

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ГОРНЫХ ДАННЫХ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Ткачева Т.А.

Московский государственный открытый университет
Москва, 129805, ул. П. Корчагина, 22, т. 283 – 68 -12

В настоящее время из-за экономической разделенности основных горных технологий и в тоже время назревшей необходимости стандартизации и сертификации всей технологии в едином метрологическом пространстве, проблема повышения точности оценки параметров, например, надежности горного оборудования на основе совокупности нескольких системных принципов и методов с использованием цифровой обработки горных данных (ЦОГД) важна и актуальна.

В современных горных системах и их интенсивных технологиях часто наблюдается выход значений производственных показателей за пределы допусков, что резко снижает надежность оборудования. Поэтому применение ЦОГД по всей технологической цепочке создает новые точностные возможности – снижаются погрешности и повышается чувствительность к изменчивости параметров, входящих в показатели надежности, например, – объемной нагруженности, коэффициента готовности оборудования, времени наработки и др.

Полученные результаты исследований на основе ЦОГД в теоретическом плане позволили разработать некоторые аспекты новой системной методологии - принципы системных методов совместной оценки параметров и характеристик текущего технического состояния и надежности горного оборудования (ГО). А именно: принципы – единства; метрологической целостности; информационной детализированности; технологической дифференцированности; индивидуальности каждой единицы ГО. Они и определили первый системно-метрологический метод, включающий принципы:

- единства, который использует и включает метрологическую оценку как при разработке, изготовлении, так и РПО и эксплуатации ГО в процессах «добычи полезных ископаемых & восстановления горно-промышленных зон»;

- метрологической целостности включает совместные контроль и точную оценку теоретической - т, технической - тх и эксплуатационной - э надежности каждого вида ГО, отражающий их взаимосвязь и статистическую зависимость и учитывающий некоторые аспекты метризации места расположения каждой единицы ГО;

- информационной детализированности каждого цикла, например, экскавации, выявляющий: особенности процесса погрузки и истинную нагруженность ГО и всех его механизмов;

- технологической дифференцированности, предусматривающий учет специфики работы ГО на различных технологических участках и технологий карьеров (разрезов).

Принцип метрологической целостности (МЦ) определяется необходимостью создания системы глобальной метрологической аттестации (решающей как тактические, так и стратегические задачи) всех процессов «добычи полезных ископаемых – восстановлении горно-промышленных зон» и представляется обобщенной логической моделью по комплексной оценке:

$$\text{текущего технико-технологического состояния - ТТ-ТС} \\ \{ТТ-ТC_t(t, T_i) \& ТТ-ТC_{тх}(t, T_i) \& ТТ-ТC_э(t, T_i) \}, \quad (1)$$

$$\text{нагруженности ГО} \\ \{N_{т го}(t, T_i) \& N_{тх го}(t, T_i) \& N_{э го}(t, T_i) \}, \quad (2)$$

и других режимных параметров надежности ГО:

$$\text{коэффициента готовности} \\ \{K_{г го}(t, T_i) \& K_{г тх го}(t, T_i) \& K_{г э го}(t, T_i) \}, \quad (3)$$

$$\text{временного ресурса} \\ \{T_{т го}(t, T_i) \& T_{тх го}(t, T_i) \& T_{э го}(t, T_i) \}. \quad (4)$$

Принцип - информационной детализированности, например, цикла экскавации представляется системной моделью

$$\{\tau_{ц т}(t, T_i) \& \tau_{ц тх}(t, T_i) \& \tau_{ц э}(t, T_i)\} \quad (5)$$

Принцип технологической дифференцированности, при ЦОГД учитывает особенности эксплуатации ГО на различных технологических участках и с применением разных технологий карьеров (разрезов) и описывается моделью

$$\text{вскрышных технологий} \\ \{K_{г в т}(T_i) \& K_{г в тх}(T_i) \& K_{г в э}(t, T_i) \}, \\ \text{технологий на перегрузочных площадках} \\ \{K_{г п.п т}(T_i) \& K_{г п.п тх}(T_i) \& K_{г п.п э}(t, T_i) \}, \\ \text{технологий на рудном складе} \\ \{K_{г р.с т}(T_i) \& K_{г р.с тх}(T_i) \& K_{г р.с э}(t, T_i) \}, \quad (6)$$

технологий забоев на различных горизонтах
 $\{K_{гзт}(Ti) \& K_{гзтх}(Ti) \& K_{гзэ}(t,Ti)\}$.

Совокупность моделей (6) технологического $K_{гтехн}$, который изменяется в пределах от 0,5627-0,8941, позволяет выявлять сходства и различия, например, процесса экскавации горной массы в разных зонах карьера и использовать этот опыт в т.ч. и для совершенствования конструкций новых видов ГО, оптимального его использования и т.д.

