

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.050.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СИБИРСКОГО
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 11 июня 2025 г. № 03/16

О присуждении **Семеновой Дине Валерьевне**, гражданину РФ, ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация **«Петрохронология коллизионных гранитоидов Эрзинской тектонической зоны Западного Сангилена (ЮВ Тува)»** по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология», принята к защите 10 апреля 2025 г., протокол № 03/11 диссертационным советом 24.1.050.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3) приказ МИНОБРНАУКИ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель **Семенова Дина Валерьевна**, 1982 года рождения, в 2006 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Новосибирский национально-исследовательский государственный университет» (НГУ). Решением Государственной экзаменационной комиссии от 08 июня 2006 года ей присвоена квалификация «магистр» по направлению «химия», диплом № ВМА 0047327. В 2009 г. окончила аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии СО РАН (ИГМ СО РАН), г. Новосибирск по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поиска полезных ископаемых». В январе 2025 года была прикреплена к ИГМ СО РАН для сдачи кандидатского экзамена по специальности «1.6.3 – петрология, вулканология». Справка о сдаче кандидатских экзаменов № 162 от 10.03.2025 г. Соискатель работает научным сотрудником в лаборатории изотопно-аналитической геохимии ИГМ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории изотопно-аналитической геохимии ИГМ СО РАН.

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук **Владимиров Владимир Геннадьевич**, старший научный сотрудник в лаборатории структурной петрологии ИГМ СО РАН.

Официальные оппоненты: **Воронцов Александр Александрович**, доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией геохимии основного и ультраосновного магматизма Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (ИГХ СО РАН), г. Иркутск; **Каулина Татьяна Владимировна**, доктор геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых», главный научный сотрудник, заведующий лабораторией геологии докембрия №51 Геологического института – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения

науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ГИ КНЦ РАН), г. Апатиты дали **положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН), г. Иркутск, в своем положительном заключении, подписанном **Демонтеровой Еленой Ивановной**, кандидатом геолого-минералогических наук, ведущим научным сотрудником лаборатории палеогеодинамики, **указала**, что диссертационная работа Семеновой Д.В. является законченным научным исследованием, которое посвящено актуальной проблеме петрохронологии коллизионных гранитоидов Эрзинской тектонической зоны Западного Сангилена (Юго-Восточная Тува) и уточнению геодинамической модели коллизионного орогенеза в Центральной Азии. Полученная информация имеет важное значение для изучения влияния полистадийных тектоно-термальных процессов на устойчивость U-Pb системы в цирконе. При выполнении работы удалось определить критерии интерпретации изотопных данных и разработать методический подход к геохронологическим исследованиям магматических комплексов со сложной историей их преобразований.

Соискатель имеет 67 опубликованных работ в рецензируемых журналах из списка ВАК, в том числе по теме диссертации 4 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях из списка, рекомендованного ВАК:

1. Karmysheva I.V., Vladimirov V.G., Rudnev S.N., Yakovlev V.A., **Semenova D.V.** Syntectonic metamorphism of a collisional zone in the Tuva-Mongolian massif, Central Asian Orogenic Belt: P-T conditions, U-Pb ages and tectonic settings // Journal of Asian Earth Sciences, 2021. V. 220. 104919.
2. Кармышева И.В., Владимиров В.Г., Куйбида М.Л., **Семенова Д.В.**, Яковлев В.А. Петрогенезис и тектонические обстановки образования высококалийных гранитов (Западный Сангилен, Тувино-Монгольский массив) // Геосферные исследования, 2022. № 1. С. 6-32.
3. Яковлев В.А., Кармышева И.В., Владимиров В.Г., **Семенова Д.В.** Геологическое положение, источники и возраст комбинированных даек СЗ окраины Тувино-Монгольского массива (Западный Сангилен, ЮВ Тува) // Геология и геофизика, 2024. Т. 65 (2). С. 222–243.
4. **Семенова Д.В.**, Владимиров В.Г., Кармышева И.В., Яковлев В.А. Возраст раннеколлизионных гранитоидов Западного Сангилена (Юго-Восточная Тува): значение для оценки длительности орогенеза на окраине Тувино-Монгольского массива // Геодинамика и тектонофизика, 2024, т.15(4), с. 767.

