

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
**ВАСИЛЬЕВА ДМИТРИЯ АНАТОЛЬЕВИЧА “МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКИЕ
ДЕФОРМАЦИИ ОЛЕНЕКСКОГО, СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТЕЙ ЗАПАДНО-
ВЕРХОЯНСКОГО СЕКТОРОВ ВЕРХОЯНСКОГО СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОГО ПОЯСА:
СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ГЕОХРОНОЛОГИЯ”**
по специальности 1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика
на соискание степени кандидата геолого-минералогических наук

Диссертационная работа Д.А.Васильева посвящена установлению основных закономерностей тектонического строения и мезо–кайнозойской эволюции фронтальных складчатых структур северного фланга фронта Верхоянского складчато-надвигового пояса и прилегающих Лено-Анабарского и Приверхоянского прогибов. Диссертантом проведено детальное исследование деформационных структур, выполнен структурный анализ, реконструированы поля тектонических напряжений и рассчитаны ориентировки главных осей сжатия, установлены основные временные рубежи и интервалы тектонических поднятий методами низкотемпературной термохронологии: трековое датирование апатитов (AFT) и (U-Th)/He анализы; проведена корреляция структурно-тектонических событий. Постановка задач, определение объектов и методов исследований, а также интерпретация полученных результатов осуществлялись непосредственно автором.

В основе работы лежит фактический материал, собранный автором в экспедиционных исследованиях в в 2007-2021 гг. **Актуальность** проведенных исследований обусловлена необходимостью расширения представлений о строении и истории формирования геологических структур арктических и субарктических территорий России и совершенствования модели геодинамического развития Северо-Восточной Азии в мезозое и кайнозое, создания геологической основы для наращивания и освоения минерально-сырьевых и углеводородных ресурсов региона. **Целью исследований** является установление основных закономерностей тектонического строения и мезозой–кайнозойской эволюции фронтальных складчатых структур северной части ВСНП и прилегающих Лено-Анабарского и Приверхоянского прогибов и корреляция структурно-тектонических событий. **Основные задачи** исследований позволяют достигнуть намеченной цели и заключаются в следующем: 1. Проведение структурного анализа складчатых и разрывных деформаций с выделением структурных парагенезисов и установлением их кинематики. 2. Проведение тектонофизического анализ с целью реконструкции полей тектонических напряжений и расчета ориентировок главных осей сжатия и растяжения. 3. Установление возраста и последовательности формирования деформационных структур. 4. Проведение трекового датирования апатитов, изотопной термохронологии и геохронологии; установление основных временных интервалов тектонических поднятий различных частей фронта ВСНП, связанных с заключительными стадиями формирования складчато-надвиговых структур. 5. Проведение сравнительного анализа тектонических структур различных частей фронта ВСНП.

Очень важно, что в решение поставленных задач, автором применен комплексный подход с использованием современных методов исследований:

1. Изучение и обработка замеров ориентировки плоскостных и линейных деформационных образований, малых структурных форм и наложенной складчатости, с целью выявления разновозрастных структурных парагенезисов, выполнена на основе современных методов структурного и геометрического анализов и обработки данных в компьютерных программах (Stereonet, QuickPlot) с использованием метода сбалансированных разрезов,

2. Реконструкция полей тектонических напряжений и расчеты ориентировок осей сжатия и растяжения по массовым замерам сместителей разломов и штриховок на зеркалах скольжения выполнена с помощью тектонофизических методов кинематического анализа (компьютерная программа FaultKinWin).

3. При определении последовательности формирования деформационных структур различных сегментов Верхоянского складчато-надвигового пояса использовались методы изотопного датирования (U-Pb и $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$), низкотемпературной термохронологии (метод трекового датирования зерен апатитов – AFT) и (U-Th)/He изотопии.

