

Отзыв

на автореферат диссертации МОРОЗОВА АЛЕКСЕЯ НИКОЛАЕВИЧА «Сейсмичность западного сектора Российской Арктики и прилегающих территорий за инструментальный период наблюдений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук (специальность 1.6.9 «Геофизика»).

Рецензируемая работа включает в себя ряд исследований автора, направленных в конечном итоге на создание уточненного каталога землетрясений слабоизученного в сейсмическом отношении западного сектора Российской Арктики. Такая работа очень **актуальна**, поскольку именно достоверный каталог землетрясений обеспечивает фактологическую основу столь важных исследований по оценке сейсмической опасности, прогнозу сейсмических воздействий на площадках ответственных объектов и др. Понятны сложности создания такого каталога: это отсутствие информации об исторических и палеоземлетрясениях, слабое развитие сетей сейсмических наблюдений, неоднородность сведений о землетрясениях, которые можно найти в различных источниках, международных и региональных Центрах и Агентствах, основанных как на данных разных зарегистрировавших их сетей станций, так и на разных методах локализации, включающих разные энергетических и магнитудные характеристики землетрясений.

Вся работа сфокусирована на землетрясениях, зарегистрированных за инструментальный период наблюдений в западном секторе Российской Арктики. В задачи исследований входили

- методические работы по решению вопросов повышения точности оценки основных параметров землетрясений разных периодов наблюдений, по-разному обеспеченных инструментальными данными;
- непосредственно создание по уточненным решениям сводного каталога за инструментальный период;
- использование данных каталога для выявления закономерностей пространственно-временных проявлений слабой сейсмичности.

Новизна и практическая значимость заключаются в новом сводном электронном архиве бюллетеней сейсмических станций, в совокупности решений, направленных на повышение достоверности определения основных параметров землетрясений первой половины XX в., новом методе вероятностной локации раннеинструментальных землетрясений; современном алгоритме локации. Эту совокупность можно применять и в других регионах, особенно в слабоактивных, как правило, плохо обеспеченных сейсмическими наблюдениями.

На защиту вынесены четыре защищаемых положения. Два первых положения касаются совокупности решений, способствующих повышению достоверности определения основных параметров землетрясений двух периодов, по-разному обеспеченных фактическими сейсмическими данными в силу разного развития сетей сейсмических наблюдений. Это первая половина XX века (раннеинструментальный период) и современный инструментальный период наблюдений до 2020г. Третье положение – это непосредственно уточненный и унифицированный каталог за 1904-2020 г.г., отражающий сейсмичность всего слабоизученного региона западного сектора Российской Арктики. Четвертое положение – выявленные закономерности на основе

анализа каталога, в том числе вулкано-тектонических процессов в пределах арктического хребта Гаккеля.

Глава 1 диссертации посвящена истории развития сейсмологических исследований Арктики. Это увлекательный рассказ о трудностях и ограничениях возможностей открытия станций на арктических территориях. Описано и показано на графике изменение количества сейсмических станций, расположенных севернее Полярного Круга. В качестве замечания отметим, что всё описание сводится к изменению количества станций, но нет сведений о характеристиках аппаратуры, установленной на этих станциях. На странице 10 при первом упоминании представительного уровня регистрации в целом для Арктики не написано, что речь идет о магнитудах. Просто «уровень составил 4,0-4,5». Тип определяемых магнитуд тесно связан с работающей аппаратурой, но в описании представительности тоже нет типа магнитуд, просто написано значение $M=3,0-3,5$.

Глава 2 называется «Анализ сейсмологической информации Арктики». Исключительно важным является факт, что автор работал с архивными историческими материалами по разнородным данным станций, работавших по разным крупным научным проектам, из разных фондов, а также найденным в статьях и монографиях. Это позволило создать более полные наборы данных для уже известных инструментально зарегистрированных землетрясений. Важно и то, что были собраны и сведения по метаданным, столь необходимые для использования данных электронных бюллетеней. Автором создана комбинированная скоростная модель для Евразийской Арктики, представляющая совокупность 11 одномерных скоростных моделей. Приведена таблица, в которой представлены все 11 моделей, которые дополняются моделью ak135 [Kennett et al., 1995]. Следует отметить как положительный факт проверку созданных скоростных моделей и метода локации гипоцентров на эталонных событиях, в качестве которых были взяты ядерные взрывы на полигоне Новая Земля (GT5 и GT1). Далее автором в комплексе решений по повышению точности и достоверности параметризации очагов предлагаются и новые методы локации, основанные на разных алгоритмах. Это алгоритм локации NAS, использование алгоритма ProLom, на основе совместного анализа макросейсмических и инструментальных данных и вероятностной оценке положения эпицентра. Большое внимание уделено вопросу магнитудной классификации землетрясений. При использовании большого количества источников информации в данных о конкретном событии будет несколько значений разных типов магнитуд, даже для одного типа используют разные методики их определений. Очень важен учет типа прибора. Поэтому вывод автора о разной степени статистической значимости корреляционных соотношений между магнитудами разных типов вполне очевиден. Остается неясным, есть ли в созданном унифицированном каталоге землетрясений какая-то магнитуда, которая рассчитана для всех событий за весь период наблюдений? Ведь даже общую карту эпицентров с обозначением величины землетрясений не построишь, если нет «сквозного» магнитудного параметра? Были ли попытки определения M_w для событий в Арктике, например, по коде или спектрам? Нет ли корреляционных соотношений M_L или M_s с M_w для событий вашего каталога? К слову сказать, в Центральной Азии при составлении унифицированного каталога лучшая корреляция найдена M_w с энергетическим классом K (по Раутиан Т.Г.). И «сквозной» характеристикой выбрана именно M_w .

