

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное  
государственно бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук  
(ИГЕМ РАН)

## СТЕНОГРАММА

Заседания диссертационного совета 24.1.051.01  
При Институте геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии Российской академии наук

От 21 декабря 2022 года

Защита кандидатской диссертации **Андреева Антона Андреевича** на тему:  
**«Состав, возраст и геологическое положение пород нюрндуканского комплекса  
Кичерской зоны (Байкало-Муйский складчатый пояс)»** на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. петрология,  
вулканология.

Москва, 2022

**ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВУЮЩИЙ** – председатель диссертационного совета, доктор геолого-минералогических наук, академик РАН Бортников Николай Стефанович (специальность 1.6.10)

**УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ** диссертационного совета – кандидат геолого-минералогических наук Козловский Александр Михайлович

На заседании присутствовали

<b>Фамилия И.О.</b>	<b>Ученая степень, шифр специальности</b>
Бортников Н.С. (председатель)	академик РАН, д.г.-м.н., 1.6.10
Самсонов А.В. (зам. председателя)	член.-корр. РАН, д.г.-м.н., 1.6.3
Козловский А.М. (уч. секретарь)	к.г.-м.н., 1.6.3.
Аранович Л.Я.	академик РАН, д.г.-м.н., 1.6.3
Арискин А.А.	д.г.-м.н., 1.6.3
Боева Н.М.	д.г.-м.н., 1.6.10
Борисов А.А.	д.г.-м.н., 1.6.4
Волков А.В.	член.-корр. РАН, д.г.-м.н., 1.6.10
Гирнис А.В.	д.г.-м.н., 1.6.3
Гонгальский Б.И.	д.г.-м.н., 1.6.10
Козловский В.М.	д.г.-м.н., 1.6.3
Лобанов К.В.	член.-корр. РАН, д.г.-м.н., 1.6.10
Никифоров А.В.	д.г.-м.н., 1.6.3
Носова А.А.	д.г.-м.н., 1.6.3
Пеков И.В.	член.-корр. РАН, д.г.-м.н., 1.6.4
Перцев А.Н.	д.г.-м.н., 1.6.4
Петров В.А.	член.-корр. РАН, д.г.-м.н., 1.6.10
Прокофьев В.Ю.	д.г.-м.н., 1.6.4
Сафонов О.Г.	д.г.-м.н., 1.6.3
Силантьев С.А.	д.г.-м.н., 1.6.3
Соловьев С.Г.	д.г.-м.н., 1.6.10
Тагиров Б.Р.	д.г.-м.н., 1.6.4
Титков С.В.	д.г.-м.н., 1.6.4
Ткачев А.В.	д.г.-м.н., 1.6.10
Чернышев И.В.	академик РАН, д.г.-м.н., 1.6.4
Юдинцев С.В.	член.-корр. РАН, д.г.-м.н., 1.6.4

Ярмолук В.В.

академик РАН, д.г.-м.н., 1.6.3

## **Бортников Н.С.**

Уважаемые коллеги! Состав совета у нас утвержден в количестве 32 человек, на заседании присутствуют 24 члена совета. То есть у нас есть кворум. По специальности, по которой сегодня у нас защищаются, 1.6.3. петрология, вулканология присутствуют 8 докторов наук. То есть тоже кворум есть. Таким образом мы можем, мы полномочны провести заседание по защите диссертации. Если других мнений у членов совета, ученого совета, нет, то я позволю себе объявить об открытии совета. Нет других мнений? Согласны с тем, что мы можем провести заседание? Спасибо! На повестке дня у нас защита диссертации Андреева Антона Андреевича. Диссертация называется – «Состав, возраст и геологическое положение пород нюрндукуканского комплекса Кичерской зоны (Байкало-Муйский складчатый пояс)». Значит, защита происходит на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 петрология, вулканология. Диссертационная работа выполнена в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук, научный руководитель Ярмолюк Владимир Викторович, академик Российской академии наук, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией редкометального магматизма ИГЕМ. В качестве официальных оппонентов выступят доктор геолого-минералогических наук Цыганков Андрей Александрович - директор Геологического института имени Добрецова Сибирского отделения РАН, кандидат геолого-минералогических наук Саватенков Валерий Михайлович, старший научный сотрудник лаборатории геохронологии и геохимии изотопов Института геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук. Ведущей организацией является Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук. Нет возражений против такой повестки дня? Нет, да? Спасибо! Тогда мы можем начать дальнейшую работу, и я предоставляю слово ученому секретарю для того, чтобы он доложил о представленных документах и их соответствии установленным требованиям и огласил личные данные диссертанта. Пожалуйста!

## **Козловский А.М.**

Добрый день уважаемы коллеги! Соискатель Андреев Антон Андреевич 1988 года рождения. В 2011 году окончил магистратуру Московского Государственного Университета имени Ломоносова, геологический факультет, кафедру региональной

геологии и истории Земли по направлению «Геология». В 2014 году окончил аспирантуру в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН. В настоящее время работает младшим научным сотрудником лаборатории редкометального магматизма ИГЕМ. Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 5 статей в научных журналах и изданиях, которые включены в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертации. Пять работ опубликовано в материалах конференций. Личное дело соискателя содержит все необходимые документы согласно перечня ВАК. Полный текст работы и реферата размещен на сайте ВАК и на нашем сайте. Все остальные необходимые документы также размещены согласно регламенту ВАК.

### **Бортников Н.С.**

Есть ли вопросы по личному делу к ученому секретарю? Я вопросов не вижу, спасибо! Теперь я предоставляю слово диссертанту для изложения содержания диссертации, и напоминаю Вам, что Вам на это отводится 20 минут. Спасибо!

### **Андреев А.А.**

Здравствуйте уважаемые коллеги! Тема моей диссертации представлена на данном слайде.

Байкало-Муйский пояс входит в состав структур восточной части Центрально-Азиатского складчатого пояса. Он протягивается примерно на 600 км от западного побережья оз. Байкал до среднего течения р. Витим.

Вопросы формирования и эволюции континентальной коры Центрально-Азиатского пояса рассматривались в работах многих исследователей на протяжении последних десятилетий. Обнаружение докембрийских офиолитов в составе Байкало-Муйского пояса, к которым были отнесены породы нюрндуханского комплекса, сделали это геологическое подразделение наиболее известным не только среди Кичерской зоны, но и Байкало-Муйского пояса в целом.

Актуальность работы заключается в том, что некоторые аспекты расшифровки ранних этапов тектонической эволюции Центрально-Азиатского складчатого пояса и последовательности проявления корообразующих процессов в его пределах до сих пор остаются дискуссионными.

Классическим примером тектонотипов подвижных поясов байкальского этапа в развитии Центрально-Азиатского пояса является Байкало-Муйский пояс. Его западный сегмент обладает наибольшей сложностью строения и представлен Кичерской зоной метаморфизованных пород. Основным геологическим подразделением Кичерской зоны является нюрндукуанский комплекс, в который традиционно объединялись практически все магматические и метаморфические образования этой структуры.

К настоящему времени существует значительная неопределенность сложившихся представлений об объеме, взаимоотношениях и последовательности главных этапов формирования магматических и метаморфических комплексов Кичерской зоны, что влечет за собой необходимость уточнения и пересмотра этих вопросов. Все это и определяет актуальность настоящей работы.

Целью работы являлось восстановление последовательности, возраста и условий формирования магматических и метаморфических комплексов Кичерской зоны на основе результатов геологических, петрографических, геохимических, изотопных и геохронологических исследований. Основной упор был сделан на изучение состава и геологического положения пород нюрндукуанского комплекса, выполняющего ключевую роль в строении этой зоны.

Для достижения поставленной цели требовалось решение следующих задач. Это выявление особенностей геологического строения Кичерской зоны на основе авторского материала и опубликованных данных; геологическое картирование ключевых участков распространения пород позднебайкальских комплексов, доминирующих в строении Кичерской зоны; выявление основных этапов формирования магматических и метаморфических пород Кичерской зоны; Обоснование геологического положения пород нюрндукуанского комплекса, и реконструкция обстановки формирования нюрндукуанского комплекса.

На данном слайде представлены методы исследования, задействованные в данной работе.

Байкало-Муйский пояс занимает пограничное положение между краевой частью Сибирского кратона и Баргузино-витимским супертеррейном Центрально-Азиатского складчатого пояса. В его строении выделяются два сегмента, западный и восточный, которые различаются различными тектоническими контактами с кратоном. Его западный сегмент наиболее сложный, представлен преимущественно породами Кичерской зоны, метаморфическими породами Кичерской зоны.

В структуре Кичерской зоны нами были установлены высоко метаморфизованные образования, а также комплексы пород, не затронутые высокотемпературным

метаморфизмом. Метаморфические породы подразделяются на две ассоциации. Это, к первой в первую очередь относятся гнейсо-граниты, ко второй – амфиболиты. Было установлено, что первым отвечают ранние байкалиды, которые локализованы в тектонических блоках, а вторым отвечают поздние байкалиды, которые локализованы в сдвиговых тектонических пластинах. За вторыми, резко преобладающими в составе Кичерской зоны, мы сохраняем определение нюрндуканского комплекса. Также в структуре зоны выделяется и кичерский комплекс в составе которого также выделяются метаосадочные породы. Комплексы пород, незатронутые высокотемпературным метаморфизмом представлены позднеэдиакарскими терригенными отложениями, а также интрузиями гранитоидного и базитового магматизма, проявлениями.

Юго-западная часть Кичерской зоны, в ней доминируют раннебайкальские образования Горемыкского блока, которые по мощной зоне бластомилонитов совмещены с нюрндуканским комплексом Богучанской пластины. В центральной подзоне доминируют образования нюрндуканского комплекса, они локализованы в Слюдинско-Курлинской и Гасан-Дякитской пластинах.

