

Московский государственный открытый университет

Широкое использование информационно-измерительной техники и технологий в интенсивно развивающемся горном производстве ставит некоторые новые задачи, связанные с цифровой обработкой (ЦО) данных, которая позволяет достигнуть высокой - точности, чувствительности, достоверности, полноты и быстродействия одновременно. Например, оперативный контроль ненормированного изменения показателей системы «Вода – воздух - горные породы» на горных объектах (ГО) - в частности, обводненности, наличие метана и т.д. в зонах добычи полезных ископаемых).

Считается, что точность ЦО любых данных, в т.ч. и контрольно-измерительных – высока. И она определяется исключительно уровнем квантования. При этом полагают, что погрешности минимальны, либо отсутствуют. Но что это = постулат или гипотеза? Рассмотрим этот вопрос подробнее с метрологических позиций.

Заметим, что, здесь, во-первых, необходимо согласовать взаимодействие и точность используемых образцовых мер, которые всегда используются при ЦО данных в непосредственном режиме функционирования. Во-вторых, объемы информации на ГО, как и многих других промышленных объектах, бесконечно велики, т.е. формально имеем

$$\text{Оинф}_{\text{ГО}} \Rightarrow \infty, \quad (1)$$

где $\text{Оинф}_{\text{ГО}}$ – объемы данных на промышленном объекте.

В-третьих, обработка - $\text{Оинф}_{\text{ГО}}$ требует разработки метрологических алгоритмов, учитывающих особенности применяемых образцовых мер (рис.1). При ЦО данных образцовые меры должны использоваться как в процессе эксперимента, так и обработки его результатов.

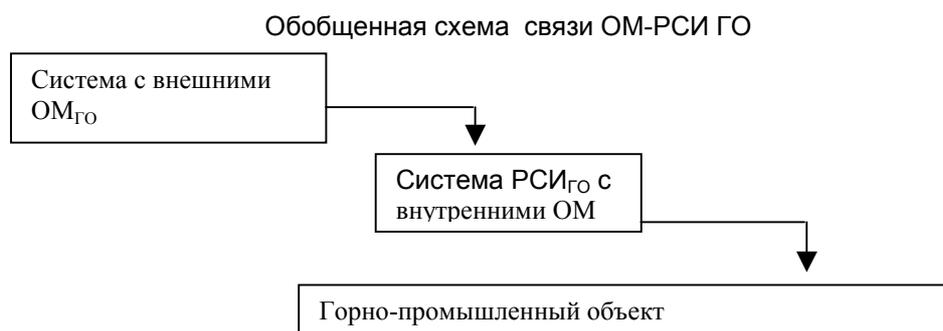


Рис. 1

$\text{ОМ}_{\text{ГО}}$ – образцовые меры; $\text{ПСИ}_{\text{ГО}}$ – рабочие средства измерений.

В-четвертых, результаты и возможности ЦО поверочных данных технологических средств измерений и контроля пока еще используются ограниченно. А они являются источником дополнительной информации, необходимой для модернизации горного производства и региональной экологической реконструкции.

Известно, что в процессе обработки измерительных данных всегда возникают погрешности. Но их величина зависит от множества факторов как известных, так и неизвестных. Что создает определенные метрологические проблемы. Рассмотрим несколько взаимосвязанных групп составляющих погрешностей ЦО данных (рис. 2):

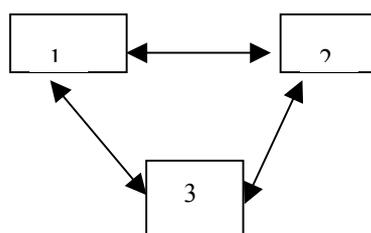


Рис. 2

1. Погрешности динамического процесса квантования (преобразования) - $\Delta_{\text{цот.п.}}(D,t)$, возникающие в различных диапазонах - (D) изменения физической величины, определяющей некоторый технологический параметр (т.п.)

$$\Delta_{\text{цот.п.}}(D,t) = \sum_i \Delta_{\text{с-цои}}(D,t) + \sum_j \Delta_{\text{сл-цои}}(D,t), \quad (2)$$

где $\Delta_{\text{цот.п.}}(D,t)$ - общая погрешность квантования; $\Delta_{\text{с-цои}}(D,t)$,

$\Delta_{\text{сл-цои}}(D,t)$ - систематические и случайные составляющие погрешностей динамического процесса квантования, соответственно.

