

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.022.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА ЗЕМНОЙ КОРЫ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 11 ноября 2021 г. № 8
о присуждении Аржанниковой Анастасии Валентиновне, гражданке Российской Федерации,
ученой степени доктора геолого-минералогических наук.

Диссертация «Морфоструктурная эволюция Прибайкалья и Забайкалья в позднем мезозое - кайнозое» по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика принята к защите 20.07.2021 г. (протокол № 2) диссертационным советом Д 003.022.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, приказ Минобрнауки России № 931/нк от 28.09.2017 г.

Соискатель Аржанникова Анастасия Валентиновна 1971 г. рождения, в 1993 г. окончила геологический факультет Иркутского госуниверситета с присуждением квалификации «инженер-геолог» по специальности «геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых». В 2000 г. защитила кандидатскую диссертацию на тему «Неотектоническая зональность главных активных разломов Юго-Западного Прибайкалья» в диссертационном совете Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (г.Новосибирск). Работает старшим научным сотрудником лаборатории современной геодинамики ФГБУН Института земной коры СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории современной геодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук, ведомственная принадлежность - Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1) Веселовский Роман Витальевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор РАН, заместитель директора по научной работе ФГБУН Института физики земли РАН (г. Москва);

2) Буслов Михаил Михайлович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геодинамики и магматизма ФГБУН Института геологии и минералогии им. В.С.Соболева СО РАН (г. Новосибирск);

3) Трифонов Владимир Георгиевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории неотектоники и современной геодинамики ФГБУН Геологического института РАН (г. Москва)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск) в своем положительном отзыве, подписанном доктором геолого-минералогических наук, профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории геохимии основного и ультраосновного магматизма Воронцовым Александром Александровичем, указала, что огромный собственный геологический материал соискателя, комплекс использованных современных методов исследования вещества позволяет характеризовать диссертацию как законченный научный труд, внесший вклад в решение крупной научной проблемы пространственно-временной закономерности развития рельефа Прибайкалья и Забайкалья в позднем мезозое – кайнозое. Актуальность темы исследований, широта и высокий научный уровень, показанный автором, его личный вклад в решение проблем морфоструктурного и геодинамического развития литосферы

Прибайкалья и Забайкалья в позднем мезозое-кайнозое, свидетельствует о том, что рассматриваемая рецензируемая работа полностью отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Аржанникова Анастасия Валентиновна, несомненно, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 – геотектоника и геодинамика.

Соискатель имеет более 40 опубликованных работ, в том числе, по теме диссертации опубликована 21 работа, из них в рецензируемых научных изданиях опубликована 21 работа. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Аржанникова А.В.**, Аржанников С.Г. Сейсмоструктурные деформации в западной части Тункинских Гольцов и современная экзогеодинамика // Геология и геофизика. 1999. - Т.40. № 2. С. 231-234.
2. **Аржанникова А.В.**, Аржанников С.Г., Жоливе М., Вассалло Р., Шове А. Плиоцен-четвертичные деформации юго-восточной части Восточного Саяна // Геотектоника, 2011. - № 2. С. 49-65.
3. **Аржанникова А.В.**, Жоливе М., Аржанников С.Г., Вассалло Р., Шове А. Возраст формирования и деструкции мезо-кайнозойской поверхности выравнивания в Восточном Саяне // Геология и геофизика. 2013. т. 54. №7. С. 894-905.
4. **Аржанникова А.В.**, Ларрок К., Аржанников С.Г. К вопросу о голоценовом режиме деформаций в районе западного окончания системы Тункинских впадин (юго-западный фланг Байкальской рифтовой зоны) // Геология и геофизика. 2003а. Т. 44. № 4. С. 373-379.
5. **Аржанникова А.В.**, Мельникова В.И., Радзиминович Н.А. Позднечетвертичный и современный режимы деформирования западной части Тункинской системы впадин по структурно-геоморфологическим и сейсмологическим данным // Геология и геофизика. 2007. Т. 48. № 4. С. 391-400.
6. **Аржанникова А.В.**, Парфеевец А.В., Саньков В.А., Мирошниченко А.И. Позднекайнозойская кинематика активных разломов Хубсугульской впадины (юго-западный фланг Байкальской рифтовой системы) // Геология и геофизика. 2003б. Т. 44. № 11. С. 1202-1207.
7. **Аржанникова А.В.**, Фролов А.О., Аржанников С.Г., Демонтерова Е.И., Иванов А.В., Жоливе М., Рубцова М.Н., Дорошко А.Л. О корреляции юрских отложений Иркутского бассейна и юго-западного Забайкалья по данным палеоботанических и геохронологических исследований // Геология и геофизика. 2018. Т. 59. № 6. С. 773-791.
8. **Arzhannikova, A.**, Ritz, J-F., Larroque, C., Antoine, P., Arzhannikov, S., Chebotarev, A., Stéphan, J-F., Massault, M., Michelot, J.-L. Cryoturbation versus tectonic deformation along the southern edge of the Tunka Basin (Baikal Rift System), Siberia: New insights from morphotectonic and stratigraphic analyses // Journal of Asian Earth Sciences. 2020. V. 204. 104569.
9. **Arzhannikova, A.**, Arzhannikov, S. Morphotectonic and paleoseismological studies of Late Holocene deformation along the Primorsky Fault, Baikal Rift // Geomorphology. 2019. V. 342. № 1. P. 140-149.
10. **Arzhannikova, A.**, Arzhannikov, S., Braucher, R., Jolivet, M., Aumaître, G., Bourlès, D., Keddadouche, K. Morphotectonic analysis and ¹⁰Be dating of the Kyngarga river terraces (southwestern flank of the Baikal rift system, South Siberia) // Geomorphology. 2018. V.303. P. 94-105.
11. **Arzhannikova, A.**, Braucher, R., Arzhannikov, S., Aumaître, G., Bourlès, D.L., Keddadouche, K. The Late Quaternary slip-rate of the Kichera Fault (North Baikal Rift) from morphotectonic, paleoseismological and cosmogenic ¹⁰Be analyses // Tectonophysics. 2021. V.812. 228915.

