

## О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭРГАТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Описывается экспериментальный метод исследования производства с целью получения исходных статистических зависимостей  $\bar{t}_i(S)$  и  $P_i(S)$ , связанных с взаимовлиянием эмоциогенных факторов (напряженности и мотивации), которые могут использоваться в статистической модели эргатических производственных процессов.

**Ключевые слова:** эргатический процесс, дефицит времени и мотивации, эмоциональное напряжение, пороговое значение, эмоциогенный фактор.

При организации производства и управлении качеством продукции объектом изучения является производство с наложенной технологической схемой, которую в конкретной производственной ситуации не имеет смысла нарушать. Такая фиксированная технологическая схема накладывает на исследователя определенные ограничения в выборе методов и средств совершенствования производственной системы. Возникает необходимость поиска новых путей, и одним из них является специфическая сторона производственной деятельности, связанная с участием людей (в данном случае операторов). В то же время в этом направлении скрываются немалые возможности повышения эффективности, совершенно недостаточно реализуемые в настоящее время.

В системе производства с операторами всегда присутствуют определенные факторы социально-психологического характера, которые при достаточно обоснованном и правильном использовании могут привести к повышению производительности и качества работ без перестроек самой технологической схемы. Резервы в этой области деятельности весьма велики. Однако в практике производства они недостаточно раскрыты и, тем более, используются не в полной мере.

Чтобы выяснить, каким образом в практике статистического моделирования производственных процессов учитываются такие факторы, как дефицит времени и мотивации, мера дефицита времени вычисляется по формуле  $S_i = \bar{T}_i / T_i$  [1,2], где  $\bar{T}_i$  - среднее время, необходимое для выполнения оставшейся части задания, начиная с  $i$ -й операции, при работе без эмоционального напряжения и условии, что в дальнейшем оператор не совершит ни одной ошибки;  $T_i$  - истинное время, оставшееся для завершения задания.

При этом  $\bar{T}_i = \sum_{k=i}^n \bar{t}_{ok}$ , где  $\bar{t}_{ok}$  - среднее время выполнения оператором  $k$ -й операции при работе без эмоционального напряжения;  $i$  -

текущий номер выполняемой операции;  $n$  - номер последней операции, которой завершается выполнение задания (из предположения, что при выполнении оставшейся части задания оператор не допустит ни одной ошибки и ни одна из последующих операций не будет им переделываться).

Истинным временем  $T_i$ , оставшимся для завершения задания, включая  $i$ -ю операцию, является разность между  $T$ , отведенным на выполнение всего задания, и  $\tilde{T}$ , затраченным оператором на выполнение предыдущих операций (с учетом всех ошибок):  $T_i = T - \tilde{T}$ .

Здесь время  $\tilde{T}$  уже нельзя представить суммой  $\sum_{k=i}^n \bar{t}_{ok}$ , поскольку оператор может выполнять задание поэтапно из-за переделок отдельных операций ( $k$  - номер операции). Поэтому в модели эргатического производственного процесса значение  $\tilde{T}_i$  вычисляется последовательным вычитанием из  $T$  периодов операций, выполненных оператором перед началом  $i$ -й операции в соответствии с алгоритмом операторской деятельности и с учетом влияния эмоциональных факторов [3].

Известно, что возникающие в результате действия дефицита времени эмоциональные реакции характеризуются напряженностью, которая до некоторого значения  $M$ , называемого пороговым, воздействует на поведение оператора как организующего фактора. После прохождения значения  $M$  поведение оператора становится дезорганизующим.

Для области значений  $S_i \leq M$  можно записать

$$\bar{t}_i = \frac{\bar{t}_{oi}}{S_i} F, \quad \sigma_i = \frac{1}{S_i} \sigma_{oi} F, \quad P_i = P_{oi} + \frac{(1 - P_{oi})(S_i - 1)}{M - 1}, \quad (1)$$

где  $P_i$  - вероятность своевременного и качественного выполнения  $i$ -й операции в условиях дефицита времени;  $F$  - коэффициент, учитывающий действия мотивационных факторов (условно называемый "коэффициентом мотивации");  $P_{oi}$  - вероятность своевременного и качественного выполнения  $i$ -й операции без учета действия дефицита времени;  $\sigma_{oi}$  и  $\sigma_i$  - среднеквадратичное отклонение времени выполнения  $i$ -й операции без действия дефицита времени и при учете этого фактора соответственно.

