

АКТИВИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГОРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Ткачева Т.А.

Московский государственный открытый университет
Москва, 129805, ул. П. Корчагина, 22, т. 283.6812

В настоящее время идет интенсивное повышение точности цифровой статистической обработки (ЦСО) любых данных, в т.ч. контрольных, измерительных и наблюдений, повышается фактология горно-производственных процессов. Но при этом возникают и новые проблемы. Во-первых, объемы получаемых производственных данных хотя и велики, но нет доказательств того, что они адекватно отражают истинное положение, например, с надежностью горного оборудования (ГО). Особенно это касается изменчивости допусков на параметры, входящие в показатели надежности.

По ГО, мы имеем пространственно-временную метризирующую зависимость вида

$$\text{Од}_{\text{тн, тк, тн}} (X \pm \Delta X, Y \pm \Delta Y, Z \pm \Delta Z, t \pm \Delta t) \rightarrow \infty, \tag{1}$$

где $\text{Од}_{\text{тн}}$ – изменяющиеся в пространстве и во времени объемы данных прецизионных технологических измерений - **тн**, контроля - **тк** и наблюдений - **тн** на горном объекте.

В пределах допусков имеет место значительная изменчивость закономерностей распределений параметров, показанная на рис. 1-3. Известно, что теория измерений и контроля достаточно хорошо разработана. А теория наблюдений требует дальнейшего теоретического обоснования. И именно на это и направлена ЦСО.

Во-вторых, известно, что горные технологии сложны, дорогостоящи, существенно влияют на экологию региона, где размещено месторождение полезных ископаемых. Поэтому необходимо разрабатывать в них высокоточные метрологические процессы. Они могут быть представлены по каждому виду ГО, технологическим участкам (перегрузка – п; забой – з; вскрыша – в; склад - с) карьеров (разрезов) и т.д. общими моделями

$$\text{Од}_{\text{тн, тк, тн}} (X_{\text{ГО}} \pm \Delta X_{\text{ГО}}, Y_{\text{ГО}} \pm \Delta Y_{\text{ГО}}, Z_{\text{ГО}} \pm \Delta Z_{\text{ГО}}, t_{\text{ГО}} \pm \Delta t_{\text{ГО}}) \rightarrow \infty, \tag{2}$$

$$\text{Од}_{\text{тн, тк, тн}} (X_{\text{п}} \pm \Delta X_{\text{п}}, Y_{\text{п}} \pm \Delta Y_{\text{п}}, Z_{\text{п}} \pm \Delta Z_{\text{п}}, t_{\text{п}} \pm \Delta t_{\text{п}}) \rightarrow \infty, \tag{3}$$

$$\text{Од}_{\text{тн, тк, тн}} (X_{\text{з}} \pm \Delta X_{\text{з}}, Y_{\text{з}} \pm \Delta Y_{\text{з}}, Z_{\text{з}} \pm \Delta Z_{\text{з}}, t_{\text{з}} \pm \Delta t_{\text{з}}) \rightarrow \infty, \tag{4}$$

$$\text{Од}_{\text{тн, тк, тн}} (X_{\text{в}} \pm \Delta X_{\text{в}}, Y_{\text{в}} \pm \Delta Y_{\text{в}}, Z_{\text{в}} \pm \Delta Z_{\text{в}}, t_{\text{в}} \pm \Delta t_{\text{в}}) \rightarrow \infty, \tag{5}$$

$$\text{Од}_{\text{тн, тк, тн}} (X_{\text{с}} \pm \Delta X_{\text{с}}, Y_{\text{с}} \pm \Delta Y_{\text{с}}, Z_{\text{с}} \pm \Delta Z_{\text{с}}, t_{\text{с}} \pm \Delta t_{\text{с}}) \rightarrow \infty, \tag{6}$$

ЦСО данных по моделям (2 – (6) для оперативного управления на горных предприятиях позволяет рассчитывать полную совокупность статистических показателей – средние (**Ma**, **Me**, **Mo**), отклонения – (**σ**, **D**, **V**). Пример гистограммы распределения по первичным инструментальным высокоточным измерениям $\tau_{\text{п}}$, проведенных в различных условиях экскавации (на нескольких месторождениях, в летние, зимние, осенние и весенние периоды и, в частности, для экскаваторов ЭКГ-8И и ЭКГ-10, как новых, так и прошедших капитальный ремонт), представлены на **рис. 1**.