Автором проведены полевые натурные наблюдения в 226 точках наблюдения в 15 доменах, в том числе на разрезах протяженностью в несколько километров. Замерено около 10000 ориентировок плоскостных и линейных тектонических структур. Отобрано 613 проб и образцов из терригенных и магматических разновозрастных пород. На основе этих данных были уточнены и созданы 47 карт различного масштаба, построены и детализированы 35 геологических разрезов, изменены и дополнены 17 стратиграфических колонок, построены 29 схем, 182 диаграммы и графика и более 500 стереограмм. Наиболее информативные из них приведены в диссертации.

Из более чем 100 образцов имеющейся коллекции были выделены монофракции апатитов и цирконов. Из апатитов (более 1000 зерен) было изготовлено 35 специализированных шашек для трекового датирования и продатировано 28 образцов в двух независимых лабораториях: A2Z (Apatite to Zircon, Inc, США) и в лаборатории минералогии и петрологии Гентского университета (Бельгия, аналитик Е.В. Ветров). В работе использовано 5 датировок изотопного возраста гранитов и гранодиоритов из массивов и даек. Определение изотопного возраста циркона U-Pb методом (SHRIMP II) проводились в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург); $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ возраст слюд – в Центре коллективного пользования научным оборудованием многоэлементных и изотопных исследований при ИГМ СО РАН (г. Новосибирск). Для (U-Th)/He изотопной термохронологии было подготовлено и продатировано 6 образцов с цирконами. (U-Th)/He датирование детритовых цирконов (ZHe) было проведено в геохронологическом центре UTChron Департамента наук о Земле Техасского университета в Остине, США.

Апробация результатов диссертации. Сделаны доклады на более чем 20 международных и российских конференциях.

Публикации. Опубликовано 78 научных работ, в том числе по теме диссертации 50, из них 13 в журналах, рекомендованных перечнем ВАК Минобрнауки России.

Достоверность результатов обеспечивается полевыми материалами, анализом большого массива статистических данных по структурной геологии, результатами термохронологических и изотопных аналитических исследований, публикациями и апробацией

Состав и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы, объемом 224 страницы, включая 122 рисунка и 9 таблиц.

ГЛАВА 1. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЗОНЫ ФОРЛАНДА ВЕРХОЯНСКОГО СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОГО ПОЯСА.

В главе приведены общие сведения о Верхоянском складчато-надвиговом поясе и прилегающих прогибах, а также краткое описание состояния изученности исследованной территории. Пояс является внешней, примыкающей к Сибирской платформе частью Верхояно-Кольмской орогенной области. В строении пояса выделяют приплатформенную зону форланда и расположенную восточнее зону хинтерланда и подразделяют (с юга на север) на Южно-Верхоянский, Западно-Верхоянский и Оленекский секторы. Причиной его возникновения считается коллизия Кольмо-Омолонского супертеррейна с окраиной Сибирской платформы.

На западе со стороны платформы к поясу примыкает Приверхоянский краевой прогиб. В центральной части прогиб сливается с Виллойской синеклизой. Восточным ограничением ВСНП является Нерская зона разломов, отделяющая дистальные образования Верхоянской пассивной окраины от структур Полоусно-Дебинского террейна и образований расположенного восточнее Кольмо-Омолонского супертеррейна. На севере расположен Лено-Анабарский прогиб, выполненный морскими и континентальными терригенными отложениями мезозоя мощностью до 7 и до 3 км, соответственно.

Исследования проводились: в центральной структуре Оленекского сектора – в Усть-Оленекской системе складок; в Западно-Верхоянском секторе – в Хараулахском (Быковский и Хараулахский антиклинории, Центрально-Хараулахский синклинорий) и Куранахском (зона сочленения Куранахского антиклинория и Сартангского синклинория) сегментах ВСНП, а также в прилегающих частях Приверхоянского и Лено-Анабарского прогибов.

Замечания. Текст главы очень краткий, упущены некоторые точки зрения и важная информация о геологическом строении ВСНП. Ниже приводиться список не учтенной литературы.

Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И., Бадарч Г., Беличенко В.Г., Булгатов А.Н., Дриль С.И., Кириллова Г.Л. и др. Модель формирования орогенных поясов Центральной и Северо-Восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 7–41.

Третьяков Ф.Ф. Террейны Верхоянского складчато-надвигового пояса (Восточная Якутия) // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. Т. 24. № 4. С. 67–78

Глава 2. Методы исследования

Для решения поставленных задач использовались полевые и камеральные методы: фотодокументация, классические и современные методы структурного и геометрического анализа, сбалансированных геологических разрезов, реконструкции полей тектонических напряжений, геохронологические исследования, обработка данных методами статистического анализа с использованием компьютерных программ. Изучение плоскостных и линейных деформационных образований, малых структурных форм и наложенной складчатости проводились на основе современных методик структурного и геометрического анализа. Для создания палинспастической модели структуры Верхоянского складчато-надвигового пояса были построены серии сбалансированных геологических разрезов в крест простирания структур на основе известных методик. Реконструкция полей тектонических напряжений и расчет векторов главных нормальных напряжений по массовым замерам сместителей разломов и штриховок на зеркалах скольжения осуществлялась методами статистической обработки и на основе компьютерной программы FaultKinWin.

Для определения возраста тектонических деформаций использовался метод трекового датирования апатита (AFT), применяющийся для реконструкции термальной истории коренных пород, оценки времени вывода пород на поверхность (эксгумации), масштабов и скорости денудации. Из более чем 50 образцов имеющейся коллекции были выделены монофракции апатитов (более 1000 зерен) и изготовлено 35 специализированных пашек для трекового датирования. Продатировано 28 образцов в двух независимых лабораториях: A2Z (Apatite to Zircon, Inc, США) и лаборатории минералогии и петрологии Гентского университета (Бельгия) методом внешнего детектора.

(U-Th)/He изотопные термохронологические датировки цирконов (ZHe) были получены в геохронологическом центре UTChron Департамента наук о Земле Техасского университета в Остине, США. Цирконы были выделены из шести образцов и 36 кристаллов были использованы для датирования.

U-Pb (SHRIMP II) датирование цирконов из трех образцов магматических пород осуществлялось на ионном микрозонде SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург).

^{40}Ar - ^{39}Ar датирование минералов из двух образцов магматических пород было проведено в Центре коллективного пользования научным оборудованием много-элементных и изотопных исследований ИГМ СО РАН (г. Новосибирск).

Замечания. Текст главы очень краткий, слабо описаны основы использованных методов, хотя все основные ссылки приведены.

Глава 3. Деформационные структуры северной части форланда Верхоянского складчато-надвигового пояса и прилегающих прогибов Сибирской платформы

В главе рассмотрены результаты изучения складчатых и разрывных структур в пределах Оленекского, севера Хараулахского и центральной части Куранахского секторов форланда Верхоянского складчато-надвигового пояса, а также смежных прогибов – Лено-Анабарского и Приверхоянского. Детальными структурными исследованиями в каждом из изученных районов были выделены структурно-гомогенные домены, установлены структурные парагенезы, определена последовательность формирования тектонических структур и реконструированы поля тектонических напряжений.

Предлагается модель формирования крупных концентрических Эндыбальской, Чекуровской, и Усть-Оленекской антиклиналей, которая может рассматриваться как усовершенствованная модель В. Ярошевского (1981). Складчато-надвиговой этап деформаций подразделяется на несколько стадий [Prokoriev et al., 2013b; Vasiliev et al., 2018, 2019]. Предложенная модель формирования складчато-надвиговых структур позволяет утверждать, что формирование надвигов имело тыловую последовательность и происходило с запада на восток. Построение сбалансированных разрезов показало, что минимальное сокращение деформированных пород в Эндыбальской антиклинали могло составить 20% (от 19,7 км до 15,8 км). Для Хараулахского сегмента рассчитано, что сокращение стратиграфической последовательности за счет складчатости и надвигообразования ~30%. Для Усть-Оленекской системы складок можно предположить сокращение в результате деформаций в пределах 20–30%.

