

Результаты геофизических исследований играют существенную роль в процессе геологоразведочных работ при поисках, разведке, разработке и эксплуатации месторождений нефти и газа. Все важнейшие геологические выводы и решения принимаются, в большинстве случаев, на основании данных геофизических исследований по наземным и скважинным работам. В связи с этим, достоверность геологоразведочных работ в прямой степени зависит от качества и достоверности данных геофизических исследований.

Качество и достоверность данных геофизических исследований скважин в значительной степени зависят от выполнения технологии производства работ и требований нормативных методических документов. Приводятся примеры нарушения технологии проведения скважинных исследований, в частности, метрологии (калибровки) аппаратуры, что приводит к внесению ошибок в замеры этой аппаратурой. Наблюдается регистрация данных ГИС с ошибками, значительно превышающими допустимые, и ряд других нарушений, что приводит к ухудшению качества получаемых материалов ГИС и, следовательно, к ухудшению эффективности результатов исследований. Предлагаются пути повышения качества, основным из которых является организация системного контроля за качеством материалов ГИС как со стороны исполнителя, так и со стороны заказчика и потребителя геофизических исследований путём организации супервайзинговых работ.

Проблемы качества и достоверности результатов геофизических исследований на нефть и газ

Дамаскин А.А., ОЕАГО, г. Тюмень,

Ефимов В.А., ООО «СургутНИПИнефть» ТОО, г. Сургут

Результаты геофизических исследований играют существенную роль в процессе геологоразведочных работ при поисках, разведке, разработке и эксплуатации месторождений нефти и газа. Все важнейшие геологические выводы и решения принимаются, в большинстве случаев, на основании данных геофизических исследований по наземным и скважинным работам. В связи с этим, достоверность геологоразведочных работ в прямой степени зависит от качества и достоверности данных геофизических исследований.

Качество и достоверность данных геофизических исследований скважин в значительной степени зависят от выполнения технологии производства работ и требований нормативных методических документов.

1. Требования к аппаратуре по производству геофизических исследований и скважинной аппаратуре и их контролю систематизируются существующие нормативные, методические и технические документы.

2. Требования к аппаратуре по производству геофизических исследований и скважинной аппаратуре и их контролю систематизируются существующие нормативные, методические и технические документы.

3. Требования к документам на эксплуатацию, технический аппарат и

методические документы по производству геофизических исследований и скважинной аппаратуре и их контролю систематизируются существующие нормативные, методические и технические документы.

Требования к аппаратуре по производству геофизических исследований и скважинной аппаратуре и их контролю систематизируются существующие нормативные, методические и технические документы.

Эффективность и достоверность скважинных исследований и скважинной аппаратуры выполняемых работ можно контролировать методом ГИС и качеством регистрации геофизических данных в соответствии с действующими

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ
ИССЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН

ми нормативными документами (НД). Требуемый комплекс геофизических методов исследований определяется ПРАВИЛАМИ (раздел 3) и особенностями геологического строения изучаемого разреза. Для этого ПРАВИЛА предусматривают включение в проекты на геологоразведочные работы раздела «Геофизические исследования и работы в скважинах». В этом разделе обосновывается необходимый комплекс исследований и соответствующая технология проведения работ, а также методы и способы обработки и интерпретации результатов исследований с целью удовлетворения требований обеспечения определения подсчётных параметров с достоверностью, регламентируемой нормативной документацией. Такой раздел в проектах практически отсутствует, что снижает возможности ГИС. В результате, исполнители и заказчики работ по ГИС допускают невыполнение как запроектированного комплекса методов исследований скважин, так и новейших методов и технологий по изучению разреза скважин, что снижает эффективность геофизических работ.

Геофизические исследования базируются на физических измерениях, которые производятся с той или иной ошибкой. Каждый параметр, определяемый по данным геофизических исследований, так же имеет величину ошибки, с которой он определен. Ошибка может быть большой или маленькой, допустимой или недопустимой (ТИ). При использовании данных геофизических исследований потребителям необходимо знать и учитывать эту ошибку. Исполнители геофизических исследований должны предоставлять заказчикам (пользователям) данные о качестве, в том числе и величины ошибок результатов исследований, а также все материалы, необходимые для оценки качества и точности результатов исследований. На практике, в большинстве случаев все эти данные с материалами ГИС не предоставляются и пользователь не знает и не может оценить качество используемых результатов исследований.

