



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор ФГБУН ИЗК СО РАН  
Член-корр. РАН, д.г.-м.н.

Д.П. Гладкочуб

« 8 » июня 2023 г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

### **Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН)**

Диссертация «МОРФОТЕКТОНИКА ГОРНОГО ФРОНТА ТУНКИНСКИХ ГОЛЬЦОВ И ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ В ТУНКИНСКОЙ СИСТЕМЕ ВПАДИН» выполнена в лаборатории современной геодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

В период подготовки диссертации Чеботарев Алексей Александрович работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) в должности ведущего инженера (с 02.2019 г. по настоящее время) в лаборатории современной геодинамики ИЗК СО РАН, с 04.2023 г. – в должности ведущего инженера в лаборатории орогенеза ИЗК СО РАН.

В 1995 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет» с присуждением квалификации «Историк. Преподаватель по специальности «История».

В 2022 г. окончил заочную аспирантуру при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по направлению подготовки 05.06.01 – «Науки о земле».

Документы о сдаче кандидатских экзаменов выданы Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Иркутским научным центром Сибирского отделения Российской академии наук (ИНЦ СО РАН) по предметам «история и философия науки» в 2019 г., «английский язык» в 2019 г. и Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институтом земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по предметам «Общая и региональная геология» в 2021 г. и «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика» в 2023 г.

Научный руководитель – кандидат геолого-минералогических наук Аржанников Сергей Геннадьевич – работает в должности ведущего научного сотрудника лаборатории современной геодинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН).

Материалы диссертации представлены соискателем на Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН.

#### **ПРИСУТСТВОВАЛИ:**

- члены Секции геофизики и современной геодинамики: *доктора геол.-мин. наук:* А.В. Аржанникова, В.И. Джурик, О.В. Лунина, В.И. Мельникова, А.В. Поспеев, В.В. Ружич, К.Ж. Семинский; *кандидаты геол.-мин. наук:* С.Г. Аржанников, С.А. Борняков, Е.В. Брыжак, И.В. Буддо, А.В. Лухнев, А.И. Мирошниченко, Н.А. Радзиминович, В.А.

Саньков, О.П. Смекалин, А.В. Черемных; *кандидаты физ.-мат. наук*: А.А. Добрынина, Е.А. Кобелева.

- **приглашенные специалисты ИЗК СО РАН**: *доктор геогр. наук* Ю.В. Рыжов, *доктор геол.-мин. наук* С.В. Рассказов, *кандидаты геол.-мин. наук* С.В. Ашурков, Л.М. Бызов, Е.Г. Вологина, Т.М. Сковитина.

**Заслушали**: доклад А.А. Чеботарева «МОРФОТЕКТОНИКА ГОРНОГО ФРОНТА ТУНКИНСКИХ ГОЛЬЦОВ И ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ В ТУНКИНСКОЙ СИСТЕМЕ ВПАДИН» по теме диссертации.

**Вопросы задавали** (всего – 28 вопросов): д.г.-м.н. О.В. Лунина, д.г.-м.н. К.Ж. Семинский, д.г.-м.н. С.В. Рассказов, д.г.н. Ю.В. Рыжов, д.г.-м.н. В.В. Ружич, к.г.-м.н. Т.М. Сковитина, к.г.-м.н. В.А. Саньков.

**Был заслушан**:

- отзыв научного руководителя кандидата геол.-мин. наук С.Г. Аржанникова.

**Были заслушаны следующие сопровождающие документы**:

- выписка из протокола №3 семинара лаборатории современной геодинамики ИЗК СО РАН от 26 мая 2023 г.

**Были заслушаны отзывы специалистов, ознакомившихся с работой до заседания**:

- отзыв кандидата геол.-мин. наук, ведущего научного сотрудника лаборатории геологии мезозоя и кайнозоя Института земной коры СО РАН А.А. Щетникова;

- отзыв кандидата геогр. наук, зав. лабораторией геоморфологии Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН М.Ю. Опекуновой.

**Выступления специалистов ИЗК СО РАН, ознакомившихся с работой до заседания**:

- доктор геогр. наук Ю.В. Рыжов;

- кандидат геол.-мин. наук О.П. Смекалин;

- доктор геол.-мин. наук О.В. Лунина;

- кандидат геол.-мин. наук Е.Г. Вологина.

**В обсуждении приняли участие**: д.г.-м.н. С.В. Рассказов, д.г.-м.н. О.В. Лунина, к.г.-м.н. С.Г. Аржанников, д.г.-м.н. К.Ж. Семинский.