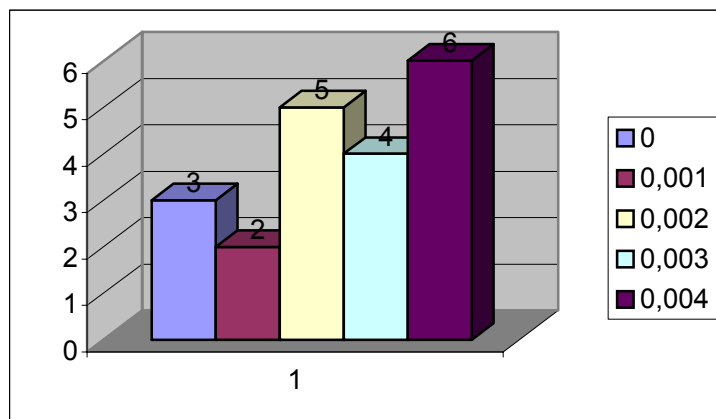


Рис. 1

На **рис. 1** – показано полученное расчетное полимодальное распределение времени цикла экскавации, зависящего места размещения экскаваторов по технологическим участкам карьеров (разрезов).

Пример гистограммы закономерности распределения статистического коэффициента готовности **K_{ГО}** в различных условиях (горно-геологических, синоптических, нагруженных) работы и систем ремонтно-профилактического обслуживания (РПО) ГО дан на **рис. 2**.

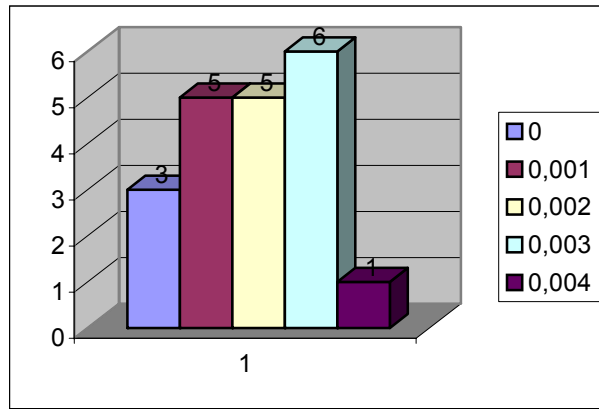


Рис. 2

Распределение значений $K_{\Gamma GO}$ на рис. 2 имеет одномодальный характер с левой асимметрией, что связано с относительно облегченными условиями эксплуатации ГО на перегрузке.

Одним из важнейших показателей работы ГО является нагруженность. Его исследования позволяют точнее рассчитывать режимы работы исходя из фактических условий эксплуатации. Пример гистограммы распределения статистического $Ha_{\Gamma GO}$ в экстремальных условиях работы ГО представлен на рис. 3.

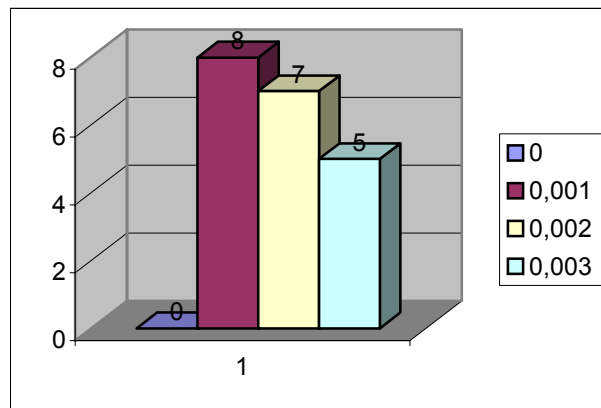


Рис. 3

Представленная гистограмма распределения $Ha_{\Gamma GO}$ - одномодально и имеет правую асимметрию, что характерно для сложных условий работы, например, в забоях нижних горизонтов.

ЦСО способствует более точной метризации пространства размещения ГО, дает возможность оперативного управления, повышает защищенность персонала. Обобщенная схема системы метризации карьерного пространства представлена на рис. 4.

