

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТОИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ

Постановка проблемы

В настоящее время для оценки стоимости разработки программных продуктов применяются математические модели и экспертные оценки.

Среди математических моделей наиболее часто используемыми являются СОСОМО [1], – конструктивная модель стоимости, и ее развитие – СОСОМО II [2]. Однако во многих проектах математические модели в виду их несовершенства не могут являться альтернативой экспертным оценкам. На преимущества экспертных оценок указывает, например, Йордон в [6 с.256]. Причиной этому являются нижеперечисленные недостатки математических моделей.

Во первых, модели дают неточные предварительные оценки [1 с.311] – относительная погрешность оцененных величин достигает 400%. Точность оценок увеличивается только по мере выполнения проекта (до 25% после выполнения детального проектирования).

Во вторых, модели построены и калиброваны в допущении, что основным фактором, влияющим на стоимость, является размер разрабатываемого программного продукта [1 с.58]. Влияние других параметров учитывается только поправочными коэффициентами, определенными с помощью методов статистического анализа.

В то же время, математические модели обладают существенными достоинствами [1 с.342], такими как повторяемость, легкость анализа, простота применения и др., которые не присущи методам экспертных оценок.

Целью настоящей работы является поиск и разработка новых математических моделей оценки стоимости разработки программного обеспечения, которые бы:

- 1) обладали более высокой точностью оценки;
- 2) учитывали влияние не только размера продукта, но и других определяющих факторов.

Применение теории подобия для построения модели стоимости

Для построения более точной модели, чем имеющиеся, необходимо искать существенные закономерности при разработке ПО.

Наиболее очевидной закономерностью является тот факт, что стоимость разработки проекта может быть оценена по аналогии с предыдущим, уже выполненным проектом. На возможность оценки по аналогии указывает как PMBOK [7 с.87], так и другие авторы [1, 9].

Иными словами, характеристики процессов разработки похожих продуктов подобны, т.е. пропорциональны. Сами процессы при этом будем называть подобными процессами.

Изучением и моделированием подобных процессов занимается теория подобия, впервые описанная и примененная для моделирования теплофизических процессов Гухманом в [5].

Теория подобия интересна тем, что предоставляет методику построения аналоговой модели подобных процессов. Для этого зависимость между определяющими и определяемыми параметрами аппроксимируется функцией вида

$$a = A \cdot v_1^a \cdot v_2^b \cdot \dots \cdot v_k^l \cdot v_{k+1}^{l+1} \cdot \dots \cdot v_n^z, \quad (1)$$

где a – определяемая величина,

v_1, v_2, \dots, v_n – определяющие величины,

n – количество размерных определяющих величин,

k – количество первичных размерностей.

После чего применяется метод анализа размерностей [8] для

получения т.н. критериального уравнения вида

$$\pi = A \cdot \pi_1^a \cdot \pi_2^b \cdot \dots \cdot \pi_{n-k}^z, \quad (2)$$

где $\pi, \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{n-k}$ – безразмерные величины – критерии подобия.

Уравнение (2) при вычисленных показателях степени будет являться аналоговой моделью процесса. При этом будут выполняться два условия:

- 1) для подобных процессов определяющие параметры будут пропорциональны, а критерии подобия, составленные из них, численно равны;
- 2) внутри одного класса процессов разработки ПО (например, класса разработки интегрированных сред, учетных приложений, текстовых процессоров и т.д.) численные значения показателей степени будут одинаковы.

Критериальное уравнение как модель процесса обладает следующими основными преимуществами [5]:

- 1) число определяющих параметров уменьшается, что облегчает определение показателей степени аппроксимационной зависимости;
- 2) уравнение выявляет существенные взаимосвязи между параметрами, что и обеспечивает равенство критериев для подобных процессов.

Построение аналоговой модели оценки стоимости

Стоимость в практике управления программными проектами зачастую выражается как функция от времени разработки или трудозатрат [1 с.52, 9]:

$$c = t \cdot s_l, \quad (3)$$

где c – стоимость, грн;

t – время разработки, час;

s_l – ставка разработчика, грн/час.