Замечания, высказанные при обсуждении, не носят принципиального характера. Они касаются формы представления результатов и не требуют существенной переработки представляемой диссертационной работы.

**Объектом исследований** являлись элементы рельефа южного склона Тункинского хребта, являющиеся ключевыми маркерами тектонической активности Тункинского разлома: фасы и водосборные бассейны; верхний ярус рельефа Тункинских Гольцов и хребта Хамар-Дабан; четвертичное осадочное заполнение Тункинской системы впадин, включающее речные террасы, моренные комплексы, песчаные массивы. **Предметом исследований** являлась совокупность процессов, формирующих рельеф, взаимосвязь эрозионных и аккумулятивных процессов в экзолитодинамическом потоке в условиях глобального изменения климата и инверсии тектонических движений.

**Актуальность темы исследования**

Высокая степень изученности геологической истории Тункинской системы впадин (ТСВ) оставляет, тем не менее, большое количество нерешенных вопросов относительно некоторых аспектов структурной эволюции этого сегмента Байкальской рифтовой системы (БРС) и формирования рельефа. В настоящей работе представлены новые данные о строении, возрасте и динамике развития Тункинской секции БРС. Данные основаны на количественных оценках параметров рельефообразующих процессов, проведенных впервые с применением новых методов. Работа восполняет пробелы в исследованиях рельефа Тункинской системы впадин, решает дискуссионные вопросы относительно возраста и генезиса отдельных геоморфологических структур. И использованные в

исследовании методы вносят вклад в понимание влияния изменений тектонического режима и климатических условий в позднем плейстоцене на геоморфологический отклик ландшафта.

**Цель работы** – оценка взаимосвязи процессов рельефообразования и седиментации в пределах ТСВ с активными тектоническими процессами и глобальными изменениями климата.

#### **Основные задачи исследований**

1. Определение основных параметров элементов горного фронта с использованием данных ДДЗ, для выявления закономерностей современной тектонической активности различных сегментов Тункинского разлома.
2. Определение геоморфологического отклика эрозионно-руслевой системы на тектоническую активность Тункинского разлома с использованием набора морфологических параметров водосборных бассейнов Тункинского хребта.
3. Установление взаимосвязи между морфометрическими параметрами и кинематикой различных участков Тункинского разлома.
4. Оценка долгосрочных скоростей смещения для конкретных геоморфологических сегментов горного фронта и определение возраста образования соответствующих геоморфологических структур ТСВ.
5. Определение параметров гравитационных смещений, включающих метрические и генетические характеристики.
6. Создание карты распространения обвально-оползневых тел, выявление зависимостей их распространения и приуроченности к сейсмогенерирующим структурам.
7. Проведение дистанционных исследований по оценке объемов денудационного сноса за разные периоды времени.
8. Изучение новых опорных разрезов четвертичных отложений с применением разных методов датирования для получения информации о динамике осадконакопления в ТСВ.
9. Создание модели накопления Бадарского песчаного массива в пределах погружающейся Тункинской впадины.

#### **Методы исследования и фактический материал**

Для решения поставленных задач был использован комплексный подход, включающий геолого-геоморфологические и геохронологические методы. Для получения информации о рельефе применялся морфометрический анализ, дешифрирование данных дистанционного зондирования, структурно-геоморфологический метод. Датирование исследуемых объектов проведено на основе АМС-метода (14С), метода оптико-стимулированной люминисценции (OSL).

В основу работы включены результаты полевых исследований в период 2018 – 2022 гг., седиментологический анализ новых разрезов рыхлых отложений, данные оценки возрастов OSL и 14С, данные дешифрирования и моделирования на основе ЦМР, морфометрический анализ, литературные источники.

#### **Личный вклад автора**

Автор принимал участие на всех этапах исследования, при постановке целей и задач, сборе и обработке фактического материала, полученного в ходе полевых исследований в Тункинской системе впадин в 2018 – 2022 гг. Автором проведена морфометрическая оценка ключевых параметров тектонической активности Тункинского разлома и сделана оценка долгосрочных скоростей смещения по разлому, что позволило создать модель эволюции ТСВ за орогенный период. На основе анализа ДДЗ автором создана карта плотности обвально-оползневых тел верхнего яруса рельефа в горном обрамлении ТСВ. Также, на основе анализа ДДЗ проведена оценка объемов денудационного сноса в разных структурных подразделениях горного обрамления ТСВ за разные периоды времени. При участии автора изучены новые разрезы четвертичных

отложений разных впадин Тункинской системы, проведены исследования по оценке климатического и тектонического факторов в формировании террасового комплекса р. Иркут, выполнено изучение Бадарского песчаного массива. Автор участвовал в отборе проб для датирования, документировании новых разрезов четвертичных отложений, а также в обработке полученных результатов и интерпретации данных.