Интерес многих исследователей к юго-западной части Кичерской зоны был вызван обнаружением Макрыгиной двупироксеновых гранулитов и чарнокитов в районе м. Писанный Камень. На их геологических схемах гранулиты были показаны единой широкой полосой от м. Тонкий до м. Лударь, включая Байкальский блок...Горемыкский блок ранних байкалид.

Благодаря нашим исследованиям было установлено, что нюрндуканский комплекс Богучанской пластины юго-западной подзоны представлен преимущественно биотит-амфиболовыми гнейсами, амфиболитами и метагаббро. Они локализованы в небольших тектонических пластинах второго порядка, которые, как правило, не имеют магматических контактов, и имеют, как правило, северо-западное простирание. Такое же простирание у осей иногда встречающихся реликтов изоклинальных складок.

К чарнок...к гранулитам мы с уверенностью можем отнести только двупироксеновые кристаллические сланцы, чарнокиты и эндербиты, которые распространены крайне локально. Характер контакта чарнокитов с вмещающими кристаллосланцами может свидетельствовать об их анатектической природе.

В южной части м. Лударь установлены дайки субщелочного габбро, которые включают ксенолиты вмещающих кристаллосланцев.

Повсеместно в пределах Богучанской пластины установлены жильные и дайковые тела разновозрастных гранитоидов.

В районе м. Лударь биотит-амфиболовые гнейсы отдельных сдвиговых зон включают полный ряд продуктов мигматизации от венитов и артеритов до эффектных агматитов.

В центральной подзоне нюрндуканский комплекс представлен преимущественно амфиболитами и биотит...гранат-биотит-амфиболовыми гнейсами, которые включают субпластовые тела метагаббро и апогаббровых бластомилонитов, а также интрузивами метадиоритов, которые участвуют в деформациях, в складчатых деформациях и рассланцевании. Гранитоиды, адакитовые гранитоиды не подвержены, жильные их тела не подвержены высокотемпературному метаморфизму. Все породы нюрндуканского комплекса участвуют в трех этапах деформаций. Раз, два, три.

В районе Гасан-Дякитской пластины нами впервые в составе нюрндуканского комплекса была выделена толща амфиболовых диорито-гнейсов, которые прослеживаются по простиранию примерно 30 км. Повсеместно на этом участке прослеживается последовательность от мигматизированных биотит-амфиболовых гнейсов и амфиболитов до плагиомигматитов, которые ассоциируют с жильными телами трондземитов.

Перейдем к раннебайкальскому комплексу, немного остановимся. Его геологическое положение, состав и характер взаимоотношений и характер взаимоотношений резко отличают его от пород других структур Кичерской зоны, что послужило основанием его для выделения в отдельный комплекс. Так же это было подтверждено и геохронологическими исследованиями.

Так мы видим, что возраст гнейсо-гранитов Байкальского массива составляет  $755 \pm 15$  млн лет, они были сформированы на завершающей стадии раннебайкальского тектогенеза.

Возраст магматических ядер из эндербито-гнейсов 823 млн лет отвечает возрасту протолита этих пород. Внутренние метаморфические оболочки 790 и 770 млн лет отвечают раннебайкальскому метаморфическому событию. А внешние оболочки 622 млн лет отвечают позднебайкальскому высокотемпературному метаморфическому событию.

Стоит отметить, что для всех пород раннебайкальского комплекса характерны исключительно отрицательными значениями  $\epsilon Nd$  от -2 до -12 и Nd модельные возраста 1.8–2.4 млрд лет.

Возраст собственно нюрндуканского комплекса определен по породам центральной подзоны. Так было установлен, что возраст метадиоритов 641 млн лет, методом ID-TIMS. Возраст магматических ядер циркона из диорито-гнейсов  $652 \pm 6$  млн лет и в рамках ошибки не отличается от возраста метадиоритов. Также был установлен

возраст плагиомигматитов. Магматические ядра из плагиомигматитов имеют возраста 640-650 млн лет и интерпретируются как возраст протолита этих пород, то есть базитов. Все значения возраста метаморфических, а возможно и анатектических оболочек циркона, а где-то просто анатектического циркона соответствуют возрасту позднебайкальского метаморфического события и времени плагиомигматизации и анатексиса базитов.

В юго-западной подзоне нами был установлен возраст амфиболитов м. Лударь. Ядра из них имеют возраста  $638 \pm 14$  млн лет, а оболочки  $622 \pm 7$ . В рамках ошибки эти значения конечно перекрываются, но эти данные хорошо коррелируют с данными о наложенном позднебайкальском метаморфическом событием на породы раннебайкальского комплекса. Также был установлен возраст мигматизированных метагаббро. Метаморфический циркон из них имеет возраст 620 млн лет. А возраст диоритов агматитов, ядер циркона из них  $627 \pm 15$  в рамках ошибки перекрывается с возрастом метаморфических оболочек, формирование этих пород могло происходить в условиях амфиболитовой фации метаморфизма, сопровождающегося анатексисом. Также был установлен возраст чарнокитов  $632 \pm 9$  млн лет, понятно, что эта оценка возраста крайне приближительна. Но эти данные хорошо коррелируют с данным Кренера по чарнокитам м. Писаный Камень, где был получен возраст  $640 \pm 5$  млн лет.

Таким образом формирование протолитов нюрндуканского комплекса проходило на рубеже 660-640 млн лет, а их метаморфические преобразования на рубеже 640-615 млн лет. А вот раннебайкальский комплекс четко выделяется из состава нюрндуканского комплекса.

Здесь представлены главные типы пород нюрндуканского комплекса юго-западной подзоны, в то время как главные типы пород нюрндуканского комплекса центральной подзоны представлены преимущественно амфиболтами и метадиоритами с подчиненным количеством плагиомигматитов и трондьемитов.

Перейдем к петрохимии. Метабазиты юго-западной подзоны обладают повышенной титанистостью до 2,2 мас.%, в отличие от них метабазиты центральной подзоны умеренно- и низкотитанистые. Все метабазиты отвечают высокожелезистым толеитам умеренной и нормальной щелочности. Чарнокиты и эндербиты отвечают ряду монцодиоритам и монцонитам. Для них характерны повышенные содержания  $Al_2O_3$  до 22 мас.%. Метадиориты центральной подзоны отвечают ряду диорит - кварцевый диорит. Трондьемиты ряду низкощелочные граниты – лейкограниты, а плагиомигматиты низкощелочным кварцевым диоритам – низкощелочным гранодиоритам.

На данной диаграмме мы видим, слайде, вариационные диаграммы содержаний некоторых несовместимых элементов относительно концентраций Nb. Для метабазитов,

метадиоритов фигуративные точки их состава образуют единые согласованные тренды, которые могут свидетельствовать о формировании диоритов за счет дифференциации базитового расплава.

Перейдем к геохимии. Метабазиты юго-западной подзоны, пунктир, обладают, для них характерно преобладание легких РЗЭ относительно тяжелых, отсутствие выраженной Eu-аномалии. А также характеризуются они небольшими Ti и Ta-Nb минимумами. В целом спектры их распределения и концентрации элементов схожи с таковыми в средних внутриплитных базальтах.

Чарнокиты и эндербиты имеют схожие спектры распределения редких и РЗЭ. Для них характерно так же преобладание легких над тяжелыми, а также наличие хорошо проявленных положительных европиевых аномалий, небольших титановых минимумов, Ta-Nb и Ti минимумов, а также минимумов и максимумов по Zr. Разница в концентрациях всех элементов может свидетельствовать либо о меньшем участии корового материала при образовании эндербитов, либо при более интенсивных процессах анатексиса при формировании чарнокитов.

Дальше перейдем к центральной подзоне. Метабазиты центральной подзоны – пунктир и зеленое. По спектрам распределения своих редких и редкоземельных элементов, а также по их концентрациям, они схожи с базальтами N-MORB типа, а также E- и T-MORB типов. Метадиориты обладают слабодифференцированными спектрами распределения легких...редкоземельных и редких элементов. Для них характерны небольшие Ta-Nb и Ti минимумы.

А вот плагиомигматиты так же, фиолетовое, обладают слабодифференцированными спектрами распределения всех их элементов. И в целом они схожи с таковыми у базальтов N-MORB типа. спектры распределения их редких и редкоземельных элементов идентичны таковым у вмещающих амфиболитов. А вот плагиомигматиты подразделяются на две группы. Для первых характерно, розовое, преобладание легких РЗЭ над тяжелыми. Такое вот более фракционированное...а также наличие положительной европиевой аномалии. Более фракционированное распределение легких РЗЭ относительно вмещающих метабазитов, может свидетельствовать об их образовании в результате анатексиса вмещающих пород. А вот для второй группы спектры распределения редких и редкоземельных элементов крайне схоже с базальтами N-MORB типа, включая преобладание тяжелых редкоземельных элементов над легкими. Формирование гранитоидов такого типа связывается с дифференциацией базитового расплава в магматической камере.

Все породы...метабазиты нюрндуханского комплекса попадают в поля внутриплитных обстановок.

Метабазиты N-MORB типа имеют высокие отношения  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  от 0.2 до 0.25 и  $\epsilon\text{Nd}$  от +6.8 - +9.7. Метабазиты E- T-MORB типа, метадиориты, трондьемиты и плагиомигматиты центральной подзоны, в них эти значения более низкие. Такие различия в содержании...в Nd изотопном составе этих пород может свидетельствовать о возможном варьирующем вкладе раннебайкальского древнекорового материала в формировании исходных расплавов этих пород наряду с деплетированной мантией. В то время как высокотитанистые метабазиты имеют практически среднекоровые значения  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ , а также  $\epsilon\text{Nd}$  от +1,5 до +5,1. Схожие значения имеют и чарнокиты с эндербитами, принимая во внимание их геохимическую специфику, можно с уверенностью говорить, что в формировании исходных расплавов данных пород принимал обогащенный плюмовый источник.

