

УДК 519.876.5

Т. О. Голубєва, асп.

## НЕЧІТКА ОЦІНКА СКЛАДНОСТІ ЗАВДАННЯ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*Проаналізовано сучасні методи оцінки складності завдань, виконуваних у великих проектах розробки програмного забезпечення, та виявлено їх недоліки. На допомогу керівникам проектів для підвищення точності планування розроблено нечітку модель залежності складності завдання від його характеристик.*

### Вступ

В сучасних проектах розробки програмного забезпечення (ПЗ) існує потреба у попередньому плануванні витрат часу та коштів ще на початкових етапах проекту. Одним з головних параметрів, за яким оцінюються витрати часу, є складність задач, які необхідно виконати. А отже, постає проблема оцінки складності задачі на початкових етапах розробки ПЗ.

Це питання докладно описано в літературі [1—4]. Проте, зазвичай, оцінка складності є апостеріорною, наприклад [1, 4]. Оскільки планування та оцінки витрат часу здійснюються до виконання задачі, то на початкових етапах проекту апостеріорна оцінка неприйнятна.

Серед апіорних оцінок витрат часу та складності завдання можна виділити такі підходи:

— підхід, що базується на попередньому досвіді — керівник проекту, використовуючи досвід роботи з працівниками та знання оцінок для вже виконаних аналогічних задач, оцінює параметри, що впливають на тривалість задач, а потім — необхідний час на їх виконання. Недоліками такого підходу є те, що не завжди керівник знає оцінки параметрів роботи працівників, які нещодавно прийшли в команду та не завжди існують аналоги задач проекту, що раніше виконувались, а отже, частину оцінок керівник має робити інтуїтивно.

— використання типових норм часу [6]. В типових нормах часу вказані методики обчислювання часу на початкових стадіях проекту. Недоліками цього методу є те, що, по-перше, норми є дещо застарілими, по-друге, в нормах виведено деякі середні оцінки, що не завжди описуватимуть реальну ситуацію, крім того, в них включено невеликий перелік задач, а в сучасних проектах існує набагато більше типів виконуваних задач.

Враховуючи ці недоліки, *метою статті* є побудова нечіткої моделі оцінки складності завдання в процесі розроблення програмного забезпечення.

### Розв'язання задачі

Використовуємо для розв'язання задачі методи нечіткої логіки [5]. Характеристики, від яких залежить швидкість виконання завдання, вибрані на основі експертних оцінок керівників проектів різних компаній через мережу Internet, а також керівників проектів ТОВ «Арісент Україна» та Вінницького національного технічного університету такі:

— необхідність спеціальних знань, тобто необхідність виконавця мати певні додаткові знання з вузької області знань;

— монотонність — наскільки монотонне це завдання;

— шаблонність — наявність готових алгоритмів для розв'язання цієї задачі, наприклад, задача комі-вожера, задача про рюкзак тощо;

— відповідність технології завданню: досить часто буває, що завдання треба виконати з використанням певних технологій, а це обмеження може призвести до ускладнення виконання завдання порівняно з тим, коли використовується інша, прийнятніша технологія;

— складність вхідних/вихідних даних;

— повнота інформації для виконання завдання: за відсутності у виконавця повної інформації про завдання, його виконання може ускладнитись;

— дослідження — необхідність додаткових досліджень для виконання завдання;

— складність алгоритму.

У таблиці 1 показано кількість термів для кожного з параметрів та їх значення.

## Терми характеристик

Параметр	Важливість	Кількість термів	Значення термів	Область значень
складність алгоритму	1	5	{дуже низька, низька, середня, висока, дуже висока}	[0;1]
необхідність спеціальних знань	0,8	3	{потрібні; частково потрібні; непотрібні}	[0;1]
шаблонність	0,8	4	{немає шаблону; дуже відрізняється від наявного; незначно відрізняється від наявного; є шаблон}	[0;1]
складність вх/вих. даних	0,6	2	{складні; прості}	[0;1]
повнота інформації	0,6	3	{неповна інформація; частково неповна; повна}	[0;1]
відповідність технології	0,4	3	{не відповідає; частково відповідає; відповідає}	[0;1]
монотонність	0,4	3	{монотонне; частково монотонне; немонотонне}	[0;1]
складність задачі	—	5	{дуже низька, низька, середня, висока, дуже висока}	[0;1]

*Примітка:* у стовпчику «Важливість» подано значення важливості даного параметра для визначення складності задачі, фактично — це вага цього параметра серед інших, яка може набувати значень [0;1].

Розкриємо зміст граничних значень оцінок параметрів.

*Складність алгоритму:* оцінці «дуже низька» відповідає простий алгоритм, що виконується дуже швидко і він є простим в реалізації; оцінці «дуже висока» відповідає дуже складний в реалізації алгоритм, що потребує значних витрат у часі.

