

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/381185796>

# АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УВЯЗКИ ДАННЫХ ГИС С ФОТОГРАФИЯМИ КЕРНА

Thesis · March 2024

CITATIONS

0

READS

91

3 authors, including:



[Georgy Kossov](#)

Moscow Institute of Physics and Technology

12 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Vladimir Abashkin](#)

SMR

23 PUBLICATIONS 112 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

# АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧЕСКОЙ УВЯЗКИ ДАННЫХ ГИС С ФОТОГРАФИЯМИ КЕРНА

**Коссов Георгий Андреевич, Абашкин Владимир Викторович, Езерский Дмитрий Михайлович**

## **Введение**

В настоящей работе предлагается новый подход к решению задачи привязки данных ГИС к фотографиям полноразмерного керна. Увязка данных – важный этап предварительной обработки, без которого невозможна дальнейшая совместная петрофизическая интерпретация кривых ГИС. Традиционные рабочие процессы увязки трудозатратны и требуют наличия определенного опыта как в процедурах и технологиях отбора, так и в литолого-седиментологическом строении разреза. К традиционным методам относятся и различные полуавтоматические и автоматические алгоритмы, основанные на кросс-корреляции [4], и инструменты полностью ручной привязки по характерным пикам на кривых. При этом стандартная процедура привязки кривых к каротажным данным осуществляется по кривой естественной гамма-активности [2]. В некоторых сложных случаях для доувязки данных привлекаются лабораторные исследования образцов керна. Вышеупомянутые рабочие процессы имеют ряд ограничений: методы кросс-корреляции не позволяют напрямую увязывать фотографии керна с данными ГИС и не учитывают литологическое строение разреза в процессе привязки, а кривой гамма-активности не всегда бывает достаточно для проведения качественной увязки. Кривая может не обладать необходимой контрастностью (например, при работе с чистым неглинистым карбонатным разрезом). Лабораторных образцов может быть недостаточно для выделения некоторых пропластков, да и сами исследования довольно затратны по времени. В таких случаях увязка традиционными подходами может представлять значительные трудности.

## **Используемые методы**

Предлагаемый рабочий процесс позволяет выполнять привязку данных в автоматическом режиме без непосредственного участия пользователя и не требует кривой гамма-активности или данных ФЕС образцов. Научная новизна нашего подхода заключается в том, что для привязки используется геологическая модель, построенная по фотографиям полноразмерного керна (Рисунок 1) и при необходимости скорректированная специалистами. Исследуемые кривые ГИС отражают реальную структуру разреза и после привязки должны быть согласованы с используемой литологической моделью. Рабочий процесс реализован на языке Python 3 в виде набора скриптов и включает в себя: методику автоматического литотипирования по фотографиям керна WCDA [1, 5], которая позволяет получить надёжную литофациальную модель по фотографиям полноразмерного керна с помощью техник машинного обучения; алгоритм автоматического детектирования пиков [3]; различные Python библиотеки для визуализации результатов и расчёта метрик контроля качества (NRMSE и т.д.); алгоритм HRA (Heterogeneous Rock Analysis) [6], который выделяет классы горных пород со схожими петрофизическими свойствами по всему разрезу; метод модальной инверсии SHARP (Synergetic High Resolution Analysis and Reconstruction for Petrophysics Evaluation) [7], который позволяет повысить разрешение данных ГИС.