Таким образом, на данном графике, мы видим, что полю номер один соответствует поле эволюции раннебайкальской коры, полю номер три, извиняюсь. Полю номер один соответствует поле эволюции ювенильной позднебайкальской коры центральной подзоны, а полю номер два поле эволюции ювенильной позднебайкальской коры юго-западной подзоны.

Таким образом, полученные в работе новые данные, хорошо согласуются с данными о сдвиговом тектогенезе и рифтогенной деструкции древних континентальных окраин. При таком раскладе породы нюрндуханского комплекса могут рассматриваться как офиолиты окраинно-континентального типа, которые ассоциируют с фрагментами субконтинентальной литосферной мантии.

Накопление и формирование раннебайкальского...пород раннебайкальского комплекса началось примерно 850 млн лет назад и завершилось высокотемпературным метаморфизмом и гранитообразованием на рубеже 755 млн лет назад. Ранние байкалиты сохранились в Горемыкском и Умоликитском блоках Кичерской зоны.

Начало криогения, 0,72 млрд лет, знаменуется растяжением и распадом Родинии под воздействием мантийного плюма. Процессы континентального рифтогенеза начавшиеся в Олоkitской зоне завершились локализацией растяжения в пределах Кичерской зоны на рубеже 0,66-0,64 млрд лет и формированием позднебайкальской ювенильной коры в рифтогенно-сдвиговых структурах.

С этого момента возможны два варианта развития событий. Согласно первому, на рубеже 670-660 млн лет произошло зарождение Палеоазиатского океана. Его раскрытие привело к стагнации растяжения в Кичерской зоне, а дальнейшая эволюция к закрытию

палеорифта. Коллизионные события на границе Сибирского кратона и Баргузино-Витимского супертеррейна отразились в деформациях и высокотемпературном метаморфизме ранне- и позднебайкальских комплексов пород. Постколлизионный этап маркируется адакитовыми гранитоидами и накоплением молласовых толщ, которым могут соответствовать терригенный комплекс Кичерской зоны.

Согласно второму сценарию, активная фаза растяжения заканчивается и маркируется блокированием подводящих каналов вследствие кристаллизации базитовых расплавов. А вся совокупность поступления в кору базитовых мантийных расплавов, высокотемпературного метаморфизма, ремобилизации древних блоков континентальной коры, а также анатексиса, вполне соответствует условиям растяжения коры и аномального теплового потока в области рифтогенеза. Окончание этого процесса маркируется адакитовыми гранитоидами «постколлизионного» геохимического типа на рубеже 590 млн лет. А вот формирование терригенного комплекса оторвано от метаморфизма более чем на 30 млн лет.

Таким образом, на основании всего вышесказанного, можно сформулировать следующие защищаемые положения. Первое: определены особенности строения Кичерской зоны Байкало-Муйского пояса, являющейся петротипической для пород нюрндуканского комплекса. Установлено ее неоднородное строение, позволившее выделить в ее пределах раннебайкальские и позднебайкальские структуры. Раннебайкальские образования, сформированные к рубежу 755 млн лет, отмечаются в строении небольших тектонических блоков. Основной объем в строении зоны представляют позднебайкальские породы нюрндуканского комплекса. Второе: нюрндуканский комплекс представлен магматическими образованиями основного и среднего составов, сформированными в интервале 660 - 640 млн лет и преобразованными в результате метаморфизма в метабазиты, метадиориты и трондьемиты. Третье: геохимические и Nd-изотопные характеристики пород...метабазитов нюрндуканского комплекса указывают на их связь с различными ювенильными источниками. Толеиты MORB-типа центральной части Кичерской зоны формировались за счет ДМ источника, а толеиты с внутриплитной геохимической спецификой юго-западной части зоны - за счет обогащенного плюмового источника. И четвертое: формирование пород нюрндуканского комплекса и Кичерской зоны в целом связано с процессами ювенильного корообразования в пределах БМП, которое протекало в режиме рифтогенеза, инициированного мантийным плюмом, и завершилось закрытием субокеанического бассейна и метаморфизмом.

Здесь представлен список основных публикаций по теме работы. А тут...как бы...все вот...краткое содержание всей работы в общем итог в этой таблице. Спасибо за внимание!

**Бортников Н.С.**

Спасибо за интересный доклад! Мы имеем возможность задать вопросы. Кто бы хотел задать вопросы? Пожалуйста, значит у нас члены совета по специальности петрология. Ну начнем тогда с товарища Арановича. Товарищ Аранович, Вам слово для вопроса.

**Аранович Л.Я.**

У меня есть вопрос. Пожалуйста, Вы приводили много диаграмм с распределением редких земель. А вот скажите пожалуйста, Вы смотрели когда-нибудь на корреляцию редких земель с фосфором в этих породах?

**Андреев А.А.**

С фосфором, вот.

**Аранович Л.Я.**

Особенно в тех, которые метаморфические.

**Андреев А.А.**

Были проблемы вот с цирконием, я смотрел корреляцию циркония с фосфором. Потому что у меня плюс...минимум и максимум, вот корреляции там нет. Скажем так, а так нет, с остальными элементами не проводил.

**Аранович Л.Я.**

Спасибо!

**Бортников Н.С.**

Так, доктор Силантьев хотел задать вопрос. Да, конечно, я вижу по вашему взгляду.

**Силантьев С.А.**

Если я верно понял содержание Вашего автореферата, большая часть так называемых пород кислого состава это то, что Вы обозначаете термином постколлизийные являются анатектическими. Это так? Ну большая часть гранитов.

**Андреев А.А.**

Нет, постколлизийными я там адакитовые гранитоиды называю. А вот эти анатектиты, которые...это в составе нюрндукуканского комплекса самого, структурно-вещественного.

**Силантьев С.А.**

Ясно. И последний вопрос, насколько я понимаю, геохимический тип магматизма, который Вы относите к плюму мантийному, Вы его выводите за счет ассоциации базальтоидов типа N-MORB и базальтоидов типа OIB, да? Ну или E-MORB.

**Андреев А.А.**

В первую очередь OIB юго-западной подзоны, где у нас источником исходных расплавов мог быть как раз плюм. А соответственно это высокотитанистые метабазиты, обогащенные, также у них Sm-Nd характеристики такие близкие.

**Силантьев С.А.**

Я понимаю. Но дело в том, что такая геохимическая ситуация, в том числе, существует и в обычных срединно-океанических центрах, да.

**Андреев А.А.**

А, так...

**Силантьев С.А.**

То есть возникает некоторое наложение геохимических индикаторных характеристик. Понимаете, да?

**Андреев А.А.**

Я понимаю, да. Нам ничто не мешает, что у нас было все инициировано... рифтогенез плюмом и дальше это дошло до некой стадии раскрытия. Возможно уже нарушения сплошности, образования некоего субокеанического бассейна и соответственно образования и базальтов N-MORB типа, и E- T-MORB типов. Но начиналось все, наверное, с...

**Силантьев С.А.**

Океанического бассейна.

**Андреев А.А.**

Да.

**Силантьев С.А.**

Спасибо!

**Бортников Н.С.**

Профессор РАН Сафонов Олег Геннадьевич, пожалуйста, Вы хотели задать вопрос.

**Сафонов О.Г.**

У меня вопрос, во-первых, по терминологии. Вот Вы много говорили про чарнокиты, вот, а на диаграмме петрохимической TAS у Вас эти чарнокиты принадлежат группе монцонитов, сиенитов, да, вот туда куда-то? Монцодиориты, монцониты, почему Вы их называете чарнокитом? Чарнокиты это, вообще-то, ортопироксеновые граниты, то есть они должны быть вон там вот. Вот, а для этих пород есть свои названия, они конечно там мало используются, там всякие мангериты, например, и так далее. Вот, и вопрос, Вы говорите, что эти чарнокиты являются анатектическими, что могло быть их протолитами для этих пород? Потому что довольно интересные составы.

**Бортников Н.С.**

Спасибо!

**Андреев А.А.**

Спасибо! Да, по составу это, наверное, скорее такие вот средние породы. Это в любом случае средние породы с ортопироксеном, да я понимаю, что можно там было назвать всякими там мангеритами, йотунитами, но как-то чарнокиты ближе были. Может быть можно было по-другому. Так, а протолитом, ну я подразумеваю, что плавилась соответственно двупироксеновые кристаллосланцы, то есть изначальные базиты, которые были сформированы в результате...во время метаморфизма. В данном случае, наверное, гранулитового, ну и, наверное...

**Сафонов О.Г.**

А откуда в них столько щелочей?

**Андреев А.А.**

Щелочей? Возможно какой-то некий флюид.

**Бортников Н.С.**

Постмагматический раствор, и весь ответ. Так, профессор РАН Никифоров, пожалуйста, Вы хотели задать вопрос.

**Никифоров А.В.**

Вот скажите, Ваша работа начиналась с того, что Кичерская зона, чем она была интересна, это было...офиолиты считались, да? Вот Вы провели комплекс работ, это осталось офиолитами или что-то изменилось в геодинамическом плане?

**Андреев А.А.**

Согласно тому фактическому материалу, которым мы располагаем, это не в классическом понимании офиолиты, то что тут вот некий океан и у нас эти офиолиты образовались, что внутри какого-то океана – Палеоазиатского, не Палеоазатского, любого. Тут у нас офиолиты, но они окраинно-континентального типа, которые ассоциируют, как я уже говорил, с фрагментами субконтинентальной литосферной мантии. Для них характерно то, что сразу же на ультрабазитах залегают базиты без остальной серии, классической офиолитовой, и там небольшое количество интрузивов габброидных и так далее.

