

**Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт нефтегазовой геологии и
геофизики им. А.А. Трофимука
Сибирского отделения
Российской академии наук
(ИНГГ СО РАН)**

Проспект Академика Коптюга, д. 3
Новосибирск, 630090
Тел. (383) 333-29-00, факс (383) 330-28-07
E-mail: ipgg@ipgg.sbras.ru
www.ipgg.nsc.ru
ОКПО 93857650 ОГРН 1065473056670
ИНН/КПП 5408240311/540801001

12.02.2014 № 15350-11-2115

На № _____ от _____

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова»
диссертационный совет Д 501.001.39

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института нефтегазовой геологии и геофизики
им. А.А. Трофимука Сибирского отделения
Российской академии наук
д.т.н., академик РАН, профессор



М. И. Эпов

«12» февраля 2014 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию
Андреева Артёма Владимировича
«Вторичные косейсмические деформации в геологической среде: тектонофизический
анализ (на примере юга Сибири)»,
представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических
наук по специальности 25.00.03 – «геотектоника и геодинамика»

Представляемая А.В. Андреевым работа посвящена анализу различных вторичных косейсмических эффектов, возникших в геологической среде (главным образом, в рыхлых грунтах) при средних и сильных инструментально зарегистрированных землетрясениях на юге Сибири и в Монголии. Важность их исследования определяется тем, что они “консервируются” в отложениях и, таким образом, существенно расширяют возрастные рамки палеосейсмологических исследований, способствуя определению эпицентральных областей и параметров доисторических землетрясений.

Работа имеет объем 199 страниц и состоит из введения, 5 глав и заключения, а также 5 приложений. Список литературы содержит 205 наименований, в том числе, значительную часть зарубежной литературы.

Столь внушительный список использованной литературы позволил А.В. Андрееву в первой главе своей работы провести качественный обзор имеющейся информации о тектонических землетрясениях и их основных параметрах на юге Сибири, а также современного мирового уровня исследований различных типов сейсмогенных деформаций, в том числе, связанных с разжижением и флюидизацией рыхлых грунтов, и их использования для палеосейсмологических построений. Отметим лишь трудность и неопределенность применения термина “зона динамического влияния разлома” в отношении рыхлых грунтов.

В главе 2 А.В. Андреев рассматривает использованные им методы исследований. Из неё следует, что соискатель к настоящему моменту овладел широким комплексом современных методических приемов и подходов, используемых в мировой практике палеосейсмологических исследований (геоморфологические наблюдения, проходка канав, шурфов и их документация, датирование возраста сейсмогенных деформаций).

Глава 3 посвящена описанию усовершенствования структуры базы данных по косейсмическим эффектам, связанным с инструментально зарегистрированными на юге Сибири и в Монголии землетрясениями (Лунина и Гладков, 2012). Дальнейшее содержание главы посвящено анализу эмпирических соотношений между параметрами землетрясений и пространственным распределением вторичных косейсмических эффектов в пределах территории исследования. Представлены графики зависимостей пространственного распределения косейсмических эффектов от магнитуды и интенсивности землетрясения. Они показали, что вторичные косейсмические эффекты, связанные с разжижением и флюидизацией, в регионе реализуются в среднем в два раза ближе к эпицентру, чем прочие деформации, а также подтвердили на региональном материале, что пороговые значения магнитуд для их возникновения составляют около 5, а интенсивности – 6-7 баллов. Подобно примерам из других сейсмоактивных регионов мира проанализированы и аналогичные зависимости от расстояния до сейсмогенерирующего разлома, которые показали, что подавляющее количество эффектов разжижения локализуется от него на удалении до 20-40 км, что важно для определения возможной связи с конкретными разломами следов разжижения, обусловленных доисторическими землетрясениями.

