

УДК 519.876.5

Т.О. Голубева, О.В. Глонь, В.М. Дубовой

МОДЕЛЬ ШВИДКОСТІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ У ПРОЕКТАХ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Вступ

За останні 10-15 років активного розвитку здобули системи планування ресурсів. Розвиток цих систем зумовлений тим, що виробництво у всьому світі вийшло на рівень, коли необхідно мати науково обґрунтовані підходи до моделювання і планування виробничих процесів, зокрема, процесів розробки програмного забезпечення.

Для України дане питання ще досить мало опрацьоване, в той час, як іноземні науковці активно працюють у цьому напрямку [1-5]. Велика кількість іноземних робіт посиляється на міжнародну організацію The Workflow Management Coalition [5], основна мета якої є моделювання виробничих процесів.

Як окрему частину моделювання виробничих процесів слід виділити процес планування розподілу ресурсів. У виробничих процесах ресурси поділяються на:

- матеріальні, наприклад, техніка;
- нематеріальні, наприклад, інформація;
- людські.

Під час планування розподілу людських ресурсів, необхідно враховувати як швидко виконавець може виконати те чи інше завдання. Аналіз функціональності основних пакетів управління проектами, такими як Spider Project [6], Primavera [7], MS Project 2007 [8] показав, що швидкість виконання завдання виконавцем ніде не враховується та є експертною оцінкою, що не враховує залежність швидкості від багатьох факторів та визначається як константа керівником проекту. Проте, врахування впливу характеристик виконавця, умов праці, характеристик завдання, тощо сприяє підвищенню достовірності планування розподілу ресурсів, а отже і зменшенню ризиків проекту в цілому. Отже, **задача** пошуку

залежності швидкості виконання завдання від характеристик завдання та виконавця є актуальною та потребує вирішення.

Під завданням в даному випадку будемо розуміти певну сукупність дій, що необхідно виконати. Вважатимемо, що кожне завдання є атомарним, тобто не потребує подальшого ділення на підзавдання. Під проектом будемо розуміти сукупність завдань, що необхідно виконати для досягнення кінцевої мети за допомогою наявних ресурсів.

Розв’язання задачі

Для побудови моделі залежності швидкості виконання завдання від характеристик завдання та виконавця використаємо апарат нечіткої логіки та експертні оцінки. Експертами було залучено ряд керівників проектів різних компаній через мережу Internet, а також керівників проектів ТОВ «Арісент Україна» та Вінницького національного технічного університету.

Під час планування оцінку часу на виконання завдання дає керівник проекту, керуючись такими основними показниками:

- власною оцінкою виконавцем часу на виконання завдання;
- витратами часу виконавцем на аналогічні попередні завдання;
- рівень складності завдання;
- об’єм завдання;
- завантаженість виконавця;
- поточне здоров’я (фізичне і моральне) виконавця та ін.

Найбільш вагомими показниками для визначення часу є оцінка часу на виконання завдання виконавцем та скільки часу він витрачав на аналогічні завдання. Проте не завжди можливо підібрати аналогічне завдання. В такому випадку постає питання про те, як складність завдання та інші характеристики завдання та виконавця вплинуть на швидкість його виконання.

Експертно було визначено, що графік залежності швидкості виконання v_{z_i} від складності задачі \mathcal{G}_{z_i} буде мати вигляд як на рис. 1. Такий висновок виходить з наступних міркувань: максимальна швидкість буде коли виконавець може виконати задачу та задача є для нього цікавою. Нехай в цьому випадку $\mathcal{G}_{z_i} = 1$.