12. **Arzhannikova, A.V.**, Arzhannikov, S.G., Semenov, R.M. & Chipizubov, A.V. Morphotectonics and Late Pleistocene - Holocene deformations in the Tunka system of basins (Baikal rift, Siberia) // *Zeitschrift fur Geomorphologie*. 2005. Band 49. №4. P. 485-494.
13. **Arzhannikova, A.V.**, Demonterova, E.I., Jolivet, M., Arzhannikov, S.G., Mikheeva, E.A., Ivanov, A.V., Khubanov, V.B., Pavlova, L.A. Late Mesozoic topographic evolution of western Transbaikalia: Evidence for rapid geodynamic changes from the Mongol-Okhotsk collision to widespread rifting // *Geoscience Frontiers*. 2020. №11. P. 1695-1709.
14. **Arzhannikova, A.V.**, Demonterova, E.I., Jolivet, M., Mikheeva, E.A., Ivanov, A.V., Arzhannikov, S.G., Khubanov, V.B., Kamenetsky, V.S. Segmental closure of the Mongol-Okhotsk Ocean: insight from detrital geochronology in the East Transbaikalia Basin // *Geoscience Frontiers*. 2022. V. 13. №1. 101254. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2021.101254>
15. **Arzhannikova, A.**, Arzhannikov, S., Jolivet, M., Vassallo, R., Chauvet, A. Pliocene to Quaternary deformation in South East Sayan (Siberia): initiation of the Tertiary compressive phase in the southern termination of the Baikal Rift System // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2011. V. 40. P. 581–594.
16. Jolivet, M., Arzhannikov, S., Chauvet, A., **Arzhannikova, A.**, Vassallo, R., Kulagina, N., Akulova, V. Accommodating large-scale intracontinental extension and compression in a single stress-field: A key example from the Baikal Rift System // *Gondwana Research*. 2013b. V. 24. Issues 3-4. P. 918-935.
17. Jolivet, M., Arzhannikov, S., **Arzhannikova, A.**, Chauvet, A., Vassallo, R., Braucher, R. Geomorphic Mesozoic and Cenozoic evolution in the Oka-Jombolok region (East Sayan ranges, Siberia) // *J. Asian Earth Sci.* 2013a. V. 62. P. 117-133.
18. Jolivet, M., **Arzhannikova, A.**, Frolov, A., Arzhannikov, S., Kulagina, N., Akulova, V., Vassallo, R. Late Jurassic – Early Cretaceous paleoenvironment evolution of the Transbaikalia basins (SE Siberia): implications for the Mongol-Okhotsk orogeny // *Bulletin de la Societe Geologique de France*. 2017. V. 188. № 1-2 (9).
19. Larroque, C., Ritz J.F., Stéphan, J.F., Sankov, V., **Arzhannikova, A.**, Calais, E., Deverchere, J. et Loncke, L. Interaction compression-extension a la limite Mongolie-Siberie: analyse preliminaire des deformations recentes et actuelles dans le bassin de Tunka // *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planetes // Earth and Planetary sciences*. 2001. № 332. P. 177-184.
20. Ritz, J.-F., **Arzhannikova, A.**, Vassallo, R., Arzhannikov, S., Larroque, C., Michelot, J.-L., & Massault, M. Characterizing the present-day activity of the Tunka and Sayan faults within their relay zone (western Baikal rift system, Russia) // *Tectonics*. 2018. V. 37. P. 1376-1392
21. Jolivet, M., Ritz, J.-F., Vassallo, R., Larroque, C., Braucher, R., Todbileg, M., Chauvet, A., Sue, C., Arnaud, N., De Vicente, R., **Arzhannikova, A.**, Arzhannikov, S. Mongolian summits: An uplifted, flat, old but still preserved erosion surface // *Geology*. 2007. V. 35. № 10. P. 871–874.

