

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание учёной степени**  
**кандидата технических наук**  
**Котова Андрея Николаевича на тему**  
**«Исследование низкочастотных сейсмоакустических полей для решения**  
**задач геоэкологии»**  
**По специальности 25.00.10 – «Геофизика, геофизические методы поисков**  
**полезных ископаемых»**

Диссертация А. Н. Котова посвящена весьма важной в настоящее время проблеме геоэкологии современных мегаполисов – низкочастотному сейсмоакустическому загрязнению среды обитания, оказывающему негативное влияние на качество жизни населения, а также на техническое состояние зданий и сооружений.

Настоящая работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, списка иллюстраций, списка терминов и списка сокращений. Общий объём работы составляет 158 страниц, 69 рисунков, 5 таблиц, список литературы насчитывает 123 наименования.

Во введении подробно изложена актуальность, степень разработанности, сформулированы цель, задачи и научная новизна настоящего исследования, отражены практическая значимость и апробация работы, а также изложены положения, выносимые на защиту, и показан личный вклад автора.

На данный момент наиболее разработанными являются вопросы снижения негативного влияния акустического шума инфразвукового и звукового частотных диапазонов, в то время как вопросам защиты от сейсмических воздействий, имеющим не менее опасные последствия, внимания уделяется достаточно мало. В связи с этим, автор настоящей работы поставил перед собой цель разработки системы мониторинга низкочастотного вибросейсмического загрязнения населённого пункта для выявления, а также прогнозирования зон, в которых ожидаются уровни вибрационного и акустического фона, превышающие допустимые значения,

установленные специализированными нормативно-правовыми актами СНиП и СанПиН и способных вызывать ощутимый дискомфорт у населения. Таким образом, актуальность настоящего исследования является весьма значительной и хорошо обоснованной.

**Методика** работы основывается на одном из методов пассивной сейсморазведки – методе микросейсмического зондирования (ММЗ) и методе сейсмического микрорайонирования. ММЗ лёг в основу получения полевых экспериментальных данных, а также их последующей обработке, а на основе метода микросейсмического районирования, в дальнейшем, были построены карты относительной интенсивности вибросейсмического шума, а затем – карты распределения абсолютных значений вибромикросейсмического загрязнения исследуемой территории.

**Новизна** работы, в первую очередь, определяется тем, что она имеет междисциплинарный характер и выполнена на стыке геофизики и геоэкологии. Также в работе проводится комплекс исследований на основе ММЗ на территории пос. Мосрентген, Новая Москва, направленный на определение уровней низкочастотных сейсмоакустических шумов для оценки их негативного воздействия, в том числе, и в непосредственной близости от скоростной автомагистрали. Осуществляется синхронная регистрация микросейсмического шума на опорном пункте и в расположенных в различных частях исследуемой территории точках, что позволяет осуществлять оценку площадного распределения уровней шумов в произвольный момент времени с ограниченным числом точек измерения. Таким образом, представляется возможной оценка вибросейсмического загрязнения территории на основе данных лишь с опорной станции в произвольный момент времени.

В **главе 1** приводится литературный обзор по тематике исследования, в котором отражены несколько гипотез прошлого и позапрошлого столетий, описывающие природу микросейсмического шума. Согласно одной из таких гипотез, основным источником микросейсмического шума являются морские

и океанические волны, ударяющие о морские скалы и берега. Также в рассматриваемой главе автором довольно подробно рассмотрены и изложены механизмы возникновения и распространения вибрационных шумов, генерируемых автомобильным транспортом. Уделено внимание и средствам защиты строительных сооружений от вибрационных и акустических шумов в виде акустического экранирования и резонансных рассеивателей в виде массивных бетонных блоков, устанавливаемых на земной поверхности вблизи построек.

В главе 2 отражена основная методическая часть диссертации. Автор приводит подробное описание методики мониторинга сейсмической обстановки исследуемой территории, основанной на методе микросейсмического зондирования, реализация которой сводится к использованию малого количества измерительного оборудования – на первом этапе реализации методики необходимы две сейсмические станции – одна используется для измерений вибросейсмического фона в заранее выбранных точках контролируемой территории, вторая – устанавливается на опорном пункте и осуществляет синхронное функционирование с переносной сейсмостанцией и работающей в непрерывном режиме. После осуществления нормировки данных с измерительных точек на данные с опорной станции, на втором этапе осуществляется оценка уровней сейсмического шума в различных зонах контролируемой территории путём перемножения данных, регистрируемых опорной сейсмостанцией на полученное на первом этапе соотношение данных измерительная точка/опорный пункт. Таким образом, представляется возможным осуществление мониторинга вибросейсмического загрязнения исследуемой площади в произвольный момент времени при помощи всего одной сейсмостанции, находящейся на опорном измерительном пункте. Нельзя не отметить преимущества рассматриваемой методики, заключающегося в её простоте, минимизации используемого оборудования и, как следствие, финансовых затрат.