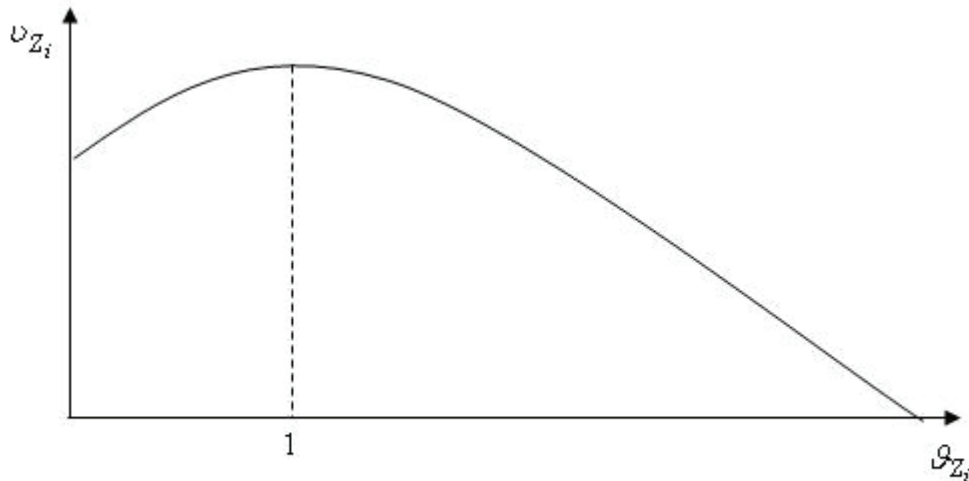


Рисунок 1 - Залежність швидкості виконання завдання від його складності

Відповідно, швидкість може падати, якщо

- виконавець може виконати задачу, але при цьому вона нецікава, тобто коли $g_{Z_i} < 1$;
- задача занадто складна або потребує додаткових знань, що їх не має виконавець, тобто $g_{Z_i} > 1$.

Побудуємо нечітку модель залежності швидкості виконання завдання. Спочатку визначимо параметри, від яких залежить швидкість виконання завдання. Базуючись на опитуванні керівників проектів, були виділені наступні параметри:

- складність задачі;
- мотивація виконавця виконувати дане завдання — наскільки вмотивований робітник працювати з повною віддачею;
- чи відповідальний виконавець, назвемо цей параметр відповідальністю;
- взаємодія в команді: наскільки легко можуть взаємодіяти виконавці між собою;
- робоче обладнання: цей параметр має значення саме для проектів розробки програмного забезпечення, оскільки деякі задачі, наприклад, компілювання програми та подібні, можуть займати різний час, в залежності від швидкості комп'ютера, на якому це завдання виконується;

- самоорганізація: наскільки виконавець може сам організувати свою роботу, правильно розподілити час на виконання завдання;
- загальний стан виконавця: відповідає середньому фізичному та моральному стану виконавця під час виконання завдання;
- здатність навчатися: цей параметр показує як швидко виконавець може навчатися новим знанням та навикам, що відповідають його кваліфікації.

У таблиці 1 наведено кількість термів для кожного з параметрів, та їх значення:

Таблиця 1

Терми характеристик завдань та виконавців

Параметр	Кількість термів	Значення термів	Область значень
складність задачі	5	{дуже низька, низька, середня, висока, дуже висока}	[0;2], причому 1 відповідає терму «середня»
мотивація виконавця	3	{низька, середня, висока}	[0;1]
відповідальність	3	{низька, середня, висока}	[0;1]
взаємодія в команді	3	{погана, нормальна, добра}	[0;1]
робоче обладнання	3	{погане, нормальне, добре}	[0;1]
самоорганізація	3	{низька, середня, висока}	[0;1]
загальний стан виконавця	2	{нормальний, поганий}	[0;1]
здатність навчатися	3	{погана, нормальна, добра}	[0;1]
Швидкість	5	{дуже низька, низька, середня, висока, дуже висока}	[0;1]

Зауважимо, що складність задачі оцінюється проміжком [0;2] за для зручності так, щоб одиниці вповідав терм «середня», тобто коли кваліфікація виконавця від подіває його кваліфікації. Крім того, така область значень наближається до того, що відображено на рис.1.

Зміст оцінок параметрів подано у таблиці 2.