В целом предложенные и используемые в практике горных предприятий системные методы устраняют главный недостаток, заключающийся в отсутствии жесткой логики совместного управления эксплуатацией и РПО ГО на основе единой контрольно-метрологической и информационно-компьютерной базы ЦОГД, оперативно отражающей процессы: износа, повреждений и т.д. частей, узлов и деталей ГО. И позволяют поэтапно на всех стадиях эксплуатации оперативно контролировать и корректировать заданную нагруженность и обеспечивать надежность ГО на основе оперативной статистической обработки и аналитического использования данных по текущим параметрам и характеристикам (теоретическим, техническим, эксплуатационным). Что определяет стратегию и тактику новых технологий обеспечения надежности ГО, всегда эксплуатируемого в экстремальных условиях.

Второй системно-метрологический метод – это метод совместных оценок теоретической, технической и эксплуатационной надежности.

Метод совместных оценок теоретических показателей надежности

Оценка истинного значения теоретической надежности экскаватора может быть получена в виде выражения

$$\left. \begin{aligned} T_{ТС_{ит го}}(Ti) &= T_{ТС_{ит го}}(Ti) + n_T \sigma_T T_{ТС го}, \\ K_{г_{ит го}}(Ti) &= K_{г_{ит го}}(Ti) + n_T \sigma_T K_{г го}, \\ P_{ит го}(Ti) &= P_{ит го}(Ti) + n_T \sigma_T P_{г го}, \\ T_{ит го}(Ti) &= T_{ит го}(Ti) + n_T \sigma_T T_{г го}, \\ Na_{ит го}(Ti) &= Na_{гэ}(Ti) + n_T \sigma_T Na_{г го}, \end{aligned} \right\} (7)$$

где $T_{ТС_{ит го}}(Ti)$, $T_{ТС_{ит го}}(Ti)$, $K_{г_{ит го}}(Ti)$, $K_{г_{ит го}}(Ti)$, $P_{ит го}(Ti)$, $P_{ит го}(Ti)$, $T_{ит го}(Ti)$, $T_{ит го}(Ti)$, $Na_{ит го}(Ti)$, $Na_{ит го}(Ti)$, $\sigma_T T_{ТС го}$, $\sigma_T K_{г го}$, $\sigma_T P_{г го}$, $\sigma_T T_{г го}$, $\sigma_T Na_{г го}$ – теоретические показатели и средние квадратические отклонения текущего технического состояния показателей надежности ГО в период T_i , соответственно; n_T – число средних квадратических отклонений теоретических показателей текущего технического состояния и показателей надежности в период T_i .

Метод совместных оценок технических показателей надежности

Истинное значение оценки технической надежности экскаватора имеет вид

$$\left. \begin{aligned} T_{ТС_{итх го}}(Ti) &= T_{ТС_{итх го}}(Ti) + n_{ТХ} \sigma_{ТХ} T_{ТС го}, \\ K_{г_{итх го}}(Ti) &= K_{г_{итх го}}(Ti) + n_{ТХ} \sigma_{ТХ} K_{г го}, \\ P_{итх го}(Ti) &= P_{итх го}(Ti) + n_{ТХ} \sigma_{ТХ} P_{г го}, \\ T_{итх го}(Ti) &= T_{итх го}(Ti) + n_{ТХ} \sigma_{ТХ} T_{г го}, \\ Na_{итх го}(Ti) &= Na_{итх го}(Ti) + n_{ТХ} \sigma_{ТХ} Na_{г го}. \end{aligned} \right\} (8)$$

где $T_{ТС_{итх го}}(Ti)$, $T_{ТС_{итх го}}(Ti)$, $Na_{итх го}(Ti)$, $Na_{итх го}(Ti)$, $\sigma_{ТХ} T_{ТС го}$, $\sigma_{ТХ} K_{г го}$, $\sigma_{ТХ} P_{г го}$, $\sigma_{ТХ} T_{г го}$, $\sigma_{ТХ} Na_{г го}$ – технические показатели и среднее квадратическое отклонение текущего технического состояния и надежности в период T_i , соответственно; $n_{ТХ}$ – число средних квадратических отклонений технических показателей текущего технического состояния и надежности в период T_i .