На диссертацию и автореферат поступило 8 отзывов (все положительные) от:
1) Докукиной К.А., к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории тектоники раннего докембрия ФГБУН ГИН РАН (г. Москва); 2) Каллистова Г.А., к.г.-м.н., научного сотрудника, и.о. заведующего лабораторией палеовулканизма и региональной геодинамики ФГБУН ИГГ УрО РАН (г. Екатеринбург); 3) Кузьмичева А.Б., д.г.-м.н., заведующего лабораторией геологии складчатых поясов ФГБУН ГИН РАН (г. Москва); 4) Осиповой Т.А., к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории петрологии

магматических формаций ФГБУН ИГТ УрО РАН (г. Екатеринбург); 5) Скузоватова С.Ю., к.г.-м.н., заместителя директора по научной работе, старшего научного сотрудника лаборатории геохимии изотопов ФГБУН ИГХ СО РАН (г. Иркутск); 6) Удоратиной О.В., к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории петрографии ФГБУН ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар), Куликовой К.В., к.г.-м.н., ведущего научного сотрудника, заведующего лабораторией петрографии ФГБУН ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар); 7) Хубанова В.Б., к.г.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории трекового анализа и изотопной геохронологии ФГБУН ИФЗ РАН (г. Москва); 8) Цыганкова А.А., д.г.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории петрологии, директора ФГБУН ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ), Бурмакиной Г.Н., к.г.-м.н., заведующей лабораторией петрологии ФГБУН ГИН СО РАН (г. Улан-Удэ).

В отзывах отмечено, что диссертационная работа является актуальным научным исследованием и опирается на значительный объем оригинального фактического материала. Не вызывает сомнений у рецензентов достоверность проведенных петрохимических, структурных, геохимических и изотопно-геохронологических исследований, выполненных с помощью современных аналитических методов. Отмечается, что работа является примером корректной интерпретации изотопно-геохронологических данных, как основы комплексного методического подхода к изучению объектов со сложной тектоно-термальной историей. Дается высокая оценка полученным результатам работы, которые имеют большое значение для понимания истории геологического развития региона исследования и могут быть применимы к изучению эволюции аккреционно-коллизионных систем.

Основные замечания, вопросы и комментарии к автореферату и диссертации касаются: 1) неполноты детальной геологической характеристики исследуемых участков Западного Сангилена (официальный оппонент А.А. Воронцов); 2) дискуссионности тектонической модели эволюции Западного Сангилена и этапов гранитоидного магматизма (ведущая организация, А.Б. Кузьмичев, А.А. Цыганков, Г.Н. Бурмакина, С.Ю. Скузоватов); 3) уточнения метрологических характеристик методов и представления геохронологических результатов (ведущая организация, официальный оппонент А.А. Воронцов, официальный оппонент Т.В. Каулина, В.Б. Хубанов); 4) определения природы протолита для расплавов Матутского гранитоидного массива (ведущая организация, А.А. Цыганков и Г.Н. Бурмакина, К.А. Докукина, Т.А. Осипова, О.В. Удоратина, К.В. Куликова); 5) соотношения температуры кристаллизации цирконов из гранитов Матутского массива с оценками метаморфических условий окружающей среды (К.А. Докукина); 6) микроструктурных признаков преобразования (ремобилизации) гранитов Матутского массива при деформациях, синхронных с внедрением базитовых расплавов (К.А. Докукина); 7) интерпретации особенностей внутреннего строения цирконов (темная кайма, дефекты структуры, признаки подплавления) и их связи с петрографическими изменениями породы и процессами наложенных преобразований (ведущая организация, официальный оппонент Т.В. Каулина, К.А. Докукина, Г.А. Каллистов, А.Б. Кузьмичев, Т.А. Осипова, С.Ю. Скузоватов, В.Б. Хубанов, А.А. Цыганков, Г.Н. Бурмакина); 8) обсуждения генезиса биотита и интерпретации его возраста (О.В. Удоратина и К.В. Куликова, Цыганков, Г.Н. Бурмакина); 9) корректности применения Ti -термометра в цирконах и независимой

