

## **Отзыв официального оппонента**

на диссертационную работу Данилова Константина Борисовича

«Выявление неоднородностей в верхней части земной коры на основе анализа низкочастотного поля микросейсм (на примере Архангельской области)», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.10 - Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа Данилова Константин Борисовича посвящена исследованию возможностей метода микросейсмического зондирования при выделении неоднородностей земной коры на территории Архангельской области.

Диссертация состоит из введения, 6 глав, 61 рисунков, 3 таблиц, заключения. Объем работы 181 страница, библиография включает 172 наименования.

### **Актуальность темы исследования**

В последнее время активно развиваются пассивные сейсмические методы исследования строения земной коры. Интерес к ним, как практиков, так и теоретиков геофизики, вызван несколькими причинами. С прикладной стороны, пассивные методы не требуют использования дорогостоящей тяжелой техники возбуждения сигнала, что особенно актуально для труднодоступных регионов, к которым относится и северные территории Архангельской области. Пассивные исследования теоретически способны дать такую же информацию о строении земной коры, как активная сейсморазведка, учитывая сходимость корреляционной функции достаточно длительного наблюдения к функции Грина. В условиях падения цен на сырье удешевление полевых исследований является значительным ресурсом повышения экономической эффективности сырьевых отраслей.

С теоретической стороны пассивные методы обладают важным потенциалом при использовании современных методов полноволновой инверсии (Full WaveForm Inversion) сейсмических данных. Хорошо известно, что полноволновые методы для своей сходимости требуют как можно более широкого частотного диапазона, особенно в низкочастотной части сейсмического спектра. Искусственное возбуждение низкочастотных волн затруднено по физическим причинам, тогда как в естественном микросейсмическом шуме они преобладают и пассивные методы могут дать недостающую информацию о доинноперидных вариациях геологической среды.

Таким образом, тема диссертации является актуальной как для практического исследования, так и в плане развития теоретической геофизики.

**Введение** диссертации состоит из 9 страниц, включает актуальность работы, цели, задачи, научную новизну и другие пункты согласно требованиям ВАК. Во введении

представлено три защищаемых положения. По теме работы опубликовано 30 работ, в том числе 7 в журналах из списка ВАК.

**Первая глава диссертации** посвящена обзору геолого-геофизических сведений о строении земной коры Севера Русской плиты, активных сейсмических методов и методов сейсмической томографии. В обзоре показывается, что исследуемая территория имеет вертикальную и горизонтальную делимость и характеризуется неполной геолого-геофизической изученностью. На основе того, что активные сейсмические методы и методы томографии нацелены, преимущественно, на выделение субгоризонтальных границ в плыве формулируется требование к методу, который позволит повысить эффективность исследования земной коры. В последующем показано, что метод микросейсмического зондирования соответствует сформулированным требованиям.

**Вторая глава** посвящена обзору используемой аппаратуры и программного обеспечения. Более тщательно описан программный комплекс ДАК, который был создан для обработки записей микросейсм и в частности для обработки данных по методу микросейсмического зондирования.

**В третьей главе** проанализирована временная нестабильность микросейсм. На основе статистического анализа записей микросейсм, зарегистрированных стационарными станциями Архангельской сейсмической сети, рассчитаны точность определения спектральных амплитуд и точность относительной интенсивности микросейсм в зависимости от периода накопления в различных пунктах рассматриваемой территории. Полученные результаты (первое защищаемое положение) весьма важны, так как позволяют объективно интерпретировать данные обработки по методу микросейсмического зондирования.

**Четвертая глава** посвящена исследованию особенностей проявления трубок взрыва Архангельской алмазоносной провинции по данным метода микросейсмического зондирования. Трубки взрыва являются сложным поисковым объектом. При этом в последнее время наметилось резкое снижение эффективности поисковых работ. Данные факты подчеркивают значимость проведенных работ. В первой части главы описаны геофизические особенности и практика поиска трубок взрыва. Во второй части представлены результаты полевых работ на трубках Архангельской алмазоносной провинции М.В. Ломоносова и Пионерская, С10 и Чидвинская, а также на «ложной» магнитной аномалии. Полученные результаты уверенно показали, что трубки взрыва проявляются по данным обработки в виде конусовидного тела (второе защищаемое положение). При этом не менее важным фактом является то, что поисковая глубина составляет 1-2 км. Данная глубинность поисковых работ позволяет уверенно определять

корневую часть. Выделение и прослеживание разломных нарушений также важно при поисковых работах.