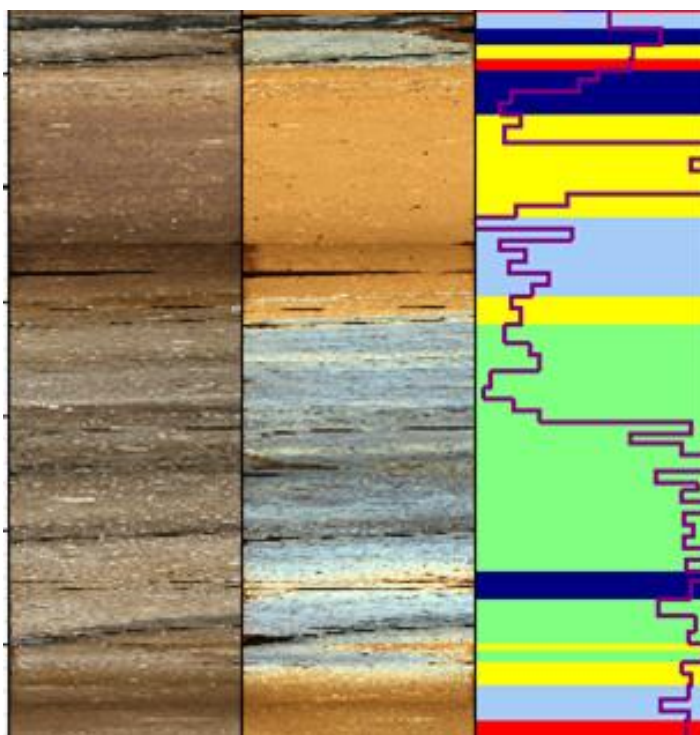


Рисунок 1. Пример литологической модели, построенной по фотографиям керна

### Результаты

Эффективность предлагаемого рабочего процесса продемонстрирована по результатам увязки данных ГИС (плотностного и нейтронного каротажа) и фотографий керна терригенных и карбонатных отложений. Суммарно было обработано ~320 метров данных в автоматическом режиме, контроль качества привязанных кривых осуществлялся сравнением с лабораторными измерениями образцов керна и методом «индикаторов». На рисунке 2 представлен фрагмент результатов обработки кривой плотностного каротажа. Красным цветом обозначена исходная непривязанная кривая, синим – результат после привязки к литологической колонке. При применении алгоритма рассчитывается смещение кривой ГИС относительно керна и керна относительно кривой, так что увязку можно проводить в обе стороны. Фиолетовая линия на литологической колонке – кривая профильной проницаемости, которая использовалась для выделения границ между литотипами. Чёрными точками обозначены лабораторные измерения плотности образцов керна. Зелёным цветом обозначены «индикаторы» для привязываемых фрагментов, по которым также осуществляется контроль качества.

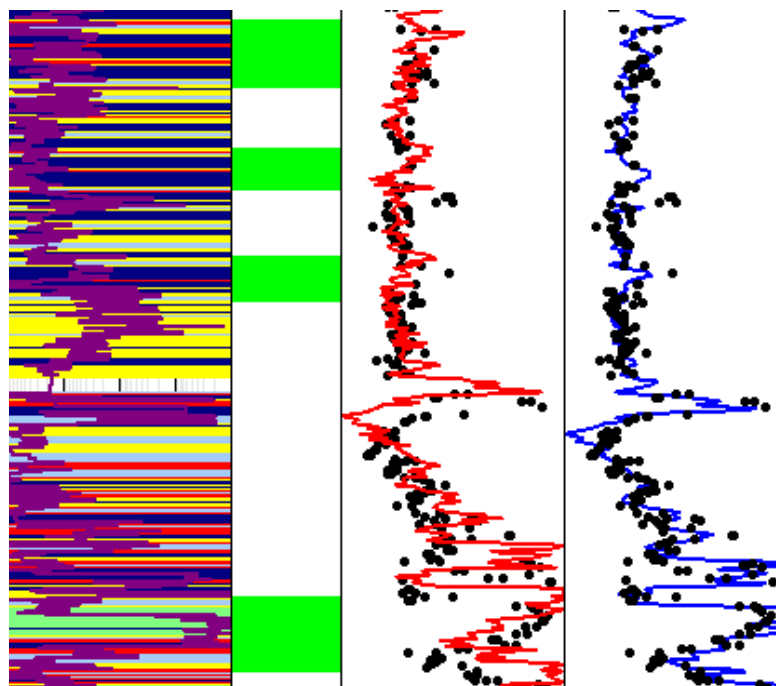


Рисунок 2. Фрагмент результатов автоматической привязки

### Заключение

Разработанный рабочий процесс применим как для данных, сдвинутых на постоянную величину, так и для кривых с переменным сдвигом. Точность привязки кривых ГИС к фотографиям керна составляет величину размера сглаживающего фильтра ( $\sim 0.8$  м для кривой плотности). Ввиду того, что операции деконволюции выполняются за достаточно короткое время, предложенный алгоритм можно рассматривать как инструмент для быстрой проверки степени увязки начальных данных между собой, что также расширяет области использования методики.

### Список литературы

1. Abashkin V. V. et al. Quantitative analysis of whole core photos for continental oilfield of Western Siberia // OnePetro. 2020.
2. Damaschke M. et al. Unlocking national treasures: The core scanning approach // Geological Society. 2023. V. 1. P. SP527-2022.
3. Felinger A. Data analysis and signal processing in chromatography // Elsevier. 1998.
4. Kerzner M. G. A solution to the problem of automatic depth matching // SPWLA. 1984.
5. Seleznev I. et al. Quantitative Analysis of Whole Core Images // Geomodel. V. 1. P. 1–5
6. Słota-Valim M., Lis-Śledziona A. The Use of Well-Log Data in the Geomechanical Characterization of Middle Cambrian Tight Sandstone Formation: A Case Study from Eastern Pomerania, Poland // Energies. 2021. V. 19 (14). P. 6022.
7. Tabanou J. R., Antoine J. Method and apparatus for detecting and quantifying hydrocarbon bearing laminated reservoirs on a workstation 1995.