Проиллюстрируем предложенную методику на примере производства реле типа РПУ. При этом исследовались технологические (операции сборки) и контрольные операции, каждая из которых в процессе проведения экспериментов подвергалась активному воздействию с целью применения:

- а) различных темпов работы (для выявления влияния на результаты труда различных уровней темповой напряженности);
- б) различных видов мотивации.

При проведении экспериментов в основном использовались такие виды стимулирования (при этом мотивация рассматривалась как фактор

стимулирования качества труда и продукции), как соревнование цехов и бригадный метод организации работ.

На рис. представлены экспериментальные функции  $\bar{t}_i(S)$  и  $P_i(S)$  для операций намотки катушки реле РПУ. Как видно, начальное значение периода выполнения операций  $\bar{t}_0 = 6 \text{ мин}$  получено на основании статистической оценки - времени выполнения исполнителями, являющимися работниками данного предприятия (для которого можно принять гипотезу о действии существующих методов стимуляции). Далее дискретно изменяется темп работы (кривая 1):  $S = 1,2; 1,6; 1,8$ .

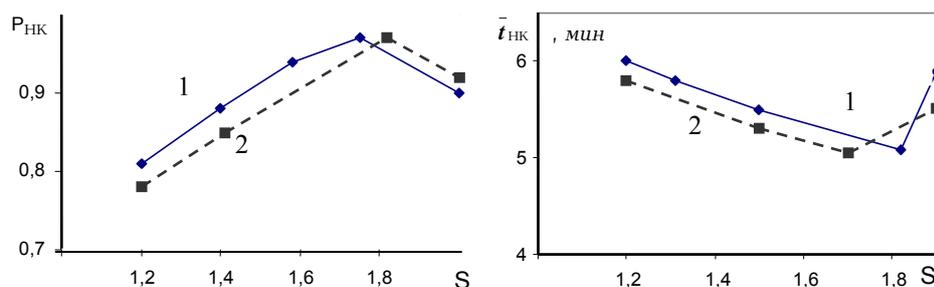


Рис. Показатели эргатического производственного процесса

Аналогично исследовались функции  $\bar{t}_i(S)$  и  $P_i(S)$  для режимов состязательного межцехового и бригадного метода труда (соответственно функции 1 и 2). Всего проведено 62 опыта. В экспериментальном исследовании значения дефицита времени задавались лишь для 3 - 4 точек графика. Остальные значения функции экстраполировались.

Статистическую основу проведения экспериментов составили измерения (хронометраж) исполнений всех операций производства реле типа РПУ в течение более 60 смен.

Расчетные значения  $\bar{t}_i$  и  $\sigma_i$  могут в дальнейшем приниматься за основу формирования алгоритмов действий в статистической модели процесса, аналогичного процессу производства реле типа РПУ (рис. ).

При этом время выполнения операций снижается с 6 мин до 1,8 мин, т.е. повышается производительность работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таран В.А. Эргатические системы управления. -М.: Машиностроение, 1976. - 118 с.
2. Даллакян С.Р., Лаврентьев В.А., Таран В.А. Методика оптимизации системы контроля на предприятии. - Ереван: НМК Минвуза АрмССР, 1984. -74 с.
3. Волков П.П., Оксень В.Н. Информационное моделирование эмоциональных состояний. - Минск: Высшая школа, 1978. -127 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 12.03.1998.

**Կ.Վ. ԲԵԳՈՅԱՆ**

**ԷՐԳԱՏԻԿ ԱՐՏԱԴՐԱԿԱՆ ԳՈՐԾՆԹԱՑՆԵՐԻ ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՄԻ ՔԱՆԻ  
ՀԱՐՑԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

Նկարագրվում է արտադրության հետազոտման փորձարարական մեթոդ  $\bar{t}_i(S)$  և  $P_i(S)$  ելքային վիճակագրական կախվածությունների ստացման համար, որոնք կապված են հուզածին գործոնների (մոտիվացիա և լարվածություն) փոխազդեցության հետ և կարող են օգտագործվել էրգատիկ արտադրական գործընթացների վիճակագրական մոդելում:

**K.V. BEGOYAN**

**SOME STATISTICAL MODELING PROBLEMS OF ERGATIC  
INDUSTRIAL PROCESSES**

To get initial statistical dependences  $\bar{t}_i(S)$  and  $P_i(S)$  which are related to emotiogenic factors (stress and motivation), an experimental method of production investigation is described. These dependences can be applied to statistical models of ergatic industrial processes.