

Применение технологий компьютерного зрения для повышения качества сейсмических данных после суммирования и достоверности прогноза структурной модели

■ Авдеев П.А., Базанов А.К., Ефремов И.И., Мифтахов Р.Ф., Боярский М.Л., ООО «ГридПоинт Дайнамикс», г. Москва.

Введение

Перед современной сейсморазведкой по-прежнему стоят задачи автоматизации процессов и повышения достоверности результатов работ, особенно в регионах со сложной геологической обстановкой. Стандартные алгоритмические решения и методические подходы в полной мере не обеспечивают качественного решения поставленных задач, что обуславливает необходимость поиска новых подходов к интерпретации данных сейсморазведки.

В данной работе рассмотрены возможности использования технологий искусственного интеллекта для решения задач кинематической интерпретации данных сейсморазведки.

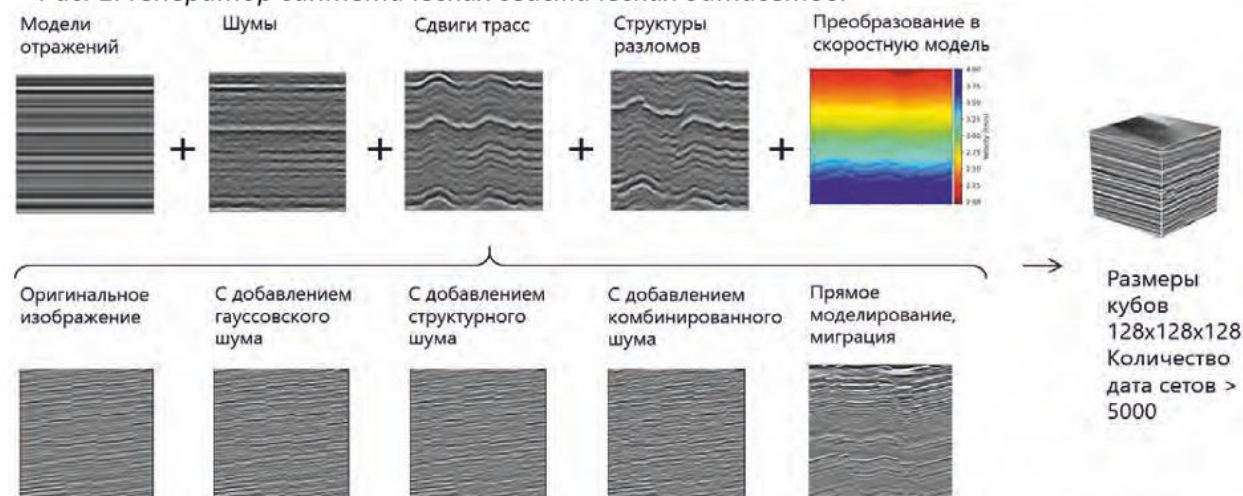
Теория метода

В предлагаемых технологиях используется область искусственного интеллекта – компьютерное зрение. Решение задачи реализовано на принципе предварительного обучения нейронной сети на больших массивах предварительно сегментирован-

ных (размеченных) данных и последующего применения этой сети к реальным сейсмическим материалам. На данный момент эта тема достаточно обширна и разнообразна, сети нового поколения уже широко используются для решения задач сегментации изображений и поиска объекта исследований по заданному набору признаков [1,2]. Для подготовки (обучения) нейросети необходимо большое количество уже интерпретированных фрагментов сейсмических данных. Данные для обучения синтезируются посредством прямого моделирования и представляют собой модели случайных отражений, осложненные разнообразными конфигурациями отражающих границ, сдвигами осей синфазности под разными углами наклонов, а также шумовыми эффектами записи (рисунки 1).

Цикл подготовки модели нейронной сети традиционно включает в себя этап обучения, а также многоэтапную проверку качества обучения и готовности модели к промышленной эксплуатации. В процессе обучения нейронная сеть

▼ Рис. 1. Генератор синтетических сейсмических датасетов.



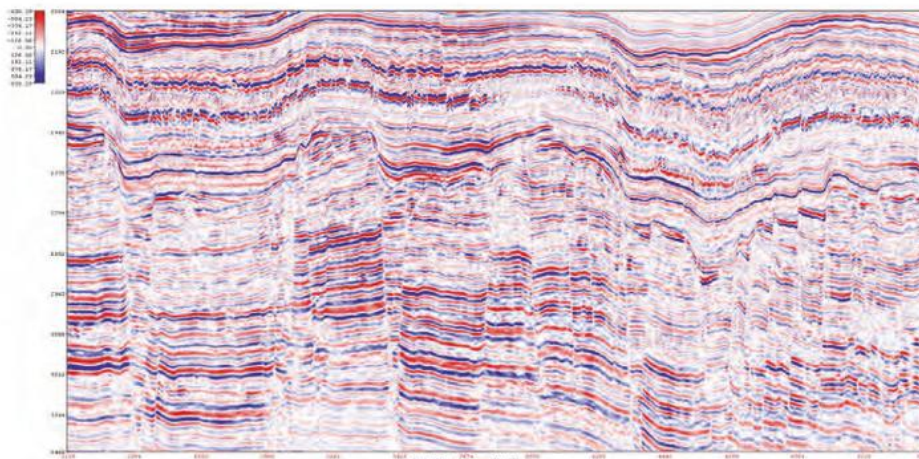


Рис. 2. Фрагмент исходного временного сейсмического разреза.