Обобщенная схема метризации карьерного пространства

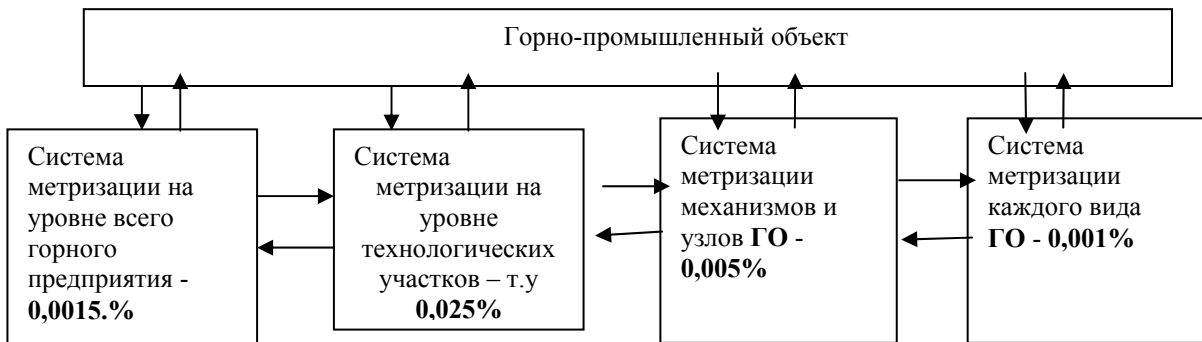


Рис. 4

Системы метризации имеют различную точность, что определяется точностью используемых в них средств измерений, контроля и наблюдений. В системы метризации включаются расчеты изменения как самих параметров, так и их производных. А именно по коэффициенту готовности - $K_{\Gamma GO}$: $dK_{\Gamma GO}/dt$, $d^2K_{\Gamma GO}/dt^2$; нагруженности - $Ha_{\Gamma GO}$: $dHa_{\Gamma GO}/dt$, $d^2Ha_{\Gamma GO}/dt^2$; средней наработке - $T_{\Gamma GO}$: $dT_{\Gamma GO}/dt$, $d^2T_{\Gamma GO}/dt^2$ и т.д.

На основании полученных расчетов строятся фазовые портреты, которые являются источником корректирующей информации режимов работы ГО:

$$dK_{r_{ГО}}/dt = f_{kr}(K_{r_{ГО}}), \quad (7)$$

$$d^2K_{r_{ГО}}/dt^2 = f_{kr}(dK_{r_{ГО}}/dt), \quad (8)$$

$$dH_{a_{ГО}}/dt = f_{Ha}(H_{a_{ГО}}), \quad (9)$$

$$d^2H_{a_{ГО}}/dt^2 = f_{Ha}(dH_{a_{ГО}}/dt), \quad (10)$$

$$dT_{ГО}/dt = f_T(T_{ГО}), \quad (11)$$

$$d^2T_{ГО}/dt^2 = f_T(dT_{ГО}/dt), \quad (12)$$

Общие погрешности метризации в целом могут рассчитываться разными методами. Например, арифметическим и геометрическим суммированием. Т.е. имеем

$$\gamma^A = \gamma_k + \gamma_{т.у.} + \gamma_{гои}, \quad (13)$$

$$\gamma^Г = (\gamma_k^2 + \gamma_{т.у.}^2 + \gamma_{гои}^2)^{1/2}. \quad (14)$$

Из выражений (13) и (14) получаем верхнюю и нижнюю оценки погрешностей. Практическое использование которых зависит от решаемых метрологических задач по аттестации и нормированию показателей горных технологий. Современные уровни погрешностей составляют на ряде месторождений – по горной массе – 0,01%, по затратам электроэнергии – 0,005% и т.д.

Литература

1. Материалы научно-технической конференции «Уголь России 2004». – КЕМЕРОВО. 14-17 сентября 2004.
2. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством. М.: Издательство стандартов. – 1990. – 342 с.
3. Владимиров Д.Я., Клебаков А.Ф. Система диспетчеризации «КАРЬЕР» от мониторинга большегрузных автосамосвалов к управлению горно-транспортным комплексом и оптимизации горных работ в карьере. – СЖ Горная промышленность № 4. – 2004. – С. 34-39.