

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Морозова Алексея Николаевича «СЕЙСМИЧНОСТЬ ЗАПАДНОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ЗА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.9. «Геофизика»

Диссертационная работа Морозова А.Н. посвящена исследованиям сейсмичности западного сектора Российской Арктики на основе материалов функционировавших в регионе сейсмических станций с применением новых алгоритмов локации, апробированных региональных скоростных моделей, уточненной шкалы локальной магнитуды. Эти исследования обусловлены особенностями развития инструментальных сейсмологических наблюдений в регионе и необходимостью оценки потенциальных природно-техногенных рисков для обеспечения безопасной эксплуатации промышленных систем и объектов при освоении крупных месторождений. Диссертационная работа основана на проведении исследований по обобщению и уточнению основных параметров (гипоцентр, магнитуда) землетрясений, зарегистрированных за весь период инструментальных наблюдений.

Автором четко сформулированы цель, объект и предмет исследования. Защищаемые положения отражают основные результаты и их доказательство приводится в тексте диссертационной работы.

Цель работы заключалась в разработке совокупности решений, направленной на повышение достоверности определения основных параметров землетрясений (гипоцентр, магнитуда) в западном секторе Российской Арктики и проведении на её основе исследований по созданию уточнённых и унифицированных каталогов землетрясений за весь инструментальный период наблюдений.

При этом для достижения поставленной цели автором были решены следующие задачи: разработана совокупность решений, направленная на повышение достоверности определения основных параметров землетрясений первой половины XX века и современных землетрясений в западном секторе Российской Арктики; обобщены сведения за первые десятилетия XX века о зарегистрированных сильных арктических землетрясениях и проведено уточнение основных параметров их очагов; создан новый сводный уточнённый и унифицированный каталог землетрясений западного сектора Российской Арктики за инструментальный период наблюдений; выявлены пространственно-временные и энергетические особенности проявления современной слабой сейсмичности западного сектора Российской Арктики и прилегающих территорий, в том числе срединно-океанического хребта Гаккеля; создан сводный уточнённый каталог современных землетрясений прилегающих арктических территорий севера Восточно-Европейской платформы на основе объединения каталогов и станционных бюллетеней.

Для исследований в диссертации использовались данные отечественных и зарубежных сейсмических станций, функционировавших в Арктике с начала XX века по настоящее время.

В первой главе проведён анализ развития инструментальных наблюдений и истории изучения сейсмичности Арктики. Описаны технические ограничения, с которыми сталкивались исследователи при изучении сейсмичности арктических территорий в течение всего периода инструментальных наблюдений. Показано, что в течение всего инструментального периода обширные территории Арктики были крайне неравномерно и слабо охвачены стационарными сейсмическими наблюдениями. При этом, вычисление основных параметров землетрясений проходило в условиях малого количества станций и их удалённости от очагов, с неполным набором инструментальных данных, с применением устаревших в настоящее время скоростных моделей и алгоритмов локации. Зарегистрированные события оценивались магнитудами разных типов, вычисленными в различных международных и региональных сейсмологических центрах. Проведенный анализ доказал необходимость в дальнейших исследованиях по обобщению и уточнению основных параметров (гипоцентр, магнитуда) землетрясений, зарегистрированных за весь период инструментальных наблюдений.

Вторая глава посвящена разработке совокупности решений, направленной на повышение достоверности определения основных параметров землетрясений первой половины XX в. и современных землетрясений в западном секторе Российской Арктики. Разработка включает в себя новые и апробированные региональные одномерные скоростные модели; комбинированную скоростную модель для Евразийской Арктики, состоящую из 11 региональных моделей; уточненную шкалу локальной магнитуды  $M_L$  и корреляционные связи между магнитудами разных типов; новый метод вероятностной локации инструментальных землетрясений на раннем этапе и его программную реализацию; новый алгоритм локации событий и его программную реализацию. Результаты разработки дали возможность создать сводный электронный архив бюллетеней сейсмических станций первой половины XX в. с интеграцией цифровых данных отечественных и зарубежных сейсмических станций, функционирующих в XXI веке.