Однако при подобных построениях всегда следует помнить о том, что погрешность определения глубин гипоцентров и координатного положения эпицентров для многих землетрясений весьма существенна. Зачастую неоднозначно определяется и сам сейсмогенерирующий разлом, а также фокальный механизм в очаге (например, механизм рассматриваемого в работе Мондинского землетрясения). Как справедливо отмечает соискатель, на полученные зависимости распределения вторичных косейсмических эффектов от типа смещения в очаге землетрясения существенное влияние может оказывать и репрезентативность статистической выборки.

Глава 4 посвящена выявлению и морфолого-генетическому описанию вторичных косейсмических деформаций в рыхлых отложениях, которые возникли в плейстосейстовых областях сильных землетрясений Прибайкальского региона — исторического Цаганского 12.01.1862 г. ($M \sim 7,5$) и инструментально зарегистрированного Мондинского 4.04.1950 г. ($M = 7,0$). Глава основана на добротном полевом авторском материале, который позволил показать новые, ранее неизвестные данные о проявлениях здесь вторичных дислокаций в рыхлых грунтах, а их количественные характеристики использованы для дальнейшего анализа (глава 5). Однако к содержательной части главы и ее оформлению имеется ряд замечаний.

Не совсем удачна предлагаемая генетическая классификация структур с разделением их на хрупкие, пластические и хрупко-пластические. Логичнее их было бы разделить на: (1) хрупкие, (2) связанные с разжижением и (3) обусловленные движением воднопесчаных или водноалевритовых масс по трещинам (флюидизация).

Приведенные на рисунках фотографии часто не позволяют рассмотреть детали деформационных структур, обнаруженных в эпицентральной области Цаганского землетрясения и их соотношения с элементами первично осадочных текстур (например, рис. 4.1.5 *а, б*; рис. 4.1.9. *б*; рис. 4.1.12 *б*). В недостаточной степени проиллюстрированы мерзлотные текстуры, которые, по утверждению соискателя, отличаются от сейсмиков. Не дает представление о таких мерзлотных структурах и рис. 4.1.9. *а*. Рис. 4.1.5. *в* не позволяет идентифицировать автокластическую брекчию, тем более сопоставить ее с таковой, приведенной в работе (Montenat et al., 2007) (рис. 4.1.5. *д*). Постулируемое широкое многообразие сейсмиков, возникших при Мондинском землетрясении и связанных с процессами разжижения и флюидизации, в том числе, и в валунно-галечных отложениях, вообще проиллюстрировано крайне

скудно, за исключением рис. 4.2.10 и 4.2.11. Остается и непонятным сам факт того, как могли возникнуть структуры разжижения в валунно-галечниках, которые на момент землетрясения, находились в сезонно-мерзлом состоянии (с. 131).

В формуле расчета среднего индекса интенсивности проявления микродаек (I_{md}) вводится безразмерный показатель мощности ритма (m_r). При этом не уточняется, что это за ритм. Если это осадочный ритм, то не оговариваются правила его выделения, тем более, что в осадочных последовательностях можно выделять разнопорядковые ритмы. Средняя видимая высота кластических даек в разрезе (h_{cd}), используемая при расчете интенсивности проявления кластических даек в зачистке (I_{cd}), исходя из рис. 4.1.12 в, представляет собой не высоту, а протяженность даек. Более того, приведенная на этом рисунке дайка в нижней своей трети представляет собой послойное образование (силл). Следует также отметить, что определение положения эпицентров землетрясений по параметрам даек, является очень затратной в плане траншейных исследований процедурой, тем более, при неизвестном положении их эпицентральных областей.

При траншейных исследованиях соискателю удалось установить, что ряд сейсмогенных деформаций может принадлежать палеоземлетрясению, произошедшему в интервале 655-1285 лет, которое предшествовало Цаганскому землетрясению 1962 г., что является важным научным фактом. Утверждается также, что часть сейсмиков может быть соотнесена со Среднебайкальским землетрясением 1959 г. И если последние отброшены при анализе параметров распределения сейсмогенных деформаций Цаганского землетрясения и, соответственно, определения возможного положения его эпицентра, то разделения собственно деформаций Цаганского землетрясения и выявленного более древнего сейсмического события не произведено.