При ЦО данных систематические составляющие - $\Delta_{\text{с-цои}}(D_{\text{т.п.}},(t))$, хотя и остаются постоянными, либо закономерно изменяются в процессе квантования в определенном диапазоне - $(D_{\text{т.п.}},(t))$, но достаточно трудно выявляемы. Что затрудняет оперативное внесение соответствующих поправок. Исследование и учет же случайных составляющих - $\Delta_{\text{сл-цои}}(D_{\text{т.п.}},(t))$ при ЦО, выявляемых в процессах многократных повторных измерений одного и того же параметра на больших отрезках времени, осуществляется статистически.

В метрологических процессах случайные - $\Delta_{\text{сл-цои}}(D_{\text{т.п.}},(t))$ и систематические - $\Delta_{\text{с-цои}}(D_{\text{т.п.}},(t))$ составляющие погрешностей технологических параметров проявляются в рабочем пространстве - $x_{\text{т.п.}}, y_{\text{т.п.}}, z_{\text{т.п.}}$ и времени - t одновременно либо разновремено. Так что общая погрешность - $\Delta_{\text{цот.п.}}(t) = \Delta_{\text{сл-цои}}(D_{\text{т.п.}},(t)) + \Delta_{\text{с-цои}}(D_{\text{т.п.}},(t))$ при условии их независимости представима в модели СКО

$$\sigma_{\text{цот.п.}}(t, x_{\text{т.п.}}, y_{\text{т.п.}}, z_{\text{т.п.}}) = \sqrt{\sigma_{\text{сл-цои}}^2(t, x_{\text{т.п.}}, y_{\text{т.п.}}, z_{\text{т.п.}}) + \sigma_{\text{с-цои}}^2(t, x_{\text{т.п.}}, y_{\text{т.п.}}, z_{\text{т.п.}})}. \quad (3)$$

2. Значения временных и пространственных составляющих случайной погрешности заранее неизвестно, они возникают из-за множества различных, в т.ч. и неучтенных факторов (например, работа горного оборудования на различных горизонтах), при которых действительно осуществляются контроль и измерения производственных процессов. Случайные погрешности хотя и нельзя исключить полностью, но их влияние учитывается при обработке полученных результатов измерений. Для этого должны быть определены их вероятностные и статистические характеристики (закон распределения; закономерности изменения: математического ожидания, моды, медианы, среднего значения СКО; доверительные вероятность и интервал и др.).

3. Погрешности, возникающие вследствие нелинейности, а значит изменяющейся чувствительности - S_1-S_n по-разному в диапазонах - D_1-D_n измеряемых, контролируемых и наблюдаемых технологических величин. Т.е. здесь есть задача правильного метрологического представления многошкальности - A_1-A_n диапазона - $D_{\text{т.п.}}(t)$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta_{\text{шк1}} = f_1(A_1, S_1(t)), \text{ изменения } D_{\text{т.п.}}(t) \text{ в ненормированных условиях} \\ \dots \\ \Delta_{\text{шкн}} = f_n(A_n, S_n(t)), \text{ изменения } D_{\text{т.п.}}(t) \text{ в ненормированных условиях} \end{array} \right. \quad (4)$$

В контрольно-измерительных процессах горных технологий при обработке результатов метрологических наблюдений возможны и другие аспекты рассмотрения метрологических особенностей ЦО данных по каждому технологическому показателю в горном производстве, что требует проведения дополнительных исследований.