Зміст оцінок параметрів

Значення терму	Пояснення
Терми параметру «складність задачі»	
дуже низька	Завдання дуже просте для виконавця
низька	Кваліфікація виконавця перевищує складність
середня	Відповідає кваліфікації виконавця
висока	Складність завдання перевищує кваліфікацію виконавця
дуже висока	Завдання дуже складне для виконавця, його кваліфікація не відповідає складності завдання та є значно нижчою
Терми параметру «мотивація виконавця»	
низька	Виконавець невмотивований виконувати завдання
середня	Виконавець вмотивований виконувати завдання
висока	Виконавець має високі моральні або матеріальні стимули для виконання завдання
Терми параметру «відповідальність»	
низька	Виконавець невідповідальний, виконавець може кинути завдання посередині роботи
середня	Виконавець скоріше за все доведе завдання до кінця
висока	Виконавець зробить завдання в будь-якому випадку
Терми параметру «взаємодія в команді»	
погана	Виконавці знаходяться на значній віддалі та їм важко спілкуватися між собою, або відносини у команді погані, що перешкоджає взаємодії
нормальна	Виконавці можуть між собою взаємодіяти, але це не є живим спілкуванням, взаємодія проходить за допомогою телефонів, електронної пошти та ін.
добра	Виконавці можуть між собою взаємодіяти вживу, вони знаходяться разом та у будь-який момент можуть зібратися разом.
Терми параметру «робоче обладнання»	
погане	Обладнання має низьку швидкодію, може іноді виходити з ладу
нормальне	Обладнання має нормальну швидкодію, працює стабільно
добре	Обладнання має високу швидкодію, що перевищує потреби виконання завдання, працює стабільно
Терми параметру «самоорганізація»	
погана	Виконавець не може самостійно організувати свою роботу так, щоб завдання було виконано вчасно
нормальна	Виконавець може самостійно організувати свою роботу так, щоб завдання було виконано вчасно, але існує ймовірність, що завдання не буде вчасно закінчене
добра	Виконавець може самостійно організувати свою роботу так, щоб завдання було виконано вчасно за будь-яких умов
Терми параметру «загальний стан виконавця»	
поганий	Моральне або фізичне здоров'я виконавця погане, що значно знижує його продуктивність праці
нормальний	Моральне або фізичне здоров'я виконавця в середньому в гарному стані
Терми параметру «здатність навчатися»	
погана	Виконавцю важко вивчити щось нове по роботі, погані навички вчитися
нормальна	Виконавець здатен вивчити щось нове по роботі за прийнятний строк
добра	Виконавець здатен вивчити щось нове по роботі у найкоротший

	термін
Терми параметру	«швидкість виконання завдання»
дуже низька	Завдання виконується дуже повільно, ймовірність встигнути вчасно завершити його дуже низька
низька	Завдання виконується повільно, ймовірність встигнути вчасно завершити його низька, але вище ніж для терму «дуже низька»
середня	Завдання виконується з нормальною швидкістю, скоріше за все, воно буде виконано вчасно
висока	Завдання виконується досить швидко, точно буде виконано вчасно, можливо навіть з випередженням запланованого часу на виконання
дуже висока	Завдання виконується дуже швидко і буде завершено значно раніше запланованого часу на виконання

Для всіх термів функції належності були представлені у вигляді симетричних гаусівських функцій, що мають вигляд:

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

де $\mu(x)$ - функція належності, x - елемент універсальної множини, h - параметр функції належності координата максимуму, c - параметр функції належності коефіцієнт концентрації.

Для розглянутої множини параметрів може бути отримано $5 \cdot 2 \cdot 3^6 = 7290$ правил. Проте неможливо і недоцільно використовувати усі правила. Для отримання нечіткої моделі, складемо таблицю правил, що складається із 28 правил (табл.3): кожен терм кожного з завдань використовується як мінімум в одному правилі.

Таблиця 3

Таблиця правил

Складність завдання	Мотивація	Відповідальність	Взаємодія в команді	Робоче обладнання	Самоорганізація	Загальний стан	Здатність навчатись	Швидкість
дуже низька	-	низька	-	-	низька	нормальне	-	дуже низька
дуже низька	середня	середня	погане	погане	середня	нормальне	-	низька
дуже низька	висока	середня	середнє	середнє	середня	нормальне	-	середня
дуже низька	висока	висока	середнє	добре	добра	нормальне	-	середня
низька	середня	середня	середнє	середнє	середня	нормальне	-	низька
низька	висока	висока	добре	добре	добра	нормальне	-	висока
низька	висока	середня	добре	добре	середня	нормальне	-	середня
низька	-	низька	-	-	низька	нормальне	-	дуже