идентифицирует на синтетических данных признаки наличия разлома или шумовых эффектов, а также выявляет закономерность появления этих признаков в структурах. Формируется база накопленных «знаний», которая потом применяется на реальных данных для выполнения задачи улучшения качества сейсмических изображений и поиска разломов. Предобученная и проверенная подобным образом нейронная сеть готова к использованию на производственных проектах.

Примеры

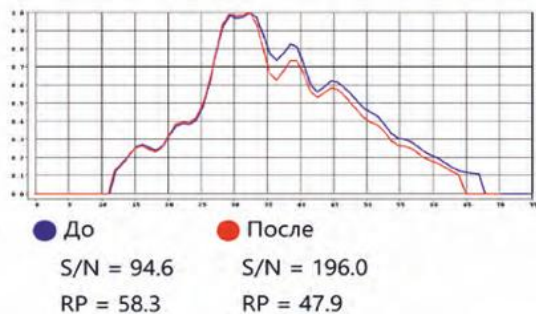
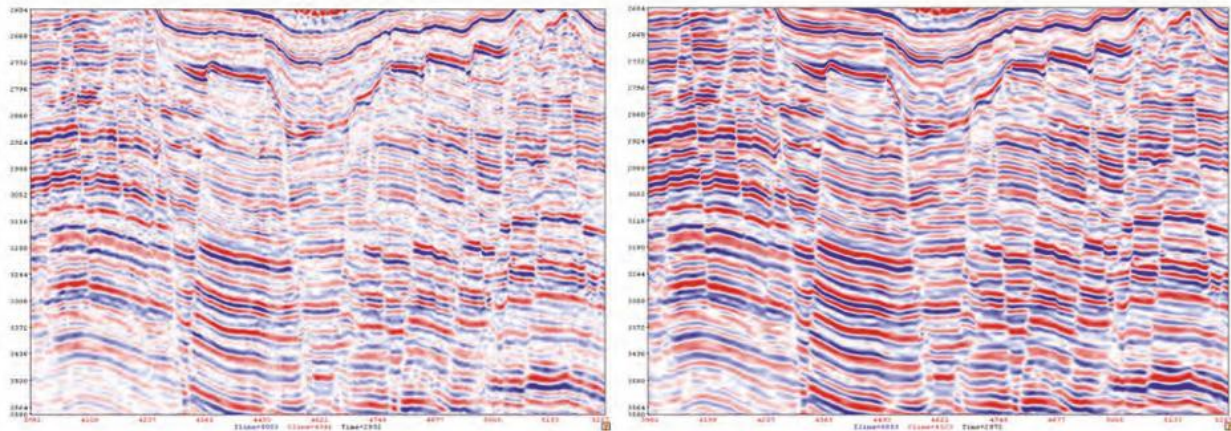
На сегодняшний день имеются сотни примеров успешного применения технологий в различных регионах исследований. На представленных ниже иллюстрациях демонстрируются результаты использования технологий в ходе интерпретации сейсмического куба района Бассейна Каннинг на Западном шельфе Австралии. Материал осложнен наличием двух подсистем нарушений: полигональной нарушенности в верхней части разреза и высокоамплитудных региональных сдвигов большой вертикальной протяженности. Также материал характеризуется потерями прослеживания сейсмических отражений в нижней части разреза, незначительным фоном нерегулярных помех (Рис. 2).

На первом этапе применение нейросетевого алгоритма позволило значительно повысить отношение сигнал/шум (S/N), сохранив при этом вертикальную разрешенность разреза (RP) (рис. 3). Графики АЧХ рассчитаны в локальном окне, ограниченном размерами показанного на рисунке 3. Обратим внимание, что в пределах выбранного фрагмента на исходном разрезе в полосе частот отсутствуют низкие значения, а сам разрез является вертикально разрешенным. Однако наблюдается остаточный фон некогерентных помех, а также серия участков потери прослеживаемости отражений, что несомненно является осложняющим фактором на этапе корреляции сейсмических горизонтов и тектонических нарушений. На результатах применения процедуры повышения качества наблюдается кратное повышение соотношения сигнал/шум (S/N), небольшое подавление амплитуд на высоких частотах объясняется фильтрацией помех, соответствующих этой полосе частот. Помимо этого, описанный подход позволил повысить детальность определения зон разрывов в местах наличия разломов, что отражается на устойчивости построения специальных атрибутов на следующих этапах.

