ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА им. С. М. КИРОВА

Том 294 1976

О ЗАКОНЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАЯВОК НА ВХОДЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

Г. П. ПАВЛЕНКО, В. М. РАЗИН

(Представлена научным семинаром кафедры вычислительной техники)

Универсальная система автоматизированного контроля (УАСК) может быть представлена в виде многоканальной системы массового обслуживания [3], на вход которой поступает неоднородный поток заявок, каждая заявка этого потока характеризуется помимо момента поступления (t_j) совокупностью параметров.

$$\alpha_0,\ \alpha_1,\ \alpha_2, \ldots,\ \alpha_к$$

Одной из задач функционирования УАСК в этом случае является оптимизация характеристик обслуживающих приборов системы $(\beta_i^к)$ в зависимости от применения величин параметров заявок $(\alpha_j^к)$.

Такая задача может быть решена методом статистического моделирования на ЭЦВМ. При этом возникает необходимость определения значений параметров заявок.

Получение статистических данных о законах распределения $(\alpha_j^к)$ чрезвычайно затруднительно, так как:

— на величины параметров заявок влияют множество факторов;

— в большинстве случаев отсутствует достаточная выборка объектов контроля.

В связи с этим при определенных допущениях эти законы могут быть заданы условно.

О виде закона распределения значений аналогичных величин существует несколько мнений. Первое из них, высказанное К. Шеноном [4], заключается в том, что в общем случае наиболее характерным законом изменения плотности распределения для большинства множеств является логарифмически равномерный закон распределения, который для нашего случая может быть записан в следующем виде:

$$P(\ln\alpha) = \frac{1}{\ln\alpha_j^{(к)'} - \ln\alpha_j^{(к)''}} = \mathrm{const},$$

где $\alpha_j^{(к)'}$ и $\alpha_j^{(к)''}$ — границы интервала, а величины $\alpha_j^к$ подчинены данному закону.

Такой закон означает, что если разделить весь диапазон возможных значений $\alpha_j^к$ на равные промежутки в логарифмическом масштабе, то вероятность попадания $\alpha_j^к$ в каждый такой участок будет одинакова.

В линейном масштабе величин α_j^κ такой закон соответствует изменению плотности распределения по гиперболическому закону вида

$$P(\alpha) = \frac{1}{\alpha_j^\kappa \ln \left(\alpha_j^{(\kappa)''} / \alpha_j^{(\kappa)'}\right)},$$

т. е. текущее значение плотности вероятностей $P(\alpha)$ обратно пропорционально текущему значению самой величины α, где под $P(\alpha)$ в этом случае мы понимаем число градаций, приходящихся на единицу величины α.

Наряду с изложенным имеется и другое представление о законе распределения плотности исследуемых величин. Можно считать, что значения α_j^κ априорно равновероятны, т. е. равномерно распределены с независящей от α постоянной плотностью

$$P(\alpha) = \frac{1}{\alpha_j^{(\kappa)''} - \alpha_j^{(\kappa)'}} = \text{const}.$$

Однако в [2] утверждается, что использование такого закона распределения целесообразно лишь в общих случаях решения задач исследования.

Утверждение о независимости $P(\alpha)$ от значения самой величины α при рассмотрении прикладных вопросов теории информационно-измерительных систем нельзя считать обыкновенным, особенно для широкого диапазона изменения значений исследуемых величин.

Таким образом, в общем случае общей закономерностью изменения плотности вероятности можно считать закон гиперболического изменения $P(\alpha)$, т. е. закон логарифмического равномерного распределения.

Как показано в [2], основной особенностью распределения К. Шенонна является его резкая асимметрия. При приближении пределов изменения величин $\alpha_j^{(\kappa)'}$ и $\alpha_j^{(\kappa)''}$ друг к другу эта асимметрия становится меньше и вид распределения $P(\alpha)$ приближается к равномерному. В связи с этим для случаев малого диапазона изменения приближенную замену распределения К. Шенонна равномерным можно считать вполне правомерной.

Возможен и еще один подход к заданию закона распределения значений параметров заявок.

Так, можно доказать [1], что сумма достаточно большого числа независимых (или слабо зависимых) случайных величин, подчиненных каким угодно законам распределения, приближенно подчиняется нормальному закону.

Большинство значений α_j^κ, как случайных величин, можно представить как суммы весьма большого числа сравнительно малых слагаемых, каждое из которых вызвано действием отдельной причины, не зависящей от остальных. В связи с этим можно предположить, что в нашем случае выполняются условия известной предельной теоремы А. М. Ляпунова, а при независимых факторах изменения значений α_j^κ — условия теоремы С. Н. Бернштейна [1]. Тогда закон распределения можно считать нормальным, характеризуемым плотностью вероятностей

$$P(\alpha) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}},$$

где m — математическое ожидание величины α_j^κ;

σ — среднее квадратическое отклонение этой величины.

Таким образом, на основании изложенного можно сделать вывод о том, что наиболее приемлемым при моделировании УАСК являются два экстремальных закона распределения $\alpha_j^к$:

— закон равномерной плотности, при действии относительно узкого диапазона изменения $\alpha_j^к$;

— нормальный закон распределения, при допущении о независимости и относительной равномерности влияния различных факторов на изменение величин.

В общем случае можно считать, что значения параметров заявок распределены по логарифмически равномерному закону.

Такие представления закона распределения величин были заданы при решении оптимизации характеристик устройств связи с объектом методом статистического моделирования на ЭЦВМ.

Результаты моделирования использованы при разработке УАСК на базе управляющей машины «Днепр-1».

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. С. Вентцель. Теория вероятностей. М., Физматгиз, 1962.

2. П. В. Новицкий. Основы информационной теории измерительных устройств. Л., «Энергия», 1968.

3. Г. П. Павленко. Об одной модели автоматизированной системы контроля, универсальной для заданного класса сложных объектов. В сб.: «Автоматизированные системы и технические средства». Вып. 16. «Промавтоматика», Омск, 1972.

4. К. Шенонн. Работы по теории информации и кибернетики. М., Иностранная литература, 1963.