		а			а	е		низька
нормальн а	низьк а	низьк а	-	-	низьк а	нормальн е	-	дуже низька
нормальн а	серед ня	серед ня	поган е	поган е	серед ня	нормальн е	-	низька
нормальн а	серед ня	серед ня	серед не	серед не	серед ня	нормальн е	-	середня
нормальн а	висок а	висок а	добре	серед не	серед ня	нормальн е	-	висока
нормальн а	висок а	висок а	добре	добре	добре	нормальн е	-	дуже висока
нормальн а	серед ня	серед ня	серед не	серед не	серед ня	погане	-	низька
нормальн а	висок а	висок а	добре	добре	добре	погане	-	середня
висока	низьк а	низьк а	-	-	низьк а	нормальн е	нормал ьна	дуже низька
висока	серед ня	серед ня	поган е	поган е	серед ня	нормальн е	низька	дуже низька
висока	серед ня	серед ня	серед не	серед не	серед ня	нормальн е	висока	середня
висока	серед ня	серед ня	серед не	серед не	серед ня	нормальн е	нормал ьна	низька
висока	висок а	висок а	добре	серед не	висок а	нормальн е	низька	низька
висока	висок а	висок а	добре	добре	висок а	нормальн е	висока	висока
висока	висок а	висок а	добре	добре	висок а	погане	висока	середня
висока	висок а	висок а	добре	добре	висок а	нормальн е	нормал ьна	середня
дуже висока	серед ня	серед ня	серед не	серед не	серед ня	нормальн е	нормал ьна	дуже низька
дуже висока	висок а	висок а	серед не	серед не	серед ня	нормальн е	висока	низька
дуже висока	висок а	висок а	добре	добре	висок а	нормальн е	висока	середня
дуже висока	висок а	висок а	добре	добре	висок а	погане	висока	дуже низька
дуже висока	висок а	висок а	серед не	поган е	висок а	нормальн е	висока	низька

В таблиці 3 знаком «-» відмічено параметри, що для правила, де вони використовуються, не мають значення.

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

Було проведено навчання розробленої системи. На основі параметру нев'язки системи було визначено, що запропонована

кількість правил є достатньою для побудови системи нечіткого логічного висновку.

Розглянемо залежність швидкості виконання завдання від складності завдання. На рис.2 наведено графік залежності швидкості виконання завдання від складності завдання, коли всі інші параметри набувають середнього значення (рис.2).

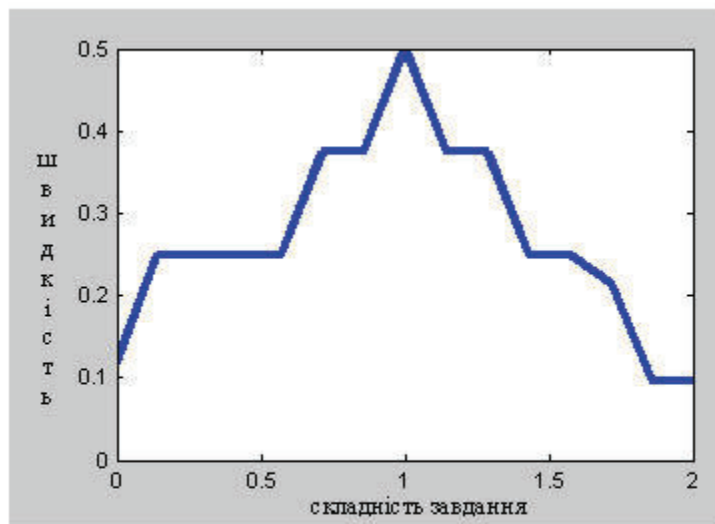


Рисунок 2 - Залежність швидкості виконання завдання від складності завдання

На швидкість виконання завдання в значній мірі впливає здатність людини до навчання. На основі розробленої математичної моделі було отримано поверхню залежності швидкості виконання завдання від його складності та здатності працівника до навчання (рис.3)

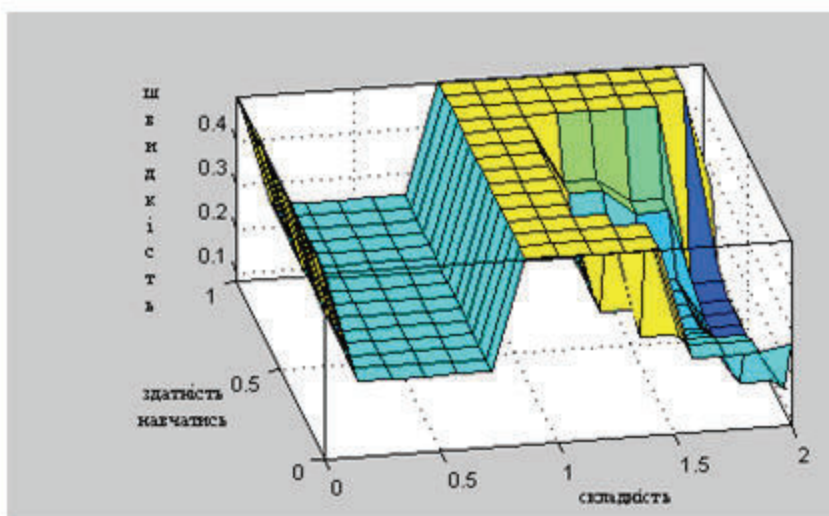


Рисунок 3 - Залежність швидкості виконання завдання від його складності та здатності працівника до навчання

Побудована модель дозволяє отримати залежність швидкості виконання завдання від будь-якого з 8 параметрів, або пари цих параметрів, так як це показано на рис. 2 та 3.