На диссертацию и автореферат поступило 13 отзывов: все отзывы положительные, их них 6 без замечаний (Романюк Татьяна Валентиновна, д.ф.-м.н., г.н.с., Институт физики земли РАН, г. Москва; Пиковский Юрий Иосифович, д.г.-м.н., в.н.с., ФГБОУВО МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва; Кожевников Николай Олегович, д.г.-м.н., г.н.с., ФГБУН Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск; Диденко Алексей Николаевич, д.г.-м.н., член-корр. РАН, г.н.с., ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск; Авагян Ара Варужанович, доктор геологических наук, зав. лабораторией геодинамики и геологических опасностей Института геологических наук Национальной академии наук Армении, г. Ереван, Армения; Кузьмин Михаил

Иванович, академик РАН, советник, ФГБУН Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, г. Иркутск).

Основные замечания следующие:

1. Агатова Анна Раульевна, к.г.-м.н., с.н.с.; Непоп Роман Кириллович, к.г.-м.н., с.н.с., Институт геологии и Минералогии СО РАН им. В.С. Соболева, г. Новосибирск.

Замечание:

«Пожалуй, единственный момент, который вызвал удивление в ходе знакомства с авторефератом: полное отсутствие ссылок на работы Г.Ф. Уфимцева, А.А. Щетникова, О.В. Луниной...»

2. Акинин Вячеслав Васильевич, член-корр. РАН, директор Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института им. Н.А. Шило (СВКНИИ) ДВО РАН, г. Магадан.

Замечание:

«Некоторые вопросы и замечания у меня остались по поводу «клавишной» природы закрытия Монголо-Охотского океана. Автор аргументирует это тем, что возраст наиболее молодых детритовых популяций циркона в осадках из разных впадин различается. Однако, необходимо понимать, что наиболее молодые популяции циркона, приближающиеся по времени к возрасту осадконакопления, могут и не попадать в накапливающиеся толщи (например, по причине отсутствия на данный момент времени проявлений магматических пород такого возраста, либо проявления основного толеитового магматизма, где циркона мало или нет вовсе). Поэтому обозначенная разница в 6-13 млн. лет в Восточном Забайкалье и Джагдинском трансекте вряд ли является достаточным основанием.»

3. Стром Александр Леонидович, к.г.-м.н., главный эксперт ООО «Центр геодинамических исследований», г. Москва.

Замечания:

1) «Встречаются не вполне удачные формулировки. В частности, не очень удачно сформулировано пятое защищаемое положение. Если первая его часть -, это действительно новая информация, полученная по результатам исследований, проведенных автором, то вторая – о магнитудах разрывообразующих землетрясений БРЗ, вполне согласуется с данными, полученными ранее многими исследователями и не является новой».

2) «Говоря о причинах кайнозойского рифтогенеза в БРЗ, автор однозначно связывает его с Индо-Азиатской коллизией. Остается открытым, однако, вопрос, почему столь грандиозные деформации произошли на таком большом удалении от зоны столкновения Индийской и Азиатской тектонических плит, но не проявились столь же интенсивно на меньшем удалении от нее?»