*Необхідність спеціальних знань:* оцінці «потрібні» відповідає необхідність додаткових знань для вирішення задачі, відповідно у разі оцінки «непотрібні» виконавець не потребує ніяких додаткових знань.

*Шаблонність:* оцінці «немає шаблону» відповідає відсутність готового алгоритму для розв'язання цієї задачі; оцінка «є шаблон» показує, що існує готовий алгоритм для розв'язання задачі;

*Складність вхідних/вихідних даних:* оцінці «складні» відповідають дані, які потребують додаткового або специфічного оброблення; оцінка «прості» показує, що дані не потребують ніякого додаткового оброблення;

*Повнота інформації:* оцінка «неповна інформація» вказує на те, що завдання у своєму формулюванні не містить всієї необхідної інформації для розв'язання; оцінка «повна» показує, що у виконавця є вся необхідна інформація для розв'язання завдання;

*Відповідність технології завданню:* оцінка «не відповідає» показує, що виконання завдання за даною технологією є досить складним, фактично, ця технологія мало придатна для вирішення поставленої задачі; оцінка «відповідає» показує, що дана технологія призначена для розв'язання такого типу задач;

*Монотонність:* оцінці «монотонне» відповідає завдання, що потребує монотонних дій; оцінці «немонотонне» відповідає немонотонне завдання, яке потребує різноманітних дій та значного розумового напруження;

*Складність задачі:* оцінка «дуже низька» показує, що задача проста, кваліфікація виконавця значно перевищує необхідну для вирішення завдання кваліфікацію; оцінка «дуже висока» відповідає тому, що завдання дуже складне для виконавця, чия кваліфікація не відповідає складності завдання та є значно нижчою.

Для всіх термів функції належності були зображені у вигляді симетричних гаусівських функцій

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-h)^2}{2c^2}},$$

де  $\mu(x)$  — функція належності,  $x$  — елемент універсальної множини,  $h$  — координата максимуму,

$c$  — коефіцієнт концентрації.

Для розглянутої множини параметрів може бути отримано  $2 \cdot 4 \cdot 3^4 \cdot 5 = 3240$  правил. Проте неможливо і недоцільно використовувати усі правила. Для отримання нечіткої моделі складемо таблицю правил (в таблиці 2 наведено лише частину повної таблиці правил). Кожний терм усіх параметрів використовується як мінімум в одному правилі. Для бази знань взято  $60 = 5 \cdot 3 \cdot 4$  правил. Для найвагоміших параметрів здійснюється повний перебір всіх можливих комбінацій найважливіших параметрів, решта параметрів добираються довільно.

Таблиця 2

Таблиця правил

№ правила	Складність алгоритму	Необхідність спеціальних знань	Шаблонність	Складність вхідних/вихідних даних	Повнота інформації	Монотонність	Відповідність технології	Складність завдання
1	—	потрібні	Немає шаблону	складні	неповна інформація	немонотонне	не відповідає	дуже складне
2	дуже низька	потрібні	дуже відрізняється від наявного	прості	частково неповна	частково монотонне	не відповідає	складне
6	дуже низька	частково потрібні	дуже відрізняється від наявного	прості	повна	монотонне	частково відповідає	середня складність
10	дуже низька	непотрібно	дуже відрізняється від наявного	прості	неповна інформація	немонотонне	відповідає	середня складність
14	низька	потрібні	дуже відрізняється від наявного	складні	частково неповна	частково монотонне	частково відповідає	складне
15	низька	потрібні	незначно відрізняється від наявного	прості	повна	монотонне	відповідає	середня складність
18	низька	частково потрібні	дуже відрізняється від наявного	складні	повна	монотонне	частково відповідає	складне
28	середня	потрібні	є шаблон	прості	неповна інформація	частково монотонне	відповідає	середня складність
36	середня	частково потрібні	дуже відрізняється від наявного	складні	повна	частково монотонне	частково відповідає	середня складність
42	висока	частково потрібні	дуже відрізняється від наявного	прості	повна	монотонне	частково відповідає	середня складність
46	висока	частково потрібні	незначно відрізняється від наявного	прості	неповна інформація	немонотонне	відповідає	складне
50	дуже висока	потрібні	дуже відрізняється від наявного	прості	частково неповна	частково монотонне	не відповідає	дуже складне
51	дуже висока	потрібні	незначно відрізняється від наявного	прості	повна	монотонне	не відповідає	складне
60	висока	непотрібно	незначно відрізняється від наявного	прості	частково неповна	немонотонне	відповідає	середня складність

Примітка: знаком «—» відмічено параметри, які не проставляються для правила, де вони використовуються.

Для нечіткого логічного висновку вибрано висновок Мамдані, оскільки для певного набору вхідних параметрів необхідно отримати фіксоване значення вихідного параметра. Використовуючи пакет Matlab, будемо нечіткий висновок Мамдані.

Система побудована так, що якщо будь-яке з правил дає хибний результат, то воно може бути додано у базу знань.