**Никифоров А.В.**

Спасибо!

**Андреев А.А.**

И специфика, соответственно, вот этих вот ультрабазитов. Нижней части разреза.

**Бортников Н.С.**

Член-корреспондент Петров, пожалуйста.

**Петров В.А.**

Спасибо! Антон Андреевич, вскользь Вы сказали от трех этапах деформаций. Но выделение этапов деформаций должно основываться на каких-то критериях и, соответственно, использовать какие-то маркеры структурные, петролого-структурные и

так далее. Вот что-то более детальное Вы можете по этому поводу сказать? Что Вы использовали, какой подход?

**Андреев А.А.**

Структурно-геологический подход, потому что мы видим в пределах одной тектонической пластины и, соответственно, даже в пределах одного обнажения реликты неких вот...первой сланцеватости, изоклинальных складок, в последующем, в стороне, мы видим уже другое направление и сланцеватости, и были замерены шарниры складок соответственно. Здесь вот складки второй генерации параллельно осям крыльев...осям и крыльям, которых расположены зоны рассланцевания  $S_{n+2}$ . Ну и соответственно третий этап, это сильно сжатые лежачие складки, которые опять же, тут же, в этих обнажениях были обнаружены. И соответственно мы можем предполагать, учитывая морфологию складок, их элементы, разное движение тектонического транспорта, с разных сторон. Как-то так.

**Бортников Н.С.**

Так, есть ли еще вопросы из зала? Так, академик Чернышев, пожалуйста.

**Чернышев И.В.**

Большое место в Вашей работе занимают изотопно-геохронологические данные. За исключением данных Кренера, полученных очень еще давно, Вы о старых данных не упоминали, следует ли из этого, что Вами, по сути дела, заново построена геохронология этого комплекса?

**Андреев А.А.**

Скажем так, что нюрндуканский комплекс всегда считался более древним, и до этих исследований он был миллиард лет. Он был как минимум раннебайкальским и то, это были какие-то Sm-Nd изохроны. А благодаря, да, этим исследованиям мы смогли по плагиомигматитам, пусть там и небольшое количество точек, по этим магматическим ядрам циркона, установить возраст этих базитов, который четко показал, что нюрндуканский комплекс позднебайкальский. То есть позднепротерозойский.

**Чернышев И.В.**

То, что сам результат по геохронологии.

**Андреев А.А.**

Это да, плюс выявлены метаморфические преобразования этих пород – рубеж. То есть образование и протолита, и метаморфизма. Но помимо этого, был раннебайкальский Горемыкский блок, ну то есть тогда и нюрндукана то никто толком возраст не знал, ну и соответственно все это рассматривалось в рамках единого нюрндуканского комплекса. Он был выделен из состава, а в нем, вот, и два метаморфизма было установлено, этапа.

**Бортников Н.С.**

Есть ли еще вопросы? Пожалуйста, доктор Перцев, профессор.

**Перцев А.Н.**

У Вас там совокупность большого количества тектонических блоков и пластин, как я понял. Первый вопрос: в связи с этим, как Вы оцениваете масштаб перемещения? Это сотни метров или тысячи километров. И второй вопрос: как эти тектонические границы петрографически выражены? В каких условиях могли происходить эти сдвиговые перемещения?

**Андреев А.А.**

Так, первый вопрос. Какие перемещения были? Вы, наверное, имеете в виду по блока и по всему, да? Масштаб, ну в масштабах, если мы предполагаем рифтогенно-сдвиговое раскрытие этого рифта, во-первых, он...предполагается автохтонное его положение на этом месте. А раскрытие, если оценить само раскрытие того же рифта, это тяжело как-то оценить конкретные перемещения. Просто есть еще и наложенные сдвиговые деформации, которые затушевывают там. Изначально он автохтонный, если он здесь раскрывался, то допустим на 20-30 км, условно. Узкая линейная структура.

**Бортников Н.С.**

Есть ли еще вопросы?

**Из зала:**

А второй вопрос?

**Перцев А.Н.**

Второй вопрос: По поводу петрографического выражения сдвиговых зон и, соответственно, оценки условий, в которых сдвиговые деформации могли происходить.

**Андреев А.А.**

Петрографически все границы пластин маркируются зонами бластомилонитов, это первое. А в каких условиях? В условиях...соответственно...

**Перцев А.Н.**

Может у Вас там были какие-то синмагматические деформации или это структуры пластических деформаций? Какой-нибудь там амфиболитовой, гранулитовой фаций?

**Андреев А.А.**

Нет, я же так и сказал, что это в условиях амфиболитовой фации метаморфизма, местами, может, зонально проявлена гранулитовая фация – в пределах юго-западной подзоны.

**Бортников Н.С.**

Есть ли еще вопросы? Ну если можно, то я задам пару вопросов. Первое: у Вас погрешность определения датирования, там есть, по-моему, даже 33 млн лет, но 10 млн лет, с чем это связано?

**Андреев А.А.**

33 конечно нет. Но до 15-ти, да.

**Бортников Н.С.**

14, да. 11, 13.

**Андреев А.А.**

В какой-то мере мы тут видим данные по лазерной абляции, эти данные...оценки возраста достаточно приблизительные, они просто хорошо коррелируют с данными более высокоточных методов – ID-TIMS. Просто такая разница в точности методики, в измерениях, в самом цирконе.

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Вы говорите об адакитах, да? Первоначально ведь считалось, что адакиты образовались в результате плавления погружающейся океанической плиты. Что у Вас плавилось там?

**Андреев А.А.**

Утолщенная кора могла плавиться.

**Бортников Н.С.**

Древняя кора?

**Андреев А.А.**

Да. Древняя и плюс ювенильная, которая уже была образована. Сочетание.

**Бортников Н.С.**

Даже сейчас считается если плавится кора океаническая, то она должна быть молодой для того, чтобы образовать адакиты. Или это не так? Нет, я не специалист в этой области, я могу что-то и спутать, это в порядке, в какой-то мере, ликбеза.

**Андреев А.А.**

Нет, просто раньше...действительно подразумевалось, что адакиты образуются только в зонах субдукции при плавлении. Тем не менее современные работы показывают, что они развиты, по крайней мере породы с адакитовыми характеристиками, в условиях коллизионных и постколлизионных орогенов.

**Бортников Н.С.**

Хорошо, спасибо!

**Андреев А.А.**

Но главное, что я хочу сказать, что они секут нюрндуканский комплекс и к ним отношения не имеют. Они уже пост.

**Бортников Н.С.**

Хорошо, спасибо! Я думаю, что на этом мы можем завершить вопросы и перейти к следующему. Спасибо! Сейчас мы должны, что мы должны сделать? Мы должны предоставить слово научному руководителю. Пожалуйста, академик Ярмлюк. Я напоминаю, что руководитель говорит о диссертанте, о его достоинствах и недостатках, а не работе.

**Ярмлюк В.В.**

Да, да, не о работе. Когда мы ставили эту работу, мы исходили из того, что проблемы ранних стадий формирования Центрально-Азиатского пояса, они оставались, но они и до сих пор остаются очень слабо изученными. Когда это произошло? Отвечает ли это раннеопротерозойскому этапу или позднеопротерозойскому этапу? Когда образовался Центрально-Азиатский океан? Это было и остается не очень понятным. В этом отношении Байкало-Муйский пояс заслужил интерес тем, что это был стратотип для

ранне- и позднебайкальских структур, которые еще и по-другому выделяются как ранненепротерозойские и позднепротерозойские образования. В байкало-Муйском поясе, для ранних стадий, самый интерес представлял нюрндукуканский комплекс, потому что он считался базитовым. Он считался аналогом офиолитов и, чтобы уточнить его положение в структуре пояса, мы и направили туда Андреева. Мы думали, что достаточно быстро работа закончится, получит он там пару возрастов, получит какие-то характеристики составов и вся проблема будет решена. Но когда начались эти работы, то оказалось, что на быстрый результат рассчитывать не приходится. Во-первых, это очень тяжелый в отношении инфраструктуры район, там очень трудно достигать тех мест, где можно что-то изучить, их немного. Это очень сложные участки: они сильно метаморфизованы, с различным соотношением пород. Со всем этим надо было разобраться. Когда он начал работать, первым делом выяснилось, что в вещественном отношении это не очень-то однородный комплекс, как считалось раньше. Когда прошло датирование выяснилось, что там есть и раннебайкальские, и позднебайкальские структуры. Более того, есть образования, которые секут эти позднебайкальские структуры. Для всего этого требовалась большая работоспособность, освоение разных методик. Надо было освоить методику метаморфического картирования, методику работы с геохимическими данными, с изотопными данными. Может быть вы и по докладу увидели, что с материалом он немножко даже перебирает, но это уже после того как мы его очень сильно усекли. Он наработал очень много в Кичерской зоне. Действительно, он представил совершенно новую картину строения Кичерской зоны, а также характеристику всех комплексов, которые сейчас известны там. Это все было им получено, и он пытался даже все это изложить в своей диссертации. Приходилось его немножко утрясать, ограничивать, что все же его основная задача, это показать, что же такое нюрндукуканский комплекс и с чем его едят. В результате, что могу сказать, очень настырный, упрямый, упорный, но трудолюбивый человек и овладел большим набором методик неюжных геологу. Спасибо!

**Бортников Н.С.**

И получил высокую квалификацию, как я понимаю, да?

**Ярмолюк В.В.**

Да.

**Бортников Н.С.**

Ну вот это главное.

**Ярмолюк В.В.**

Конечно он ее получил.