Експериментальні дослідження

Запропонована нечітка модель залежності швидкості виконання завдань від характеристик завдання та виконавця була протестована на прикладі проекту тестування, що складався з 3 завдань:

Таблиця 4

Опис завдань проекту

Завдання	Опис завдання
Тестування функціональності №1	Завдання потребує спеціальних знань та додаткових міркувань, як організувати тестування
Тестування функціональності №2	Завдання звичайне, потребує лише відповідних професійних знань, додаткових спеціальних знань не потребує
Тестування функціональності №3	Завдання звичайне, потребує лише відповідних професійних знань, додаткових спеціальних знань не потребує

Для виконання цих завдань було взято 3 виконавці, а саме: виконавець 1 виконує тестування функціональності №1, виконавець 2 виконує тестування функціональності №2 та виконавець 3 виконує тестування функціональності №3. При цьому виконавці мали наступні характеристики:

Таблиця 5

Характеристики виконавців проекту

Виконавець	Складність завдання	Мотивація	Відповідальність	Взаємодія в команді	Робоче обладнання	Самоорганізація	Загальний стан	Здатність навчатись
1	Висока = 1,4	Висока = 0,8	Висока = 0,9	Низька = 0,2	Добре = 0,9	Добра = 1	Нормальний = 0,9	Висока = 1
2	Середня = 1	Середня = 0,6	Висока = 1	Низька = 0,2	Добре = 0,95	Середня = 0,6	Нормальний = 1	Висока = 0,9
3	Середня = 1,1	Середня = 0,5	Середня = 0,9	Низька = 0,2	Добре = 0,85	Середня = 0,4	Поганий = 0,3	Висока = 1

В результаті використання розробленої моделі нечіткого логічного висновку залежності швидкості виконання завдання від ряду характеристик, були отримані результати, що наведено у таблиці 6. В останній колонці наведено швидкість, яку передбачав керівник проекту.

Таблиця 6

Результати моделювання

Виконавець	Результат моделювання	Значення, поставлене керівником проекту
1	0,405=середня	Висока $\approx 0,8$
2	0,405=середня	Середня $\approx 0,5$
3	0,375=низька	Низька $\approx 0,3$

Наведений експеримент доводить, що розроблена модель здатна допомогти керівникам проектів по розробці програмного забезпечення, зокрема підвищити точність планування.

Висновки

В результаті проведеного моделювання було отримано математичну модель залежності швидкості виконання завдання від характеристик виконавця і складності завдання. Розроблена модель здатна допомогти керівникам проектів у плануванні та підвищити точність планування.

ЛИТЕРАТУРА

1. Eshuis R., Wieringa R. A Formal Semantics for UML Activity Diagrams- 2001 - Formalising Workow Models – Режим доступу: <http://citeseer.ist.psu.edu/eshuis01formal.html>
2. Eshuis R., Wieringa R. Comparing Petri Net and Activity Diagram Variants for Workflow Modelling – A Quest for Reactive Petri Nets - 2002 – Режим доступу: <http://citeseer.ist.psu.edu/eshuis02comparing.html>
3. Srivastava B. Efficient planning by efficient resource reasoning - 2000– Режим доступу: <http://citeseer.ist.psu.edu/srivastava00planning.html>
4. Jorgensen H. D. Interactive Process Models – 2004 - Режим доступу: <http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/phd/Jorgensen-thesis.pdf>
5. WFMC.org Homepage- 2008 - Режим доступу: <http://www.wfmc.org>
6. Спайдер Проджект: Управление Проектами|Project Management|консалтинг|обучение|Spider Project – 2008 - Режим доступу: <http://www.spiderproject.ru/>
7. Project and Portfolio Management – 2008 - Режим доступу: <http://www.primavera.com/>
8. Project Home Page - Microsoft Office Online -2008 - Режим доступу: <http://office.microsoft.com/en-us/project/FX100487771033.aspx>
9. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

Получено 20.02.2008 г.