

УДК 355.2.199

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЗАВИСИМЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Канд. воен. наук БАРТОШЕВИЧ А. В., канд. воен. наук, доц. ТАМЕЛО В. Ф.

Белорусский национальный технический университет

Успех применения математических моделей зависит от их качества, но необходимо иметь и количественную оценку. Рассмотрим один из подходов к количественной оценке эффектив-

ности моделей, принимая во внимание, что любая модель есть субъективное отражение объективной действительности.

При сравнении различных математических моделей, обеспечивающих расчет одинаковых по смыслу искомых параметров, возникает задача количественного измерения абсолютного или хотя бы относительного значения эффективности моделей. Такая задача приводит к необходимости выбора показателей эффективности математических моделей.

Дальнейшее рассмотрение проведем на основе независимых математических моделей (НММ), предназначенных для обеспечения работы должностных лиц управления в процессе планирования, принятия решений и выполнения других мероприятий.

Одним из основных требований к выбираемому показателю является количественное отражение степени достижения целей моделирования.

Для НММ как источника информации, используемой должностными лицами управления с целью моделирования, основополагающими характеристиками являются оптимизация действий управляемых субъектов, повышение их способности и эффективности выполнения поставленных задач. С точки зрения управления, НММ должна обеспечить повышение эффективности за счет оптимизации параметров управления. При этом считается, что отклонение от оптимальных значений параметров управления ведет к снижению и потерям в эффективности действий субъектов управления. Чем лучше модель, тем меньшие потери эффективности Π она обеспечивает. Идеальная НММ должна обеспечивать минимальные потери эффективности, которые могут быть обусловлены лишь неопределенностью исходных данных о предстоящих мероприятиях.

Для сравнения качества (эффективности) двух моделей – оцениваемой и существующей – введем безразмерный (относительный) показатель эффективности

$$W = \frac{\Pi_3^B - \Pi_3^O}{\Pi_3^C - \Pi_3^H}, \quad (1)$$

где Π^B , Π^C , Π^O , Π^H – ожидаемые потери эффективности при непосредственной реализации параметров управления, формируемых существующей, оцениваемой и идеальной НММ соответственно.

В этом случае измерения эффективности управления оказываются несущественные, а погрешности оценок потерь эффективности Π для рассматриваемых моделей имеют тенденцию к взаимной компенсации. Значения показателя лежат в пределах $-\infty \leq W \leq 1$.

Предположим, что потери эффективности Π_3 , доставляемые неточностью определения каждого из Q ($i=1, Q$) параметров управления, различны, независимы и аддитивны с точки зрения общих потерь эффективности, определяющих качество моделей:

$$\Pi_3 = \sum_{i=1}^Q \Pi_{3i}. \quad (2)$$

Полагая, что применение НММ позволяет своевременно получить необходимые оценки потери эффективности Π для каждого из параметров управления, можно оценить математическое ожидание потерь эффективности

$$\Pi_{3i} = \Pi_{\delta i} (1 - P) + \Pi_{M i} P, \quad (3)$$

где $\Pi_{\delta i}$ – для потерь эффективности операций, получаемых без использования НММ; $\Pi_{M i}$ – для потерь эффективности операций, получаемых при использовании НММ; P – для вероятности своевременного получения результатов моделирования (показать цель оперативности) за время, меньшее, чем располагаемое.

Предположим также, что все три модели – оцениваемая, существующая и идеальная – обеспечивают определение всех (Q) параметров, причем в общем случае показатель оперативности для каждого параметра может быть различным.

По каждому i -му параметру ($i = 1, Q$) для рассматриваемых моделей получаем:

$$\begin{aligned} \Pi_{3i}^C &= \Pi_{\delta i} (1 - P_{ci}) + \Pi_{M i}^C P_{ci}; \\ \Pi_{3i}^O &= \Pi_{\delta i} (1 - P_{oi}) + \Pi_{M i}^O P_{oi}; \\ \Pi_{3i}^H &= \Pi_{\delta i} (1 - P_{hi}) + \Pi_{M i}^H P_{hi}. \end{aligned} \quad (4)$$

Подставив (4) в (1), находим

$$W = \frac{\sum_{i=1}^Q [P_{oi}(\Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^o) - P_{ci}(\Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^c)]}{\sum_{i=1}^Q [P_{ni}(\Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^n) - P_{ci}(\Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^c)]}. \quad (5)$$