3) «Не вполне понятен тезис об одновременности формирования позднемезозойских грабенов Забайкалья и закрытия Монголо-Охотского океана. Закрытие океана – это сжатие, образование грабенов – растяжение. Одновременная реализация этих процессов в одном и том же районе весьма сомнительна.»

4) «...при изучении кайнозойских деформаций использовались радиоуглеродный (^{14}C) и космогенно-изотопный (^{10}Be) методы датирования. Но эти методы работают в диапазоне десятков тысяч лет (позднечетвертичное время) и не позволяют охватить весь кайнозой.»

5) «Автор неоднократно упоминает словосочетание «коллапс Монголо-Охотского орогена». Не вполне понятно, что конкретно имеется в виду. Коллапс – это обрушение. Разрушение горного сооружения происходит, в основном, в результате склоновых процессов и водной и/или ледниковой эрозии, но в данном случае очевидно, что имеется в виду что-то иное. Возможно, это смена условия сжатия на растяжение, но ни природа такой смены, ни ее последствия подробно не описаны.»

4. Семенов Рудольф Михайлович, д.г.-м.н., в.н.с.; Смекалин Олег Петрович, к.г.-м.н., с.н.с., Институт земной коры СО РАН, г. Иркутск.

Замечания:

- 1) «... не понятно, учтены ли палеоземлетрясения Аршанской структуры при оценке средней повторяемости разрывообразующих землетрясений «для всех трех разломов» Юго-Западного фланга БРЗ.»
- 2) «Можно не согласиться с диссертантом по поводу тезиса о снижении скоростей вертикальных движений от центра линейных впадин к их флангам как некоей общей закономерности в тектоническом развитии впадин...»

5. Махинов Алексей Николаевич, д.г.н., г.н.с., Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск.

Замечания:

- 1) «Однако следует отметить, что все статьи диссертанта подготовлены в соавторстве. Соискателю докторской степени желательно иметь авторские публикации по теме собственных исследований даже при коллективном выполнении работ.»
- 2) «В качестве замечания также следует отметить, что средняя скорость денудации совершенно не свидетельствует о постоянстве ее во времени»

6. Корольков Алексей Тихонович, д.г.-м.н., профессор кафедры динамической геологии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», г. Иркутск.

Замечания:

- 1) «первое защищаемое положение дискуссионно, основано в большей степени на работах других исследователей и не объясняет вразумительно клавишный характер закрытия Монголо-Охотского океана;
- 2) автор игнорирует представления о горячих областях, которые могли быть причиной проявления рифтогенных впадин в Западном, Восточном Забайкалье и рудоносных щелочных магматических пород различных типов;
- 3) неясно, по каким признакам автором различались отложения морских фаций, так как нет ссылок на соответствующие органические остатки.»

7. Еманов Александр Федорович, д.т.н., директор Алтае-Саянского филиала ФИЦ «Единая геофизическая служба РАН», г. Новосибирск.

Замечания:

- 1) Следует отметить как недостаток не учёт факта столкновения в данном регионе сил разной направленности. Два коллизионных воздействия и рифтовый процесс. В работе рассматривается кинематика разломов и скорость движения по ним. При столкновении разнонаправленных процессов и при блочной структуре региона неизбежно должно присутствовать вращение блоков, что отмечалось некоторыми авторами [Саньков, Парфеев, Лухнёв и др.].

В отзывах были также некоторые технические замечания, с которыми соискатель полностью согласен.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что в ней работают высококлассные специалисты, занимающиеся вопросами изучения геотектоники и геодинамики исследуемого региона, в том числе и с помощью применяемых автором диссертации методов. Выбор официальных оппонентов обусловлен тем, что они являются ведущими специалистами в области изучения эволюции рельефа, геохронологии, геодинамики и активной тектоники, затрагивающей все основные аспекты представляемой работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 1) получены новые данные о возрасте морских и континентальных позднемезозойских отложений Забайкалья,
- 2) дана количественная оценка времени начала коллизионных процессов, связанных с закрытием Монголо-Охотского океана в районе Забайкалья, а также геохронологические характеристики последующих рельефообразующих процессов, вплоть до голоцена;
- 3) показано, что закрытие Монголо-Охотского океана имело клавишный характер, при котором северная часть Керулено-Аргунского террейна была последним блоком, присоединившимся к Сибирскому континенту;
- 4) выделены этапы позднемезозойской морфоструктурной эволюции Забайкалья, связанные с закрытием Монголо-Охотского океана, последующим формированием коллизионного орогена и его деструкции.
- 5) дана количественная оценка скорости денудации и возраста пенеплена на южной границе Сибирской платформы;
- 6) показан механизм формирования хребтов Восточного Саяна на позднекайнозойском этапе развития;
- 7) оценена геологическая скорость смещения по главным морфоконтролирующим разломам Байкальского рифта и Забайкалья.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что оно вносит значительный вклад в понимание процессов развития рельефа на территории Забайкалья и Прибайкалья, протекавших в позднем мезозое и кайнозое, и является важным шагом в разработке теоретических положений тектоники и геодинамики Центральной Азии.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики заключается в следующем.