На втором этапе были получены атрибуты вероятности наличия тектони-

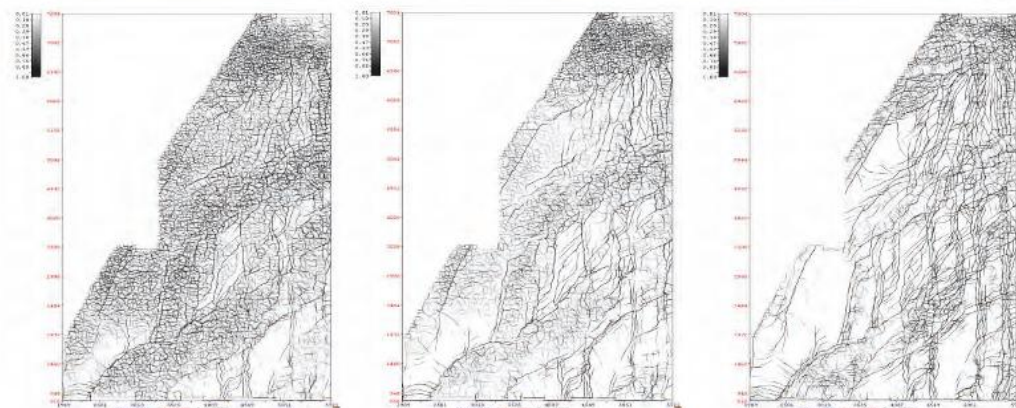
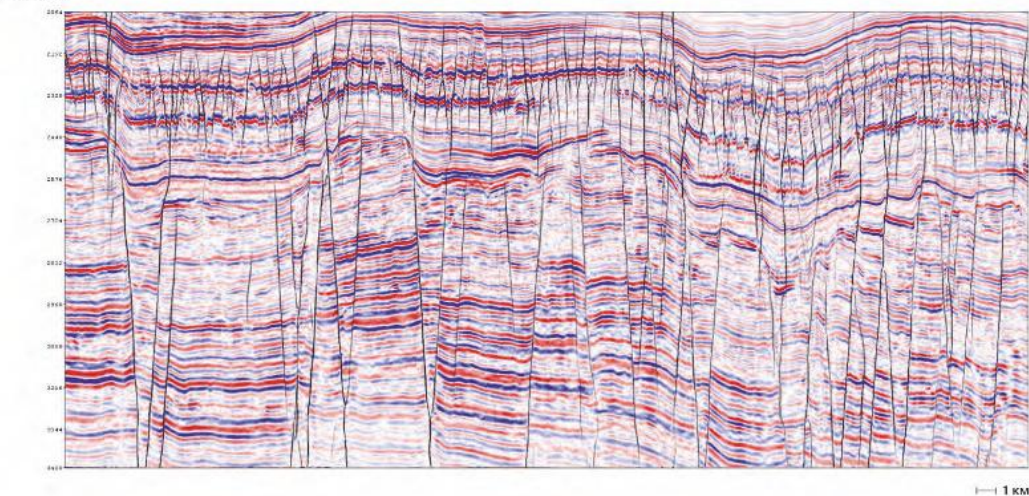
ДО

ПОСЛЕ



▲ Рис. 3. Результат применения процедуры повышения качества сейсмических изображений.

▼ Рис. 4. Результаты построений атрибута вероятности наличия разломов.



ческих деформаций, которые затем использовались в качестве основы для анализа разломной модели и прогноза системы нарушений (рис. 4). Результативная модель оценивалась по соответствию горизонтальным и вертикальным срезам сейсмических амплитуд и атрибутов. Учет атрибута вероятностного распределения систем нарушений позволил однозначно выделить в общей системе нарушений две подсистемы, речь о которых шла выше. В данном случае применение новой технологии позволило обновить геологические представления об особенностях тектонического строения района и получить более детальную модель.

Выводы

Предложенные технологии обладают комплексом преимуществ над аналитическими подходами за счет повышенной устойчивости к качеству исходных данных, возможности упрощения этапа интерпретации, оптимизации временных затрат и получения высококачественного результата при работе с материалами высокой степени сложности. Новые подходы открывают перспективы для существенного снижения доли субъективизма в интерпретации и повышения полноты представлений о геологическом строении района исследований.

Литература

1. Xiong, W., X. Ji, Y. Ma, Y. Wang, N. M. AlBenHassan, M. N. Ali, and Y. Luo. Seismic fault detection with convolutional neural network: Geophysics, 83, no. 5, O97–O103 – 2018
2. Wu, X., Y. Shi, S. Fomel, L. Liang, Q. Zhang, and A. Yusifov. FaultNet3D: Predicting fault probabilities, strikes and dips with a common CNN: IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing – 2019b

Подробнее об авторах



Авдеев
Павел Алексеевич

Зам. директора
департамента развития
бизнеса, ООО «ГридПоинт
Дайнамикс»



Базанов
Андрей Константинович

Директор департамента
развития бизнеса,
ООО «ГридПоинт
Дайнамикс»



Ефремов
Игорь Иванович

Генеральный директор,
ООО «ГридПоинт
Дайнамикс»



Мифтахов
Руслан Фанисович

Технический директор,
ООО «ГридПоинт
Дайнамикс»



Боярский
Михаил Леонидович

Руководитель отдела продаж,
ООО «ГридПоинт
Дайнамикс»



Geoplat
Geological Platform

www.geoplat.pro