Для каждой из рассматриваемых моделей введем обозначение снижения потерь эффективности:

$$\begin{aligned} S_{oi} &= \Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^o; \\ S_{ci} &= \Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^c; \\ S_{ni} &= \Pi_{\delta i} - \Pi_{Mi}^n. \end{aligned} \quad (6)$$

Тогда

$$W = \frac{\sum_{i=1}^Q (P_{oi}S_{oi} - P_{ci}S_{ci})}{\sum_{i=1}^Q (P_{ni}S_{ni} - P_{ci}S_{ci})}. \quad (7)$$

Учитывая очевидное неравенство:

$$S_{ni} \geq S_{oi}; \quad S_{ni} \geq S_{ci}, \quad (8)$$

перейдем к относительным значениям снижения потерь эффективности:

$$R_{oi} = \frac{S_{oi}}{S_{ni}}; \quad (9)$$

$$R_{ci} = \frac{S_{ci}}{S_{ni}}, \quad (10)$$

где $0 \leq R \leq 1$.

Снижение S_{ni} потерь эффективности действий связано с полным учетом в идеальной модели всех факторов развития процесса, которые определяют достоверность результатов моделирования. Поэтому значение R_i может рассматриваться как значение показателей достоверности определения i -го параметра управления в моделях.

Из (7) находим

$$W = \frac{\sum_{i=1}^Q S_{ni} (P_{oi}R_{oi} - P_{ci}R_{ci})}{\sum_{i=1}^Q (P_{ni} - P_{ci}R_{ci})S_{ni}}. \quad (11)$$

Установим относительный вес приращения эффективности, обеспечиваемого каждым i -м ($i = 1, Q$) параметром управления:

$$\alpha_i = \frac{S_{ni}}{\sum_{i=1}^Q S_{ni}}. \quad (12)$$

Величина α_i может позволить количественно оценить важность i -го параметра управления. Тогда, разделив числитель и знаменатель (11) на $\sum_{i=1}^Q S_{ni}$, найдем:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^Q \alpha_i (P_{oi}R_{oi} - P_{ci}R_{ci})}{\sum_{i=1}^Q \alpha_i P_{ni} - \sum_{i=1}^Q \alpha_i P_{ci}R_{ci}} \quad (13)$$

или

$$W = \frac{\sum_{i=1}^Q \alpha_i P_{oi}R_{oi} - \sum_{i=1}^Q \alpha_i P_{ci}R_{ci}}{1 - \sum_{i=1}^Q \alpha_i P_{ci}R_{ci}}. \quad (14)$$

Кроме того, критерием оценки эффективности рассмотренной модели является показатель

$$\Phi = \sum_{i=1}^Q \alpha_i P_{oi}R_{oi}, \quad (15)$$

который характеризует вклад рассматриваемой модели в сокращение потерь эффективности по всем (Q) параметрам управления.

ВЫВОД

Произведение $\alpha_i P_{oi}R_{oi}$ одновременно характеризует и достоверность, и оперативность, обеспечиваемые оцениваемой моделью при расчете i -го параметра управления, а также важность этих параметров, что в итоге определяет вклад оцениваемой модели в уменьшение потерь эффективности по сравнению с ситуацией принятия решения должностными лицами

управления в ее отсутствие. В этом есть универсальность рассматриваемых критериев.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Вентцель, Е. С.** Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М.: Наука, 1980. – С. 9–24.
2. **Баумоль, У.** Экономическая теория и исследование операций / У. Баумоль. – М.: Прогресс, 1965.
3. **Демкин, О. А.** Основы теории управления войсками / О. А. Демкин; под ред. П. К. Алтухова. – М.: Воениздат, 1984.
4. **Методическое** руководство по оценке качества функционирования информационных систем (в контексте стандарта ГОСТ РВ 51987 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Типовые требования и показатели качества функционирования информационных систем. Общие положения»). – М.: ЦНИИ МО РФ, 2003.
5. **Математические** модели боевых действий / П. Н. Ткаченко [и др.]. – М.: Советское радио, 1969.
6. **Аврамчук, Е. Ф.** Технология системного моделирования / Е. Ф. Аврамчук // Машиностроение. – 1988. – № 3.
7. **Демкин, О. А.** О выборе критериев оценки эффективности функционирования системы управления тактического звена / О. А. Демкин // Военная мысль. – 2004. – № 10.

Поступила 20.01.2011