

# КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ГЕНЕРАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Г. Н. Рейзина, Н. А. Микулик, Г. К. Воронович

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Беларусь*

*E-mail: mathematics1@bntu.by*

Предложена методика и пример анализа случайных процессов колебательных систем транспортного средства, на основе корреляционного анализа позволяющие решать задачи синтеза с высокой точностью, скоростью, без дополнительных экспериментов.

*Ключевые слова:* корреляционный анализ, дисперсионный анализ, регрессионный анализ, корреляционный момент, корреляционная матрица.

Современная наука об исследовании динамики транспортных средств (ТС) характеризуется большим объемом экспериментальных данных, характеризующих связи между отдельными звеньями системы, параметрами состояний, вибронегруженностью. В то же время быстрое получение информации, интересующей исследователя, затруднительно вследствие большого объема и неполной систематизации. Не дает большого эффекта и чисто механическое кодирование – перенос информации на машинные носители («базы» или «банки» данных), поиск информации в них не менее трудоемок.

Эффективным методом получения точной информации для конкретных транспортных средств, условий их эксплуатации является создание (генерация) математических моделей динамики системы «дорога-шина-ТС».

Как известно [1], корреляционный анализ в целом предназначен для анализа ряда ситуаций. Если состояние некоторой системы ТС описывается выходными данными (параметром оптимизации)  $Y$ , на величину которого пользователь воздействует, изменяя входные (управляющие) параметры  $X$ , то модель представляет математическое соотношение, описываемое зависимостью  $Y = F(X)$ . Корреляция может быть однофакторной или многофакторной, в последнем случае количество входных данных  $X$  более одного.

Разработанное авторами программное обеспечение для анализа многофакторной корреляции решает задачу моделирования по следующей методике:

1. Дисперсионный анализ позволяет установить: не зависит ли выходной параметр  $Y$ , кроме входных величин  $X$  от других неслучайных воздействий, иначе говоря, допустим ли в данном случае однофакторный корреляционный анализ или необходим многофакторный.

2. Корреляционный анализ определяет, существует ли тесная (статистически значимая, функциональная) зависимость величин  $Y$  от  $X$ . Анализ может быть проведен методом расчета корреляционного отношения или более строго методом ранговой корреляции.

3. Регрессионный анализ позволяет рассчитать коэффициенты регрессии модели либо для одного из 12 распространенных видов регрессии [2], либо методом полиномиальной регрессии.

Описание методики программного обеспечения не несет принципиальной новизны, его преимуществами являются компактность, простота и быстрота применения.

Примером является корреляционный анализ колебаний систем поддрессорования многоопорного шасси. Возбуждаемые внешними случайными возмущениями колебания поддрессоренных и неподдрессоренных масс в заданных условиях движения ТС можно рассматривать как стационарные случайные процессы с признаками эргодичности. В этой связи получаемые оценки плавности хода и других показателей анализировались как случайные величины, связь которых характеризуется корреляционной функцией. Для системы случайных величин важной характеристикой служит корреляционный момент. В практических расчетах степень связи между случайными величинами удобно оценивать безразмерной величиной – коэффициентом корреляции, значение которого находится в пределах  $\pm 1$ . более наглядное представление о взаимосвязи системы случайных величин дает нормированная корреляционная матрица  $[r_{ij}]$ :

$$r_{ij} = \frac{K_{ij}}{\sigma_i \sigma_j} = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \dots & r_{1k} \\ 0 & 1 & r_{23} & \dots & r_{2k} \\ 0 & 0 & 1 & \dots & r_{3k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}. \quad (1)$$

В соответствии с уравнением генерации случайных процессов (1) получены значения коэффициентов корреляции между отдельными оценками показателей плавности хода четырехосного шасси:  $\sigma_{z_1}, \sigma_{z_2}, \sigma_{\dot{\lambda}_2}$  – среднеквадратическими ускорениями вдоль координатных осей и угловыми –  $\sigma_{\dot{\lambda}_1}, \sigma_{\dot{\lambda}_2}, \sigma_{\beta}$ , результаты которых даны в таблице.

Оценки	$\sigma_{z_1}$	$\sigma_{z_2}$	$\sigma_{\dot{\lambda}_2}$	$\sigma_{\dot{\lambda}_1}$	$\sigma_y$	$\sigma_{\beta}$
$\sigma_{z_1}$	1	0,9988	0,9286	0,8036	0,5067	0,4920
$\sigma_{z_2}$		1	0,9998	0,8016	0,5229	0,5320
$\sigma_{\dot{\lambda}_2}$			1	0,9064	0,4926	0,4880
$\sigma_{\dot{\lambda}_1}$				1	0,5880	0,4868
$\sigma_y$					1	0,6262
$\sigma_{\beta}$						1

Численные значения нормированной корреляционной матрицы дают конкретную количественную оценку взаимосвязи показателей плавности хода при заданных условиях эксплуатации ТС. Надежности количественных оценок  $r_{ij}$  определялись неравенством  $r_{ij} \geq 3m_{r_{ij}}$ , возможная ошибка коэффициента корреляции вычислялась из отношения  $m_{r_{ij}} = (1 - r_{ij}^2) / \sqrt{N}$  с учетом числа опытов (шагов интегрирования) [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Статистические методы обработки эмпирических данных. Рекомендации. – М., 1978. – 232 с.
2. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для ПЭВМ / В. П. Дьяконов. М.: Наука, 1989. – 239 с.
3. Харин Ю. С. Статистическое оценивание параметров. – Минск: БГУ, 1984.