

УДК 531.746, 550.8.08, 550.832

И. В. Гринев, А. Б. Королев, В. Н. Ситников
ООО «Нефтегазгеофизика»

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ МАГНИТОМЕТРИЧЕСКИХ ИНКЛИНОМЕТРОВ

Рассмотрены и классифицированы погрешности, встречающиеся при измерениях магнитометрическими инклинометрами. Предложены два подхода к классификации погрешностей: по характеру проявления и по источнику их происхождения.

Ключевые слова: инклинометр, погрешности, классификация.

Введение

Классификации погрешностей геофизических исследований скважин (ГИС) посвящено достаточно много работ. Наиболее полно она рассмотрена в [1].

Инклинометрическим исследованиям, как одному из методов ГИС, также присущи погрешности измерений. Широкий класс этих погрешностей и их источников, диапазоны количественных погрешностей значений подробно описаны в [5, 6], там же предложена и определенная их классификация.

К сожалению, до настоящего времени нет работ, в которых рассматривается весь или почти весь перечень погрешностей, как нет и работ, в которых приводится подробная классификация погрешностей инклинометрических исследований. Большинство имеющихся работ, в которых уделяется внимание классификации погрешностей, ограничиваются лишь грубым вариантом классификации по причине возникновения и характеру проявления.

Настоящая статья ставит своей целью привести более подробную, насколько это возможно в рамках одной статьи, классификацию погрешностей инклинометрических исследований, свойственных магнитометрическим инклинометрам (оснащенным также акселерометрическими датчиками).

В процессе эксплуатации на инклинометр и инклинометрический датчик воздействует целый ряд случайных и закономерных факторов, приводящих к дополнительным погрешностям измерений, сравни-

мым, а иногда и превосходящим по абсолютной величине основную погрешность.

В качестве неполного перечня можно выделить следующие факторы, приводящие к дополнительным погрешностям (приведенный перечень не претендует на полноту):

- температура окружающей среды;
- ускорения (линейные и центростремительные) в движении инклинометра, влияющие на показания акселерометрических датчиков. К данному перечню также относятся ударные воздействия, вибрации, а также вращение инклинометра вокруг своей оси;
- искажения магнитного поля Земли из-за воздействия кондуктора, бурильных труб и иных ферромагнитных материалов в непосредственной близости к инклинометрическому датчику;
- вариации и локальные аномалии магнитного поля Земли, которые выражены в регулярных и нерегулярных колебаниях его компонент [2–4];
- другие факторы (изгиб охранного кожуха, нестабильность питающего напряжения, ошибки программного обеспечения и др.).

В настоящей статье предлагаются два варианта классификации погрешностей инклинометрии: по источнику их возникновения и по характеру их проявления.

В [5, 6] предложена ограниченная классификация погрешностей по причине (источнику) возникновения:

- *методические погрешности* (например, возникающие при расчете координат оси скважины [7]);
- *технологические погрешности* (например, вызванные несоосностью скважинного прибора инклинометра и ствола скважины);
- *инструментальные погрешности*, присущие применяемым инклинометрам (иногда эти погрешности называют аппаратурными).

Авторы статьи считают необходимым дополнить приведенную выше классификацию еще одним видом погрешностей – *субъективными погрешностями*, называемыми также ошибками оператора. Объективности ради, следует заметить, что этот класс погрешностей благодаря компьютеризации измерительного процесса играет чрезвычайно малую роль.

Наглядно приведенная классификация погрешностей по источнику возникновения приведена на рис. 1.

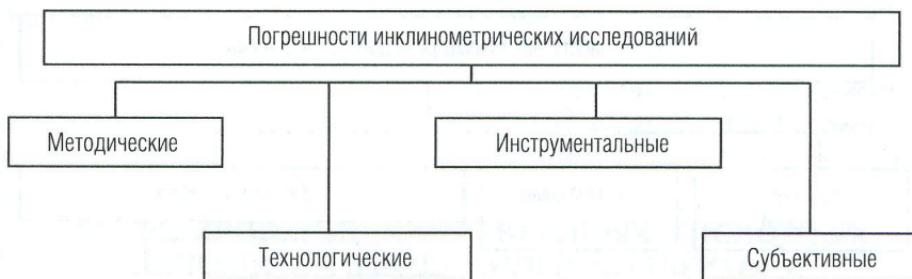


Рис. 1. Классификация погрешностей инклинометрических исследований по источнику возникновения

По характеру проявления погрешности можно классифицировать следующим образом:

- *грубые погрешности* (промахи), например, из-за ударных воздействий на инклинометр;
- *случайные погрешности*, вызванные, например, шумами первичных преобразователей;
- *систематические погрешности*, которые в зависимости от характера изменения во времени можно разделить на постоянные (неизменяющиеся во времени, например, погрешности калибровки, несоосность первичных преобразователей и скважинного прибора, их неортогональность и др.); переменные (изменяющиеся во времени), среди которых выделяют прогрессирующие (дрейфовые), периодические и изменяющиеся по сложному закону (нерегулярные) погрешности.

Такой подход к классификации погрешностей проиллюстрирован на рис. 2.

Детальные описания конкретных источников и характера проявления погрешностей инклинометрических исследований приведены в многочисленных работах, в том числе в [2–7], поэтому в настоящей работе не рассматриваются.

Приведенная в настоящей статье классификация погрешностей, по мнению авторов, позволяет выработать общие подходы к минимизации большей части погрешностей: промахи исключаются из данных (при использовании корректных критериев обнаружения погрешностей данного типа), случайные погрешности устраняются фильтрацией данных, периодические и изменяющиеся по сложному закону погрешности – путем внесения соответствующих правок и т. д.



Рис. 2. Классификация погрешностей инклинометрических исследований по характеру проявления

ЛИТЕРАТУРА

1. Абросимов М. Г., Блюменцев А. М., Козыряцкий Н. Г., Мельчук Б. Ю. Метрологическое обеспечение геофизических исследований скважин: Справочник. М.: ГНЦ РФ ВНИИгеосистем, 2011. 134 с.
2. Гринев И. В., Королев А. Б., Ситников В. Н., Тихомиров А. Н. Мониторинг вариаций геомагнитного поля с целью комплексного уточнения инклинометрических измерений // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2016. Вып. 9 (267). С. 172–185.
3. Гринев И. В., Королев А. Б., Ситников В. Н. Повышение точности инклинометрических измерений в субвертикальных скважинах // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2016. Вып. 12 (270). С. 98–113.
4. Гринев И. В., Королев А. Б., Ситников В. Н. Гибридный метод градуировки инклинометрических датчиков // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2018. Вып. 9 (291). С. 62–73.
5. Козыряцкий Н. Г. Принципы метрологического обеспечения инклинометрии нефтяных и газовых скважин: Дис. ... канд. технич. наук. Тверь: ВНИГИК, 1987. 216 с.
6. Козыряцкий Н. Г. Источники погрешностей инклинометрических исследований скважин // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2013. Вып. 3 (225). С. 215–234.
7. Козыряцкий Н. Г. Анализ точности расчета координат ствола скважины по данным инклинометрии // НТВ «Каротажник». Тверь: Изд. АИС. 2002. Вып. 98. С. 115–122.

Рецензент доктор техн. наук, проф. Г. В. Миловзоров