**В пятой главе** представлены результаты экспериментального исследования применимости метода микросейсмического зондирования для исследования структурных элементов Севера Русской плиты. В главе представлены результаты исследований вдоль четырех профилей расположенных в пределах Карельского выступа, Онежско-Кандалакшского рифта, Архангельского выступа, Керецко-Пинежский рифта, Тавского выступа и Лешуконского рифта. **Шестая глава** посвящена экспериментальной проверке применимости метода микросейсмического зондирования на и северной оконечности шельфа Баренцева моря на примере острова Александры архипелага Земля Франца-Иосифа. В пятой и шестой главах содержатся выводы, лежащие в основании третьего защищаемого положения. В данной части диссертационной работе показана применимость метода для выделения субвертикальных границ структурных элементов и разломных нарушений на глубинах до 14,5 км. Данная информация является весьма важной, при уточнении положения структурных элементов. Территории Архангельской области являются обширными и труднодоступными. В таких условиях возможность уточнения геофизической информации с наименьшими затратами является наиболее актуальной.

**В качестве основных результатов** диссертационного исследования следует отметить:

- Полученную оценку точности определения относительной интенсивности микросейсм.
- Выделение основных критериев проявления трубок взрыва по данным методам микросейсмического зондирования.
- Обоснование применимости метода микросейсмического зондирования для исследования структурных элементов и разломных нарушений земной коры Севера Русской плиты и северной оконечности шельфа Баренцева моря.

**Главным является вывод** о том, что метод микросейсмического зондирования может повысить эффективность геофизических и поисковых работ на территории Севера Русской плиты и северной оконечности шельфа Баренцева моря.

**Выводы диссертационной работы основаны** на полученных результатах и являются новыми. Обоснованность защищаемых положений и выводов обеспечивается анализом особенностей фоновых микросейсм и результатами экспериментальной апробации метода на тестовых объектах.

Полученные результаты могут применяться **в практической деятельности** при реализации геофизических и поисковых работ.

Автореферат диссертации позволяет получить читатели основную информацию, изложенную в диссертационной работе.

#### **Замечания и комментарии оппонента.**

1. Как отмечалось в разделе актуальности, методы исследования строения земной коры с использованием пассивной сейсмической информации привлекают сейчас пристальное внимание, в первую очередь зарубежных исследователей. К сожалению, диссертантом использовались преимущественно отечественные источники, зарубежные авторы представлено весьма фрагментарно. В частности диссертанту было бы неплохо ознакомиться с трудами Дельфтской школы, в частности трудами таких авторов как Kees Wapenaar, Deyan Draganov работами Roel Sneider а также с классической работой Jan Claerbout 1968 года, являющейся теоретической основой для извлечения информации о строении среды из микросейсмических шумов. Представляется целесообразным более тесно увязывать отечественные пассивные методы с общемировыми научно-техническими разработками.

2. Определение статистических характеристик получаемых результатов и определение оптимальных параметров времени наблюдений является одной из ключевых проблем пассивных методов в целом. Диссертантом такая задача, применительно к объекту исследования, поставлена и проделан большой объем работы по ее решению, результаты которой приведены в Главе 3. К сожалению, примененные автором статистические методы относятся к описательным статистикам (гистограммы, рис 3.3-3.5), на основе которых делаются только качественные выводы. Эту задачу более целесообразно решать с помощью других статистических техник, например метода максимума правдоподобия, позволяющих рассчитать оптимальный период, а не определять его экспертным образом.

3. В целом диссертация выполнена достаточно аккуратно как в плане оформления, так и в плане цитирования, хотя встречаются некоторые неточности. В частности на стр. 37, 18-я строка сверху, приведена ключевая формула пересчета частоты в глубину, которая приведена без вывода и без ссылок на источник. К недостаткам оформления также относится отсутствие нумерации в формулах.

**Указанные замечания не снижают ценности и высокой оценки выполненного исследования.**

Диссертация Данилова Константина Борисовича «Выявление неоднородностей в верхней части земной коры на основе анализа низкочастотного поля микросейсм (на примере Архангельской области)» соответствует требованиям ВАК о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-

математических наук по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых».

Кандидат технических наук,  
заместитель генерального директора по науке  
ЗАО «Градиент»

Биряльцев Е. В.

Почтовый адрес: г. Казань, 420045, а/я 57. email: [igenbir@yandex.ru](mailto:igenbir@yandex.ru);  
телефон: +79376113103;

«Я, Биряльцев Евгений Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку»

Кандидат технических наук,  
заместитель генерального директора по науке  
ЗАО «Градиент»

Биряльцев Е. В.

*Полное наименование генерального директора по науке и повои технологии ЗАО «Градиент» Биряльцев Евгений Васильевич заверю берущий специалист по*



*Ришета Ю.В. 25.08.2017 г.*