

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Яблокова Александра Викторовича**

«Алгоритмы определения скоростного строения верхней части геологического разреза на основе помехоустойчивого спектрального анализа многоканальных данных поверхностных волн и обращения дисперсионных кривых фазовых скоростей с применением искусственной нейронной сети»,

представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по научной специальности **1.6.9 «Геофизика»**

Обе задачи, поставленные диссертантом/соискателем и связанные (1) с повышением точности построения дисперсионных кривых фазовых скоростей и (2) с использованием искусственных нейронных сетей для решения обратной задачи – определения скорости поперечной волны и мощности слоев одномерной скоростной модели верхней части геологического разреза, важны и актуальны в равной степени. Действительно, распределения амплитудного спектра сейсмограмм в пространстве частоты и волнового числа, полученные, к примеру, с помощью алгоритмов $f-k$ преобразования, направленного суммирования и фазового сдвига и т.д., могут содержать ложные энергетические максимумы при преобразовании сейсмических записей в спектральную область из-за недостаточной фильтрации случайных и регулярных волн-помех, а при использовании коротких линий наблюдения для повышения латерального разрешения в методе многоканального анализа сейсмических поверхностных волн может возникать спектральное размывание, снижающее целевой диапазон частот. Все перечисленное достаточно сильно влияет на корректное определение дисперсионной зависимости, а, следовательно, отражается в определении скоростного разреза. При решении обратной задачи для определения скоростного строения использование искусственных нейронных сетей, безусловно, должно ускорить и повысить точность восстанавливаемого решения.

К достоинствам работы следует отнести разработанный автором алгоритм помехоустойчивого автоматического определения фазовых скоростей поверхностных волн по многоканальным данным линейных фланговых систем наблюдения с применением преобразования Стоквелла, последующей фильтрации при использовании фазового суммирования. При сравнении со стандартным $f-k$ преобразованием дисперсионная кривая, полученная на основе предложенного метода, является более гладкой при наличии регулярных и случайных шумов в данных. Следует отметить и другой, не менее важный результат исследований – разработан алгоритм определения

скорости поперечной волны и мощности слоев в одномерной скоростной модели верхней части геологического разреза с использованием подобранной архитектуры искусственной нейронной сети. Сравнительный анализ выявил, что эффективность подбора весов искусственных нейронных сетей зависит от числа скрытых слоев и нейронов, типа функций активации, функционала невязки, алгоритма оптимизации (минимизации функционала невязки) и способа уменьшения скорости обучения. Предложен способ настройки архитектуры многослойной нейронной сети с прямой связью для аппроксимации зависимости дисперсионных кривых от скорости S-волны и мощности слоев на основе определенных зависимостей эффективности подбора весов ИНС от параметров и с использованием статического анализа распределений ошибок при определении параметров скоростной модели. Использование разработанного алгоритма инверсии с применением ИНС позволяет получать решение более устойчивое к случайному Гауссовскому шуму в данных. Разработанные алгоритмы реализованы на языке программирования Python с использованием различных библиотек с открытым исходным кодом (joblib, matplotlib, multiprocessing, numpy, obspy, stockwell и др.), программная реализация распараллелена на ядрах центрального процессора.

Автореферат хорошо структурирован, полностью раскрывает тему и содержание диссертации; материал изложен логично, защищаемые положения обоснованы, подтверждаются верификацией разработанных алгоритмов и апробацией на экспериментальном, полевом материале. В работе присутствуют недостатки редакционного характера (стр. 1, 5, 9, 12), однако они не сказываются на качестве выполненной работы.

Основные результаты исследований опубликованы в рецензируемых научных изданиях WoS/Scopus, из перечня ВАК, представлены в виде докладов на международных и всероссийских научных конференциях. Важность и актуальность исследований подчеркивает выделенный грант РФФИ № 19-35-90055 «Развитие методов обработки данных поверхностных сейсмических волн на основе нового алгоритма частотно-временного анализа и машинного обучения в целях повышения эффективности определения структуры и свойств верхней части геологического разреза».

Знакомство с авторефератом позволяет сделать вывод, что представленная диссертационная работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, представляет собой законченную научно-квалификационную

работу, а ее автор Яблоков Александр Викторович, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.6.9 «Геофизика».

Данные о лице, написавшем отзыв:

Лыскова Евгения Леонидовна,
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9,
e.lyskova@spbu.ru
+7 904 619 1366,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»,
директор Дирекции образовательных программ по направлениям «Математика», «Современная математика», «Математика, алгоритмы и анализ данных», «Современное программирование»,
кандидат физико-математических наук

Я, Лыскова Евгения Леонидовна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, а также их дальнейшую обработку.

Кандидат физ.-мат. наук,
Директор Дирекции ОП по направлениям
«Математика», «Современная математика»,
«Математика, алгоритмы и анализ данных»,
«Современное программирование»

Е.Л. Лыскова

Подпись Лысковой Евгении Леонидовны заверяю