

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
на диссертацию **ЧЕБОТАРЕВА АЛЕКСЕЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА**  
**МОРФОТЕКТОНИКА ГОРНОГО ФРОНТА ТУНКИНСКИХ ГОЛЬ-**  
**ЦОВ И ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ В ТУН-**  
**КИНСКОЙ СИСТЕМЕ ВПАДИН**

по специальности 1.6.1 "Общая и региональная геология.  
Геотектоника и геодинамика" на соискание ученой степени  
кандидата геолого-минералогических наук

Диссертационная работа Алексея Александровича Чеботарева посвящена изучению строения, возраста и динамики развития Тункинской секции Байкальской рифтовой системы и анализу взаимосвязи процессов рельефообразования и седиментации в пределах Тункинской системы впадин с активными тектоническими процессами и глобальными изменениями климата. Проведенные исследования базировались на комплексном анализе количественных морфометрических параметров, характеризующих рельефообразующие процессы, а также синхронного им осадконакопления. Полученные автором результаты позволили в значительной мере по-новому оценить влияние тектонического режима и климатических условий на формирование рельефа и отложений, выполняющих впадины.

Автором выполнен большой объем полевых и камеральных исследований и получены новые данные, в том числе количественные, о развитии новейшей и современной структуры Тункинской системы впадин. Полученные Алексеем Александровичем результаты имеют не только большое научное значение, но и могут использоваться для решения ряда прикладных задач, в том числе при оценке сейсмической опасности региона.

Рассматриваемая диссертационная работа объемом 246 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, содержащего 291 источник, и двух приложений. В тексте диссертации приведены 7 таблиц и 76 рисунков. Обширный список литературы показывает, что автор хорошо знаком с публикациями по исследуемой проблеме как на русском языке, так и в зарубежных изданиях.

По теме диссертации автором опубликовано 3 статьи в авторитетных международных журналах, еще одна статья находится на рецензировании.

Помимо этого, автор участвовал в подготовке 5 докладов на научных конференциях.

Объектами исследований соискателя являлись элементы рельефа южного склона Тункинского хребта, рассматриваемые, как ключевые маркеры тектонической активности Тункинского разлома, а также осадочное выполнение прилегающих впадин. В ходе выполнения работ автором были поставлены и решены взаимосвязанные задачи:

С использованием данных ДДЗ определены основные морфометрические параметры элементов горного фронта, что позволило выявить закономерности современной тектонической активности различных сегментов Тункинского разлома.

На основании анализа морфометрических параметров водосборных бассейнов Тункинского хребта определен геоморфологический отклик эрозионно-руслевой системы на тектоническую активность Тункинского разлома и установлена взаимосвязь между морфометрическими параметрами и кинематикой его различных участков.

Оценены долгосрочные скорости смещения для конкретных геоморфологических сегментов горного фронта и определены возраста образования соответствующих геоморфологических структур Тункинской системы впадин.

Определены параметры гравитационных смещений, их метрические и генетические характеристики. Составлена карта распространения обвально-оползневых тел, выявлены зависимости их распространения и приуроченность к сейсмогенерирующим структурам. Оценены объемы денудационного сноса за разные периоды времени.

Изучены новые опорные разрезы четвертичных отложений с применением разных методов датирования, получена информация о динамике осадконакопления в Тункинской системе впадин и создана модель формирования Бадарского песчаного массива в пределах погружающейся впадины.

Решение этих задач позволило Алексею Александровичу сформулировать и обосновать защищаемые положения диссертационной работы:

1. Изучение морфологии горного фронта и водосборных бассейнов южного склона Тункинского хребта, зависящей от особенностей кинематики по разным сегментам Тункинского разлома, позволило определить продолжительность и скорость погружения отдельных элементов Тункинской системы впадин. Опускание Тункинской, Хойтогольской впадины и Ниловского отрога началось 3.2, 3.5 - 1.5, 1.5 млн лет назад, соответственно, и идет со средней скоростью 1.0, 0.8 и 1.0 мм / год, соответственно.