#### **Научная новизна исследования**

Впервые для Тункинского разлома получены количественные данные по морфометрии основных маркеров активной тектоники и долгосрочным скоростям смещений по разлому для разных сегментов. На основе полученных данных о долгосрочных скоростях смещений по Тункинскому разлому создана модель эволюции ТСВ за плиоцен-четвертичный период. Впервые для всей Тункинской системы проведены количественные дистанционные исследования деструктивных объектов гравитационного/сейсмогравитационного генезиса гольцовой зоны горного обрамления; построена карта концентрации обвально-оползневых тел. Создана база данных обвально-оползневых объектов. Впервые оценены объемы и скорости денудационного процесса для склонов горного обрамления ТСВ за поздний плиоцен-четвертичный и поздний плейстоцен – голоценовый этапы. Получены новые данные о возрасте четвертичных отложений террасовых уровней р. Иркут и песчаного массива Бадар. Предложена новая модель формирования песчаных массивов в Тункинской впадине.

#### **Теоретическая и практическая значимость**

Морфометрический анализ ключевых маркеров тектонической активности Тункинского разлома расширил представления об эволюции Тункинской системы впадин и влиянии тектонических процессов на эволюцию ландшафта. Детальное изучение и датирование разрезов верхнего чехла рыхлых отложений Тункинской системы впадин позволило провести палеогеографические реконструкции, получить новые данные о развитии юго-западной части БРС. Представленные в работе материалы по скоростям смещения по разным сегментам Тункинского разлома дополняют данные об эволюции впадин Байкальской рифтовой зоны. Результаты морфометрии главного эскарпа Тункинского разлома, оформленные в базу данных, могут быть использованы в инженерно-геологических исследованиях, направленных на определение потенциальных природных рисков. База данных сейсмогравитационных объектов гольцовой зоны горного обрамления ТСВ и построенная карта их концентрации дает представление о связи импульсных деструктивных процессов в верхнем ярусе гольцов с тектонической активностью по основным разломам, контролирующим развитие Тункинских впадин. Впервые полученные количественные данные об объемах денудационного сноса со склонов хребтов ТСВ дают представления о вкладе эродированного материала в осадочное заполнение Тункинских котловин и роли крупных обвалов и оползней в объеме денудационного сноса.

#### **Степень достоверности и апробация результатов**

Степень достоверности данных о долгосрочных скоростях смещения по сегментам Тункинского разлома, полученных в главе №3 «Тектоническая...» подтверждается тем, что они сопоставимы с аналогичными данными по скоростям смещений по разломам, полученных для других впадин Байкальской рифтовой зоны, оцененным по той же методике. Ряд выводов, сделанных в работе, основаны на новых данных абсолютного датирования (AMS, OSL,  $^{10}\text{Be}$ ), что позволило пересмотреть представления о возрасте некоторых геоморфологических структур, например, Бадарского песчаного массива.

По результатам исследования, связанным с темой диссертации, лично и в соавторстве, было опубликовано 3 работы в рецензируемых журналах (*Tectonophysics*, 2 в *Journal of Asian Earth Sciences*), вошедшие в базу данных Web of Science, основные результаты работы докладывались на конференциях и симпозиумах: XIII Российско-монгольская международная конференция по астрономии и геофизике «Солнечно-земные связи и геодинамика байкало-монгольского региона» (Институт астрономии и геофизики

АН Монголии, 2019); XXIV Международный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященный 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (Томск, 2020); Всероссийское совещание с участием приглашенных исследователей из других стран «Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ», посвященное памяти профессора С.И. Шермана (Иркутск, 2021).

**Основные публикации по теме диссертации:**

*Статьи в изданиях, включенных в «Перечень...» ВАК Минобрнауки России*

1. Arzhannikova A., Ritz J-F., Larroque C., Antoine P., Arzhannikov S., Chebotarev A., St'ephan J-F., M. Massault, Michelot J-L. Cryoturbation versus tectonic deformation along the southern edge of the Tunka Basin (Baikal Rift System), Siberia: New insights from an integrated morphotectonic and stratigraphic study// Journal of Asian Earth Sciences, 2020, Vol. 204. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2020.104569>.
2. Chebotarev A., Arzhannikova A., Arzhannikov S. Long-term throw rates and landscape response to tectonic activity of the Tunka Fault (Baikal Rift) based on morphometry. Tectonophysics 810 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2021.228864>
3. Arzhannikova A., Arzhannikov S., Ritz J.-F., Chebotarev A., Yakhnenko A. Earthquake geology of the Mondy fault (SW Baikal Rift, Siberia) // Journal of Asian Earth Sciences, 2023, Vol.248. <https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2023.105614>.