Замечания. При описании глубинного строения Хараулахского сегмента ВСНП автор не использует геофизический профиль через Чекуровскую антиклиналь [Мизурский, Якупова, 2017], по которой имеется по скважине Сеттаская-1 четкая привязка стратиграфических границ.

Глава 4. Термотектонические события севера фронтальной части Верхоянского складчато-надвигового пояса и прилегающих прогибов Сибирской платформы по данным низкотемпературной геохронологии

Приводиться результат трекового датирования апатита с оценкой величины денудации земной коры. В результате изучения глубины погружения и соответственно мощности эродированных толщ установлено, что при удалении от платформы в сторону складчатых областей увеличивается величина денудации. Если в Лено-Анабарском и Приверхоянском прогибах денудация колеблется от 2 до 3,3 км, то в прилегающих частях Усть-Оленекской системы складок и Хараулахского сегмента, достигает, как правило, значений от 3 км и больше. В тыловой части Усть-Оленекской системы складок, в Приморской антиклинали, денудация уже больше 4 км, как и в центральной части Хараулахского сегмента (Центрально-Хараулахский синклиорий). Далее на восток, в осевой части Центрально-Хараулахского синклиория, денудация составляет менее 6 км. Еще восточнее, в Быковском антиклиории, она уже явно больше 6 км. Установлено, что увеличение происходит не только на восток, но и на север. Мощность эродированного материала в восточной и северной частях Оленекского поднятия могла составлять от 2 до 3,3 км. Полученные трековые датировки в 199–171 млн лет несколько моложе выделяемой Ф.Ф. Брахфогелем (1984) на изучаемой территории третьей эпохи денудации (230–180 млн лет), связываемой с воздыманием практически всей северо-восточной части Сибирской платформы. Образцы Куранахского сегмента по данным трекового

датирования погружались на глубину от 2 до 4 км. При этом мощности денудации, полученные в результате анализа графиков термальной эволюции, составляют от 2,3 до 2,5 км.

Замечания. При интерпретации результатов трекового датирования апатита для разных образцов использовал различные программы, описанные в работах (Ketcham, 2005; Ketcham et al., 2007, Gallagher, 2012), что привело к разному образу представления материала.

Глава 5. Структурная эволюция фронтальной части севера ВСНП и прилегающих Приверхоянского и Лено-Анабарского прогибов Сибирской платформы

Проведена корреляция и установлены следующие структурно-тектонические и термальные события, приведшие к формированию современного структурного плана региона:

1. Раннеюрское поднятие.

Данное событие фиксируется трековыми возрастными в 199–171 млн лет, установленными на северном склоне Оленекского поднятия и в Усть-Оленекской системе складок, а также на севере Хараулахского сегмента. Причина этого события неизвестна, но оно коррелирует с одновозрастным термальным событием, произошедшим в центральной части Таймыро-Североземельского орогенного пояса [Khudoley et al., 2018], связанным с тектоническим подъемом и обширной морской трансгрессией на северо-востоке Сибирской платформы [Князев и др., 1991].

2. Позднеюрско-раннемеловые складчато-надвиговые деформации.

Термохронологические события этого возраста установлены в Оленекском секторе и Хараулахском сегменте. Эти эпизоды тектонического поднятия и остывания связываются с первыми импульсами складчато-надвиговых деформаций фронта Верхоянского складчато-надвигового пояса. В Усть-Оленекской системе складок произошли деформации ранней стадии первого этапа ${}^{\circ}D_1^1$ (AFT – ~148–141 млн лет), а в Хараулахском сегменте имел место первый этап деформаций ${}^X D_1$ (ZHe – 140–117 млн лет). Складчатость ${}^K D_1$ и ${}^K D_2$ в центральной части Куранахского сегмента могла произойти в это же время. Причиной этих деформаций могли быть два субсинхронных геодинамических события – начало коллизии восточной окраины Сибирского кратона и Кольмо-Омолонского супертеррейна на востоке, и акреционно-коллизийные события, связанные с закрытием Южно-Анжуйского океана и началом коллизии микроконтинента Арктическая Аляска–Чукотка с Сибирью на севере [Prokoriev et al., 2018a].