Главы 3, 4, 5, 6 посвящены результатам обобщения сведений о землетрясениях и анализу сейсмичности за разные временные периоды в разных регионах Арктики. Для анализа положения эпицентров землетрясений за период 1904-1920 г.г. применялись подходы, описанные в главе 2. Вполне резонным является сопоставление полученных

результатов по историческим землетрясениям с данными по современной сейсмичности, чтобы оценить вероятность того или иного решения по малому количеству данных. Согласно с автором, что для «неоднозначных» событий требуется работа с историческими сейсмограммами, а не только с бюллетенями.

В главе 4 приводятся результаты уточнения основных параметров землетрясений Баренцево-Карского региона за весь инструментальный период. Интерес, безусловно, представляет сопоставление полученных результатов автора с ЛДФ – моделями карт ОСР–97 и ОСР-2016. Эти практические результаты рассматриваемой работы сформированы как рекомендации в Таблице 3. Рекомендации касаются изменения конфигурации и площади ЛДФ-модели, изменения некоторых параметров и т.д. Таким образом, на картах ОСР может найт отражение обнаружение зон повышенной сейсмичности в районе желобов Франц-Виктории и Св.Анны, о.Белый, архипелагов Новая Земля и Северная Земля.

В главе 5 описана современная сейсмичность хребта Гаккеля. В течение всего инструментального периода имелась возможность следить за сейсмичностью только с помощью удаленных стационарных сейсмических станций. В последние годы стала появляться возможность изучения событий с магнитудами, начиная с 2,0-2,5. Отмечены периоды активизации сейсмичности и периоды затиший, группирование землетрясений в пространстве и времени. Для выделения в каталоге кластеров, использовался метод одиночных связей, что позволило выявить 10 группы, содержащих каждая более 8 событий. Это рои и афтершоковые последовательности. Это подтверждает высокую вулканотектоническую активность процессов в недрах хребта.

Сейсмичность севера Восточно-Европейской платформы описана в главе 6. Создан каталог за период 2004-2018г.г. Как отмечает автор, из-за необеспеченности наблюдениями за сейсмичностью, долгое время преобладали представления об асейсмичности платформенных территорий. Такое представление не способствует развитию сетей наблюдений. Хочу отметить, что такая ситуация характерна и для других стран. Там, где нет станций, регион считается асейсмичным, пока не произойдет сильное событие. Пример – платформенная часть Казахстана, где за последние десятилетия взгляд на сейсмичность территории очень изменился.

Исследования сейсмического режима севера Восточно-Европейской платформы автора способствуют повышению внимания к этой зоне, стимулируют создание здесь дополнительных станций регистрации. Это поможет в будущем более детально изучить сейсмический режим, механизмы очагов, условия сеймотектонической деформации.

Таким образом, диссертационная работа Морозова А.Н. представляет собой законченное цельное исследование. Предложен комплекс методов, направленных на повышение достоверности определения основных параметров землетрясений, который успешно реализован на материалах исторических и современных землетрясений раннеинструментального и инструментального периодов с начала XX века и до настоящего времени. Весь фактический материал систематизирован, переведен в электронный формат (сейсмические бюллетени), созданы унифицированные уточненные каталоги землетрясений. По этим данным сделан анализ пространственно-временных особенностей проявления сейсмичности, выявлены ранее неизвестные эффекты группирования, рои событий. Это основа для проведения работ по сейсмическому зонированию, обеспечению сейсмической безопасности промышленных и других объектов территории Российской Арктики.

По мнению рецензента, диссертационная работа «Сейсмичность западного сектора Российской Арктики и прилегающих территорий за инструментальный период наблюдений» соответствует всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. А.Н. Морозов заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.9. -«Геофизика».

- Михайлова Наталья Николаевна

- 050020 Казахстан, г. Алматы, ул. Чайкиной, 4

- mikhailova@kndc.kz

- телефон +7-727-263-13-30

- Филиал «Институт геофизических исследований» Республиканского Государственного предприятия «Национальный ядерный центр» Министерства энергетики Республики Казахстан

- директор Центра сбора и обработки специальной сейсмической информации, доктор физико-математических наук.

Я, Михайлова Наталья Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Н.Н. Михайлова

27.03.2024г.

Подпись Михайловой Н.Н. заверяю

- инспектор ОК Муханова А.М. 