*Материалы и тезисы докладов научных конференций*

1. Чеботарев А.А., Аржанников С.Г., Аржанникова А.В. Первые результаты дистанционного зондирования обвално-оползневых структур горного обрамления Тункинской впадины // XIII Российско-монгольская международная конференция по астрономии и геофизике «солнечно-земные связи и геодинамика байкало-монгольского региона» (Институт астрономии и геофизики АН Монголии, 2019);
2. Чеботарев А.А. Площадное распространение обвалов как индикатор вероятных очагов сильных палеоземлетрясений в обрамлении тункинской впадины // XXIV Международный симпозиум имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященный 75-летию Победы в Великой Отечественной войне (Томск, 2020);
3. Чеботарев А.А., Аржанникова А.В., Аржанников С.Г. Установление взаимосвязи между долгосрочными скоростями смещения по сегментам тункинского разлома и морфометрическими параметрами приразломной зоны // «Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ», посвященное памяти профессора С.И. Шермана 26 – 30 апреля 2021 г. Иркутск;
4. Аржанникова А.В., Аржанников С.Г., Чеботарев А.А., Ritz J.-F. Палеосейсмогенные деформации в зоне мондинского разлома (Тункинская система впадин, байкальский рифт) // «Разломообразование в литосфере и сопутствующие процессы: тектонофизический анализ», посвященное памяти профессора С.И. Шермана 26 – 30 апреля 2021 г. Иркутск

Все вышеизложенное позволяет утверждать, что диссертационная работа А.А. Чеботарева **соответствует паспорту специальности:**

Согласно паспорту научной специальности **1.6.1 «Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика»**, работа соответствует пунктам № 4, № 8, № 10, № 12 и № 15.

Пункт № 4: Геодинамические модели формирования структурно-формационных комплексов (осадочных, магматических и метаморфических) применительно к конкретному региону, их сравнительная характеристика.

Пункт № 8: Изучение вертикальных и горизонтальных тектонических движений: как современных (инструментальными методами), так и древних (геологическими и палеомагнитными методами).

Пункт № 10: Неотектоника, изучение тектонических явления новейшего этапа развития литосферы и ее сегментов разного масштаба, с использованием для этого своих специфические методов исследования.

Пункт № 12: Сравнительная тектоника, основанная на сравнительно-историческом анализе однотипных или родственных тектонических объектов, с целью их классификации, а также для выявления их эволюционной последовательности.

Пункт № 15: Региональная геотектоника, основанная на выделении и изучении тектонических объектов того или иного региона, страны, континента, океанического или морского бассейна.

При экспертизе текста диссертации, публикаций, а также результатов проверки текста системой «Антиплагиат» установлено, что оригинальных блоков в диссертации – 94,78%, заимствованных источников в диссертации – 5,22%:

- соискателем сделаны ссылки на все источники заимствования материалов, фактов некорректного цитирования или заимствования без ссылки на соавторов в тексте диссертации и автореферате не обнаружено;
- сведения, представленные соискателем, об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны;
- в тексте диссертации соискателем отмечено, какие результаты получены им лично, а какие – в соавторстве.

Тема диссертации утверждена на заседании ученого совета ИЗК СО РАН 29.05.2023 г., протокол № 5.

Работа ЧЕБОТАРЕВА Алексея Александровича «МОРФОТЕКТОНИКА ГОРНОГО ФРОНТА ТУНКИНСКИХ ГОЛЬЦОВ И ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ В ТУНКИНСКОЙ СИСТЕМЕ ВПАДИН» является законченным исследованием, имеет научную и прикладную значимость, отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, и рекомендуется к представлению в диссертационный совет ИЗК СО РАН 24.1.062.02 для защиты на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.

Заключение принято на заседании Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН.

Присутствовало на заседании 25 человек, из них 19 членов Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН, председатель – д.г.-м.н. Семинский К.Ж., секретарь – к.г.-м.н. Брыжак Е.В.

Результаты открытого голосования Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН по вопросу о принятии заключения по диссертации А.А. Чеботарева: за – 19, против – нет, воздержалось – нет.

Протокол №18 от 8 июня 2023 г.

Председатель Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН,  
д.г.-м.н.



К.Ж. Семинский

Секретарь Секции геофизики и современной геодинамики Ученого совета ИЗК СО РАН,  
к.г.-м.н.



Е.В. Брыжак