3. Позднемеловые деформации.

ZHe возраст ~ 93 млн лет, установленный в Быковском антиклинории и Центрально-Хараулахском синклинории, может отражать начало второго этапа складчато-надвиговых деформаций ${}^X D_2$ на рубеже раннего и позднего мела, а полученная дата близка к трековому возрасту апатита (95–90 млн лет). В интервале ~86–75 млн лет (AFT) произошло термальное событие в Усть-Оленекской системе складок, с которым могут быть связаны предполагаемые складчато-надвиговые деформации второй стадии ${}^{\circ}D_1^2$ и которому предшествовал тектонический подъем (~ 93–86 млн лет назад, AFT) в Лено-Анабарском прогибе. Близко по времени произошел подъем восточнее, в северной части Приверхоянского прогиба (~90–77 млн лет, AFT). Несколько позднее (~75–61 млн лет назад, AFT) произошли заключительные складчато-надвиговые деформационные события ${}^X D_3$ во фронте Хараулахского сегмента, что подтверждается наложением кливажа на дайки долеритов, имеющих возраст 86–89 млн лет

4. Кайнозойские деформации.

В начале палеогена в связи с продолжением продвижения спредингового хребта Гаккеля в южном направлении были образованы кайнозойские грабены, крупнейшим из которых является Кенгдейский, в котором накопилось около 600 м осадков. С этим событием, вероятно, связаны установленные нами по данным интерпретации графиков термальной эволюции события ~ 45–20 млн лет назад. Примерно с этого времени началось растяжение на шельфе моря Лаптевых приведшее к формированию крупных кайнозойских грабенов Лаптевской рифтовой системы [напр., Drachev, 2011, 2016].

Термально-тектонические события показаны в табличной форме, что снижает их степень восприятия. Для обзора желательно представлять термально-тектоническую эволюцию пород на графиках температура остывания - время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенных исследований расширены представления об истории геологического развития северной части ВСНП, территории, перспективной на обнаружение стратегически важных твердых полезных ископаемых и углеводородов. Впервые для этой территории расшифрована кинематика складчатых и разрывных деформаций; выделены основные структурные парагенезы; установлен возраст и уточнена последовательность формирования деформационных структур фронта Оленекского сектора, Хараулахского и Куранахского сегментов Верхоянского складчато-надвигового пояса. Определены направления главных осей палеонапряжений, при воздействии которых были сформированы мезозойско-кайнозойские деформационные структуры. Предложена модель формирования исследованных концентрических антиклинальных структур и связанных с ними разрывных нарушений. Предложены модели глубинного строения изученных регионов. Подтверждено дуплексное строение Оленекского сектора Верхоянского складчато-надвигового пояса.

2. Впервые для изучаемой территории проведено трековое датирование апатитов (AFT), по данным которого, а также (U-Th)/He анализа изотопной геохронологии впервые установлены основные временные интервалы тектонических поднятий различных частей Верхоянского складчато-надвигового пояса, связанные с выделенными этапами деформаций: раннеюрский (~190–171 млн лет), позднеюрско-раннемеловой (~148–117 млн лет – ${}^{\circ}D_1^1$, ${}^X D_1$, ${}^K D_1$ и ${}^K D_2$) и позднемеловой (~95–90 млн лет – ${}^X D_2$, ~86–75 млн лет – ${}^{\circ}D_1^2$, ~75–61 млн лет – ${}^X D_3$). Мощность эродированных пород увеличивается от Сибирской платформы в восточном и северном направлении в сторону складчатых областей от 2 км до более чем 6 км. С наибольшей скоростью породы денудировали в центральной части Усть-Оленекской системы складок, а также на севере Хараулахского сегмента.

