

Метод прогнозирования показателей качества проекта с использованием статистических данных

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского "ХАИ"

Постановка проблемы, цель работы

В процессе реализации проекта создания инновационной продукции могут возникать неопределённости в описании как проекта в целом, так и его отдельных элементов, которые проявляются в следующем:

- неполнота и неточность информации о состоянии проекта и его составных частей;
- наличие случайных или зависящих от поведения других объектов факторов;
- всевозможные изменения факторов внешней и внутренней сред;
- сложность и многоплановость процессов на жизненном цикле проекта.

Данные причины делают невозможным точный расчёт показателей качества проекта и приводят к их изменениям на жизненном цикле проекта.

Вследствие этого важным элементом системы управления качеством проекта должен быть анализ динамики качества, заключающийся в установлении фактических значений частных или обобщённых показателей, характеризующих качество проекта в определённые моменты времени. К руководству должна поступать трендовая информация, соотнесённая с прошлыми данными, носящая характер прогноза, и, в частности, предупредительная, определяющая тренд изменения показателей качества и тенденции закономерностей этих изменений.

Для прогнозирования значений показателей качества проекта с использованием статистических данных в принципе могут быть применены стандартные статистические методы [1, 2]. Данные методы обеспечивают хорошую точность вычислений при наличии большого объёма статистической информации и небольшом разбросе значений параметров.

Однако при прогнозировании показателей качества проекта можно отметить следующую особенность: близкие аналоги, как правило, отсутствуют, вследствие чего значения частных показателей качества могут существенно отличаться. Поэтому для прогнозирования показателей качества проектов эти методы обеспечивают хорошую точность прогноза лишь при прогнозировании комплексного показателя качества.

Метод исследования динамики показателей качества

Для исследования динамики показателей качества и, в частности, прогнозирования влияния изменений на значения частных показателей качества проекта с использованием статистических данных по аналогичным проектам предлагается следующее:

- а) рассчитать относительные значения частных показателей качества на i -м и $(i+1)$ -м этапах для каждого проекта, т.е. изменение значений показателей в процентном отношении ($\Delta_{отн}$);

б) усреднить полученные характеристики аналогичных проектов с учетом их близости к рассматриваемому проекту, задаваемой экспертами посредством весовых коэффициентов ($M[\Delta_{омн}]$, $\sigma[\Delta_{омн}]$);

в) применить полученные значения для прогнозирования частных показателей качества рассматриваемого проекта ($M[K_{i+1}]$, $\sigma[K_{i+1}]$).

Конкретные расчеты производятся следующим образом.

1. Выбирают статистику в соответствии с аналогичными изменениями подобных проектов по рассматриваемому показателю качества, которую заносят в таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Показатели аналогичных проектов

N	K_i	K_{i+1}	α_1	α_2	α_3	...	α_j	...	α_n
1	K_{1i}	K_{1i+1}	α_{11}	α_{12}	α_{13}	...	α_{1j}	...	α_{1n}
2	K_{2i}	K_{2i+1}	α_{21}	α_{22}	α_{23}	...	α_{2j}	...	α_{2n}
...
k	K_{ki}	K_{ki+1}	α_{k1}	α_{k2}	α_{k3}	...	α_{kj}	...	α_{kn}
...
m	K_{mi}	K_{mi+1}	α_{m1}	α_{m2}	α_{m3}		α_{mj}		α_{mn}

В этой таблице m – число аналогов; $k = \overline{1, m}$ – номер аналога; K_i – значение частного показателя на i -м этапе; K_{i+1} – значение частного показателя на $(i+1)$ -м этапе; n – число экспертов; $j = \overline{1, n}$ – номер эксперта; α_{kj} – весовой коэффициент, определяющий близость рассматриваемого и аналогичного проекта, который задаётся каждым экспертом для каждого аналога так, что для каждого эксперта

$$\sum_{k=1}^m \alpha_{kj} = 1.$$

2. Рассчитывают отклонения между K_i и K_{i+1} в относительных единицах для каждого аналога:

$$\Delta_{омн.k} = \frac{K_{ki+1}}{K_{ki}}. \tag{1}$$

3. Производят усреднение значений весовых коэффициентов по каждой строке:

$$\alpha_{cp.kj} = \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_{kj}}{n}. \tag{2}$$

Результаты пп. 2, 3 заносят в таблицу (табл. 2).

