

ОТЗЫВ
НА АВТОРЕФЕРАТ
ДОКТОРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ А.А. ЕМАНОВА
«ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНОЙ
И НАВЕДЕННОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ В АЛТАЕ-САЯНСКОМ РЕГИОНЕ
ПО ДАННЫМ ПЛОТНЫХ СЕЙСМИЧЕСКИХ СЕТЕЙ»
1.6.9– геофизика

Диссертация Еманова Алексея Александровича посвящена изучению сейсмического режима в коре Алтае-Саянской горной области на основе плотных сетей сейсмических станций, создаваемых с начала 2000-х годов Алтае-Саянским филиалом ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН, при его непосредственном участии и руководстве.

Во второй главе диссертации представлена автоматизированная система мониторинга - сбора данных стационарных и временных сейсмологических станций в Алтае Саянской области, которая последовательно с нулевых годов была внедрена на Алтае-Саянском филиале А.А. Емановым. При создании каталогов землетрясений для обработки получаемых сейсмических данных были внедрены методы автоматизированной цифровой обработки, использующие современные программные продукты (HYPOINVERSE-2000 [Klein, 2002], HypoDD [Waldhauser and Ellsworth, 2000], TomoDD [Zhang, Thurber], нейронная сеть детектора EqTransformer [Mousavi, 2020] и др). Для визуализации получаемых данных и оповещения о текущей сейсмической обстановке в регионе использовались геоинформационные системы (ArcVIEW, ArcGIS, QGIS) и высокоточные цифровые модели рельефа на основе радарной топографической съемки SRTM (Shuttle Radar Topography Mission с пространственным разрешением 3x3" (<http://srtm.csi.cgiar.org>)).

В своих исследованиях Еманов А.А. за счет улучшения точности локации землетрясений решал задачу выделения сейсмоактивных участков разломов, а также фрагментарности развития афтершоковых процессов в очагах сильных землетрясений (см. рис. 2 автореферата). Это в конечном итоге позволило ему выполнить исследования закономерности эволюции сейсмичности во времени и пространстве для коры региона Алтая Саян. Высокая точность локации землетрясений, в особенности их гипоцентров, крайне актуальна для коры Алтая и Саян, поскольку, как это выше уже говорилось, существует обоснованное мнение об изменении напряженного состояния с глубиной. Если взять, например, каталог механизмов очагов землетрясений для Алтая (наиболее сильные землетрясения), то можно увидеть, что до 2003 г всем событиям присваивались глубины 15 км.

Применяемый комплекс методов по локации гипоцентров землетрясений и обработки сейсмических записей, обладающий высокой степенью автоматизации, подтверждает первое защищаемое положение работы.

В третьей главе представлены результаты изучения сейсмического процесса на афтершоковой стадии для Урег-Нурского (16.05.1970, $M=7.0$), Бусингольского (27.12.1991, $M=6.5$), Чуйского (27.09.2003, $M_s=7.3$), Белин-Бий-Хемское (16.08.2008, $M_w=5.7$), Саянского (10.02.2011, $M=5.1$), Тувинских (27.12.2011, $M_l=6.7$ и 26.02.2012, $M_l=6.8$), Айгулакского (13.09.2019, $M_L=5.5$), Хубсугульского (2.01.2021, $M_w=6.7$), Цаган-Шибэтинского (29.07.2022, $M_L=6.2$), Цаган-Шибэтинского (29.07.2022, $M_L=6.2$) землетрясений.

Представленный для них материал имеет большое значение для изучения закономерностей, сходства и различия афтершоковой сейсмичности различных зон Алтая и Саян и могли бы составить несколько защищаемых положений. В диссертации А.А. Емановым они были объединены в третьем защищаемом положении, в котором на наш взгляд наиболее важным является положение о том, что «Афтершоковые процессы крупных землетрясений в условиях Алтае-Саянской горной области переходят в продолжительные (годы и десятилетия) сейсмические активизации очаговых областей». Это было показано на примерах Урег-Нурского (16.05.1970, $M=7.0$) и Бусингольского (27.12.1991, $M=6.5$) землетрясений.

Следует отметить, что для других землетрясений такого и даже большего уровня магнитуд этого не наблюдалось (по крайней мере, в диссертации не приведены соответствующие графики). По мнению рецензентов, причина такого различия может быть связана с глубинной неоднородностью напряженного состояния коры в зонах этих землетрясений, на которую обращал внимание С.В.Гольдин [2004]. В афтершоках и землетрясениях, относящихся к зоне Бусингольского землетрясения, имеются данные о близком эпицентральной расположении событий как со значимой сбросовой, так и со взбросовой компонентой. Но, как известно (на это обращено внимание в диссертации), до 2000-х годов точность определения глубин землетрясений не позволяла их дифференцировать.