3. Определена структурная позиция рудных тел с Ag-полиметаллической минерализацией Мангазейского рудного узла в ядре Эндыбальской антиклинали центральной части Куранахского сегмента ВСНП (месторождения Нижне-, Верхнеэндыбальское, Безымянное, Стержневое и Семеновское). По данным U-Pb и ${}^{40}Ar/{}^{39}Ar$ датирования прорывающих складчатость магматических образований установлен до сеноманский возраст деформаций.

4. Впервые по данным структурного анализа, изотопной геохронологии и низкотемпературной термохронологии проведена корреляция мезозойских и кайнозойских деформационных событий на севере и в центральной части ВСНП со смежными регионами Новосибирско-Чукотского и Таймыро-Североземельского орогенных поясов, и рифтогенными структурами, связанными с раскрытием Евразийского океанического бассейна.

5. Данные по структурному строению и тектонической эволюции северо-востока Сибирской платформы и северного фланга ВСНП будут способствовать созданию геологической основы для адекватной интерпретации строения акустического фундамента и осадочного чехла мезо-кайнозойских бассейнов седиментации шельфа моря Лаптевых; могут быть использованы при создании геологических и тектонических карт нового поколения. Результаты исследований имеют стратегическое значение для экономической и сырьевой безопасности, освоения арктической зоны Российской Федерации.

Защищаемые положения.

1. Установлены позднемезозойские – кайнозойские этапы тектонических деформаций на севере Верхоянского складчато-надвигового пояса и их последовательность: в Оленекском секторе два этапа – ранний складчато-надвиговый в две стадии и поздний растяжения; в Хараулахском сегменте четыре этапа – три складчато-надвиговых и поздний растяжения; в Куранахском сегменте два этапа – ранний складчато-надвиговый и поздний сдвиговый.

Не обозначены символами этапы деформаций, которые использованы в защищаемом положении 2, что затрудняет сопоставления.

2. Методами низкотемпературной термохронологии AFT и (U-Th)/He установлены основные временные интервалы тектонических поднятий различных частей Верхоянского складчато-надвигового пояса и их связь с проявлениями выделенных этапов и стадий деформаций: раннеюрский (~190–171 млн лет), позднеюрско-раннемеловой (~148–117 млн лет – этапы ${}^0D_1^1$, ${}^X D_1$, ${}^K D_1$ и ${}^K D_2$) и позднемеловой (~95–90 млн лет – этап ${}^X D_2$, ~86–75 млн лет – этап ${}^0 D_1^2$, ~75–61 млн лет – этап ${}^X D_3$).

3. Мощность эродированных пород увеличивается от Сибирской платформы в восточном и северном направлении в сторону складчатых областей. В центральной части Лено-Анабарского и на севере Приверхоянского прогиба величина денудации 2–3,3 км, в прилегающих частях Усть-Оленекской системы складок и Хараулахского сегмента свыше 4 км, а в тылу Хараулахского сегмента – более 6 км. Наиболее высокая рассчитанная скорость денудации пород по интерпретации графиков термальной эволюции установлена в центральной части Усть-Оленекской системы складок (остывание на $15^\circ\text{C}/\text{млн лет}$ ~65–60 млн лет назад и остывание на $5\text{--}9^\circ\text{C}/\text{млн лет}$ ~195–185 млн лет назад), а также на севере Хараулахского сегмента (остывание на $10^\circ\text{C}/\text{млн лет}$ ~60–50 млн лет назад).

4. Проведена корреляция мезозойских и кайнозойских деформационных и термальных событий на севере и в центральной части Верхоянского складчато-надвигового пояса со смежными регионами Новосибирско-Чукотского и Таймыро-Североземельского орогенных поясов и рифтогенными структурами на шельфе моря Лаптевых. Прослежена связь изученных деформационных структур со следующими геодинамическими событиями – коллизией Сибирского кратона и Колымо-Омолонского супертеррейна, столкновением Сибирского кратона с микроконтинентом Арктическая Аляска-Чукотка и раскрытием Евразийского океанического бассейна.