Завершающая пятая глава посвящена использованию количественных параметров вторичных сейсмогенных деформаций, связанных как с хрупким деформированием рыхлых отложений, так и обусловленных процессами разжижения и флюидизации, для уточнения положения макросейсмического эпицентра и параметров сейсмогенного источника Цаганского землетрясения. Для определения макросейсмического эпицентра, фактически, предлагается использовать интегрированный показатель, который складывается из “значимых пиков” значений для всех перечисленных параметров вторичных сейсмогенных деформаций. Естественно, что из простой логики следует ожидать общее усиление концентрации вторичных косейсмических

деформаций и их “размаха” при приближении к эпицентру. Поэтому такой подход интересен в методическом плане и позволяет подтвердить результаты качественных полевых наблюдений статистическими расчетами. Однако проведение таких исследований предполагает анализ деформаций по разные стороны от сейсмогенерирующего разлома, что применительно в Цаганском землетрясению реализовать не удалось в силу особенностей ландшафтной ситуации. Для уточнения параметров землетрясения соискатель использовал приведенные в различных литературных источниках корреляционные соотношения, связывающие магнитуду землетрясения с различными параметрами сейсмодислокаций, в том числе, и наблюдаемыми непосредственно им при проведении полевых работ.

К замечаниями оформительского характера относятся не по стандарту представленный список литературы, подрисуночные подписи и заголовки глав диссертации.

Несмотря на высказанные замечания, многие из которых должны побудить соискателя к будущим размышлениям, защищаемые им положения в достаточной мере обоснованы. Основные положения диссертационной работы представлены А.В. Андреевым в качестве докладов на всероссийских и международных конференциях и совещаниях, а также вынесены на суд научной общественности в 18 печатных публикациях, 3 из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ. Автореферат отвечает содержанию диссертации.

Представленная А.В. Андреевым работа – логически завершенное научное исследование, в котором по новому изучены вторичные косейсмические эффекты от крупнейших исторического Цаганского (1862г.) и инструментально зарегистрированного Мондинского (1950г.) землетрясений, а также систематизированы в усовершенствованной базе данных подобные деформации от других землетрясений и рассмотрена их связь с сейсмогенерирующими разломами на юге Сибири. Полученные результаты важны для оценки сейсмической опасности территорий удаленных от эпицентров землетрясений.

Диссертация А.В. Андреева – научно-квалификационная работа, которая **соответствует критериям, установленным п. 7 Положения о порядке присуждения учёных степеней** в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 20 июня 2011 г. № 475 (п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2014

№842) для учёной степени кандидата наук, а её автор достоин присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03-«геотектоника и геодинамика».

Диссертация и отзыв рассмотрены и обсуждены на расширенном заседании лаборатории физических проблем геофизики, отзыв одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации, протокол № 1 от 22 января 2014 г.

Отзыв рассмотрен и утвержден в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании Учёного совета ИНГГ СО РАН 12 февраля 2014 г., протокол № 3.

Зам. директора ИНГГ СО РАН,
доктор технических наук, доцент
e-mail: YeltsovIN@ipgg.sbras.ru
р.т. 8(383)330-75-55

Ельцов Игорь Николаевич

Зав. лабораторией физических
проблем геофизики
доктор физ.-мат. наук
e-mail: TimofeevVY@ipgg.sbras.ru
р.т. 8(383)3356442

Тимофеев Владимир Юрьевич

Главный научный сотрудник
лаборатории глубинных сейсмических
исследований и региональной
сейсмичности ИНГГ СО РАН
доктор геол.-мин. наук
e-mail: SuvorovVD@ipgg.sbras.ru
р.т. 8(383)3336018

Суворов Владимир Дмитриевич

Старший научный сотрудник
лаборатории геодинамики и
палеомагнетизма ИНГГ СО РАН,
кандидат геол.-мин. наук
e-mail: deev@ngs.ru
р.т. 8(383)3304501

Деев Евгений Викторович