Метод совместных оценок эксплуатационных показателей надежности

Истинное значение оценки эксплуатационной надежности экскаватора определяется как

$$\left. \begin{aligned} T_{ТС_{иэ го}}(t,Ti) &= T_{ТС_{иэ го}}(t,Ti) + \sigma_{ТХ} T_{ТС го}(t), \\ K_{г_{иэ го}}(t,Ti) &= K_{г_{иэ го}}(t,Ti) + n_э \sigma_{ТХ} K_{г го}(t), \\ P_{иэ го}(t,Ti) &= P_{иэ го}(t,Ti) + n_э \sigma_{ТХ} P_{г го}(t), \\ T_{иэ го}(t,Ti) &= T_{иэ го}(t,Ti) + n_э \sigma_{ТХ} T_{г го}(t), \\ Na_{иэ го}(t,Ti) &= Na_{иэ го}(t,Ti) + n_э \sigma_{ТХ} Na_{г го}(t), \end{aligned} \right\} (9)$$

где $T_{ТС_{иэ го}}(Ti)$, $T_{ТС_{иэ го}}(Ti)$, $Na_{итх го}(Ti)$, $Na_{итх го}(Ti)$, $\sigma_{ТХ} T_{ТС го}(t)$, $\sigma_{ТХ} K_{г го}(t)$, $\sigma_{ТХ} P_{г го}(t)$, $\sigma_{ТХ} T_{г го}(t)$, $\sigma_{ТХ} Na_{г го}(t)$ – эксплуатационные показатели среднее квадратическое отклонение эксплуатационных показателей текущего технического состояния и надежности в период T_i , соответственно; $n_э$ – число средних квадратических отклонений эксплуатационных показателей текущего технического состояния и надежности ГО в период T_i .

Изменчивость показателей надежности ГО – это одновременно и сложное явление эксплуатации, и в тоже время – основной фактор, определяющий стратегию правильного, рационального функционирования РПО, что и отражено в моделях (7-9), в которых вся совокупность – характеризует и качество эксплуатации и РПО ГО.

Идеальное РПО – это когда нет отказов из-за его низкого технологического уровня, отсутствием современного оснащения ремонтных цехов, которое определяется уровнем машиностроительных технологий и квалификацией персонала. И здесь само использование ЦОГД способствует резкому повышению качества основных горных технологий.

Сравнение по точности разработанных системных методов с ЦОГД

Все разработанные системные методы в силу своей специфики имеют различную погрешность при их использовании. Результаты их сравнения по точности приведено в табл. 1

Несомненно, что использовать необходимо все разработанные методы, т.к. они являются хорошей метрологической основой аттестации показателей надежности ГО и другой горной техники, также служат основой достижения более высокой точности оценок показателей *надежности*.

Резюмируя, можно сказать, что это научное направление, фундаментально разработанное известными учеными МГГУ – В.И. Морозовым, Л.И. Кантовичем, Р.Ю. Подэрни, В.Н. Гетопановым и многими другими имеет в данной работе свое логическое продолжение и большое будущее для развития как горной индустрии, так и в целом промышленности.

Таблица 1

Сравнительный анализ точности разработанных системных методов по обеспечению надежности горное оборудование

КАРЬЕР	Погрешности оценок показателей надежности на основе разработанных системных методов с ЦОГД		
	Базовый $\frac{Na_{ГО}(t)}{K_{ГО}(t)} / T_{ГО}(t), \%$	1 $\frac{Na_{ГО}(t)}{K_{ГО}(t)} / T_{ГО}(t), \%$	2 $\frac{Na_{ГО}(t)}{K_{ГО}(t)} / T_{ГО}(t), \%$
Д о б ы ч а			
1	12,3/14,9 /15,7	11,5/10,4/12,1	8,8/9,8/8,9
2	14,6/15,2/14,6	10,7/9,3/11,4	9,5/8,4/9,1
3	11,4/13,7/15,3	10,9/9,7/10,6	9,2/9,7/8,7
В о с с т а н о в л е н и е			
1	16,8 / 16,1/18,2	10,4/10,8/11,5	9,8/9,7/8,9
2	16,4 /14,3/15,8	10,9/9,7/11,6	9,5/9,4/9,2
3	15,3/15,7/14,9	10,5/9,4/10,2	9,3/9,6/8,8

Выводы:

1. Адекватные модели показателей фактической надежности ГО возможно получить только на основе системно-метрологических методов, реализующих метризацию производственного пространства ведения горных работ на различных месторождениях полезных ископаемых.

2. Показана возможность активизации системного метрологического обеспечения как тактики и стратегии развития горного производства в целом.

3. Представлены результаты разработки комплекса уточняющих методов оценок теоретической, технической и эксплуатационной надежности ГО, позволяющих регулировать режимы его работы.

4. Показана связь методов точной оценки и обеспечения надежности ГО, имея ввиду особенности ремонтной системы горного предприятия.

5. Проведен сравнительный анализ точности разработанных и исследованных на практике методов.

Литература

1. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 04.04.1993 // СПС «Консультант +».
2. Подэрни Р.Ю. Горные машины и комплексы. Том 1.2. М.: Высшая школа. – 2003.