**Бортников Н.С.**

Получил, да, спасибо. И так, дальше мы по протоколу должны идти. У нас секретарь совета зачитывает отзывы ведущей организации и другие отзывы, поступившие на автореферат и работу. Пожалуйста!

**Козловский А.М.**

Отзыв ведущей организации на диссертационную работу Андреева Антона Андреевича «Состав, возраст и геологическое положение пород нюрндуканского комплекса Кичерской зоны (Байкало-Муйский складчатый пояс)», представлена на соискание ученой степени кандидата наук по специальности петрология, вулканология.

*Зачитывает отзыв ведущей организации (отзыв приложен к аттестационному делу).*

На автореферат поступило 11 отзывов, все отзывы положительные. Четыре отзыва без существенных замечаний. Это отзывы от: Голионко Бориса Глебовича, кандидата наук, старшего научного сотрудника лаборатории геодинамики позднего докембрия и фанерозоя Геологического института РАН; Котова Александра Борисовича, члена-корреспондента РАН, доктора геолого-минералогических наук, профессора, заведующего лабораторией изотопной геологией Института геологии и геохронологии докембрия РАН; Дамдинова Булата Батуевича, доктора наук, заместителя директора по научной работе, заведующего лабораторией металлогении и рудообразования Геологического института Сибирского отделения РАН; Великославинского Сергея Дмитриевича, доктора наук, главного научного сотрудника лаборатории геологии и геодинамики и Толмачевой Елены Васильевны, кандидата наук, старшего научного сотрудника лаборатории изотопной геологии Института геологии и геохронологии докембрия. Отзывы с замечаниями

прислали: Козаков Иван Константинович, доктор наук, главный научный сотрудник, ученый секретарь научного совета по проблемам геологии докембрия Института геологии и геохронологии докембрия РАН; Воронцов Александр Александрович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии основного и ультраосновного магматизма Института геохимии Сибирского отделения РАН; Станевич Аркадий Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории нефти и газа Института земной коры Сибирского отделения РАН; Антипин Виктор Сергеевич, доктор наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории геохимии гранитоидного магматизма и метаморфизма Института геохимии Сибирского отделения РАН; Кориневский Евгений Викторович, кандидат наук, младший научный сотрудник Южно-Уральского федерального научного центра минералогии и геоэкологии Уральского отделения РАН; Туркина Ольга Михайловна, доктор наук, ведущий научный сотрудник лаборатории петрологии и рудоносности магматических формаций Института геологии и минералогии Сибирского отделения РАН; Кислов Евгений Викторович, кандидат наук, доцент, старший научный сотрудник Геологического института Сибирского отделения РАН.

Замечания из отзывов на автореферат, касающиеся петрохимических, геохимических характеристик рассматриваемых пород. Эти замечания содержатся в отзывах Воронцова, Антипина и Туркиной:

«Где проводить границу между низко- и высокотитанистыми породами?»;

«Почему на спайдердиаграммах отсутствуют Ta и Hf?»;

«Как объяснить широкий разброс вариаций для Zr?»;

«Для чего нормировать микроэлементный состав гранитов к примитивной мантии?»;

«Есть ли геохимические и изотопные признаки энсиалической природы рифта?».

Замечания к модели формирования неопротерозойских комплексов Кичерской зоны из отзывов Козакова и Станевича:

«В работе не обсуждаются исследования осадочных и вулканогенно-осадочных пород, которые показывают картину логичного развития островодужной системы в позднебайкальскую эпоху.»;

«Вызывает вопрос время зарождения Палеоазиатского океана к рубежу 660-640 млн лет, что автор связывает с формированием офиолитов Баянхонгорской зоны.».

Ряд замечаний также из отзывов Туркиной, Кислова и Кориневского:

«Почему породы базитового состава рассматриваются как плутонические, а не вулканические?»;

«Что представляла собой более древняя кора в регионе?»;

«Есть ли в Кичерской зоне кислый магматизм типичный для зон внутриконтинентального рифтогенеза?»;

«Кем получены оценки возраста пород постметаморфических комплексов?»;

«Приведено недостаточно информации о параметрах каждой из фаз метаморфизма.».

Так, все, отзывы зачитал.

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Я думаю, что Вам следует ответить на вопросы, на замечания. Вам, да. Я очень просто это объясню, пусть ученый секретарь отдохнет перед тем как зачитывать отзыв официального оппонента, а вы ответите на вопросы.

**Андреев А.А.**

Тут вопросы и замечания ведущей организации и из отзывов на автореферат.

«Что представляла собой более древняя кора?» - Ольга Михайловна Туркина. Она представляла собой ранние байкалиды, которые представлены преимущественно гнейсо-гранитами с ограниченным количеством метабазитов.

«Внутриконтинентальный рифтогенез как правило сопровождается не только базитовым, но и кислым магматизмом...». Кислые породы проявлены в пределах кичерского комплекса, они включают небольшие тела метариолитов.

«На основании каких признаков породы базитового состава нюрндукуканского комплекса рассматриваются как плутонические?». На основании габброидной структуры. Реликтов габброидной структуры.

«Петрографически охарактеризованы не все породы нюрндукуканского комплекса.» - ведущая организация. Да, охарактеризованы основные разности пород, которые преобладают в строении комплекса. А так, да, согласен с этим замечанием.

«Хотелось бы узнать больше информации о параметрах каждой из фаз метаморфизма...». Эта информация у нас есть только по литературным данным. То что мы имеем, это температура 755-800 градусов Цельсия, давление 4-12 кбар, большой разброс. Конкретной привязки к фациям нет, потому что раннебайкальский метаморфизм до этого не выделялся никогда.

«Где проводить границу между низко- и высокотитанистыми породами?» - Александр Александрович Воронцов. В центральной подзоне 1,2 масс. % в метабазитах, а там 2,2 масс. % - в юго-западной. Эта граница условная и конкретна только для этого региона, где-то посередине.

«Как объяснить широкий диапазон вариаций для Zr, учитывая принадлежность Nb, Ta, Zr, Ti к одной геохимически родственной группе?». Тут стоит отметить, что это не аналитическая ошибка, что другие исследователи тоже получали такие разбросы, там это никак не объяснялось. А главное, что это происходит в пределах одного обнажения и даже одной жилы в метре друг от друга. Можно предположить, что это связано с неким перераспределением в породе циркония. Вот так конкретно, сейчас тяжело сказать.

«Не очень понятно для чего нормировать на спайдерах составы гранитов к примитивной мантии.». Основной состав нюрндукуканского комплекса это амфиболиты в первую очередь, и мы нормируем их к примитивной мантии. А продукты их преобразования мы должны рассмотреть вместе и найти какие-то закономерности в распределении элементов. Поэтому так и делается.

«Есть ли какие-то геохимические или изотопные признаки энциалической природы рифта?». Достоверных. Наверное, нет. Мы имеем, в первую очередь, ювенильную кору.

«Кем получены датировки пород постметаморфических комплексов?». Получены нами, просто в автореферате об этом не сказано.

«Возраст не затронутых высокотемпературным метаморфизмом базитов чая-нюрндукуканского комплекса  $627 \pm 25$  млн лет, а возраст завершения метаморфизма

маркируется как 615 млн лет, как это объяснить?». Евгений Владимирович Кислов задал этот вопрос. Тем, что возраст пород чая-нюрндукуканского комплекса получен по Sm-Nd изохроне, мы видим, что этот возраст очень приблизительный. Даже в пределах ошибки он будет моложе, чем возраст завершения метаморфизма. А главное, что эти породы не метаморфизованы, а возраст окончания метаморфизма установлен по синметаморфическим гнейсо-гранитам, которые вместе с породами нюрндукуканского комплекса деформированы и метаморфизованы.

«По палеомагнитным реконструкциям южная часть кратона располагалась во внутренних частях Родинии...». Да, очень много интересных работ с палеомагнитными данными, но по одним исследованиями и реконструкциях это так, а по другим на окраинной части Родинии. Поэтому можем себе позволить это предположить.

«Формирование ранних байкалид могло происходить не вблизи Сибирского кратона, а в пределах окраины Анамакит-Муйского террейна...А позднее могли быть аккретированы к Сибирскому кратону с формированием БМП.». Это все могло-бы быть, но главное, что мы не имеем никаких островодужных маркеров. Которые как-то вот это все аккретировали к кратону, и это самое главное. А также, что возраст развития океана в таком случае очень маленький получается. Всего условно 40 млн лет до образования островных дуг и коллизии последующей.

«При рифтогенном отделении Анамакит-Муйского террейна и ранних байкалид должны быть сформированы дайки долеритов с возрастом 720 млн лет...». В Кичерской зоне они не установлены в настоящий момент, но в сопредельной Олоkitской зоне есть бимодальная иньяптукская свита, там вулканиты имеют возраст 720 млн лет, и они с рифтогенными характеристиками.

«Нельзя исключать, что образование Палеоазиатского океана между Северо-Китайским кратоном, Таримо-Тянь-Шань-Казахстанским континентальным блоком и Сибирью происходило на рубеже 850 млн лет.» - Иван Константинович Козаков. Да, этот вопрос дискуссионный. Одни исследователи предполагают так, а другие по-другому.

«В работе не обсуждаются детальные исследования осадочных и вулканогенно-осадочных пород, которые показывают картину логичного развития островодужной системы в позднебайкальскую эпоху.». Хочется отметить, что авторы этих работ проделали очень большую работу. Действительно, они очень детальные, тем не менее они были сделаны в восточном сегменте Байкало-Муйского пояса, и мы не будем, пожалуй, коррелировать их с западным сегментом. Так, все.

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Александр Михайлович, зачитайте, пожалуйста, отзыв доктора наук Цыганкова Андрея Александровича. Он не смог приехать. По-видимому, из-за нелетной погоды или больших морозов.