Расчет отклонений показателя качества

N	$\Delta_{отн}$	α_1	α_2	α_3	...	α_n	$\alpha_{ср}$
1	$\Delta_{отн.1}$	α_{11}	α_{12}	α_{13}	...	α_{1n}	$\alpha_{ср1}$
2	$\Delta_{отн.2}$	α_{21}	α_{22}	α_{23}	...	α_{2n}	$\alpha_{ср2}$
3	$\Delta_{отн.3}$	α_{31}	α_{32}	α_{33}	...	α_{3n}	$\alpha_{ср3}$
...
m	$\Delta_{отн.m}$	α_{m1}	α_{m2}	α_{m3}	...	α_{mn}	$\alpha_{срm}$

4. Рассчитывают математическое ожидание (M), дисперсию (D), среднее квадратическое отклонение (σ) для $\Delta_{отн}$ – числовые характеристики среднестатистического аналога:

а) средневзвешенное математическое ожидание

$$M[\Delta_{отн}] = \sum_{k=1}^m \Delta_{отн.к} \alpha_{ср.к}; \quad (3)$$

б) дисперсия

$$D[\Delta_{отн}] = \frac{\sum_{k=1}^m (\Delta_{отн.к} - M[\Delta_{отн}])^2}{m-1}; \quad (4)$$

в) среднеквадратическое отклонение

$$\sigma[\Delta_{отн}] = \sqrt{D[\Delta_{отн}]}. \quad (5)$$

5. В соответствии со среднестатистическим аналогом определяют M , D , σ для K_{i+1} рассматриваемого проекта.

Согласно (1)

$$\Delta_{отн.пр} = \frac{K_{i+1}}{K_i}. \quad (6)$$

Полагая, что прогнозируемый показатель качества рассматриваемого проекта в среднем будет изменяться так же, как и значение среднестатистического аналога, т. е.

$$M[\Delta_{отн.пр}] = M[\Delta_{отн}], \quad D[\Delta_{отн.пр}] = D[\Delta_{отн}], \quad (7)$$

и используя формулы, приведенные в работе [3], получим:

$$M\left[\frac{K_{i+1}}{K_i}\right] = M[\Delta_{отн}]; \quad (8)$$

$$M[K_{i+1}] = M[\Delta_{отн}] K_i; \quad (9)$$

$$D\left[\frac{K_{i+1}}{K_i}\right] = D[\Delta_{отн}]; \quad (10)$$

$$D[K_{i+1}] = D[\Delta_{отн}] K_i^2; \quad (11)$$

$$\sigma[K_{i+1}] = \sqrt{D[K_{i+1}]}; \quad (12)$$

$$\sigma[K_{i+1}] = \sqrt{D[\Delta_{отн}]K_i}; \quad (13)$$

$$\sigma[K_{i+1}] = \sigma[\Delta_{отн}]K_i. \quad (14)$$

Наиболее полной характеристикой качества любого объекта является вероятность выполнения поставленной перед ним задачи. Вследствие этого далее представляется логичным определить вероятность того, что прогнозируемая величина не выйдет за заданное значение. Как известно, данная вероятность $0 < W < 1$. Поэтому предлагается использовать подход, основанный на теории случайных величин, согласно которому оценка вероятности невыхода за заданное значение $W = P(X < X_3) = F(X_3)$, где $F(X)$ – функция распределения величины X ; X_3 – заданное значение.

Будем предполагать, что спрогнозированное значение частного показателя качества является наиболее вероятным, а вероятность отклонения от него в обе стороны одинакова, вследствие чего закон распределения значения показателя можно принять нормальным.

Функция распределения для нормального закона имеет вид [3]

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (15)$$

Следовательно,

$$W = F(X_3) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_3} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx. \quad (16)$$

Отметим, что вероятность невыхода показателя за заданное значение здесь будет в том случае, когда уменьшению частного показателя соответствует его улучшение. В противном случае данная вероятность определяется как $1 - W$.

Выводы

Таким образом, применяя соотношения (9), (14), можно определить наиболее вероятное значение исследуемого показателя качества и его возможный разброс. Далее по формуле (16) может быть определена вероятность невыхода показателя за заданное значение.

Список литературы

1. С. Уилкс. Математическая статистика /С. Уилкс. – М.: Наука, 1967. – 430 с.
2. Я.Р. Магнус. Эконометрика /Я.Р. Магнус. – М.: Дело, 1998. – 248 с.
3. Е.С. Вентцель. Теория вероятностей /Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.