезвычайных ситуациях УГГУ, г. Екатеринбург, д.г.-м.н. С.Г. Паняка: Возникает вопрос к таблице 1 на странице 37. Каким образом для одних и тех же пород, при определении абсолютного возраста, одновременно использовались уран-свинцовая и аргон-аргоновая методики, для которых период полураспада существенно различен?

Отзыв главного научного сотрудника лаборатории петрологии магматических формаций ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург, д.г.-м.н. В.В. Холоднова: Вопрос к наименованию обобщающей тектонической модели: почему только рифтогенно-коллизийная?

Отзыв доцента, ведущего научного сотрудника лаборатории металлогении и рудообразования ФГБУН ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ, к.г.-м.н. Е.В. Кислова: 1) В 4-м положении говорится о 6-ти тектонических этапах, но их характеристика (рифтогенез, коллизия или ещё что-либо) не приводится. 2) Автореферат перегружен текстом, сложным для понимания незнакомым с геологией специалистам. 3) Много непонятных сокращений (например, ТМК ЕК на 6 с.) часть из которых не раскрыта или раскрыта значительно позже первого употребления и не всегда полностью: список сокращений приведён на 10 с., аббревиатуры типов метаморфизма на 13 с., там расшифровывается «d» в P-T-t-d параметрах, но остальные буквы остаются нераскрытыми.

Отзыв главного научного сотрудника, заведующего лабораторией петро- и рудогенеза, ФГБУН ИГГД РАН (г. Санкт-Петербург), д.г.-м.н. Балтыбаева Ш.К.: В качестве небольших замечаний можно отметить: 1) Слабо применялись возможности метаморфической петрологии в части современного моделирования минералообразования с независимой оценкой равновесного (или неравновесного) состояния минеральных фаз в исследуемой метаморфической породе. 2) Спорно вынесение в защищаемое положение (второе ЗП) терминов: «тектоно-метаморфические» и «бластомилонитовые» в одном (и из-за этого - альтернативном) ранге.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что И.К. Козаков, А.М. Пыстин, В.А. Макрыгина являются ведущими высококвалифицированными специалистами по проблемам геологии, тектоники, петрологии и геодинамики докембрия складчатых обрамлений кратонов, чему и посвящена диссертационная работа.

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), является крупной научной организацией Российской академии наук, занимающейся вопросами геологии России, в которой работают высококвалифицированные специалисты, занимающиеся вопросами петрологии магматизма и метаморфизма, региональной и глобальной тектоники и палеогеодинамики, которые могут определить научную и практическую ценность диссертации, имеют множество публикаций, связанных с темой представленной работы.

Диссертационный совет отмечает, что представленная к защите работа посвящена решению фундаментальной проблемы: реконструкции истории геологического развития докембрийской континентальной коры в складчатом обрамлении Сибирского кратона на основе установления закономерностей образования региональных и глобальных деформационных, тектоно-метаморфических и магматических комплексов Северо-Енисейского края, что имеет важное научное и прикладное значение. Основные результаты диссертанта базируются на оригинальной методике изучения докембрийских структурно-вещественных комплексов региона, с применением геолого-картировочных, петролого-геохимических и изотопно-геохронологических методов.

Установленные соискателем с коллегами P-T-t-d параметры их эволюции позволили реконструировать последовательность формирования пяти полиметаморфических комплексов в палеоконтинентальном секторе и Исаковского коллизионного полиметаморфического комплекса в палеоокеаническом секторе региона. Построена рифтогенно-коллизионная модель эволюции докембрийских комплексов Северо-Енисейского кряжа в интервале времени 1.84-0.6 млрд лет назад на западной окраине Сибирского кратона. Отмечена эволюционная направленность рифтогенеза, определенная развитием внутриконтинентального рифтинга в океанический. Гренвильские тектонические события доказываются низкобарическим метаморфизмом Анд-Сил типа, преобразованием комплексов в умереннобарические Ки-Сил типа, их проградным характером, 2-х этапным ростом гранитогнейсовых куполов и геодинамическими обстановками растяжения, сжатия и воздымания на начальном этапе формирования Северо-Енисейского орогена. Обоснованность построения геодинамической модели Приенисейской палеосубдукционной зоны доказана высокобарическими гранат-амфиболовыми HP/HT метабазитовыми бластомилонитами по глаукофановым HP/LT сланцам на сочленении тектонических структур Палеоазиатский океан (ПАО) – Сибирский кратон. Сделан вывод о том, что докембрийские покровно-складчатые тектонические структуры, образующие Северо-Енисейский ороген окраинно-континентального типа, были сформированы в мезо-неопротерозое (1.2-0.6 млрд лет н.) на континентальной неоархей (?) - палеопротерозойской коре западной окраины Сибирского кратона в гренвильский, раннебайкальский и позднебайкальский этапы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что полученные оригинальные результаты и проанализированные литературные данные позволили установить закономерности геологического развития региона, проинтерпретировать и «привязать» их к региональным и глобальным тектоническим процессам. Образование гипотетического суперконтинента Родиния обосновано гренвильским (1.18-0.85 млрд лет) и раннебайкальским (0.85-0.80 млрд лет) этапами тектогенеза на раннепротерозойской стадии формирования Северо-Енисейского орогена. Распад Родинии связывается с процессами деструкции гренвиллид. Ранняя стадия формирования Палеоазиатского океана обоснована новыми геолого-петрологическими, геохимическими и изотопно-геохронологическими результатами. Впервые петрологически доказано, что закрытие неопротерозойской ветви ПАО связано с субдукцией и завершается коллизией Касско-Туруханского микроконтинента с Сибирским кратоном.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что выполненные построения и анализ комплекса всех взаимосвязанных факторов могут быть использованы как научно-методическая основа для более детальной оценки потенциальной рудоносности метаморфогенных и других генетических типов полезных ископаемых. Изложенные в диссертации результаты и выводы могут быть учтены геологическими и производственными организациями при выработке стратегии освоения ресурсов в этом регионе.

