УДК 621.867

В.П. Дьяченко

МЕТОДЫ ОПИСАНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СЛУЧАЙНОГО ГРУЗОПОТОКА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ЕЕ ЭМПИРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ

Семинар № 19

Описание величины грузопотока ленточных конвейеров как случайного процесса во времени является в настоящее время общепринятым [1, 2, 3]. При этом величина грузопотока x(t) представляется в виде произведения непрерывного случайного процесса (непрерывная составляющая) и потока импульсов единичной высоты, характеризующего интервалы поступления и отсутствия груза. Непрерывная составляющая считается гауссовским марковским процессом с экспоненциальной корреляционной функцией, дискретная - простым пуассоновским процессом. Результирующий процесс, следовательно, также является гауссовским марковским, хотя реализации фактических грузопотоков имеют явно выраженные типичные «фигуры» из импульсов (паттерны) и внутреннюю периодичность.

Таким образом, гауссовская модель обезличивает совершенно разные по характеру эмпирические реализации величины грузопотока. Другие недостатки нормального закона распределения обсуждаются, например, в работах [4, 5]. В связи с этим в работе [4] предложено пирсоновское распределение общего вида.

В работе [5] обосновывается распределение величины грузопотока в виде его частного случая-бета-распределения. Для такого распределения характерна функциональная связь между средней величиной и дисперсией, часто наблюдаемая в реализациях забойных грузопотоков угольных шахт. Но и эта модель не позволяет варьировать вид функциональной связи двух параметров распределения.

В то же время, имеется ряд экспериментальных исследований, в которых установлены функциональные эмпирические связи между различными статистическими характеристиками величины грузопотоков. Однако отсутствует математическая модель случайного грузопотока, в которой можно было бы использовать эти зависимости.

Ниже предложена модель для описания случайного грузопотока на основе его эмпирических характеристик, в которой используются два закона распределения двух независимых параметров. Модель основана на процессах типа «кенгуру»[6].

В отличие от существующих моделей грузопотоков, в рассматриваемом типе процессов интенсивность распределения времени пребывания процесса на различных уровнях $x_i(t)$ функционально связана с величиной этих уровней: $\gamma = f(x)$, - а не является постоянной величиной. Такие процессы так же являются марковскими с некоторым финальным рассмотрение p(x), а плотность вероятности перехода за время dt из состояния

x_0 в состояние x для них определяется, как

$$Q(x, dt / x_0, 0) = [1 - \gamma(x_0)dt]\delta(x - x_0) + \\ + \overline{\gamma}(x)\overline{\gamma}(x_0)p(x)dt / \overline{\gamma},$$

где $\overline{\gamma}$ – средняя интенсивность переходов.

Плотность Q(x) = $\overline{\gamma}$ (x)p(x)/ $\overline{\gamma}$ - плотность вероятности распределения уровней (состояний), а величины p(x)- плотность вероятности распределения величины грузопотока, она выше для тех состояний, которые существуют дольше - для которых $\overline{\gamma}$ (x) меньше. Таким образом, эмпирическому определению подлежат два из приведенных выше трех распределений Q(x), γ (x)/ $\overline{\gamma}$,p(x). Корреляционная функция процесса:

$$K(\tau) = \int_0^{X\max} (x - \overline{x})^2 p(x) e^{-v(x)|\tau|} d\alpha,$$

где x - средняя величина грузопотока.

Таким образом, можно описать процесс с корреляционной функцией произвольной сложности. Вид функциональной связи между *x* и дисперсией определяется функцией *γ (x).* Анализ реализаций забойных грузопотоков угольных шахт, приведенных в различных источниках, показал, что имеются грузопотоки «отнулевые», при которых выбросы до уровня x_{max} редки и кратковременны, и грузопотоки «от максимума»,величина которых в основном колеблется вблизи $x_{max.}$ Поэтому в общем случае распределение p(x) необходимо выражать в виде:

$P(x) = P_1\delta(0) + P_2\,\delta(x_{max}) + p_п(x)(1 - P_1 - P_2)$,

где P_1 и P_2 – вероятности нулевого (или другого минимального возможного) и максимального грузопотоков; $p_п(x)$- распределение величины грузопотока в диапазоне $0 < x < x_{max.}$

Величина Q(x) также должна состоять из трех компонент: Q_1, Q_2 и q(x). Поскольку величина γ (x) может принимать и большие значения, конечной величиной является обратная ей величина T(x). Распределения T(x) также состоит из трех компонент, т.к. имеет место равенство

p(x)= $\overline{\gamma}$ Q(x)T(x).

Непрерывную часть этих распределений предполагается списывать с помощью бета-распределения [5]. Если принять $y = x/x_{max}$, то плотность распределения величины y при этом имеет вид

$$f(y) = \frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a) + \Gamma(b)} y^{a-1}(1-y)^{b-1},$$

$0 \le y \le 1$, (1)

где Г(·)-гамма-функция,а *a≥1 b≥1.*

Для имеющих физической смысл распределений параметров грузопотока показатели степени распределения p(x) должны быть больше показателей степени распределения Q(x) хотя бы на единицу. Для суммы двух грузопотоков, при $x_{1max}=x_{2max}$ (для иного случая в целях краткости изложения формулы не приводятся):

$p(x) = p_1(x)*p_2(x)$

$T(x) = (p_1*p_2)/[(p_1\gamma_1)*p_2+p_1*(p_2\gamma_2)]$,

где * -символ свертки функций.

С достаточно большой точностью свертка может быть представлена при показателях степени в формуле (1), равных для одного распределения a и b, а для второго – c и d, в виде:

$$f_1(y) * f_2(y) \approx C(a,b)C(c,d)y^{a+c-2}(2-y)^{b+d-2} \times \\ \times [C^{-1}(a+d, b+c) + \sum_{i=1}^{n} a_i(1-y)^i] \quad (2)$$

где c(a, b) – отношение гамма функций в формуле (1); a_i – коэффициенты, определяемые из условия равенства моментов распределения – свертки и прибли-

женного распределения; n – количество моментов распределения, для которых должно быть обеспечено равенство.

Заметим, что в формуле (2) наличие коэффициента C(a+d, b+c) обеспечивает равенство плотности точного и приближенного распределений суммы двух грузопотоков в центре распределения y = 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г.* Вероятностные методы расчета транспортирующих машин. - М.: Машиностроение, 1983.
2. *Основные* положения по проектированию подземного транспорта новых и действующих угольных шахт. – М.: ИГД, 1992.
3. *Романюха И.Е.* Грузопотоки ленточных конвейеров. – В кн.: Развитие и совершенствование шахтного и карьерного транспорта. – М.: Недра, 1973. – С. 15-21.
4. *Мерцалов Р.В.* Обобщение статистики о неравномерности забойных грузопотоков на угольных шахтах. – В кн.: Шахтный и карьерный транспорт, вып. 9. – М.: Недра, 1984. – С. 5 – 13.
5. *Дьяченко В.П.* К обоснованию расчетных эксплуатационных режимов ленточных конвейеров горных предприятий. ГИАБ. – М.: МГГУ, № 1, 2003 – С. 223-224.
6. *Brissaud A., Frisch U.* Solving linear stochastic differential equations. – J. Math. Phys., 1974, №5, p. 524-534.

Коротко об авторах

Дьяченко В.П. – Московский государственный горный университет.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА			
ЛИНУЖС Андрис	Снижение техногенной нагрузки на грунты при транспортировке и хранении нефтепродуктов на основе использования комплекса физико-хими-ческих и микробиологических технологий	25.00.36	к.т.н.