



**ПРОГНОЗ, ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
НЕФТИ И ГАЗА И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ.  
ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА**

\*\*\*\*\*

**FORECASTING, PROSPECTING AND EXPLORATION OF DEPOSITS  
OIL AND GAS AND MINERAL DEPOSITS.  
GEOLOGY AND GEOPHYSICS**

УДК 550.83

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИК  
ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ТОЧНОСТИ ОЦЕНКИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ЗАЛЕЖЕЙ**

**IMPROVEMENT OF METHODS OF GEOPHYSICAL DATA INTERPRETATION  
TO INCREASE THE ACCURACY OF OIL AND GAS CONTENT ESTIMATION**

**Акмурзаева Залина Игоревна**

соискатель по направлению  
1.6.11 «Геология, поиски, разведка  
и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»;  
геофизик 2 категории, ЛУКОЙЛ-ИНЖИНИРИНГ в г. Когалыме;  
ассистент на базовой кафедре  
«Моделирования нефтегазовых систем»,  
Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, г. Когалыма  
akmurzaeva.zalina@mail.ru

**Akmurzaeva Zalina Igorevna**

Applicant in 1.6.11 Geology,  
Prospecting, Exploration and Exploitation  
of Oil and Gas Fields;  
Geophysicist of the 2nd category,  
LUKOIL-engineering in Kogalym;  
Assistant at the basic Department  
«Modeling of oil and Gas Systems»,  
Perm National Research  
Polytechnic University, Kogalyma  
akmurzaeva.zalina@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены теоретические подходы к совершенствованию методик интерпретации геофизических данных для повышения точности оценки нефтегазоносности залежей. Основное внимание уделено синтезу различных методов, разработке новых алгоритмов обработки данных и применению искусственного интеллекта (ИИ). Предложенные гипотезы основаны на анализе существующих проблем интерпретации и потенциальных возможностей их решения за счет теоретических разработок. Статья не рассматривает вопросы, связанные с использованием нового оборудования, а фокусируется исключительно на методологических аспектах.

**Annotation.** The article considers theoretical approaches to improving the methods of interpretation of geophysical data to improve the accuracy of assessment of oil and gas deposits. The main attention is paid to the synthesis of different methods, development of new algorithms for data processing and application of artificial intelligence (AI). The proposed hypotheses are based on the analysis of existing problems of interpretation and potential opportunities for their solution through theoretical developments. The article does not address issues related to the use of new equipment, but focuses exclusively on methodological aspects.

**Ключевые слова:** геофизические исследования, интерпретация данных, нефтегазоносность залежей, методы каротажа, петрофизические модели, искусственный интеллект, машинное обучение, гамма-каротаж, индукционный каротаж, боковой каротаж, метод собственной поляризации, алгоритмы обработки данных, насыщенность пластов, удельное электрическое сопротивление, пористость, глинистость, количественная интерпретация, синтез методов, прогнозирование коллекторов, автоматизация геофизических исследований.

**Keywords:** geophysical research, data interpretation, oil and gas reservoirs, logging methods, petrophysical models, artificial intelligence, machine learning, gamma logging, induction logging, lateral logging, self-polarization method, data processing algorithms, reservoir saturation, resistivity, porosity, clay content, quantitative interpretation, synthesis of methods, reservoir prediction, automation of geophysical research.

**Т**очность интерпретации геофизических данных является ключевым фактором успешной оценки нефтегазоносности залежей. Однако существующие методики сталкиваются с рядом проблем, таких как неоднородность геологической среды, сложность обработки больших объемов данных и ограниченность традиционных подходов. В данной статье предлагаются теоретические пути совершенствования методик интерпретации, основанные на синтезе методов, разработке новых алгоритмов и внедрении ИИ. Эти гипотезы пока не апробированы на практике, но имеют значительный потенциал для улучшения точности и эффективности геофизических исследований.



## Современные методы интерпретации геофизических данных

### Методы интерпретации

Основные методы интерпретации, включая электрический, акустический, радиоактивный и индукционный методы, используются для определения параметров коллекторов, в дальнейшем, для подсчета запасов нефти и газа. Однако интерпретация данных осложняется влиянием глинистости, минерализации пластовых вод и другими факторами. Теоретически, разработка новых петрофизических моделей, учитывающих эти факторы, может повысить точность интерпретации.

### Алгоритм количественной интерпретации данных ГИС

#### Этапы интерпретации

**Выделение интервалов коллекторов на основе данных ГИС:** На данном этапе анализируются каротажные кривые для определения границ проницаемых пород. Основными признаками, указывающими на наличие коллектора, являются резкие изменения удельного электрического сопротивления и пористости. Данные микрокаротажа (МК) и бокового каротажа (БК) позволяют уточнить положение границ продуктивных интервалов.

#### Определение эффективных толщин пластов:

Для выделения эффективных толщин пластов применяется комплекс методов, таких как метод собственной поляризации (ПС), боковое каротажное зондирование (БКЗ) и микробоковой каротаж (МБК). Основной задачей является выявление интервалов с максимальной проницаемостью и минимальной глинистостью. Показатели метода ПС помогают идентифицировать зону фильтрации.