### Експериментальні дослідження

Запропонована нечітка модель залежності швидкості виконання завдань від характеристик завдання та виконавця була протестована на прикладі частини проекту, що складався з 10 завдань з характеристиками, наведеними у таблиці 3.

Таблиця 3

#### Характеристики завдань

№	Складність алгоритму	Необхідність спеціальних знань	Шаблонність	Складність вхідних/вихідних даних	Повнота інформації	Монотонність	Відповідність технології
1	дуже низька	потрібні	значно відрізняється від наявного	складні	повна	частково монотонне	не відповідає
2	дуже низька	непотрібні	незначно відрізняється від наявного	складні	частково неповна	монотонне	не відповідає
3	низька	частково потрібні	значно відрізняється від наявного	прості	повна	монотонне	частково відповідає
4	низька	непотрібні	значно відрізняється від наявного	прості	неповна інформація	немонотонне	частково відповідає
5	середня	потрібні	значно відрізняється від наявного	прості	частково неповна	частково монотонне	не відповідає
6	середня	частково потрібні	значно відрізняється від наявного	складні	неповна інформація	немонотонне	не відповідає
7	висока	непотрібні	значно відрізняється від наявного	прості	неповна інформація	немонотонне	частково відповідає
8	висока	непотрібні	є шаблон	складні	неповна інформація	монотонне	частково відповідає
9	дуже висока	непотрібні	значно відрізняється від наявного	складні	неповна інформація	частково монотонне	не відповідає
10	дуже висока	непотрібні	є шаблон	складні	частково неповна	немонотонне	не відповідає

У таблиці 4 наведено експертні оцінки складності, та оцінки складності, отримані на основі розробленої моделі.

Таблиця 4

#### Оцінки складності завдання

№	Експертна оцінка	Оцінка за моделлю	Виправлена експертна оцінка
1	середня $\approx 0,45$	0,395 = середня	–
2	просте завдання $\approx 0,7$	0,324 = складне завдання	середнє
3	просте завдання $\approx 0,8$	0,392 = середня	середнє
4	середня $\approx 0,5$	0,426 = середня	–
5	середня $\approx 0,45$	0,263 = складне завдання	складне завдання
6	середня $\approx 0,5$	0,468 = середня	–

7	середня $\approx 0,45$	0,395 = середня	–
8	складне завдання $\approx 0,25$	0,495 = середня	–
9	дуже складне завдання $\approx \approx 0,05$	0,271 = складне завдання	складне завдання
10	складне завдання $\approx 0,3$	0,395 = середня	–

*Примітка:* знак «–» відповідає тому, що оцінка складності завдання не корегувалась відповідно до оцінки за моделлю.

Як виливає з таблиці 4, оцінки експерта не завжди збігаються з оцінками, отриманими за моделлю. Таким чином, дана модель, допоможе керівнику проекту реалістичніше оцінити витрати часу та змусить повторно зважити ті оцінки складності, які не співпадають з його власними. Так, таблиця 4 показує, що керівник змінив свою думку про складність завдань 2, 3, 5, 9.

Оцінки складності завдань 2, 8, 10 некоректні, тому для подальшого уточнення моделі ці правила мають бути занесені у базу знань.

### Висновки

Проаналізовано сучасні методи оцінки складності завдань, виконуваних у великих проектах розробки програмного забезпечення, та виявлені їх недоліки. Отримано нечітку модель залежності складності завдання від його характеристик. Модель розроблена на допомогу керівникам проектів розробки програмного забезпечення для підвищення точності планування.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Н. Н. Кузюрин, С. А. Фомин Эффективные алгоритмы и сложность вычислений — Режим доступа: <http://discopal.ispras.ru/ru.book-advanced-algorithms.htm>.
2. Dubovoy V. Algorithmic models of systems in conditions of uncertainty / V. Dubovoy, O. Nikitenko. : Матеріали IV Міжнародної конференції «Інтернет-Освіта-Наука» (ІОН-2004)3.— Вінниця: Універсум–Вінниця, 2004. Том 2, С. 538—541
3. Кормен Т. Алгоритмы: построение и анализ, (Introduction to Algorithms, Second Edition) / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. — М.: Вільямс, 2002. — 955 с.
4. Колдовский В. Разработка ПО: метрики программных проектов / В. Колдовский. — 2007 — Режим доступа: <http://www.itc.ua/node/27774>
5. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / Штовба С. Д. — М.: Горячая линия – Телеком, 2007. — 288 с.
6. Типовые нормы времени на программирование задач для ЭВМ — М.: НИИ труда, 1980. — 28 с.

Рекомендована кафедрою комп'ютерних систем управління

Надійшла до редакції 24.06.08  
Рекомендована до друку 1.07.08

**Голубєва Тетяна Олександрівна** — аспірантка.

Кафедра комп'ютерних систем управління, Вінницький національний технічний університет