Достоверность результатов исследования обеспечивается использованием всего комплекса имеющихся геологических, в том числе архивных материалов; применением современных высокоточных аналитических методов; использованием геолого-геофизических интерпретаций, опирающиеся на традиционные и новые методические приемы и использованием современных программных продуктов, эффективных при петрологических исследованиях. Результаты работы прошли глубокую апробацию: основные положения диссертации и результаты исследований докладывались автором на многочисленных международных, всероссийских и региональных научных и научно-практических конференциях.

Личный вклад Козлова П.С. состоит в том, что им проведен комплексный анализ и научное обобщение всех имеющихся геологических, а также опубликованных геофизических данных по докембрийским комплексам Северо-Енисейского кряжа. Автор на протяжении 12-ти лет принимал участие в среднемасштабном ГДП и ГК масштаба 1:50000 и поискам Ангарской ГРЭ, является соавтором более 3-х производственных геологических отчетов. Соискатель

участник более 20 полевых экспедиций по проектам НШ, РФФИ, РНФ (в сотрудничестве ИГГ УрО РАН с ОИГГМ – ИГМ СО РАН). Автор лично обосновывал и выделял опорные участки и разрезы полиметаморфических, магматических пород и тектонитов, вёл целенаправленный отбор проб на комплекс анализов, фотодокументацию обнажений и керн скважин, осуществлял парагенетический анализ минеральных ассоциаций пород в шлифах, проводил совместные микрозондовые исследования химсостава и зональности минералов и Mnz, Xtm и Zrn СИМЕ U-Th-Pb методом, выполнял предварительные и итоговые схемы и карты геологического строения опорных участков. Козлов П.С. является одним из основных авторов большинства статей в рецензированных журналах, в которых опубликованы материалы диссертационной работы. Принадлежность указанных результатов лично соискателю признана всеми соавторами. Автором лично разработана «Схема районирования докембрийских тектоно-метаморфических комплексов Енисейского кряжа» и легенда к ней, выделены и обоснованы Приенисейская и Ишимбинско-Татарско-Канская региональные сдвиговые зоны, разработана рифтогенно-коллизийная модель эволюции докембрийских комплексов Северо-Енисейского кряжа. На основе выполненных соискателем работ по геокартированию и участию в специализированных исследованиях с коллегами выявлены закономерности тектоно-метаморфической эволюции комплексов в палео-неопротерозое, построена геодинамическая модель Приенисейской палеозоны субдукции и на этих базовых результатах выделены тектонические этапы, а по совокупности геологических, петролого-геохимических критериев и минеральных признаков метапелитов – обоснованы благоприятные участки для поисков минералов группы силлиманита в высокоглинозёмистых сланцах в Приангарье.

На заседании 23 июня 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Козлову Павлу Сергеевичу ученую степень доктора геолого-минералогических наук за решение фундаментальной проблемы строения и эволюции земной коры в докембрии на западной окраине Сибирского кратона и предварительную оценку возможности применения метаморфогенных минералов группы силлиманита из осадочно-полиметаморфических комплексов Северо-Енисейского кряжа совместно с другими высокоглинозёмистыми рудами в металлургии Богучанского алюминиевого завода, что имеет важное научное и в перспективе хозяйственное значение для социально-экономического развития Восточной Сибири.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 25.00.01 – общая и региональная геология, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение степени – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

23.06.2022 г.

Председатель диссертационного совета,
член-корреспондент РАН:



Скляров Е.В.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат геолого-минералогических наук:

Данилов Б.С.