2. Площадное распределение и плотность обвалов и оползней в гольцовой зоне хребтов, обрамляющих Тункинскую систему впадин, свидетельствует об их связи с высокой тектонической активностью Тункинского разлома. Долгосрочная, среднесрочная и краткосрочная скорости денудации южного склона Тункинских Гольцов составляют 56285 м<sup>3</sup>/г, 26736 м<sup>3</sup>/г, 89286 м<sup>3</sup>/г, соответственно, и определяются импульсными тектоническими движениями и глобальными изменениями климата. Замечу, что здесь было бы полезно указать, о каких временных интервалах идет речь.

3. Геоморфологические элементы верхнего и нижнего ярусов рельефа Тункинской системы впадин формировались в условиях глобального изменения климата и тектонической инверсии на краевых участках системы. Верхняя часть осадочного чехла сложена: ледниковыми отложениями (79 - 14 тыс. л.); озерными (24 - 15 тыс. л.); эоловыми (32 тыс. л. - современность); гравитационными и сейсмогравитационными (14 тыс. л. - современность) и речными (101 тыс. л. - современность).

Хочу сделать здесь одно замечание. И в тексте работы, и в третьем защищаемом положении Алексей Александрович пишет о влиянии **изменений** тектонического режима и климатических условий на геоморфологический отклик ландшафта. Но почему именно "изменений"? Ведь даже постоянный, не меняющийся тектонический режим, равно как и устойчивый, неизменный климат, какими бы они ни были, влияют на формирование рельефа и на осадконакопление. Их изменения могут как усиливать это влияние, так и ослаблять его, в зависимости от конкретного сочетания тектонических движений и климата.

Содержание диссертационной работы изложено в 5 главах.

**В первой главе** диссертации описано и проанализировано развитие научных представлений об эволюции Тункинской системы впадин. Рассмотрены исследования по изучению комплекса отложений, выполняющих впадины и их стратиграфического расчленения, работы, посвященные изучению влияния оледенения на формирование рельефа, проявлений кайнозойского вулканизма, тектонофизические и палеосейсмологические исследования. Отдельный раздел посвящен анализу работ по изучению обвальноподолзневых процессов и их связи с сейсмичностью региона.

Очевидно, что Алексей Александрович подробнейшим образом изучил работы предшественников, что позволило ему сосредоточиться на нерешенных проблемах.

Отмечу, что здесь не совсем точно, на мой взгляд, обозначена роль разломов в генерации землетрясений. На с. 30 Алексей Александрович пишет, что *"Тункинский и Мондинский разломы являются основными триггерами современных региональных землетрясений"*. Но триггер – это "спусковой крючок" развития того или иного процесса. Разломы же являются скорее источниками землетрясений, так как с ними по современным представлениям связаны очаги последних. Также, вместо не очень понятного термина *"региональное землетрясение"* лучше использовать слова "высокомагнитудное", или "большое", или "крупное" землетрясение.

**Вторая глава** диссертации посвящена описанию проанализированных материалов и методов исследований. Описаны применявшиеся в работе методы описания и седиментологического анализа разрезов рыхлых отложений, их датирования, методика дешифрирования и различные методы морфометрического анализа рельефа.

**В третьей главе** подробно описаны результаты морфометрического анализа, позволившие понять особенности развития рельефа зоны Тункинского разлома. Глава хорошо иллюстрирована, что, несомненно, помогает читателю понять логику построений автора. Помимо чисто морфометрических данных, характеризующих, в основном, область денудации, Алексей

Александрович привлекает и сведения о строении осадочного чехла формировавшегося в области аккумуляции, что существенно повышает обоснованность сделанных выводов.

Некоторые вопросы, рассмотренные в этой части работы, могут быть предметом дальнейших исследований. Так, на с. 65-66 автор, рассматривая способы оценки тектонической активности разломов, пишет, что каждый отдельный сегмент сегментированных разломов может генерировать землетрясения с различной магнитудой и интервалом повторяемости, что требует оценки скорости смещения по каждому сегменту. Это, безусловно, верно, но надо учитывать и то, что сейсмогенные смещения по разломам при отдельных землетрясениях даже с одной и той же магнитудой могут, во-первых, существенно различаться, и, во-вторых, сильно варьируют по величине подвижки вдоль простирания разрыва, что снижает обоснованность оценок параметров землетрясений, получаемых на основании морфометрических данных, так как, к примеру, разная высота уступа у смежных сегментов разлома не обязательно свидетельствует о разной магнитуде или повторяемости связанных с ними землетрясений и об "автономности" этих сегментов.