**Козловский А.М.**

Директор института, он человек занятой. Позволим ему.

*Зачитывает отзыв официального оппонента (отзыв приложен к аттестационному делу).*

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Антон Андреевич, Вы будете сейчас отвечать или после выступления другого оппонента?

**Андреев А.А.**

После.

**Бортников Н.С.**

Тогда я предоставляю слово Саватенкову Валерию Михайловичу, пожалуйста.

**Саватенков В.М.**

Уважаемые коллеги, я позволю себе более краткое изложение своего труда. Не вызывает сомнения актуальность выбранной тематики. Поскольку Байкало-Муйский пояс, занимающий граничное положение между Центрально-Азиатским складчатым поясом и Сибирским кратоном, как структура фиксирует наиболее ранний этап формирования и дальнейшей эволюции Центрально-Азиатского пояса, что и определяет интерес к изучению пород, слагающих БМП.

Несмотря на богатую историю геологического изучения структурно-вещественных комплексов Байкало-Муйского пояса, особенно его восточной части, остаётся открытыми множество вопросов касающихся исходной природы пород, слагающих эти комплексы,

тектонических обстановок, в которых они формировались, хронологии магматических и метаморфических событий, определяющих эволюцию этих комплексов. Всё это в значительной мере осложняет выработку единой и определённой геодинамической модели формирования ЦАСП на раннем байкальском этапе его развития.

Выбор Кичерской зоны достаточно убедительно обоснован Антоном Андреевичем, как наиболее удачный объект для эволюционной реконструкции, поскольку эта зона сложена многообразием разновозрастных структурно-вещественных комплексов, отражающих различные этапы становления Байкало-Муйского пояса, а также условия становления и протекания этих этапов.

Научные выводы, представленные в работе Антона Андреевича, основаны на впечатляющем фактическом материале, как по представительности аналитических данных, так и по широкому спектру современных методов, используемых при решении геологических задач.

Реконструкция вещественной природы и условий становления разновозрастных комплексов Кичерской зоны, выполненная автором на основе всестороннего изучения пород, слагающих эти комплексы, легла в основу четырех защищаемых положений, сформулированных Антоном Андреевичем в его диссертации.

В первом положении, автором определены особенности строения Кичерской зоны и выделены в ее пределах раннебайкальские и позднебайкальские структуры. Определено время образования этих структур.

В главе 3, посвящённой геологическому строению Кичерской зоны, автором изложен значительный фактический материал геологического изучения структурных комплексов зоны, включающий данные полученные автором лично в ходе многочисленных полевых работ, а также данные опубликованные ранее. Представленные результаты исследования, наглядно иллюстрированы подробной схемой тектонического строения Кичерской зоны, убедительно, с моей точки зрения, обоснованы выводы, сделанные автором в конце главы, касающиеся особенностей строения рассматриваемой зоны.

Возрастная позиция тектонических блоков, отвечающая раннебайкальскому времени, достаточно хорошо обоснована автором в главе 4, посвящённой геохронологическому изучению пород нюрундуканского комплекса Кичерской зоны, а также их возрастных предшественников. В этой главе представлены результаты изотопно-геохронологического изучения Байкальского массива гнейсо-гранитов, наиболее раннего комплекса, эндрбито-гнейсов Горемыкского комплекса. Кроме того, автором был получен раннебайкальский возраст ортогнейсов Умоликитского блока. Полученная

автором оценка возраста гнейсо-гранитов Байкальского массива и рассматривается автором как рубеж, к которому завершилось формирование раннебайкальских структур.

Во втором защищаемом положении, автором охарактеризован вещественный состав пород нюрндукуканского комплекса и определены возрастные рубежи формирования пород и их метаморфического преобразования.

Представленные в 4 главе многочисленные данные изотопно-геохронологического изучения пород, выделенных автором на основе геологического изучения в нюрндукуканский комплекс, убедительно указывают на то, что образование магматических протолитов этого комплекса происходило в позднебайкальский этап развития Кичерской зоны в интервале 660 — 640 млн лет.

Вызывает замечание методологический подход, выбранный автором, для оценки времени метаморфического преобразования пород нюрндукуканского комплекса. Автор строит свои заключения исключительно на основе изучения цирконов. В ряде случаев, время метаморфизма оценивается на основе U-Pb возраста цирконов, выделенных из пород анатектического генезиса (это трондьемиты Гасан-Дякитской пластины), либо мигматизированных габброидов, где очевидна метаморфогенная природа цирконов. Эти данные получены точным методом TIMS с изотопным разбавлением и замечаний не вызывают. Другие оценки получены на основе U-Pb изучения внешних кайм магматических цирконов, которые автором рассматриваются как метаморфогенные, локальным методом SIMS. Метаморфогенная природа этих кайм убедительно обоснована, на основе выявления наличия в них флюидных включений. Вместе с тем видится, что разрешающая способность локального метода для выделения метаморфического этапа автором завышена или переоценена. Для таких задач локальный метод является слишком грубым методом. Здесь было бы уместно расширить минералогический арсенал, привлекая другие U-Pb минералы геохронометры заведомо метаморфического генезиса (к примеру монацит), которые позволили бы получить оценку времени метаморфизма с большим разрешением.

Особенности вещественного состава пород, выделенных автором в нюрндукуканский комплекс, всесторонне охарактеризованы в главах 5 и 6 диссертации. На основе результатов изучения геохимических характеристик metabazитов нюрндукуканского комплекса, а также их Sm-Nd систематики, автором было сформулировано третье защищаемое положение, согласно которому metabazиты центральной части Кичерской зоны, отвечают толеитам MORB-типа, сформировались за счет ДМ источника, а metabazиты юго-западной части зоны, отвечающие толеитам с внутриплитной геохимической спецификой - за счет обогащенного плюмового источника.

Приведённые автором в главе 6 результаты изучения химического состава метабазитов Кичерской зоны указывают на их толеитовую природу. При этом, приведённые автором данные состава редких элементов для метабазитов Богучанской тектонической пластины, позволяют говорить, что исходно магматические породы формировались во внутриплитной обстановке.

Данные первичного состава Nd в метабазитах Богучанской тектонической пластины позволили автору сделать заключение, что эти породы исходно образовались при участии обогащённого источника. На основе особенностей химического состава метабазитов юго-западного сегмента Кичерской зоны автор делает вывод о том, что эти породы образовались при участии обогащённого плюмового источника. При этом автор допускает и добавку древнекорového материала, как причину отклонения изотопных характеристик Nd от деплетированной мантии. Вместе с тем, приведённые данные геохимических характеристик и изотопного состава Nd в рассматриваемых породах не позволяют делать однозначных заключений ни о плюмовой природе источника ни об участии древнекорového материала. «Не деплетированные» изотопные характеристики Nd, как и «обогащённые» геохимические характеристики могут быть связаны с метасоматизированной литосферной мантией. Добавку корového материала можно оценить с позиции модели ассимиляции или ассимиляции-фракционной кристаллизации, что в работе сделано не было. Кроме того, выделенные по изотопным характеристикам Nd метагабброиды севера Богучанской губы и амфиболиты из агматита южной части м. Лударь, как породы, образованные при участии источника деплетированной мантии, никак не охарактеризованы в плане геохимических особенностей. Следует отметить, что приводимые в 7 главе отношения  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  не характеризуют источник рассматриваемых пород, как изотопные характеристики Nd, а отражают условия эволюции расплава.

Помимо этого, хочется сделать ряд замечаний, касающихся объяснения автором ряда особенностей химического состава исследуемых пород. Так повышенное содержание калия в метагаббро автор объясняет как следствие замещения пироксена биотитом. Такую же ошибку автор делает, объясняя повышенные содержания титана в метадиорите долины р. Акукан присутствием достаточно высокого количества акцессорного титаномагнетита. Это не является причиной химических особенностей пород, а так же является следствием магматических или метаморфических процессов.

Данные химического состава и Sm-Nd изотопных характеристик для метабазитов нюрундуканского комплекса, представляющих центральную часть Кичерской зоны, дали основание автору связать их происхождение с MORB источником с изотопными

параметрами деплетированной мантии. В целом, изложенная аргументация смотрится убедительной и не вызывает возражений.

Наконец, на основе обобщения многочисленных полученных данных изучения пород Кичерской зоны, автор предложил модель формирования и дальнейшей эволюции структурных комплексов Кичерской зоны в раннебайкальский и позднебайкальский этап становления ЦАСП. Эта модель и является содержанием последнего, четвёртого защищаемого положения.

Последняя глава диссертации посвящена рассмотрению геодинамической модели формирования структурного-вещественного облика Кичерской зоны. В этой главе охарактеризованы обстановки, в которых происходило формирование наиболее ранних комплексов Кичерской зоны в раннебайкальский этап. Далее рассмотрены обстановки формирования и вещественные источники пород позднебайкальского нюрундуканского комплекса. Выводы, сделанные автором при обосновании геодинамической модели, включающей хронологию тектонических процессов, выглядят логичными, хорошо согласующимися с данными всесторонних исследований, представленными в предыдущих главах.

Есть несколько замечаний и вопросов к формулировкам и выводам. В главе 8.1.1., посвящённой рассмотрению раннебайкальского этапа становления Кичерской зоны, автором указывается что «на рубеже 750 млн лет на месте Байкало-Муйского пояса был сформирован аккреционно-коллизийный ороген с рециклированной древней континентальной корой». Понятие «рециклированный» в отношении к геодинамическим процессам, предполагает вовлечение фрагментов литосферы в цикл связанный с их погружением в мантию и последующий вывод в область плавления в верхней мантии в восходящих мантийных потоках и в большей степени относится к коре основного состава (базальт или метаморфический аналог эцлогит). В данном контексте, очевидно, более уместен другой термин.

