Определение первых вступлений с применением элементов искусственного интеллекта в технологии Сейсморазведки Высокой Четкости

А. А. Мухин*, А.С. Колосов*, Д.А. Мухин*, Ю.А. Степченков*, А.А. Табаков**, В.Н. Ференци**. *ООО «УНИС», Санкт-Петербург, **ООО «ГЕОВЕРС», Москва

First break times determination in high definition seismic technology based on artificial intelligence elements application

A. A. Mukhin*, A.S. Kolosov*, D.A. Mukhin*, Yu.A. Stepchenkov*, A.A. Tabakov**, V.N. Ferentsi**. *UNIS Ltd., Saint-Petersburg, **GEOVERS Ltd., Moscow

Введение

Времена первых вступлений часто используются при оценке скоростной модели ВЧР и для коррекции статических поправок.

При оценке времен первых вступлений при наблюдениях на поверхности интервал записи в окрестностях первых вступлениях может быть искажен шумами.

Представленная технология использует совместно несколько признаков различного характера для автоматической оценки временного интервала и последующей корреляции слабовыраженных первых вступлений.

Introduction

First break times are often used during near-surface section velocity model estimation and statics correction.

Time interval in neighborhood of first break in surface seismic data can be seriously distorted by noises.

Represented technology uses several probability signs of different nature for automatic first break time interval determination and further correlation.



Расчет энергетического вероятностного признака Energy probability calculation



Energy probability

CSP seismogram Data from Belarus Расчет автокорреляционного вероятностного признака Autocorrelation probability calculation



Autocorrelation probability

CSP seismogram Data from Belarus

Расчет поляризационного вероятностного признака Polarization probability calculation

$$C(\xi) = \begin{bmatrix} I_{xx}(\xi) & I_{yy}(\xi) & I_{xz}(\xi) \end{bmatrix} = \frac{1}{T} \int_{\xi_{-T/2}}^{\xi_{+T/2}} (u_{i}(\xi) - \mu_{i}(\xi)) (u_{j}(\xi) - \mu_{j}(\xi)) d^{\tau}, \\ I_{xy}(\xi) & I_{yy}(\xi) & I_{yz}(\xi) \end{bmatrix}, \quad T = \frac{1}{T} \int_{\xi_{-T/2}}^{\xi_{+T/2}} (u_{i}(\xi) - \mu_{i}(\xi)) (u_{j}(\xi) - \mu_{j}(\xi)) d^{\tau}, \\ I_{xz}(\xi) & I_{yz}(\xi) & I_{zz}(\xi) \end{bmatrix}, \quad T = \{x, y, z\}$$

• $\mu_i(\xi)$ - среднее значение $u_i(t)$ на временном интервале $\xi -T/2 \le t \le \xi+T/2$.

• λ₁≥λ₂≥λ₃ – собственные значения матрицы С, характеризующие энергию колебаний в направлении главных осей эллипсоида поляризации.

• λ₁/λ₂ – определяет степень линейности поляризации волны • $\mu_i(\xi)$ - median value of $u_i(t)$ on time interval ξ -T/2 $\leq t \leq \xi$ +T/2.

• $\lambda_1 \ge \lambda_2 \ge \lambda_3$ – eigenvalues of matrix C, define wave energy for each axis of polarization ellipsoid.

• λ_1/λ_2 – define linearity of polarization

Расчет поляризационного вероятностного признака Polarization probability calculation



CSP seismogram (X component)



CSP seismogram (Z component) Data from Belarus



CSP seismogram (Y component)



Polarization probability $\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$

Расчет корреляционных вероятностных признаков Correlation probabilities calculation



Расчет корреляционных вероятностных признаков Correlation probabilities calculation



CSP seismogram Data from Belarus Correlation probability (CSP)

Расчет корреляционных вероятностных признаков для различных сортировок Correlation probabilities for different type of sorting



Data from Belarus (single SP seismograms)

Накопление интегрального признака Summing of integral probability



Сглаживание интегрального признака Stacking of integral probability



Integral probability Data from Belarus



Stacked on sliding base probability

Определение годографа Hodograph determination



Stacked on sliding base probability Data from Belarus



First break hodograph

Накопление интегрального признака

Summing of integral probability



Определение годографа Hodograph determination



Stacked integral probability

Data from East Siberia

First break hodograph

Накопление интегрального признака

Summing of integral probability



Определение годографа Hodograph determination



Stacked integral probability

First break hodograph

Data from China

Заключение:

 Применение механизма аддитивных вероятностных признаков позволяет наравне использовать различные визуальные и физические особенности в рамках задачи определения первых вступлений.

Conclusion:

1. Additive probabilities mechanism makes it possible to use signs of different nature equally in first break times determination problem.

- 2. Автоматическая оценка качества вероятностных признаков обеспечивает применение каждого из них в соответствии с его полнотой и достоверностью.
- Метод был успешно применен при обработке данных наземной сейсморазведки в Восточной Сибири, Белоруссии и Китае.

2. Automatic estimation of probabilities quality provides their correct application.

3. Technology was successfully used during the processing of surface seismic data from East Siberia, Belorussia and China.