Не обозначены возрасты геодинамических событий.

Научная новизна. Полученные данные существенно дополнили уже имеющиеся представления об истории геологического развития северной части Верхоянского складчато-надвигового пояса. 1. Впервые для изученных регионов расшифрована кинематика складчатых и разрывных деформаций; выделены структурные парагенезы. 2. Установлен возраст и уточнена последовательность формирования деформационных структур. 3. Впервые реконструированы поля тектонических напряжений и рассчитаны ориентировки главных осей сжатия и растяжения. 4. Впервые проведено трековое датирование апатитов, по данным которого, а также (U-Th)/He анализа и изотопной геохронологии впервые установлены основные временные интервалы тектонических поднятий различных частей фронта ВСНП, связанных с выделенными этапами деформаций. 5. Впервые проведена корреляция тектонических и термохронологических событий, сравнительный анализ тектонических структур различных частей фронта ВСНП.

Практическая значимость. Установление закономерностей строения отдельных тектонических структур и мезо–кайнозойской тектонической эволюции этих частей Арктики и Субарктики, в том числе прилегающих к арктическому шельфу, позволило как расшифровать структурное положение Ag-полиметаллических рудных объектов (Мангазейский рудный узел Куранахского антиклинория), так и способствует созданию геологической основы для адекватной интерпретации строения акустического фундамента и осадочного чехла мезо–кайнозойских бассейнов седиментации шельфа моря Лаптевых. Таким образом, проведенные исследования имеют стратегическое значение для экономической и сырьевой безопасности, освоения арктической зоны Российской Федерации. Новые данные могут быть использованы при создании геологических и тектонических карт нового поколения.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Результаты работы соответствуют паспорту научной специальности 1.6.1. «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика» и пунктам № 1, 3, 6, 7, 8, 12, 15.

Заключение

Диссертационная работа Д.А.Васильева является завершенным фундаментальным научным исследованием на актуальную тему, выполнена на высоком научном уровне с использованием современных методов. В диссертации решена крупная научная задача по выявлению закономерностей тектонического строения и мезо–кайнозойской эволюции фронтальных складчатых структур северного фланга фронта Верхоянского складчато-надвигового пояса и прилегающих Лено-Анабарского и Приверхоянского прогибов. Диссертантом проведено детальное исследование деформационных структур, выполнен структурный анализ, реконструированы поля тектонических напряжений и рассчитаны ориентировки главных осей сжатия, установлены основные временные рубежи и интервалы тектонических поднятий методами низкотемпературной термохронологии: трековое датирование апатитов (АFT) и (U-Th)/He анализы; проведена корреляция структурно-тектонических событий. Постановка задач, определение объектов и методов исследований, а также интерпретация полученных результатов осуществлялись непосредственно автором.

Все выводы и рекомендации автора в целом обоснованы, частично являются дискуссионными. Указанные в отзыве замечания не умаляют и не снижают высокой научной значимости диссертационного исследования Д.А.Васильева и не затрагивают существа её диссертационной работы, а также не ставят под сомнение представленные в работе результаты и сформулированные на их основе выводы.

При анализе диссертации Д.А.Васильева признаков плагиата не обнаружено. В диссертации все цитирования и научные заимствования сопровождаются корректными и адекватными ссылками на первоисточники данных и научных идей.

Диссертация Д.А.Васильева полностью отвечает формальным требованиям к квалификационным работам подобного рода и заслуживает высокой оценки.

Соискатель Дмитрий Анатольевич Васильев без сомнения заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1 – «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика».

Официальный оппонент

Буслов Михаил Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИГМ СО РАН). Адрес: 630090, Российская Федерация, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3.

Тел.: (383)3332792; Fax: (383)3332792 ; E-mail: buslov@igm.nsc.ru

Я, Буслов Михаил Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

26 «12» 2023 г.

(подпись)

Подпись М.М. Буслова заверяю
Зав. канцелярией ИГМ СО РАН

Е.Е. Шипова