Новые данные о возрасте осадочных отложений и прорывающих их вулканитов могут быть использованы при геологическом картировании и стратиграфических исследованиях. Оценка скоростей смещения и сейсмического потенциала главных сейсмогенерирующих разломов Байкальского рифта и Забайкалья с определением возможных магнитуд и периодов повторяемости разрывообразующих землетрясений является необходимым звеном при оценке сейсмической опасности территории.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующее.

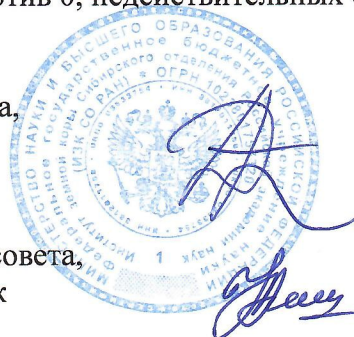
В основе работы лежит богатый фактический материал, собранный автором в экспедиционных исследованиях в Прибайкалье и Забайкалье в 2000-2020 гг. Результаты работ базируются на полевых морфотектонических, седиментологических, палеосейсмологических, а также геохронологических исследованиях. В работе применен целый комплекс методов датирования, позволяющих количественно определить время проявления тех или иных морфотектонических событий и оценить скорости смещения по активным разломам. Эти методы хорошо зарекомендовали себя и успешно применяются в мировой практике. Достоверность результатов опирается на большое количество полученных датировок. Всего было проанализировано 133 образца, из них 13 – U-Pb LA-ICP-MS методом датирования цирконов, 2 – Ar-Ar датированием вулканитов, 6 – трековым датированием апатитов, 70 – методом космогенно-нуклидного ^{10}Be датирования и 42 – радиоуглеродным AMS методом датирования. Результаты исследований докладывались на всероссийских и международных конференциях и опубликованы в ведущих российских и мировых изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в проведении полного комплекса работ по теме диссертации. Большинство работ было реализовано в рамках проектов российских и международных конкурсов РФФИ под руководством автора. Постановка задач, определение объектов и методов исследований, а также интерпретация полученных результатов в рамках этих проектов осуществлялись непосредственно автором. Образцы для U-Pb датирования детритовых цирконов отбирались в поле и анализировались при непосредственном участии автора в Аналитическом центре минералого-геохимических и изотопных исследований ГИН СО РАН (Улан-Удэ, Россия). Образцы для ^{10}Be датирования отбирались и анализировались также при непосредственном участии автора в Национальной Лаборатории Космогенных Нуклидов (The National Laboratory for Cosmogenic Nuclides) Европейского центра CEREGE (Франция). Образцы для трекового датирования апатита и радиоуглеродного датирования отбирались при участии автора и отправлялись для исследований в лаборатории университетов г. Ренн (Франция) и г. Познан (Poznan Radiocarbon Laboratory) (Польша). Образцы для Ar-Ar датирования вулканитов отбирались при участии автора, датирование проводилось в ЦКП «Геодинамика и геохронология» ИЗК СО РАН (Иркутск). Из 21 статьи, опубликованной по теме диссертации, в 15-ти соискатель является первым автором, что свидетельствует о его ведущей роли в данной работе.

На заседании 11 ноября 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Аржанниковой Анастасии Валентиновне ученую степень доктора геолого-минералогических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них докторов наук по специальности 25.00.03 – Геотектоника и геодинамика, участвовавших в заседании – 6, из 21 человека, входящего в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту – 0 человек, проголосовали: за 15, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель диссертационного совета,
член-корреспондент РАН



Гладкочуб Д.П.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат физико-математических наук

Добрынина А.А.

11 ноября 2021 г.