В третьей главе также исследовались закономерности фоновой сейсмичности Горного Алтая, Западных Саян и Тувино-Монгольского блока Алтае-Саянской области, что вместе с данными о сейсмической активизации этих территорий после сильных землетрясений позволило А.А.Еманову сформулировать третье защищаемое положение. В нем говорится о «характерном для каждого субрегиона влиянии сильных землетрясений на последующую эволюцию сейсмичности и формирование новых очагов сейсмогенной активизации».

По нашему мнению, третье защищаемое положение могло бы быть более конкретным. В разделе «3.12. Результаты изучения сейсмического режима Алтае-Саянской горной области» приводятся по два основных вывода о сейсмическом режиме каждой из исследуемых областей. Крайне желательно на защите более четко в одном предложении определить выявленные различия в закономерности сейсмических процессов.

Сделанное замечание следует рассматривать как некоторую «шероховатость», допущенную при формулировке защищаемого положения. Мы понимаем сложности в обобщении столь объемного и разнообразного материала.

Четвертое защищаемое положение опирается на результаты, представленные в четвертой главе диссертации. В ней представлены результаты долголетних наблюдений сейсмического режима в шахтных полях Кузнецкой котловины (угольном Кузбассе). Показано, что в основном сейсмичность этого региона следует рассматривать как наведенную, нестационарную, с изменением активности во времени и пространстве без синхронизации между отдельными активизациями. Исключением здесь являются железорудные шахты Горной Шории, где наблюдается частичная синхронизация сейсмической активности во времени. Объем представленного в этой главе материала и качество данных подтверждает четвертое защищаемое положение.

Следует отметить, что Еманов А.А. не ограничивался созданием и исследованием каталогов землетрясений. В работе Алтае-Саянского филиала ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН для зон произошедших сильных землетрясений применялись алгоритмы и программы (FPFIT [Reasenberg and Oppenheimer, 1985]) по решению обратной задачи сейсмологии в построении механизмов очагов землетрясений. Мы считаем это принципиально важным моментом работы филиала, т.к. это позволяет исследовать не только эволюцию сейсмического режима и активной структуры земной коры, но и перейти к описанию процесса в терминах геодинамики – напряжениях. Логичным здесь являлось и развитие работ Алтае-Саянского филиала на изучение регионального напряженного состояния. Для этого им применялись алгоритмы и программы катакластического метода [Ребецкий, 1999, 2007] по тектонофизической инверсии напряжений из совокупностей механизмов очагов землетрясений (рис. 14 автореферата).

Хотелось бы пожелать А.А.Еманову на системной основе внедрить в Алтае-Саянском филиале ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН работу по расчету механизмов очагов землетрясений для фоновой сейсмичности.

В целом, автореферат отражает содержание диссертационной работы Еманова А.А., которая является завершенным исследованием,

выполненным на высоком уровне и оформленным в соответствии с требованием ВАК и п.9 "Положения о Присуждении ученых степеней". Приведенные в работе результаты следует определить как новые, обоснованные и имеющие практическое и научное значение. Диссертация написана грамотно и хорошо изложена, аккуратно оформлена и проиллюстрирована качественным графическим материалом. В автореферате диссертации в достаточной для понимания форме изложено содержание всех глав диссертации. Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор Алексей Александрович Еманов заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9–Геофизика.

Ребецкий Юрий Леонидович - главный научный сотрудник лаборатории фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204) ИФЗ РАН, доктор физико-математических наук (по специальности 25.00.10 – «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»).

Москва, 117418, Б.Грузинская, 10, 1 а, reb@ifz.ru

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

Сычева Наиля Абдуловна - старший научный сотрудник лаборатории фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики (204) ИФЗ РАН, кандидат физико-математических наук (по специальности 25.00.10 – «геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых»).

Москва, 117418, Б.Грузинская, 10, 1 а, reb@ifz.ru

Я, Сычева Наиля Абдуловна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Подпись Ребецкий Ю.Л., Сычева Н.А.

УДОСТОВЕРЯЮ

Зав. канцелярией ИФЗ РАН

25.09.2026.

