$$\underset{t}{M}\left[f_k\left(t, m_{a1}, m_{a2}, \ldots, m_{an}, m_{\theta 1}, m_{\theta 2}, \ldots, m_{\theta n}\right) \cos(\omega_k t + \theta_k(t))\right] = 0$$

$$(k = 1, 2, \ldots, n).$$

Следует также отметить, что эти оценки совпадают с наиболее вероятными значениями амплитуд и фаз стационарных колебаний системы (1).

Литература

1. Жогаль С.П., Жогаль С.И., Клименко А.В. *Исследование случайных автоколебательных систем с одной степенью свободы методом канонических разложений* // Проблемы физики, математики и техники. 2017. № 1 (30). С. 37–41.

2. Жогаль С.П., Жогаль С.И. *О наиболее вероятных характеристиках установившихся процессов в стохастических автоколебательных системах* // XIX Междунар. науч. конф. по дифференц. уравнениям «Еругинские чтения–2019»: тез. докл. междунар. науч. конф., Могилев, 14–17 мая 2019 г. Мн.: Ин-т математики НАН Беларуси. 2019. Ч. 2. С. 74–76.

3. Рубаник В.П. *Влияние запаздываний в связях на интенсивность шумов в сложных автогенераторах* // Радиофизика. 1987. Т. 30. № 10. С. 1208–1212.

4. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. *Теория случайных процессов и ее инженерные приложения.* М.: Наука, 1991.

РЕШЕНИЯ СИСТЕМ АВТОНОМНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Жук А.И., Защук Е.Н.

Брестский государственный технический университет, Брест, Беларусь
aizhuk85@mail.com; shvichkina@tut.by

Рассмотрим следующую систему на отрезке $T = [0, a] \subset \mathbb{R}$:

$$\dot{x}^i(t) = \sum_{j=1}^{q} f^{ij}(x(t))\dot{L}^j(t), \quad i = \overline{1,p} \tag{1}$$

с начальным условием $x(0) = x_0$, где f^{ij}, $i = \overline{1,p}$, $j = \overline{1,q}$ – некоторые функции, $x(t) = [x^1(t), x^2(t), \ldots, x^p(t)]$, а $L^i(t)$, $i = \overline{1,q}$, – непрерывные функции ограниченной вариации на отрезке T.

Задаче (1) поставим в соответствие следующую конечно-разностную задачу с осреднением

$$x_n^i(t+h_n) - x_n^i(t) = \sum_{j=1}^{q} f_n^{ij}(x_n(t))[L_n^j(t+h_n) - L_n^j(t)], \quad i = \overline{1,p}, \tag{2}$$

с начальным условием $x_n(t)|_{[0,h_n)} = x_{n0}(t)$. Здесь $L_n^j(t) = (L^j * \rho_n)(t) = \int_0^{1/n} L^j(t + s)\rho_n(s)\,ds$, где $\rho_n(t) = n\rho(nt)$, $\rho \in C^\infty(\mathbb{R})$, $\rho \geqslant 0$, $\operatorname{supp}\rho \subseteq [0,1]$, $\int_0^1 \rho(s)\,ds = 1$, а $f_n = f * \widetilde{\rho}_n$, $\widetilde{\rho}_n(x_1, \ldots, x_p) = n^p\widetilde{\rho}(nx_1, \ldots, nx_p)$, $\widetilde{\rho} \in C^\infty(\mathbb{R}^p)$, $\widetilde{\rho} \geqslant 0$, $\int_{[0;1]^p} \widetilde{\rho}(x_1, \ldots, x_p)\,dx_1 \cdots dx_p = 1$, $\operatorname{supp}\widetilde{\rho} \subset [0;1]^p$.

Для описания предельного поведения решения задачи (2) рассмотрим систему

$$x^i(t) = x_0^i + \sum_{j=1}^{q} \int_0^t f^{ij}(x(s))\,dL^j(s), \quad i = \overline{1,p}. \tag{3}$$

Теорема. *Пусть* f^{ij} $i = \overline{1,p}$, $j = \overline{1,q}$, *удовлетворяют условию линейного роста и ограничены,* L^j *– функции ограниченной вариации и непрерывны* $(j = \overline{1,q})$. *Тогда при* $n \to \infty$, $h_n \to 0$ *решение* $x_n(t)$ *задачи Коши* (2) *сходится к решению системы уравнений* (3) *в пространстве* $L^1(T)$, *если*

$$\int\limits_T |x_{n0}(\tau_t) - x_0|\, dt \to 0.$$

Аналогичные теоремы с другими условиями для функций f^{ij} $i = \overline{1,p}$, $j = \overline{1,q}$, были рассмотрены в работах [1, 2].

Литература

1. Жук А.И., Яблонский О.Л., Спасков С.А. *Ассоциированные решения системы неавтономных дифференциальных уравнений с обобщенными коэффициентами. Смешанный случай* // Весцi БДПУ. Сер. 3. Фiзiка, матэматыка, iнфарматыка, бiялогiя, геаграфiя. 2019. № 4. С. 16–22.

2. Жук А.И., Хмызов А.К. *Системы квазидифференциальных уравнений в прямом произведении алгебр мнемофункций. Симметрический случай* // Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 1. Физика. Математика. Информатика. 2010. № 2. С. 87–93.

ЗАДАЧА ПОСТРОЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕПОЧКИ С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Игнатенко В.В., Терешко Е.В.

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь
ihnatsenko@tut.by; lena-tereshko@mail.ru

Одной из важнейших задач производства является задача построения рациональной технологической цепочки производства. При производстве продукта, выстраивается последовательность операций и набор механизмов их выполняющих. Поскольку механизмов, выполняющих одну и туже операцию, достаточно много и они отличаются производительностью, стоимостью и другими параметрами, то очень важно подобрать такой набор механизмов, при котором производство будет наиболее эффективно. Каждая машина имеет заводские характеристики, но этого недостаточно для составления высокоэффективной технологической цепочки. Во-первых, эти характеристики носят усредненный характер и прямое их сопоставление далеко от оптимальной цепочки, во-вторых, на работу многих из их сильно влияют многие случайные факторы. Это особенно заметно в сельском и лесном хозяйствах. Так, в лесозаготовительном и деревообрабатывающих комплексах работа таких механизмов как харвесторы, форвардеры, лесовозы, щеповозы, различные манипуляторы, лесопильные и строгальные станки различных типов и целый ряд других очень сильно зависит от породы и возраста древесины, состава лесосек, местоположения лесосеки, времени года и некоторых других случайных факторов.

Решение этой проблемы практически невозможно без использования математических моделей исследуемых объектов. Как правило, это стохастические модели. Поясним это на конкретной реальной задаче лесопромышленного комплекса.