EDN: JCKMES
УДК 004.5 *2.2.6*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА МОНИТОРИНГА СИГНАЛОВ-ПРЕДВЕСТНИКОВ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ГРП НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ СЕЙСМОСТАНЦИЙ И МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЛУЧАЙНОГО ШУМА

М.Э. Сибгатуллин, Л.Р. Гилязов

Институт прикладных исследований Академии наук Республики Татарстан
Российская Федерация, 420111, г. Казань, ул. Баумана, 20

Аннотация. Комплекс состоит из цифровых сейсмостанций собственной разработки и методов математической обработки искаженных шумом сигналов с оригинальным методом моделирования случайного шума.

Ключевые слова: случайный шум, сейсмостанция, моделирование.

Введение

В работе [1] показано, что за несколько минут до возникновения аварийной ситуации при ГРП наблюдается сейсмическое событие повышенной амплитуды, своевременной реагирование, на которое позволило бы сохранить работоспособность скважины. Актуальной является разработка технологии мониторинга сейсмических событий в режиме реального времени.

Материалы и методы

При разработке применялись схемотехнические методы для расширения рабочего частотного диапазона геофона. Программная часть разработана на основе языка программирования Python с использованием библиотек Tkinter для создания графического интерфейса, Matplotlib для визуализации результатов моделирования и NumPy для численных вычислений.

Результаты исследования

Разработаны и собраны цифровые сейсмостанции, которые представляют собой широкополосный (0.5-250 Гц) трехкомпонентный сейсмометр и цифровой регистратор в едином компактном корпусе, позволяющие беспроводным способом передавать регистрируемый сейсмический сигнал на рабочее место оператора. Программная часть комплекса содержит методы фильтрации искаженных шумом сигналов: фурье-денойзинг, вейвлет-денойзинг, метод Савицкого-Голея, фильтр Кайзера. Для подбора оптимальных методов фильтрации предложен оригинальный метод создания случайного шума, основанный на изменении масштабных коэффициентов дискретного вейвлет-преобразования.

Заключение

Комплекс успешно прошел лабораторные испытания, идет подготовка и планирование проведения полевых испытаний.

Благодарности

Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан».

Список литературы

1. Актуальный подход к комплексированию инженерных решений стимуляции низкопроницаемых коллекторов ачимовской толщи / И.Г. Файзуллин, Д.В. Метелкин, Ю.С. Березовский [и др.] // SPE-202053-RU - 2020. - https://doi.org/10.2118/202053-MS

DEVELOPMENT OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR MONITORING WARNING SIGNALS FOR HYDRAULIC FRACTURING BASED ON DIGITAL SEISMIC STATIONS AND RANDOM NOISE MODELING METHODS

M.E. Sibgatullin, L.R. Gilyazov

Institute of Applied Research of Tatarstan Academy of Sciences
20, Bauman St., Kazan, 420111, Russian Federation

Absrtact. The complex consists of digital seismic stations of its own design and methods of mathematical processing of noise-distorted signals with an original method of random noise modeling.

Keywords: random noise, seismic station, modeling.

Материалы представлены на Международной научно-практической конференции «Современные подходы и практические инициативы в инженерных науках» (г. Казань, 2-3 октября 2025 года).

Статья представлена в редакцию 15 августа 2025 г.