А. Ф. Зубков, Т. А. Шорникова, Ю. С. Гусынина, Р. В. Наумов (Пенза, ПГТА). **Моделирование социальных и технических систем с учетом случайности поведения формирующих их величин.**

В современных условиях математические методы исследования всё больше проникают в такие области деятельности как экономика, экология, управление научно-техническим процессом. Эти методы важны в исследованиях сложных систем социально-экономического плана. Традиционно работу предприятия можно описать следующими состояниями: (1) объявление конкурса на выполнение заказа; (2) подготовка и подача документации для участия в конкурсе; (3) объявление результатов конкурса; (4) выполнение производственной задачи, соответствующей объявленному конкурсу, прием выполненного заказа; (5) ожидание объявления нового конкурса.

Граф состояний системы представлен на рис.

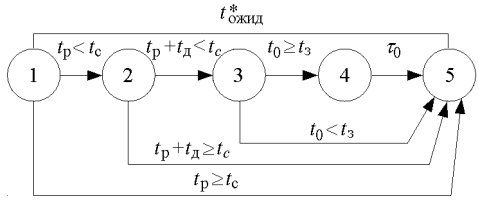

Рис.

Переход из одного состояния модели в другое характеризуется временными параметрами: $t_\text{р}$ — время, отведенное для принятия решения об участии в конкурсе; $t_\text{д}$ — время подготовки документации для участия в конкурсе; $t_\text{с}$ — время выполнения производственных операций в системе; $t_\text{з}$ — время, требуемое на выполнение заказа; t_0 — время, полученное в системе на выполнение заказа, $t_0 = t_\text{с} - (t_\text{р} + t_\text{д})$; $t^*_{\text{ожид}}$ — время ожидания объявления нового конкурса. Для перехода из одного состояния модели в другое необходимо выполнение следующих условий.

1. Если $t_\text{р} < t_\text{с}$, то система переходит в состояние **2**. В противном случае в состояние **5**.

2. Если $t_\text{р} + t_\text{д} < t_\text{с}$, тогда система переходит в состояние **3**. В случае если $t_\text{р} + t_\text{д} \geqslant t_\text{с}$, в состояние **5**.

3. Если $t_0 \geqslant t_\text{з}$, происходит переход в **4** состояние. Если $t_0 < t_\text{з}$ — переход в **5** состояние.

4. Переход из состояния **4** в состояние **5** характеризуется временем устранения недостатков (τ_0).

5. Из состояния **5** система переходит в состояние **1** через некоторое время ожидания объявления нового конкурса.

Рассмотрим переход системы из состояния **1** в состояние **2** в предположении нормального и показательного законов распределения непрерывной случайной величины T (времени).

В случае показательного закона распределения имеем:

$$P_{12} = \int_0^\infty f(t_\text{с}) P\{t_\text{р} < t_\text{с}\}\, dt_\text{с} = \int_0^\infty \lambda_\text{с} e^{-\lambda_\text{с} t_\text{с}} (1 - e^{-\lambda_\text{р} t_\text{с}})\, dt_\text{с} = \frac{t_\text{с}}{t_\text{р} + t_\text{с}}.$$

Для нормального закона распределения, используя функцию Лапласа, имеем:

$$P_{12} = \frac{1}{4}\left(1 + \Phi\left(\frac{a_\text{с}}{E_\text{с}}\right)\right)\left(\Phi\left(\frac{a_\text{р}}{E_\text{р}}\right) + \Phi\left(\frac{t_\text{с} - a_\text{р}}{E_\text{р}}\right)\right),$$

где $a_\text{с}$, $t_\text{р}$ — математические ожидания случайных величин $T_\text{с}$, $T_\text{р}$; $E_\text{с}$, $E_\text{р}$ — срединные отклонения случайных величин $T_\text{с}$, $T_\text{р}$.

Для определения количественных значений вероятностей перехода из состояния **1** в состояние **2** используем оценки для параметров: $t_\text{р} = 2$ месяца, $t_\text{с} = 3$ месяца.

Получим $P_{12} = 0,6$ — для показательного закона, $P_{12} = 0,45$ — для нормального закона.

Вероятности перехода системы в остальные состояния определяются аналогично рассмотренным случаям, с учетом определяющих их параметров.

Выводы.

1. Полученные количественные оценки показывают значительное отклонение применения рассмотренных законов, что требует проведения дальнейших фундаментальных исследований.

2. Разработанная математическая модель позволяет более корректно прогнозировать результаты функционирования систем в соответствии с реальными условиями.