

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Еманова Алексея Александровича
«Закономерности развития природной и наведенной сейсмичности в Алтае-Саянском регионе по данным плотных сейсмических сетей»,
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – геофизика

Алтае-Саянская складчатая область — одна из наиболее сейсмоактивных территорий России. Здесь сейсмичность формируется под влиянием коллизионных процессов, связанных с взаимодействием тектонических плит и блоков. В структуре земной коры региона выделяются приподнятые горные массивы и впадины, создающие ячеистую структуру, которая оказывает сопротивление коллизионному воздействию. Крупные землетрясения, такие как Чуйское (2003 г.) и Айгулакское (2019 г.), сопровождаются длительными афтершоковыми процессами и сейсмическими активизациями, которые могут распространяться на смежные и удалённые структуры. Центр сейсмической активности со временем смещается, что связано с перераспределением напряжений в земной коре. Отдельную проблему представляет платформенная сейсмичность юга Западной Сибири, слабо изученная ранее, но представляющая угрозу из-за высокой плотности населения и развивающейся инфраструктуры. Кроме того, в последние годы наблюдается рост масштабов добычи полезных ископаемых, который привел к возникновению наведенной антропогенной сейсмичности в ранее асейсмичных районах, поэтому особую важность приобрели исследования техногенного влияния с высокой детальностью и точностью. Так, Бачатское землетрясение 2013 г. (ML=6.1) продемонстрировало разрушительный потенциал таких процессов.

Поэтому изучение процессов формирования природной и антропогенной сейсмичности в структуре земной коры Алтае-Саянской складчатой области и прилегающих территорий является очень важной и актуальной задачей. Кроме того, актуальность обусловлена необходимостью перехода от традиционного мониторинга сейсмичности к комплексному анализу её природных и техногенных факторов. Это связано с возрастающими требованиями к точности прогнозирования и оценке рисков в условиях роста антропогенного воздействия на геологическую среду.

Решению этих вопросов и посвящены исследования А.А. Еманова, результаты которых представлены в диссертационной работе на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – геофизика.

Можно выделить три задачи, решение которых представлено в работе:

1. Создание центра сбора и обработки сейсмологических данных.
2. Изучение закономерностей развития природной сейсмичности в Алтае-Саянской складчатой области.
3. Определение видов наведенной антропогенной сейсмичности, ее свойств и закономерностей возникновения и развития.

1. А.А. Емановым внесён основной вклад в создание центра сбора и обработки сейсмологических данных Алтае-Саянского региона. Это мощный инструмент, объединяющий современные методы сейсмологии и геофизики, новейшее программное обеспечение и авторские разработки в единый, надежный комплекс. Реляционные базы данных в реальном времени аккумулируют информацию со стационарных и временных станций, а также результаты обработки. Математическое обеспечение системы позволяет контролировать работу станций, качество регистрации и отслеживать шумы. Использование временных станций в сейсмоактивных зонах значительно повышает точность и представительность исследований землетрясений на локальном уровне. Разработанная система обработки данных обеспечивает многоуровневую детализацию

наблюдений. Она сочетает высокую автоматизацию с точностью и глубиной анализа, используя комбинацию методов обработки, моделей среды, детальности сети и геологической/геофизической информации для интерпретации.

Уже решение одной этой задачи могло бы быть предметом защиты в качестве докторской диссертации.

2. Диссертантом в Алтае-Саянском регионе выявлены существенные различия в сеймотектонических процессах, характерные для трех зон: Алтая, Западного Саяна с хребтом Академика Обручева и Тувино-Монгольского блока.

Так показано, что в эпицентре Чуйского землетрясения 2003 года сформировалась сложная конфигурация сейсмически активных разломов и слоев, при этом эпицентр не совпадает с пересечением крупных разломов. Им было установлено, что основная линия афтершоков неоднократно пересекается разломами, причем участки пересечения менее активны, чем области, где разрывы проходят через цельные массивы. Было установлено, что блочная структура проявляется в ответвлениях разломов. Чуйское землетрясение значительно повлияло на последующую сейсмичность Алтая. До 2008 года преобладали события в эпицентральной области, а с 2010 по 2021 год активизировались структуры на расстоянии 250-300 км от эпицентра.