В третьей главе представлены результаты обобщения сведений о землетрясениях в исследуемом регионе, произошедших в начале XX века, уточнения основных их параметров и создания уточнённого и унифицированного каталога землетрясений за период с 1904 по 1920 г. Вычисление параметров землетрясений проводилось на основе разработки совокупности решений. В каталог включены и пропущенные («забытые» по терминологии автора) сильные землетрясения, которые не упоминаются в современных каталогах.

В четвертой главе описаны результаты исследований по уточнению основных параметров землетрясений, зарегистрированных в Баренцево-

Карском регионе в течение всего инструментального периода, и созданию нового уточнённого и унифицированного каталога землетрясений западного сектора Российской Арктики за период с 1908 по 2020 г. Вычисление параметров землетрясений также проводилось на основе разработки совокупности решений, описанной в главе 2. Созданный каталог отражает зоны повышенной сейсмичности в районе желобов Франц-Виктория и Св. Анны, о. Белый, архипелагов Новая Земля и Северная Земля и позволил сформулировать рекомендации по изменению границ, значений максимально возможных магнитуд и глубин доменов ЛДФ-моделей карт ОСР-97 и ОСР-2016 для данного региона.

Пятая глава посвящена результатам многолетних стационарных сейсмических наблюдений за современной сейсмичностью срединно-океанического хребта Гаккеля. На основе данных многолетних стационарных наблюдений и с применением предложенной разработки совокупности решений выявлены пространственно-временные закономерности проявления современной слабой сейсмичности и роевых последовательностей в пределах хребта. Данные закономерности характеризуют особенности проявления вулcano-тектонических процессов в пределах хребта Гаккеля с ультрамедленным спредингом.

В шестой главе представлены результаты создания единого уточненного каталога современных землетрясений прилегающих арктических территорий севера Восточно-Европейской платформы (ВЕП) за период с 2004 по 2018 г. на основе объединения каталогов, бюллетеней и, частично, исходных данных всех региональных сейсмических сетей, функционирующих на севере ВЕП. Показано, что, начиная с 2004 г., прилегающие арктические территории севера Восточно-Европейской платформы имеют наибольшую плотность сейсмометрических наблюдений за весь инструментальный период. Это создало условия для определения параметров гипоцентров современных землетрясений, в том числе и с малой магнитудой, на основе данных сейсмических станций, расположенных в широком азимутальном створе и диапазоне эпицентральных расстояний.

Доказательствами защищаемых в диссертации положений в полной мере являются полученные и описанные по главам результаты исследований.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы определяется получением новых знаний, имеющих отношение к фундаментальным областям сейсмологии и возможностью их применения при оценке сейсмической опасности арктических и прилегающих к ним территорий, параметров их сейсмического режима, а также при обеспечении безопасности проектируемых и строящихся объектов различного назначения.

Список публикаций автора диссертационной работы отражает основные теоретические и практические результаты исследования, обосновывает основные защищаемые положения.

Анализируя автореферат диссертации Морозова А.Н. в целом, следует сказать, что работа хорошо выстроена логически, полученные выводы корректны. Диссертация выполнена по актуальной тематике и является

законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям ВАК к докторским диссертациям. Выводы в полной мере аргументированы, а защищаемые в диссертации положения являются логичным следствием результатов значительных по объему и содержанию проведенных автором комплексных исследований.

В работе приведены авторские разработки и результаты, имеющие существенное научное и практическое значение. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, а ее автор, Морозов Алексей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.6.9. «Геофизика».

Аронов Аркадий Гесселевич

- почтовый адрес: 220084, Республика Беларусь, г. Минск, ул. академика Купревича, д. 1 к. 3

- e-майл: aronov@cgm.by

- телефон: (+375 17) 3748859

Государственное учреждение «Центр геофизического мониторинга Национальной академии наук Беларуси»

Главный научный сотрудник Центра геофизического мониторинга НАН Беларуси, доктор физико-математических наук.

Я, Аронов Аркадий Гесселевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой заседании Диссертационного совета 24.1.132.01 Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, и их дальнейшую обработку.

07.05.2024 г.

А.Г. Аронов

Подпись Аронова Аркадия Гесселевича удостоверяю:

Ведущий специалист по кадрам

07.05.2024 г.

А.А. Иванова