Замечу также, что извилистость горного фронта, определяемая как отношение длины контура его подножья вдоль отдельного сегмента к прямой линии, соединяющей крайние точки сегмента (уравнение 3.1) может сильно зависеть от масштаба карт и иметь фрактальный характер.

При описании фасет (с. 67) вместо термина "сброс" использован неудачный термин "*нормальный разлом*" (дословный перевод английского термина "normal fault"). Тогда приходится признать существование и "ненормальных разломов", что несправедливо по отношению к взбросам.

При описании некоторых морфометрических параметров, таких как гипсометрический интеграл и коэффициент асимметрии водосборного бассейна, следовало бы привести ссылки на работы, в которых были предложены эти параметры.

Условие использования уравнения 3.7, а именно указание на то, что оно применимо, если соотношение между углом наклона и высотой грани составляет  $\sim 0.04$ , непонятно без пояснения, в каких единицах измеряются угол наклона и высота.

**Четвертая глава** посвящена анализу условий и динамики денудации элементов верхнего яруса рельефа на основе изучения обвально-оползневых комплексов отложений. Автор подробно рассмотрел различные факторы, способствующие формированию оползней и обвалов в горных районах, их классификацию, связь обрушений склонов с сейсмичностью. Проведенный анализ показал взаимосвязь гравитационных процессов с тектонической активностью разломов в позднем плейстоцене – голоцене, позволил оценить средние показатели скорости денудации за различные периоды и позволил автору сделать вывод о значительной роли землетрясений, происходящих в зоне активного Тункинского разлома, в деструкции рельефа верхнего яруса Тункинских Гольцов.

К этой главе также есть несколько замечаний. Так, на с. 104 приведено неудачное обоснование различий между оползнями и обвалами: *"Оползень обычно имеет изометричную форму и представляет собой перемещенный, но не разрушенный блок. Обвал имеет более строгую форму и выглядит в виде языка или протяженного шлейфа у основания склона"*. Форма оползней может быть очень разнообразна. При этом оползни могут быть как блоковыми (оползни скольжения, вращения, обычно более изометричные), так и сильно вытянутыми оползнями течения, а то, что названо здесь обвалами, скорее является каменными лавинами – т.е. опять же оползнями течения сухой обломочной массы сильно раздробленных скальных грунтов.

Некоторые утверждения, касающиеся критериев выделения сейсмогенных обвалов и оползней, а также их связи с разломами, приведенные в этой главе, на мой взгляд, спорные. В частности, соотношения между размерами области развития сейсмогенных обрушений и магнитудой землетрясений, приведенные в работах Д. Кифера (Keefner, 1984), применимы, практически, только к современным землетрясениям, так как учитывают, в первую очередь, мелкие и средние проявления таких процессов. При палеосейсмологических же исследованиях изучаются, в основном, единичные крупнейшие оползни, сохраняющиеся в ландшафте в течение длительного времени, что не позволяет выполнить такой анализ. К тому же такой анализ требует доказательства физической одновременности обрушения склонов на той или иной территории, что на практике весьма проблематично.

Многие критерии выделения сейсмогенных обрушений, такие как высокая подвижность каменных лавин, обрушение в приводораздельной части склона и т.п. при их критическом анализе оказываются неоднозначными. Поэтому отнесение всех гравитационных образований, показанных на карте распределения обвальнo-оползневых тел в пределах Тункинской системы впадин и обрамляющих хребтов (рис. 4.2.1) к сейсмогравитационным представляется необоснованным. Тем более это касается склоновых смещений в хребте Хамар-Дабан. Аналогично, недостаточно обосновано отнесение к сейсмогравитационным 18 обрушений в долине р. Кынгарга, показанных на рис. 4.4. Хочу подчеркнуть, что я не утверждаю, что Алексей Александрович неправ. Возможно, все эти образования действительно сейсмогенные. Вопрос в том, как это доказать.