Как известно, зона сочленения Алтае-Саянской складчатой области и Байкальских впадин отличается повышенной сейсмичностью у границ блоков. Автором было показано, что после Хубсугульского землетрясения 2021 года та же блочная структура активизировалась, включая зоны Бусингольского (1991) и Тувинских (2011–2012) землетрясений. Новым явлением стал Дархадский рой землетрясений. Взаимодействие сейсмичности очаговых областей была интерпретирована как результат динамических процессов в блочной структуре.

Для Западного Саяна и хребта Академика Обручева автором было установлено, что мощные землетрясения коррелируют с поперечными разломами и неравномерным смещением блоков Тувинской котловины и нагорья на север.

3. А.А. Емановов принимал активное участие в формировании сети сейсмологических станций Кузбасса и в проведении экспериментов с временными станциями. Им было установлено, что в зонах активной добычи угля наблюдается индуцированная сейсмичность, проявляющаяся нестационарно во времени и пространстве и локализуемая при подземной добыче угля вблизи фронта работ на глубинах до 1-2 км, смещаясь вслед за добычным комплексом. Сейсмичность, связанная с открытыми горными выработками, проявляется на глубинах от ложа карьера до 4-6 км. Было установлено, что при одновременном воздействии подземных и открытых выработок сейсмичность может развиваться по-разному.

Помимо научной новизны (определения закономерностей эволюции сейсмичности Алтае-Саянского регион, установления пространственно-временной структуры развития афтершокового процесса ряда крупных землетрясений и ряда других) представленная работа также имеет большое практическое значение. Поскольку наука в настоящее время не может гарантировать достоверный краткосрочный прогноз катастрофических процессов, то обеспечение оперативной и достоверной информации о произошедшем землетрясении структурам власти, сотрудникам МЧС, предприятиям позволяет минимизировать его негативные последствия. Это позволяет осуществить созданная с самым непосредственным участием А.А. Еманова система сбора и обработки сейсмологической информации.

Текст Автореферата иллюстрируется большим количеством рисунков, которые наглядно представляют выводы автора.

К автореферату имеется несколько замечаний.

1. Слово земная, когда оно используется в качестве прилагательного, пишется с маленькой буквы.

2. В тексте автореферата используются два выражения: Алтае-Саянская складчатая область и Алтае-Саянская горная область. Но это два разных понятия: первое акцентирует внимание на геологическом строении и процессах складчатости, а второе - на географическом и физико-географическом облике территории, включая рельеф, климат и гидрографию. Лучше использовать во всем тексте одно и то же выражение, если ему не придается разный смысл.

3. В разделе Актуальность говорится об «платформенной сейсмичности юга Западной Сибири». В Автореферате этот вопрос не рассматривается.

4. На некоторых рисунках в твердой копии Автореферата практически не читаются условные обозначения.

В Заключении автор справедливо указывает на необходимость продолжить исследования скоростных моделей продольных и поперечных волн для повышения точности определения координат гипоцентров землетрясений, разработки динамической системы оценки природной и техногенной сейсмичности с обновляемыми картами региона, изучения переходов от фоновой сейсмичности к крупным землетрясениям и активизациям. Для этого необходимо разработать обновляемую базу данных физического состояния земной коры Алтае-Саянской горной области, использовать высокоточные эксперименты для изучения физики развития сейсмических активизаций и их связи с тектоникой, а также продолжить изучение наведенной сейсмичности и ее связи с техногенным воздействием.

Не смотря на сделанные замечания, представленный Автореферат в полной мере отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК Минобрнауки РФ, предъявленным к докторским диссертациям по специальности 1.6.9 – геофизика, а Еманов Алексей Александрович заслуживает присвоения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.6.9 – Геофизика.

Сальников Александр Сергеевич
ведущий научный сотрудник ИНГГ СО РАН,
доктор геолого-минералогических наук
e-mail: assalnikov@mail.ru
тел. +7-913-901-73-36



А.С. Сальников согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук (ИНГГ СО РАН), Российская Федерация, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3