В главе 8.1.2., при рассмотрении второго сценария завершения активной фазы растяжения, сменившейся коллизийным процессом в конце криогения — начале эдиакария, автором отмечается, что «совокупность процессов поступления в кору мантийных базитовых расплавов, ремобилизации вмещающих блоков древней континентальной коры, высокотемпературного метаморфизма и анатексиса базитов вполне соответствует условиям растяжения коры и аномального теплового потока в области рифтогенеза». Хотелось бы прояснить, на основании каких данных делается это заключение?

Несмотря на высказанные замечания, все представленные положения видятся обоснованными и вполне аргументированными. Основная цель, сформулированная в настоящей работе: восстановление последовательности, возраста и условий формирования магматических и метаморфических комплексов Кичерской зоны на основе результатов геологических, петрографических, геохимических, изотопных и геохронологических исследований — представляется достигнутой. Трудно переоценить и личный творческий вклад соискателя в решение поставленных задач.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации, а публикации автора в журналах из перечня ВАК вполне отвечают тематике работы.

Представленная к защите диссертация демонстрирует высокий квалификационный уровень соискателя, является законченным научным исследованием и отвечает всем критериям «Положением о присуждении ученых степеней» ВАК. Ее автор, Андреев Антон Андреевич, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. петрология, вулканология.

Вот, это все.

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Антон Андреевич, пожалуйста, Вам предоставляется возможность ответить на замечания.

**Андреев А.А.**

Начнем с более геологических вопросов.

«Что такое метабазиты нюрндуканского комплекса? Иначе говоря, габброидные плутоны входят в этот комплекс, или нет?». Те габброиды, которые подвержены высокотемпературному метаморфизму, они входят в состав нюрндуканского комплекса. Если речь идет о базит-гипербазитовых плутонах чая-нюрндуканского комплекса, неметаморфизованных, то нет. А так, да.

«Складывается впечатление о доминировании пород кислого ряда в составе нюрндуканского комплекса. Тогда как нюрндуканская толща это – амфиболиты.». Безусловно, нюрндуканский комплекс - это амфиболиты. И они рассмотрены во многих работах, и в этой работе метабазитам уделялось отдельное внимание, повышенное. Но по

плагиомигматитам, которые мы установили в Гасан-Дякитской пластине, был впервые получен возраст базитов нюрндукуканского комплекса, поэтому крайне важно было акцентировать на этом внимание и указать в данной работе.

«Что такое диориты в составе нюрндукуканского комплекса?». Там вопрос два раза повторялся, но немножко по-разному. Диориты центральной подзоны мы рассматриваем как продукты дифференциации базитового расплава, базитов центральной подзоны. Диориты агматитов в юго-западной подзоне – это неосомы мигматитов. Они диоритового состава, поэтому я назвал их диоритами агматитов. То есть это разные вещи.

««Образование магматических протолитов нюрндукуканского комплекса происходило в интервале 660-640 млн лет, а их метаморфизм в интервале 640-615 млн лет.» Что такое протолиты нюрндукуканского комплекса?». Протолитами мы называем базиты и диориты, по ним был получен возраст 660-640 млн лет. В принципе мы рассматриваем нюрндукуканский комплекс как структурно-вещественный комплекс, соответственно он занимает вот этот большой промежуток времени, от образования исходной породы до метаморфизма в условиях амфиболитовой фации. Этот промежуток 45 млн лет, этот структурно-вещественный комплекс сформирован в пределах какой-то одной территории, в одной обстановке и более или менее на одном этапе развития региона. Поэтому протолиты это, в первую очередь, базиты и диориты.

«Глава петрография производит впечатление формальности, в ней нет акцентов.». Я с этим замечанием в какой-то мере согласен. Были охарактеризованы те породы, которые входят в состав нюрндукуканского комплекса, петрографически и минерально. Да, никаких более детальных исследований проведено не было, согласен с этим.

«Достаточно ли одних геохимических данных для построения геодинамических моделей?». Нет, не достаточно. Нужен комплекс методов, в работе так и было сказано, что использованы и геологические, и геохронологические и изотопно-геохимические методы. И на основании всего этого сказанного были предложены модели. Этот вопрос находится в разделе главы геохимия и там некие характеристики базитов сравниваются с эталонами базальтов ОИВ, срединно-океанических хребтов и так далее.

**Бортников Н.С.**

Есть книга – химическая геодинамика, значит им можно было построить модели, а Вам почему-то нельзя. По-моему, неверный вопрос. Можно построить, она есть, она построена. Есть же статья, как она называется? Так она и называется, да? Landmark, Paper. А? Я так и сказал. Да, если речь применяется к Земле, то это уже геохимическая. Можно дважды повторить. Нет, это я так просто, чтобы оживить аудиторию.

**Андреев А.А.**

Я согласен, что геохимия очень важна, но тем не менее...

**Бортников Н.С.**

Вот так бы и сказали, что не Вы ввели этот термин. Используется широко. И можно. Все как раз и проводят классификацию геодинамическую на основании геохимии.

**Андреев А.А.**

Все это верно, но я тоже придерживаюсь мнения, что одной геохимии, чистой геохимии, недостаточно. Хотя это важный и решающий фактор.

**Бортников Н.С.**

Лучше всего, конечно, прямо присутствовать при этом, при этих процессах. Тогда мы это точно определим. А так...ну ладно, это я так.

**Андреев А.А.**

«На многих страницах работы акцентируется внимание на наличии адакитов среди гранитоидных пород Кичерской зоны. Какое значение автор придает наличию таких пород?». Изначально никто и не знал об адакитовых характеристиках этих пород, когда проводилась работа. Эти породы являются секущими по отношению к нюрндукуанскому комплексу, а мы изучали все позднебайкальские комплексы Кичерской зоны, поэтому им было уделено пристальное внимание. Это было важно. А главное, что они не были подвержены высокотемпературному метаморфизму.

«Выделенные по изотопным характеристикам Nd метагабброиды с дексвамационной отдельностью и амфиболиты агматитов не охарактеризованы в плане геохимических особенностей.». Метагабброиды с дексвамационной отдельностью, они охарактеризованы. Они рассматриваются с остальными metabазитами юго-западной части Кичерской зоны. А диориты агматитов, неосома этих агматитов, она тоже рассмотрена, но достаточно кратко. В плане геохимии, на графиках они были.

«Изотопный состав Nd и геохимические характеристики metabазитов Богучанской пластины не позволяют сделать однозначный вывод ни о плюмовой природе источника, ни об участии древнекорового материала. Такие характеристики могут быть связаны с метасоматизированной литосферной мантией. Добавку древнекорового материала можно оценить с позиции модели ассимиляции или ассимиляции-фракционной кристаллизации, но в работе это не сделано.». С последним тезисом я согласен. Да, в работе этого не сделано. Могут ли быть они связаны с метасоматизированной литосферной мантией? Могут быть, да. Но тем не менее, мы наблюдаем четкую корреляцию Nd изотопного состава деплетированных базитов центральной части и обогащенных базитов юго-западной подзоны, схожих с внутриплитными базальтами. И, соответственно, они обладают более низкими значениями  $\epsilon_{Nd}$  и Sm/Nd близким к среднекоровому, поэтому мы делаем такие выводы. Мы же можем оценить...мы знаем среднекоровые значения Sm/Nd, поэтому происходит такая корреляция.

«На основании каких данных делается заключение о второй модели?». Подобного вопроса касалась и у ведущая организация то, что развитие комплекса происходило уже внутри какого-то существующего океана. Мы, в первую очередь, не имеем никаких островодужных маркеров. Также я уже указывал на время развития океана. Сейчас есть комплекс работ, которые показывают, что мы можем получить HT-LP гранулиты в условиях разогрева астеносферой.

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Мы переходим к дискуссии. Несколько членов совета записались на выступление. Я предоставляю им слово. Академик Аранович изъявил желание выступить. Пожалуйста, Леонид Яковлевич. Вам слово. Записывался же.

**Аранович Л.Я.**

Мы заслушали очень интересную, а главное разностороннюю работу, посвященную исследованию очень непростого объекта. Судя по всему. Здесь представлены исследования и метаморфических комплексов, и сопровождающих их магматических образований. Сделана попытка глобальной тектонической реконструкции для отдельно взятого региона. Как некоторые уже замечали, было бы интересно в дальнейшем узнать об условиях образования тех или иных метаморфических подразделений. О том насколько они сопрягаются между собой, насколько согласуется представление об их тектоническом сочленении в сегодняшнем разрезе с параметрами их образования. А вдруг эти бластомилониты уже намного более поздние и сформировались уже при окончательном выводе всего комплекса на поверхность, а не отдельно каждая пластина была где-та образована, а потом произошла амальгамация. Еще есть много вопросов, которые предстоит исследовать для того, чтобы воссоздать более надежную геодинамическую картину. Представлен огромный фактический материал. Мне кажется совершенно прекрасными датировки, которые по-новому освещают историю образования этого региона. И те характерные геохимические метки, которые позволяют приписать соответствующие протолиты к тем или иным процессам, которые мы знаем. Все это делает эту работу очень полезной и безусловно, я считаю, что ее автор заслуживает присуждения искомой степени. Призываю всех членов совета проголосовать за.

**Бортников Н.С.**

Спасибо Леонид Яковлевич! Носова Анна Андреевна, доктор наук, просила слово. Пожалуйста!