Точность и достоверность результатов геофизических исследований определяются, кроме выполняемых стандартных технических и методических норм ведения работ, ещё и экономической возможностью и целесооб-

разностью. В целом ряде случаев в сложных объектах исследования, где объективная точность определения искомых параметров очень низкая, её можно повысить, применив дополнительные методические приёмы производства измерений и обработки данных, что повышает стоимость работ. Целесообразность таких дополнительных затрат должны решать совместно Заказчик и Исполнитель работ.

Производство геофизических работ - процесс, предусматривающий целую серию технологических операций, обеспечивающих выполнение требований технологии производства работ и, соответственно, требуемый уровень качества и достоверности результатов исследований. Невыполнение или некачественное выполнение отдельных операций при производстве работ снижает качество. Это приводит в ряде случаев к «браку» получаемых результатов, т.е. к невозможности использования результатов для количественной интерпретации, для определения геологических параметров с требуемой (допустимой) точностью, но для расчленения и корреляции разреза и для решения ряда других технических задач эти материалы могут быть использованы.

Одним из основных организационных недостатков при использовании скважинных исследований является полное или частичное отсутствие данных, необходимых для оценки качества представляемых пользователю результатов исследований, что не позволяет установить истинное качество обрабатываемых материалов. Это является нарушением требований Технической Инструкции. Данные калибровки аппаратуры часто отсутствуют, а в табличной форме с описанием методики проведения они вообще не предоставляются. Зачастую отсутствуют контрольные и повторные замеры, а величина полученной ошибки при сопоставлении замеров основной и повторной записи не предоставляется, отсутствуют данные о технологии проведения исследований. Не предоставляется файл-протокол выполненных работ, что не даёт возможность проверить работу оператора. Не предоставляется также ряд других данных, предусмотренных в объёме требований Технической Инструкции (1). Заказчики (недропользователи) геофизических исследований и работ в

Таблица №1

№ п/п	Метод исследования	Допустимая величина отн. расхождений %, (№ п. ТИ)	Относительное расхождение в % при различных толщинах пластов (м.)			
			10	3	2	1
1	ПС	5	-1,0 ± 2,3	-2,2 ± 7,0	2,8 ± 11,9	-4,0 ± 14,2
2	БКЗ	20 (14.3.5.2)	-0,7 ± 0,2	-1,6 ± 1,6	-2,2 ± 1,7	-2,8 ± 1,9
3	БК	20 (14.3.5.2)	-1,5 ± 1,2	-4,5 ± 3,7	-6,7 ± 5,4	-11,7 ± 9,7
4	ИК	20 (14.9.5.4)	-0,7 ± 0,9	-2,9 ± 1,4	-3,6 ± 1,9	-3,8 ± 2,2
5	АК	3 (16.1.6.3)	-0,4 ± 0,3	-1,2 ± 0,6	-1,6 ± 0,8	-2,0 ± 1,6
6	ГК	5 (15.2.4.1)	-0,8 ± 6,8	-4,6 ± 9,8	6,8 ± 11,6	14,1 ± 14,7
7	ННК	3 (15.4.5.1)	-2,6 ± 3,2	-6,2 ± 6,4	10,6 ± 7,1	17,1 ± 10,0
8	W		-6,0 ± 2,7	-9,1 ± 5,9	12,8 ± 8,8	18,0 ± 14,0
9	ГГК-П	3 (15.7.4.1)	-0,7 ± 0,9	-1,3 ± 3,1	-1,6 ± 3,6	-2,5 ± 5,5

скважинах (ГИРС), согласно ПРАВИЛАМ (раздел 4, пп 20.1 и 20.8), несут полную ответственность за качество и полноту получаемых от исполнителей результатов ГИРС (они подписывают акт выполненных работ и оплачивают эти работы). Недропользователи не требуют от исполнителя ГИРС предоставление всех необходимых данных по выполненному объёму геофизических работ и предоставляют пользователям некондиционные материалы ГИРС, что снижает качество и достоверность результатов работ.