В главе 3 приводится обоснование выбора и описание местности, используемой для проверки на практике разработанной методики, а также её описание. В качестве такой местности автором был выбран посёлок Мосрентген, расположенный на территории Троицкого и Новомосковского административных округов Новой Москвы. В первую очередь, выбор был обусловлен тем, что именно на территории рассматриваемого населённого пункта расположен Координационно-прогностический центр ИФЗ РАН (КПЦ ИФЗ РАН). Также автор предположил, что на территории пос. Мосрентген могут быть зафиксированы превышающие допустимые нормы значения сейсмоакустического фона, значительный вклад в который вносят находящийся в непосредственной близости участок скоростной автострады МКАД-ЮГ, а также полномасштабное строительство станции московского метрополитена.

В главе 4 автор приводит подробное описание и технические характеристики измерительного оборудования, необходимого для реализации разработанной в ходе исследования методики. В качестве такового был выбран гео-гидроакустический измерительный буй на базе молекулярно-электронного преобразователя (МЭП). Представлены результаты сравнительных испытаний выбранного оборудования с различными моделями сейсмометров других производителей. Результаты испытаний показали, что выбранное оборудование отвечает всем необходимым требованиям для реализации мониторинга вибросейсмической обстановки исследуемой территории по описанной в настоящей работе методике. Стоит отметить дополнительные преимущества выбранной измерительной аппаратуры – широкий частотный диапазон, высокая чувствительность, а также длительное время автономной работы.

5 глава является заключительной и основной. В ней приводятся основные результаты всего проведённого исследования – карты распределения вибромикросейсмического и акустического загрязнения контролируемой территории в дневное и ночное время суток для различных

частотных диапазонов, в том числе, и октавных. Иллюстративный материал информативен и нагляден – совершенно отчётливо прослеживаются зоны, уровни вибрационного и акустического фона в которых превышают допустимые уровни аналогичных параметров, установленные специализированными нормативно-правовыми актами СНиП и СанПиН. Отдельно выделены частотные диапазоны с наиболее высокими и низкими значениями сейсмического и акустического шума, а также диапазоны, в которых зафиксированы наибольшие превышения допустимых установленных норм шумового фона. При этом автор отчётливо даёт понять, что корреляции между данными о вибрационном и акустическом загрязнении не существует и такие измерения необходимо проводить независимо друг от друга. Также автором были получены хорошие результаты при проведении дополнительных измерений вибрационного и акустического фона на территории жилой площади, расположенной в районе Сокольники, г. Москва. Представлены спектрограммы суточных вариаций вибросейсмического фона, а также спектрограммы акустического шума в различных помещениях жилой площади, по анализам которых были выявлены многочисленные превышения допустимых норм измеряемых параметров, установленных специализированными документами.

**Заключение** в работе представлено в достаточно развёрнутом виде. Вкратце сформулированы все основные выводы по каждой из глав работы, представлены все основные результаты, полученные в ходе исследования.

Подводя итог, следует отметить **достоинства** настоящей работы: весьма обширный литературный обзор с приведением многочисленных работ предшественников о природе возникновения микросейсм, а также классификации их источников, что даёт хорошее представление об объекте исследований при ознакомлении с работой; предложенная в работе методика несомненно обладает принципиальной новизной, проста в реализации, требует минимального количества необходимого измерительного оборудования и весьма экономична с финансовой точки зрения; очень

подробно представлено описание измерительного оборудования, включающее его технические характеристики, а также сравнительные испытания с другими моделями; очень наглядно и информативно представлены все основные результаты проведённого исследования, а также их анализ и в целом структура и оформление текста диссертации производит благоприятное впечатление.

Однако работа не лишена определённых недостатков: в главе 1, содержащей литературный обзор, мало внимания уделено шумам, создаваемым подземным железнодорожным транспортом, вносящим существенный вклад в общую шумовую картину крупных современных мегаполисов; в главе 2 приводится довольно развёрнутое описание методов микросейсмического зондирования и сейсмического микрорайонирования, при этом теоретическое описание методики мониторинга шумовой обстановки и общий вывод по всей главе изложены довольно кратко в сравнении с описаниями методов, что вызывает определённый диссонанс при восприятии текста; в главе 5, при описании дополнительных измерений на территории жилой площади района Сокольники, отсутствует какая-либо интерпретация полученных в результате измерений данных – не выявлен источник, вызывающий дискомфорт у жительницы жилплощади, в связи с чем, не совсем ясна первоначальная цель проведённых измерений.

Однако указанные недостатки несколько не умаляют значимости диссертационного исследования. Все результаты и выводы являются обоснованными и достоверными.

Диссертация Котова А. Н. соответствует требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для учёной степени кандидата наук, а её автор Котов А. Н. достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.10 – геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых.

Я, Шабалина Анна Сергеевна, даю согласие на обработку своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

*Официальный оппонент  
Научный сотрудник  
кафедры вакуумной электроники  
Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения  
высшего образования «Московский физико-  
технический институт (национальный  
исследовательский университет)»*

*Шабалина Анна Сергеевна*



*141701, Московская область,  
г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,  
e-mail: btform@mail.ru,  
тел.: +7 (909) 969-63-12*

*06 сентября 2022 года*

**ПОДПИСЬ РУКИ  
ЗАВЕРЯЮ:  
ЗАВЕДУЮЩАЯ КАНЦЕЛЯРИЕЙ  
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОТДЕЛА  
М.А.ГУСЕВА**