Функцию времени же необходимо аппроксимировать

зависимостью вида (1). В ней определяемой величиной a будет время разработки t , час. В качестве определяющих величин для моделирования возьмем предлагаемые ISBSG [3] (International Software Benchmarking Standards Group), что позволит получить и проанализировать критериальные уравнения с помощью набора данных по программным проектам, предоставляемого ISBSG [4].

Таким образом, функция времени представляется в виде

$$t = A \cdot s^a \cdot d^b \cdot q^c \cdot p^e \cdot f^g \cdot l^h, \quad (4)$$

где s – размер продукта, $ufps$ (функциональные точки);

d – количество разработчиков, man (люди);

q – качество продукта, $bugs$ (ошибки);

p – средняя производительность разработчиков, $hour/ufps$;

f – средний показатель опыта разработчиков, $bugs/ufps$;

l – показатель производительности первичного языка программирования проекта, $ufps/(man \cdot hour)$.

Применив метод анализа размерностей, получим критериальное уравнение для чего сначала перепишем (4) в терминах размерностей:

$$hour = A \cdot ufps^a \cdot man^b \cdot bugs^c \cdot \frac{hour^e}{ufps^e} \cdot \frac{bugs^g}{ufps^g} \cdot \frac{ufps^h}{man^h \cdot hour^h}. \quad (5)$$

Составим систему уравнений, состоящую из показателей степеней при каждой из размерностей:

$$\begin{aligned} hour : 1 &= e - h \\ ufps : 0 &= 1 + h - e - g \\ bugs : 0 &= c + g \\ man : 0 &= b - h \end{aligned} \quad (6)$$

Преобразуем систему (6), выражая некоторые из показателей степени через другие:

$$\begin{aligned} e &= h + 1 \\ c &= -g \\ b &= h \\ a &= 1 + g \end{aligned} \quad (7)$$

Подставим определенные в (7) размерности в (4):

$$t = A \cdot s \cdot s^g \cdot d^h \cdot \frac{1}{q^g} \cdot p^h \cdot p \cdot f^g \cdot l^h \quad (8)$$

и преобразуем ее, группируя параметры с одинаковыми показателями степени (при этом параметры с единичными показателями идут в левую часть уравнения):

$$\frac{t}{sp} = A \cdot \left(\frac{sf}{q} \right)^g \cdot (pld)^h \quad (9)$$

Уравнение (9) - критериальное уравнение, а комплексы в скобках под степенью есть безразмерные критерии подобия. Можно дать критериям буквенные обозначения, тогда (9) переписется как:

$$D_t = A \cdot (D_c)^g \cdot (D_p)^h, \quad (9)$$

где $D_t = \frac{t}{sp}$ – критерий времени;

$D_c = \frac{sf}{q}$ – критерий сложности разрабатываемого продукта;

$D_p = pld$ – критерий производительности команды разработчиков.

Очевидно, полученные критерии безразмерны, что свидетельствует о правильности применения метода анализа размерностей:

$$[D_t] = \frac{hour \cdot ufps}{ufps \cdot hour} = 1,$$

$$[D_c] = \frac{ufps \cdot bugs}{bugs \cdot ufps} = 1,$$

$$[D_p] = \frac{hour}{ufps} \cdot \frac{ufps}{man \cdot hour} \cdot man = 1.$$

Экспериментальное определение показателей степени при критериях и анализ модели

Данные из базы данных ISBSG о программных проектах позволяют выделить несколько классов программных проектов, определить для них показатели степени g и h в модели (9), а также сопоставить оцененные значения времени разработки с действительными значениями и оцененными с помощью COCOMO.

Так, для финансовых программных систем и TPS (Transaction Processing System), получено критериальное уравнение:

$$D_t = 308 \cdot (D_c)^{-0.672} \cdot (D_p)^{-0.208}. \quad (10)$$

Относительная погрешность оценок по модели (10) не превышает 20%, тогда как для COCOMO она доходит до 100%. Сравнительный анализ точности оценок данной модели и COCOMO для 14 из 3000 проектов базы данных ISBSG приведен на рис. 1.