Одной из основных технологических операций при производстве геофизических исследований скважин (ГИС) является подготовка оборудования и настройка аппаратуры, метрологический контроль-калибровка. Эти операции позволяют выявить некачественно работающие приборы и, при необходимости, своевременно внести поправки в показания используемой аппаратуры за счёт изменения чувствительности электронной схемы. Из опыта работ метрологический контроль в целом ряде случаев проводится с нарушением нормативных сроков и методики проведения, что приводит к повышению ошибки измерений. Так, в ряде случаев, из-за использования формул для оценки

ошибки при калибровке прибора НК, взятых из инструкции по эксплуатации, исполнитель вычисляет допустимую ошибку 29%, а фактическую получает ошибку 15% и прибор признаётся пригодным для эксплуатации. И это при том, что нормативно-допустимая погрешность составляет 3%. Регистра-

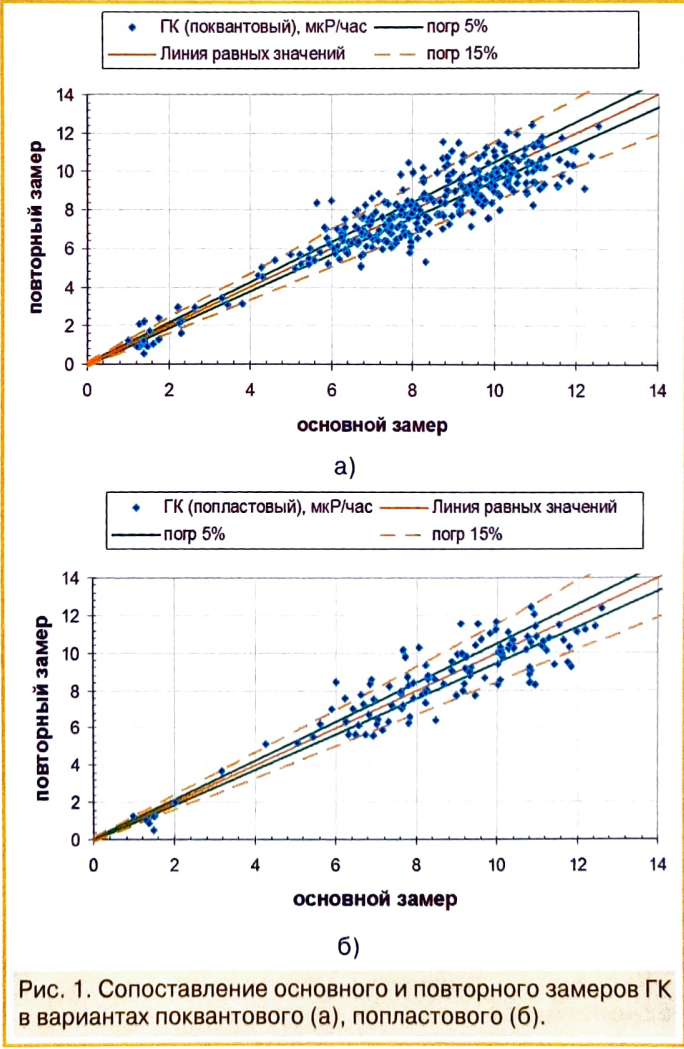


Рис. 1. Сопоставление основного и повторного замеров ГК в вариантах поквантового (а), попластового (б).

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ
ИССЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН

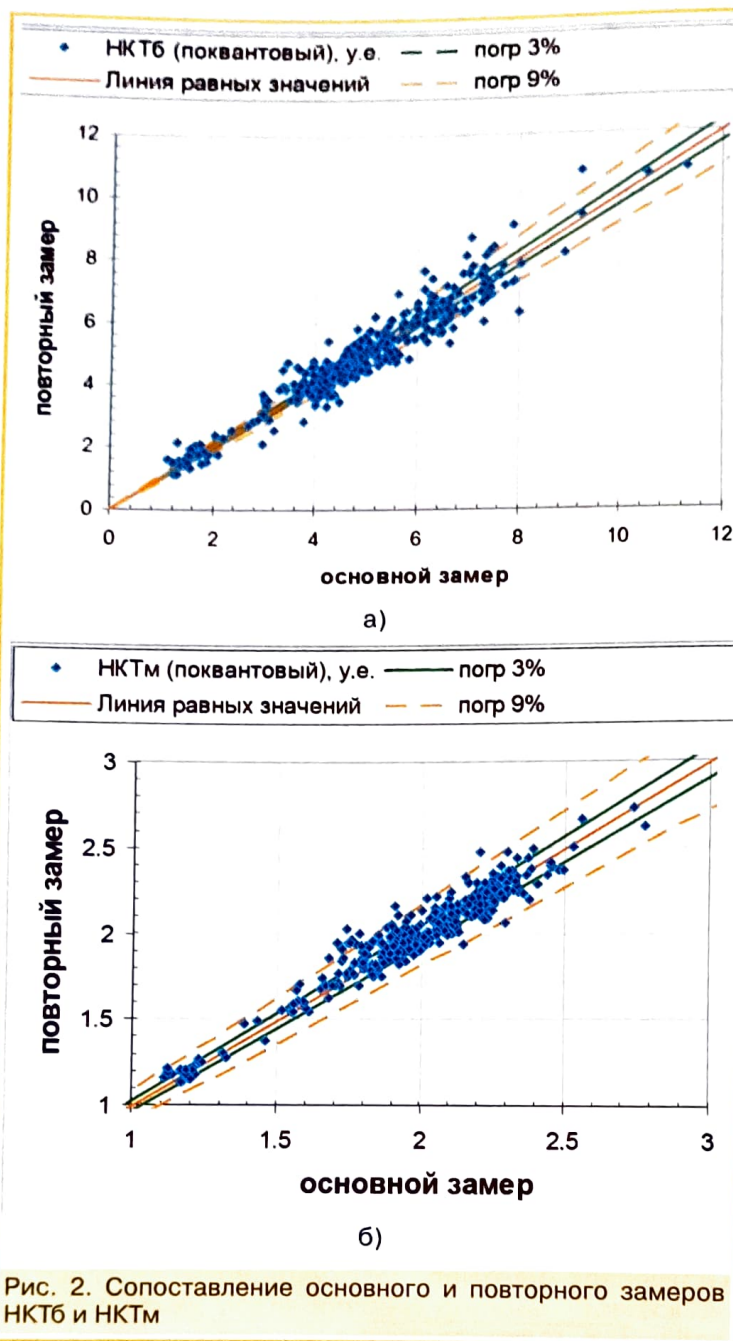


Рис. 2. Сопоставление основного и повторного замеров НКТ6 и НКТм

цию данных калибровки аппаратуры РК в большинстве случаев проводят полевой станцией. Станция выдаёт конечные результаты с ошибкой 0,5-1,5%. Исполнитель не знает технологию получения и обработки данных программой станции, что не позволяет проверить истинное качество. Это также не повышает достоверность результатов калибровки. Следует отметить, что в данных по калибровке аппаратуры нет упоминания о средствах калибровки и естественно о сертификации этих средств, что вызывает недоверие к результатам.

Указанные примеры нарушения технологии проведения метрологии

(калибровки) аппаратуры свидетельствуют о внесении ошибок в замеры этой аппаратурой, что приводит к ухудшению качества получаемых материалов ГИС.

Основным способом определения ошибки при регистрации данных ГИС являются повторные замеры. Величина ошибки для каждого метода регламентируется техническими условиями и закреплена Технической Инструкцией (ТИ). В большинстве случаев при регистрации для большинства методов ошибка, не превышает допустимую величину. Значительные ошибки имеют место при регистрации радиоактивных методов (РК), которые играют ведущую роль при оценке фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), особенно в сложно построенных коллекторах.

Данные повторных замеров предоставляются исполнителями и оцениваются визуально, что не позволяет выявить ошибки при регистрации, которые составляют от 2-3 до 5-10 и более %.

Авторы провели оценку величины ошибки при сравнении основного и повторного замеров по пластам различной толщины. Расхождения между основным и повторным

замерами каротажа оценивались с помощью формулы:

$$\text{Отн. расхождение} = 100 \cdot \frac{\text{Хповт.замера} - \text{Хосн.замера}}{\text{Хосн.замера}}$$

где Хосн.замера , Хповт.замера - значения физической величины основного и повторного замеров.

В результате получены следующие значения относительных расхождений. (см. Таблица №1).

Из таблицы видно, что для всех методов РК ошибка превышает допустимую в два и более раз. Ошибка увеличивается с уменьшением толщины пласта.

Графически показано:

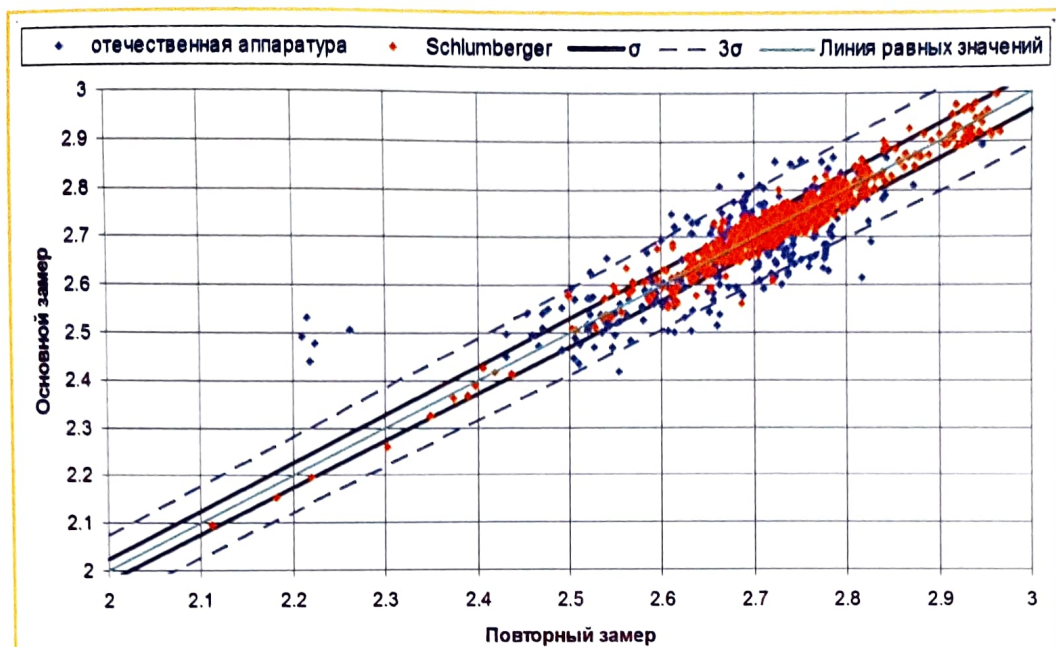
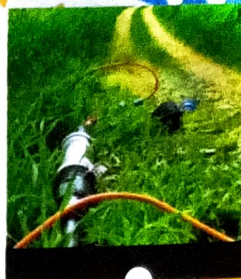


Рис. 3. Сопоставление повторных и основных замеров плотности отечественной аппаратурой и аппаратурой Schlumberger

1. Как видно из рисунков 1а и 1б, ошибка при регистрации метода ГК при допустимой величине 5% превышает эту величину более чем в два раза.

2. При регистрации метода НКТ (большого и малого зондов) при допустимой величине 3% замеренные значения превышают эту величину более чем в два раза. (см. Рис. 2)

3. Как видно из сопоставления, ошибки замеров отечественной аппаратурой превышают ошибки замеров аппаратурой Schlumberger более чем в два раза. (см. Рис. 3)

Основной причиной ошибок, превышающих допустимые, при регистрации методов РК, по нашему мнению, является несоблюдение технологии производства исследований. Это превышение скорости регистрации, несоблюдение методики метрологического контроля аппаратуры и др.

Из представленного ряда замечаний к качеству полевых материалов ГИС можно сделать вывод, что контрольно-интерпретационная партия (КИП) не выполняет свои функции по контролю за качеством принимаемых результатов скважинных исследований. КИП не требует от оператора представления «файл протокола» выполненных исследований, по которому можно проверить работу оператора. КИП допускает приём материалов ГИС с ошибками, которые превышают допустимые. КИП не формирует заключение по качеству принимаемых

материалов со всеми данными для оценки качества с последующим представлением заказчику и в дальнейшем потребителю. КИП не проводит обобщение результатов интерпретации для уточнения алгоритмов по определению геологических параметров и граничных значений по выделению коллектора и продуктивного пласта, что снижает в целом эффективность ГИС. КИП допускает в заключениях оценку пористости и нефтенасыщенности в пластах толщиной меньше 1,5-1,0 м. (0,6, 0,4 и даже 0,2 м.), что, по сути невозможно, снижая этим доверие к заключению и вводя в заблуждение (обман) заказчика.

Причиной приведенных замечаний к качеству материалов ГИС, по мнению авторов, является в основном неудовлетворительная организация работ. Отсутствует должный контроль качества производства работ как со стороны непосредственно исполнителя исследований, так со стороны недропользователя (заказчика работ). Со стороны недропользователя должны быть организованы супервайзерские работы, специалисты которых должны регулярно контролировать качество работ производителей ГИРС как при подготовке на базе (подготовку и метрологию аппаратуры и оборудования), так и работу оператора на скважине, а также полноту представления результатов в соответствии с требованиями нормативно-методических действующих документов.

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ РАЗВЕДОЧНОЙ ГЕОФИЗИКИ ИССЛЕДОВАНИЕ СКВАЖИН