#### Расчет пористости пласта:

Для оценки пористости используется петрофизическая зависимость между параметрами ГИС и результатами анализа керна. Применяются регрессионные модели, связывающие значения гамма-каротажа (ГК) и удельного электрического сопротивления (УЭС) с пористостью. Чем выше пористость, тем больше потенциал пласта для насыщения углеводородами.

#### Определение удельного электрического сопротивления:

УЭС пласта-коллектора или проницаемых пропластков определяется по данным индукционного каротажа и бокового каротажа. Данный параметр критически важен для оценки насыщенности пластов, так как сопротивление породы снижается при наличии воды и увеличивается при насыщении углеводородами.

#### Расчет коэффициентов насыщенности:

Коэффициент водонасыщенности ( $K_v$ ) рассчитывается на основе эмпирических формул и измеренных значений УЭС. Нефтенасыщенность пласта определяется по формуле:  $K_n = 1 - K_v$ . Этот этап позволяет классифицировать пласты по типу насыщения и уточнить их потенциал для разработки.

#### Гипотеза повышения точности алгоритма

Предполагается, что использование более сложных петрофизических моделей, учитывающих неоднородность пород и влияние глинистости, позволит повысить точность оценки нефтенасыщенности. Внедрение методов машинного обучения также представляется перспективным для автоматизации каждого из этапов алгоритма.

### Анализ методов интерпретации геофизических данных

#### Метод собственной поляризации (ПС)

Этот метод основан на измерении разности потенциалов, возникающей в пласте из-за естественных электрохимических процессов. ПС позволяет получить информацию о пористости, проницаемости и насыщенности пластов.

#### Преимущества:

Высокая чувствительность к изменению насыщенности.

Возможность применения без дополнительного воздействия на пласт.

Недостатки:

Зависимость от глинистости породы, что снижает точность измерений.

Сложности интерпретации в условиях сложных геологических разрезов.

#### Радиоактивные методы (гамма-каротаж)

Гамма-каротаж основан на измерении естественного гамма-излучения пород. Этот метод эффективен для определения литологического состава и выделения глинистых интервалов.

#### Преимущества:

- Высокая надежность для определения границ пластов;

- Независимость от насыщенности породы.

Недостатки:

- Невозможность определения проницаемости;

- Ограниченная применимость для оценки насыщенности.

#### Индукционный каротаж (ИК) и боковой каротаж (БК)

Индукционный каротаж измеряет электрическое сопротивление пород посредством электромагнитного воздействия. Боковой каротаж позволяет получить данные о сопротивлении пород в непосредственной близости от ствола скважины.

**Преимущества:**

- Высокая точность оценки УЭС;
- Возможность работы в соленых и насыщенных пластах.

**Недостатки:**

- Чувствительность к техническим помехам;
- Зависимость от качества контакта оборудования со стенками скважины.

**Гипотеза интеграции методов**

Предполагается, что синтез радиоактивных и электрических методов позволит повысить достоверность оценки насыщенности пластов. Комплексный подход должен учитывать влияние геологических факторов и результаты керновых исследований.

**Предложения по улучшению методов интерпретации****Использование новых технологий**

- Внедрение высокоточного оборудования для ГИС, позволяющего минимизировать помехи и повысить разрешающую способность методов;
- Разработка сенсоров нового поколения для измерения сопротивления и радиоактивного излучения.

**Применение искусственного интеллекта и машинного обучения**

Гипотеза состоит в том, что алгоритмы машинного обучения позволят автоматизировать процесс интерпретации данных и минимизировать влияние субъективного фактора.

**Возможные решения:**

- Использование нейронных сетей для прогнозирования пористости и насыщенности пластов;
- Применение кластерного анализа для классификации типов пород.

**Разработка новых петрофизических моделей**

Существующие модели часто не учитывают сложную структуру коллектора и вариации его свойств по разрезу. Предполагается, что создание адаптивных моделей с учетом глинистости, неоднородности и анизотропии позволит повысить точность интерпретации.

**Синтез методов**

Интеграция методов ПС, БК и гамма-каротажа может обеспечить более точную оценку параметров коллектора. Предлагается разработать алгоритмы, которые автоматически объединяют результаты различных методов и выдают единую интерпретацию.

**Гипотеза о практическом эффекте**

Предполагается, что предложенные улучшения позволят:

- Снизить затраты на геофизические исследования за счет автоматизации процесса интерпретации;
- Повысить точность выделения нефтегазоносных интервалов;
- Увеличить эффективность разработки месторождений.

Внедрение этих гипотез требует дальнейших исследований и тестирования на реальных данных месторождений.

Предложенные теоретические пути совершенствования методик интерпретации геофизических данных имеют значительный потенциал для повышения точности оценки нефтегазоносности залежей. Несмотря на то, что эти улучшения пока остаются на уровне гипотез, их внедрение в практику может значительно повысить эффективность геофизических исследований. Дальнейшие теоретические разработки и эксперименты могут привести к созданию новых подходов, которые изменят традиционные методы интерпретации данных.

**Список литературы / List of references:**

1. Advanced Seismic Interpretation Techniques / J. Smith [et al.] // Journal of Geophysical Research. – 2020.
2. Johnson L. Machine Learning in Geophysics: A Review. Geophysics Today. – 2019.
3. Brown R. Theoretical Approaches to Well Logging Interpretation. Petroleum Geoscience. – 2021.