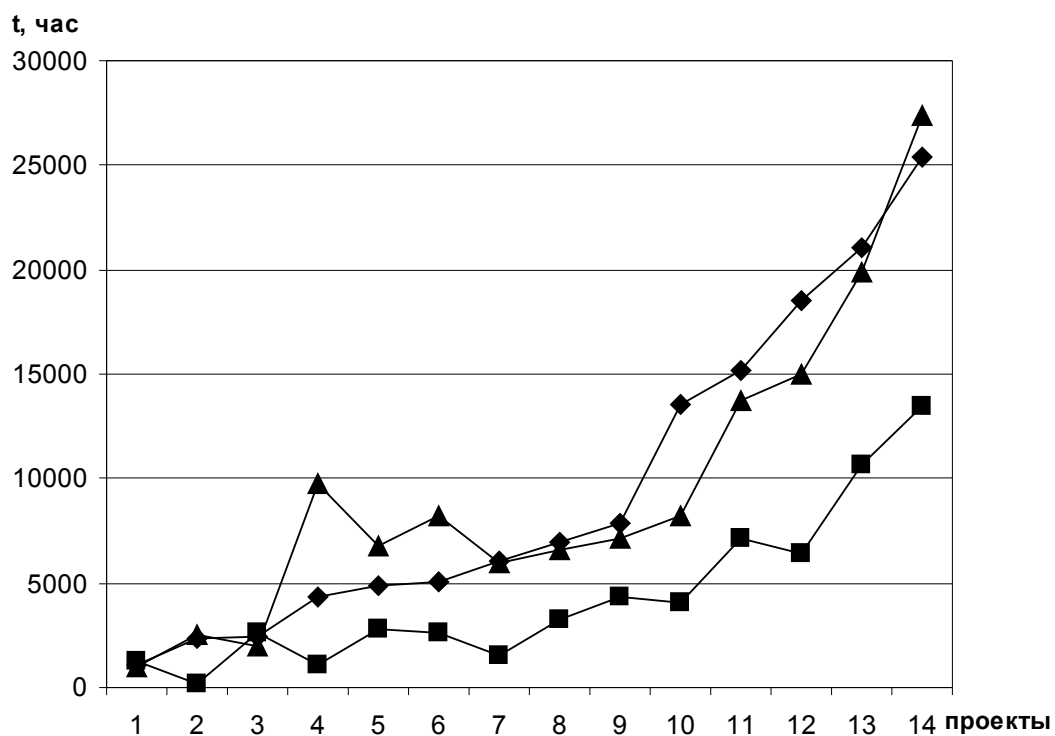


Рис. 1. Сравнительный анализ точности оценок:

- ◆— — действительно затраченное время;
- — оцененное моделью COCOMO;
- ▲— — оцененное аналоговой моделью.

Выводы

- 1) Основываясь на принципе подобия процессов разработки ПО получена аналоговая модель оценки стоимости (9), учитывающая влияние разнообразных определяющих факторов стоимости.
- 2) Модель обладает повышенной по сравнению с существующими моделями COCOMO точностью оценки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Boehm B.W. Software Engineering Economics. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1981. – 767p.
2. Boehm B.W. Software Cost Estimation with COCOMO II. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2000. – 502p.
3. Practical Project Estimation, by Peter R. Hill (ed). ISBSG, 2000. – 116p.
4. RC9 Data Disk Suite November 2004. ISBSG, 2004.
5. Гухман А.А. Физические основы теплопередачи. Том первый. Теория подобия и ее приложения. М.: Энергоиздат, 1934. – 316 с.
6. Йордон Э. Путь камикадзе. М.: "ЛОРИ", 2004. – 286с.
7. Керівництво з питань Проектного Менеджменту: Під. ред. С.Д. Бушуєва, К.: "Деловая Украина", 2000. – 198 с.
8. Мигай В.К. Моделирование теплообменного энергетического оборудования. – Л.: “Энергоатомиздат”, 1987.
9. Шафер Д.Ф., Фартрелл Р.Т., Шафер Л.И. Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимуме затрат. М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1136 с.