оценки температуры флюида другими методами (Т.А. Осипова); 10) оформления петро-геохимических диаграмм и их описания (официальный оппоненты Т.В. Каулина, А.А. Воронцов); 11) генезиса цирконов и его соответствия тектоно-термальным событиям и геодинамическим обстановкам на возрастных рубежах 520, 485 и 465 млн лет (официальный оппонент Т.В. Каулина, С.Ю. Скузоватов, Т.А. Осипова); 12) отсутствия в обсуждении текстового и графического отражения обобщенных изотопно-геохронологических данных для магматических и метаморфических пород Западного Сангилена (ведущая организация, С.Ю. Скузоватов, А.А. Цыганков, Г.Н. Бурмакина); 13) стилистически неточных формулировок по тексту автореферата (О.В. Удоратина и К.В. Куликова); 14) неполноты описания методов валового анализа проб в диссертации (официальный оппонент А.А. Воронцов); 15) отсутствие описания методов анализа в автореферате (Т.А. Осипова, В.Б. Хубанов); 16) отсутствия дополнительных иллюстраций со схемой отбора проб (официальный оппонент Т.В. Каулина, Т.А. Осипова).

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что Воронцов А.А. является специалистом в области петрологии и геохимии магматических пород; Каулина Т.В. является специалистом в области изучения метаморфических комплексов, в частности минералогического, геохимического и изотопно-геохронологического изучения цирконов. Оппоненты имеют публикации в высокорейтинговых изданиях в области исследования, соответствующей тематике диссертации, и способны объективно оценить данную диссертационную работу.

Выбор ведущей организации обусловлен тем, что Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры СО РАН (ИЗК СО РАН) разрабатывает и ведет исследования по различным фундаментальным и прикладным проблемам в области наук о Земле. Одним из направлений научной деятельности ИЗК СО РАН является изучение вопросов эволюции континентальной литосферы в пределах Центрально-Азиатского складчатого пояса – реконструкция геодинамических обстановок и их геохронологическое обоснование. Высококвалифицированные сотрудники ИЗК СО РАН могут объективно и аргументировано оценить научную значимость диссертационной работы Д.В. Семеновой.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Представлены новые данные по датированию гранитоидного магматизма ранних этапов коллизионного орогенеза на Западном Сангиле (северо-западная окраина Тувино-Монгольского массива); **установлены** возрастные рубежи тектоно-термальных событий, наложенных на гранитоиды Матутского массива, и **показана** их связь с региональными геологическими событиями; **представлены** новые данные по редкоэлементному составу и структуре цирконов из гранитоидов Матутского массива и пород его обрамления; **доказано** влияние тектоно-термальных процессов на сохранность U-Pb системы в цирконе с использованием комплексного методического подхода.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны следующие положения:

1. Матутский гранитный массив сформировался на рубеже 520 млн лет и является одним из наиболее древних проявлений гранитоидного магматизма Эрзинской

тектонической зоны Западного Сангилен. Граниты образовались в результате плавления корового/сиалического источника при температурах до 800°C.

2. Тектоно-термальное преобразование гранитов Матутского массива было синхронно с внедрением базитовых минглинг-даек и гранитов ухадагского комплекса на рубеже 485 млн лет. Это событие привело к омоложению U-Pb изотопного возраста вследствие частичной твердофазной перекристаллизации циркона с очисткой от микропримесей и развитию под воздействием высокотемпературных флюидов (не менее 800°C) кайм, обогащенных U, легкими РЗЭ и неструктурными элементами-примесями.

3. Поздние термальные события на Западном Сангилене зафиксированы в биотитах и цирконах из гранитов ухадагского комплекса, а также в биотитах из гранитов Матутского массива, с возрастом 465 млн лет. Длительность коллизионного магматизма в пределах Эрзинской тектонической зоны составляет не менее 70 млн лет.

Применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методических подходов и аналитических методов исследования: в диссертации используются результаты петрографических исследований (24 шлифа), рентгенофлуоресцентного анализа на содержание главных компонентов (13 проб), масс-спектрометрический анализ на содержание редких элементов (12 проб), сканирующей электронной микроскопии для изучения морфологии и внутреннего строения циркона (11 проб), рентгеноспектрального микроанализа цирконов для определения химического состава циркона (9 проб), рамановской спектроскопии для изучения внутренней структуры циркона (4 пробы), метода дифракции обратно рассеянных электронов для изучения деформаций циркона (EBSD) (2 пробы), масс-спектрометрический анализ с лазерной абляцией на содержание редких элементов в цирконе (3 пробы), определение U-Pb возраста пород методом LA-ICP-MS (11 проб), определение Ar-Ar возраста (2 пробы).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики состоит в обосновании оптимального набора методов для изучения циркона и интерпретации геохронологических данных при датировании объектов со сложной тектоно-термальной историей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что в основу исследований лег представительный фактический материал, полученный в ходе полевых работ, и его последующей обработке с помощью современных аналитических методов в ведущих отечественных аналитических центрах. В работе применены следующие подходы и методы исследований. Изучение валового состава пород выполнялось на рентгенофлуоресцентном спектрометре ARL-9900XP (Thermo Fisher Scientific Ltd). Определение содержаний редких элементов выполнены методом ИСП-МС на масс-спектрометре высокого разрешения ELEMENT (Finnigan Mat, Germany). Данные о морфологии и внутреннем строении цирконов изучены по катодолюминесцентным изображениям и снимкам в режиме отраженных электронов с использованием сканирующих электронных микроскопов LEO 1430 и MIRA 3LMU с блоком катодолюминесценции JSM 6510 LV. Исследования проведены в ЦКП МИИ СО РАН (ИГМ СО РАН). Изучение элементного состава цирконов проведено с использованием сканирующего электронного микроскопа JXA-8230 (ЦКП МИИ ИГМ СО РАН) и микроанализаторе CAMECA SX100 (ЦКП ИГТ УрО РАН). Изучение внутренней структуры цирконов проведено с использованием метода рамановской спектроскопии

(КР-спектрометр высокого разрешения Horiba LabRAM HR800 Evolution, ЦКП ИГТ УрО РАН). Изучение деформаций структуры циркона проведено методом дифракции отраженных электронов (EBSD) с использованием электронного микроскопа Jeol JSM-6390LV и приставок Oxford Instruments EBSD NordlysNano и EDS X-max80 (ЦКП ИГТ УрО РАН). Определение микроэлементного состава цирконов и U-Pb датирование выполнены методом LA-SF-ICP-MS с использованием эксимерной системы лазерной абляции AnalyteExcite (Teledyne Cetac) и масс-спектрометра высокого разрешения Element XR (Thermo Fisher Scientific). Исследования выполнены в ЦКП МИИ СО РАН (ИГМ СО РАН). Определение возраста Ar-Ar методом проведено на масс-спектрометре Noble gas 5400 (Микромасс) в ЦКП МИИ СО РАН (ИГМ СО РАН).

Теоретическая часть работы основана на анализе собственных аналитических данных по теме диссертации, а также опубликованных сведений по Западному Сангилу. Идея диссертации основана на исследованиях, объединенных в рамках направления «петрохронология» (Каулина, 2010; Kohn et al., 2017; Rubatto, 2017 и др.) и является логичным продолжением работ по данной тематике. Установлена согласованность полученных результатов исследования с материалами о тектонической эволюции и развитии магматических комплексов Западного Сангилу (Изох и др., 2001; Gibsher et al., 2010; Владимиров и др., 2005, 2017; Шелепаев и др., 2018; Кармышева и др., 2017, 2022; Karmysheva et al., 2021 и др.). Полученные результаты являются научно обоснованными и аргументированными.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах выполнения работы: полевые исследования, пробоподготовка, минералогические исследования, подготовка материала для аналитических исследований, проведение U-Pb датирования циркона, анализ и обобщение полученных результатов. Совместно с соавторами подготовлены тексты статей и тезисов. Результаты исследований представлены на всероссийских и международных конференциях.

На заседании 11.06.2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Семенову Д.В. ученую степень кандидата геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по специальности 1.6.3, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных - 0.

Председатель диссертационного совета,
д.г.-м.н., профессор

Ученый секретарь диссертационного
совета, к.г.-м.н.



А.Э. Изох

А.В. Котляров

16.06.2025 г.