**Носова А.А.**

Я хочу обратить внимание, чем привлекает эта работа. Во-первых, очень большим объемом материала, который Антону удалось собрать и обработать. Я видела соседний район два полевых сезона и могу оценить сложность геологического строения этой области. Это действительно очень большая работа, получить хорошие, достоверные геологические материалы, а еще развить эту историю и получить часть петрологических материалов. И рассказать нам о петрологической и геодинамической эволюции этой области. Мне кажется, что с точки зрения объема и уровня выполнения этой работы, несомненно она соответствует требованиям к кандидатским диссертациям. На что мне

хотелось бы обратить внимание, возможно Антону это будет полезно в дальнейшем. У меня не осталось четкого и ясного впечатления в аргументации автохтонной природы пластин, о которых нам рассказывали. Мне кажется нужно более серьезно проанализировать возможности их аллохтонного залегания. По очень замечательным отзывам оппонентов, они действительно очень глубокие, очень детальные, вставал вопрос об альтернативных моделях. Мы знаем, что альтернативные модели происхождения Байкало-Муйского пояса очень популярны и под ними тоже большой материал, который их обосновывает. Поэтому, возможно, стоило бы больше уделить внимания аргументации против этих моделей, именно за ту модель, которую развивает Антон. Я присоединяюсь к высказанному ранее мнению, что эта работа несомненно достойна присуждения ее автору соответствующей степени. Спасибо!

**Бортников Н.С.**

Спасибо Анна Андреевна! Профессор РАН Сафонов Олег Геннадьевич, пожалуйста. Вам слово. Вы просили, я Вам предоставляю.

**Сафонов О.Г.**

Безусловно надо отметить огромный материал, который был использован. Потому что здесь огромный геологический объект и огромный петрографический материал, который был использован. Это метаморфические породы и магматические породы. Леонид Яковлевич указал, что вишенкой на торте было бы правильно привести какие-то оценки условий метаморфизма этих пород. Было бы здорово сюда прикрепить и условия частичного плавления этих пород. Я полностью поддерживаю положительное мнение об этой работе и призываю голосовать за. Спасибо!

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Список записавшихся исчерпан, хочет еще кто-то высказаться? Член-корреспондент Лобанов, пожалуйста.

**Лобанов К.В.**

Я хочу сказать, что получил очень большое удовольствие Антон. Я помню какая была предзащита. Сколько было вопросов, сколько было дополнений. Ты провел

колоссальную работу, молодец. Я хочу сказать, что комплексы очень сложные, я сам всю жизнь работал тоже в докембрии, но на Балтийском щите. А здесь докембрий около Байкала и интересен был бы момент формирования древних рифтовых зон. Сейчас Байкал тоже новая молодая рифтовая зона, поэтому интересно как она в настоящее время и в будущем себя поведет, проявит? Поэтому я поддерживаю эту работу. Прекрасная работа, здорово сделал. Молодец! Очень сложная вещь докембрий.

**Бортников Н.С.**

Спасибо! Есть ли еще желающие выступить? Пожалуйста, профессор Арискин. Правильно, Арискин Алексей Алексеевич. Пожалуйста!

**Арискин А.А.**

Конечно крайне сложный в геологическом и петрологическом смысле объект. Работа колоссальная, у меня нет сомнений в том, что само исследование заслуживает присуждения искомой степени. У меня возник один вопрос, я хотел бы обратить на него внимание, соискателя в том числе. Пункт 4 в шестой главе, где говорится об адакитах. Адакиты Кичерской зоны различаются незначительно по концентрации некоторых элементов и по положению точек на дискриминационной диаграмме, некая диаграмма  $D_x - SiO_2$ , их надо исключить из формирования в островодужных обстановках. Тут меня как-то напрягло. Я совсем недавно последнюю лекцию делал студентам по происхождению адакитов и рассматривалось именно островодужное происхождение этих пород, а также их специфика, которая основана на Sr/Y в первую очередь. Есть классика рассмотрения, что есть энсиалические дуги с соответствующим отношением, энсиматические дуги с соответствующим отношением. Но тут выясняется, что есть некий параметр  $D_x$ . Я с интересом успел влезть в интернет и посмотреть, что же это такое за параметр? Нашел статью Великославинского, где оказалось, что  $D_x$  не один. Есть три,  $D_{1x}$ ,  $D_{2x}$ ,  $D_{3x}$  и что это такое. Это дискриминационные функции. Лет 30-40 назад они были весьма популярны в ГЕОХИ, если кто помнит. Суцневская Надежда Михайловна делила морбы. Это некая линейная функция составов, где все смешивается. А на кремнезем, Б на магний, Ц на Д, Е на цирконий и так далее. Я хотел бы предостеречь соискателя от пользования именно такой величиной в оценке. Вообще очень важные выводы следуют из использования этого фактора. Если вы посмотрите внимательно на гистограммы, где сами авторы, которые предлагают их же сравнивать, вы увидите огромное перекрытие между функциями  $D_1$  и

D<sub>2</sub> для островодужных и неостроводужных систем. Поэтому, было бы уместно более аккуратно пользоваться первичной геохимической информацией по конкретным соотношениям элементов, а не такими общими характеристиками. А так удачи Вам, отличная работа.

### **Бортников Н.С.**

Спасибо! Есть ли еще желающие выступить? Если нет, тоя подведу итоги. Мне представляется, что мы заслушали крайне интересную работу. Во-первых, цель была сформулирована очень четко, были сформулированы методы достижения цели. В итоге мы получили работу, которая охарактеризовала нам геологическое строение и историю формирования очень сложной, в геологическом и петрологическом отношении, области. Очень крупной области. Представлена модель, причем две альтернативных модели. Мне представляется, что эта работа вполне соответствует требованиям, которые мы предъявляем к кандидатским диссертациям. А диссертант, Андреев Антон Андреевич, заслуживает присуждения ему искомой степени. На этом позвольте мне завершить дискуссию. Я предоставлю слово соискателю выступить с заключительным словом. Пожалуйста!

### **Андреев А.А.**

Спасибо! В первую очередь я хочу поблагодарить своего научного руководителя, который участвовал во всех стадиях этой работы. Помогал советами в интерпретации данных, геологическими советами. Благодаря ему эта работа состоялась в данном институте. Я хочу поблагодарить Вячеслава Ивановича Коваленко за поддержку в начале моего творческого пути. Евгения Юрьевича Рыцка благодаря которому состоялись все полевые сезоны, благодаря которому я приобрел бесценный полевой опыт, без него не было бы вообще никакой работы. Не было бы ни полей, ничего. Также хочу поблагодарить Александр Борисовича Котова, Екатерину Борисовну Сальникову и Виктора Петровича Ковача благодаря которым я приобрел в поле ценные полевые знания, благодаря которым были получены некоторые оценки возраста, которые были приведены в данной работе. Также я хочу поблагодарить всех своих коллег, свою лабораторию за ценные советы и рекомендации. Очень хочу поблагодарить свою семью, в первую очередь жену, за терпение, за ценные советы. А также хочу поблагодарить оппонентов и ведущую организацию, которые нашли время прочитать работу и написать отзывы. Спасибо!

### **Бортников Н.С.**

Спасибо! Таким образом мы заслушали обсудили диссертационную работу, представленную к степени кандидата геолого-минералогических наук. И сейчас мы можем перейти к процедуре тайного голосования, чтобы принять окончательное решение. Для этого нам нужно избрать счетную комиссию из числа членов совета. Предлагается такой состав из трех человек: Тагиров Борис Робертович в качестве председателя, Перцев Алексей Николаевич в качестве члена комиссии и Титков Сергей Васильевич в качестве члена комиссии. Совету необходимо утвердить состав счетной комиссии открытым голосованием. Кто за, прошу голосовать. Есть ли против? Не вижу. Есть ли воздержавшиеся? Не вижу. Тогда счетная комиссия утверждается решением совета. Если нет других мнений, то мы просим счетную комиссию провести работу. Провести голосование. По положению, во время голосования, в зале присутствует только члены совета. Такова инструкция ВАК, поэтому я прошу гостей покинуть зал до ожидания результатов голосования.

*Далее раздаются протоколы для тайного голосования и следует заседание счетной комиссии с тайным голосованием членов диссертационного совета.*

### **Тагиров Б.Р.**

Извините за долгий подсчет. Комиссия избрана для подсчета голосов тайным голосованием по диссертации Андреева Антона Андреевича. Состав диссертационного совета утвержден в количестве 32 человек, присутствовало на заседании 27 членов совета, в том числе 8 докторов наук по специальности 1.6.3. петрология, вулканология. Роздано бюллетеней 26, осталось не розданных бюллетеней - 6, оказалось в урне бюллетеней - 26. Результаты голосования по вопросу о присуждении ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Андрееву Антону Андреевичу: за – 26, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

### **Бортников Н.С.**

Спасибо! Нам необходимо утвердить протокол счетной комиссии открытым голосованием. Кто «За», прошу голосовать. Есть ли против? Есть ли воздержавшиеся? Протокол утвержден. Мы принимаем заключение диссертационного совета, давайте проголосуем. Кто «За», прошу голосовать. Есть ли против? Не вижу. Воздержавшиеся? Не

вижу. Можно огласить результаты голосования. Итак, пожалуйста! Антон Андреевич я Вас приглашаю. Да. Я с огромным удовольствием сообщая Вам, что в соответствии с положением о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, утвержденным Министерством образования и науки Российской Федерации, совет, который был утвержден этим приказом, принял решение присудить Вам ученую степень кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. петрология, вулканология. Позвольте мне поздравить Вас с успешной защитой кандидатской диссертации и присуждением ученой степени кандидата геолого-минералогических наук и пожелать Вам дальнейших успехов в Вашей научной работе.

Председатель

Диссертационного совета 24.1.051.01

академик РАН, д.г.-м.н.

  
Бортников Николай Стефанович

Ученый секретарь

Диссертационного совета 24.1.051.01

к.г.-м.н.

  
Козловский Александр Михайлович



21 декабря 2022 года