Оценки максимальных магнитуд землетрясений, возможных в зоне Тункинского разлома вплоть до величин  $M=7.6-8.0$ , сделанные в работах А.В. Чипизубова, на которые ссылается автор, представляются завышенными, особенно учитывая деление этой зоны на сегменты, протяженностью в десятки километров. Если они срабатывают не синхронно, то очаг землетрясения с  $M\sim 8.0$  просто не поместиться в такой разлом.

Спорным является также утверждение, что "Главный Саянский разлом генерировал крупные разрывообразующие землетрясения в позднем плейстоцене – голоцене только на юго-восточном своем окончании в зоне сближения с Тункинским разломом (Саянская ПСД)", так как протяженная дислокация выявлена и в северо-западной части этого разлома (Кингашский разрыв). Последний, впрочем, находится далеко от региона, рассматриваемого в диссертации.

Не вполне понятно неравномерное распределение конечно-моренных комплексов у подножия Тункинского хребта, показанное на рис. 4.3. Учитывая близость высотных отметок гребня хребта, схожую экспозицию склонов и сходство размеров локальных водосборных бассейнов, формирование которых в значительной мере связано с оледенением, трудно объяснить, почему обширные поля моренных отложений сохранились только на отдельных участках и куда делись ледниковые отложения, вынесенные из других долин.

В последней, **пятой главе** диссертации, рассмотрены генезис, условия формирования и возраст осадочных комплексов Тункинской системы впадин. Автором был выполнен большой объем полевых и лабораторных исследований молодых отложений, выполняющих впадины, что дало дополнительную информацию об эволюции и впадин и обрамляющих их поднятий. В этой главе приведены описания большого числа разрезов и результаты датирования вскрытых в них отложений, рассмотрено строение слагаемых ими аккумулятивных форм рельефа. Подробный анализ условий осадконакопления дал дополнительную информацию об эволюции тектонических движений рассматриваемой области.

В **Заключении**, помимо обобщения выводов, сделанных в предыдущих разделах работы, автор отметил уникальность Тункинской системы впадин и указал, что диссертация является этапом исследований, намеченных в рамках изучения эволюции рельефа юго-западного сегмента Байкальской рифтовой зоны. Охват этими исследованиями большей территории в пределах БРЗ позволит существенно углубить наше понимание новейшей и современной тектоники этого региона, и я хочу пожелать Алексею Александровичу дальнейших успехов в его работе.

Несмотря на сделанные замечания, диссертация Алексея Александровича Чеботарева безусловно является интересной законченной научной работой. Примененный им комплексный подход, включающий анализ морфометрических характеристик области новейших и современных поднятий и особенностей осадконакопления в смежной области прогибания очень перспективен и открывает новые возможности в изучении эволюции Байкальской рифтовой зоны.

Автореферат отражает содержание диссертации.

Диссертация соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени кандидата наук, а её автор, Алексей Александрович Чеботарев, несомненно достоин присуждения ему искомой учёной степени кандидата геолого-минералогических наук.



Официальный оппонент  
Главный специалист НИИЭС – филиала АО "Институт Гидропроект",  
доктор геолого-минералогических наук,

СТРОМ Александр Леонидович

02 ноября 2023 года

Я, Стром Александр Леонидович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

СТРОМ Александр Леонидович  
125993, город Москва, Волоколамское ш., д.2.  
e-mail: srom.alexandr@yandex.ru  
тел.: 7(910)4553405

Центр службы геодинимических наблюдений в энергетической отрасли  
(ЦСГНЭО) – филиал АО "Институт Гидропроект"  
Тел.: +7(495)727-36-05; e-mail: hydro@hydroproject.ru

Подпись сотрудника филиала АО «Институт Гидропроект» – НИИЭС  
А.Л. Строма удостоверяю:

Волкова Т.В.

Ведущий специалист по кадрам отдела организации научно-проектных работ НИИЭС

«02» ноября 2023 г.

