

УДК 004.048

DOI: 10.31673/2412-9070.2021.014548

І. М. ГАМАНЮК, ст. викладач;

О. В. НЕГОДЕНКО, канд. техн. наук, доцент;

К. П. СТОРЧАК, доктор техн. наук, професор;

О. С. ДЗЯДОВИЧ, аспірант,

Державний університет телекомунікацій, Київ

ВАРІАНТ ОЦІНЮВАННЯ ОПРАЦЮВАННЯ ВИМОГ ЗІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМАННЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

На якість системи підтримання прийняття рішень (СППР) впливає процес створення цієї системи. Важливу частку процесу створення СППР посідають заходи, на яких обговорюються питання, пов'язані з опрацюванням вимог до системи. У цих заходах беруть участь як представники замовника, так і представники виконавця. Різність учасників зумовлює невизначеність. Важливо зрозуміти слабкі місця в заходах щодо опрацювання вимог до системи на ранніх ітераціях розроблення системи. Це дасть можливість вжити відповідних дій для покращення якості заходів щодо опрацювання вимог до системи. У статті запропоновано варіант використання байєсівських методів для оцінювання опрацювання вимог зі створення системи з підтримання прийняття рішень.

Ключові слова: байєсівські методи; системи підтримання прийняття рішень; оцінювання опрацювання вимог.

Вступ

На якість системи підтримання прийняття рішень (СППР) впливає процес створення цієї системи. Важливу частку процесу створення СППР зосереджено на заходах, на яких обговорюються питання, пов'язані з визначенням вимог до системи. У цих заходах беруть участь як представники замовника, так і представники виконавця. Різність учасників зумовлює невизначеність.

Розуміння слабких місць на ранніх ітераціях розроблення системи уможливить вжиття відповідних кроків для покращення якості заходів щодо визначення вимог до системи.

Основна частина

Для визначення якості опрацювання вимог зі створення системи з підтримання прийняття рішень застосовуватимемо байєсівські методи.

Нехай під час створення І черги системи підтримання прийняття рішення було опрацьовано 1000 вимог.

На цих заходах були присутні як представники замовника, так і представники виконавця.

Усі опрацювання оцінювалися учасниками оцінками «5», «4», «3».

Під час процесу оцінювання опрацювання вимог виникають помилки 1-го та 2-го роду [3]. Помилка 1-го роду засвідчує, що опрацювання було оцінено учасниками на «3», тобто не всі питання вирішено і проблеми існують, а в результаті не було отримано помилок у реалізації цих вимог і здобуто позитивні оцінки опрацюваннями цих вимог. Помилка 2-го роду — опрацювання вимог було оцінено учасниками на «5», що означало, що всі питання вирішено і нерозв'язаних проблем немає, а в результаті було здобуто негативні оцінки опрацюваннями цих вимог.

За результатами створення І черги під час тестування СППР було отримано дані тестування, які показали, що деякі частини СППР, котрі реалізували певні вимоги, працювали неефективно або з помилками. За результатами тестування виставлено оцінки опрацюванню вимог і здобуто дані, наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Здобути результати

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	«5»	«4»	«3»	
«5»	210	130	20	360
«4»	100	180	60	340
«3»	50	50	200	300
Сума	360	360	280	1000

Так, якщо на перетині рядка «3» та стовпця «5» 50 означає, що під час створення І черги СППР опрацювання 50 вимог було оцінено учасниками на «5», тобто всі питання вирішено і нерозв'язаних проблем немає, а в результаті тестування реалізації вимог було здобуто негативні оцінки опрацюваннями цих вимог, то це помилки 2-го роду.

На перетині рядка «5» та стовпця «3» 20 означає, що під час створення І черги СППР опрацювання 20 вимог було оцінено учасниками на «3», що означало, що не всі питання вирішено і проблеми існують, але в результаті не було отримано помилок у реалізації цих вимог та здобуто позитивні оцінки опрацюваннями цих вимог (помилки 1-го роду).

Для аналізу процесів діяльності людини широко застосовуються байєсівські методи, які забезпе-

чують достатньо точний опис функціонування та оцінювання прогнозів [2].

Формула Байєса:

$$P(A|B) = P(B|A) P(A)/P(B),$$

де $P(A)$ — апіорна ймовірність гіпотези A ; $P(A|B)$ — ймовірність гіпотези A з настанням події B (апостеріорна ймовірність); $P(B|A)$ — ймовірність настання події B у разі істинності гіпотези A ; $P(B)$ — повна ймовірність настання події B .

Обчислимо частотну ймовірність. Для цього кількість кожного виду результатів оцінювань поділимо на загальну кількість оцінювань (табл. 2).

Таблиця 2

Частотна ймовірність

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$	
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,21	0,13	0,02	0,36
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,1	0,18	0,06	0,34
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,05	0,05	0,2	0,3
Сума	0,36	0,36	0,28	1

Визначимо умовну ймовірність виставлення оцінок $T_1 = \langle 5 \rangle$ учасниками заходів опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(T_1|D_1) = P(D_1, T_1)/P(D_1) = 0,21:0,36 = 0,58.$$

Розрахуємо умовну ймовірність виставлення оцінок $T_3 = \langle 3 \rangle$ учасниками заходів опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(T_3|D_1) = P(D_1, T_3)/P(D_1) = 0,02:0,36 = 0,06.$$

Відповідно обчислюємо інші оцінки. Результати зазначених підрахунків наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Історичне подання ($P(T|D) = P(D, T)/P(D)$)

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$	
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,58	0,36	0,06	1
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,29	0,53	0,18	1
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,17	0,17	0,67	1

Визначимо умовну ймовірність отримання опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_1 = \langle 5 \rangle$, а учасниками заходів оцінено на $T_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(D_1|T_1) = P(D_1, T_1)/P(T_1) = 0,21:0,36 = 0,58.$$

Розрахуємо умовну ймовірність отримання опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_3 = \langle 3 \rangle$, а учасниками заходів оцінено на $T_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(D_3|T_1) = P(D_3, T_1)/P(T_1) = 0,05:0,36 = 0,14.$$

Відповідно обчислюємо інші оцінки. Результати зазначених підрахунків наведено в табл. 4.

Таблиця 4

Майбутнє передбачення ($P(T|D) = P(D, T)/P(D)$)

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів		
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,58	0,36	0,07
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,28	0,5	0,21
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,14	0,14	0,71
Сума	1	1	1

Таким чином, можемо стверджувати, що з ймовірністю $P(D_1|T_1) = 0,58$ у разі отримання оцінки «5» під час оцінювання учасниками заходів, ми дістаємо підтвердження гарного опрацювання вимоги, з ймовірністю $P(D_2|T_1) = 0,28$ ми не матимемо підтвердження гарного опрацювання вимоги, а з ймовірністю $P(D_3|T_1) = 0,14$ ми отримуємо погане опрацювання вимоги.

Зважаючи на те, що нас цікавлять результати ймовірностей, які стосуються тільки заходів, котрі здобули оцінку «5» під час оцінювання учасниками заходів, ми в подальшому в підрахунках враховуватимемо лише ці результати ймовірностей. Це зумовлено нашою метою розробити якісну СППР і проводити заходи на оцінку «5». Якщо більшість заходів не виконуються на оцінку «5», то або персонал не кваліфікований, або недостатньо інформації для проведення заходу, і потрібно здійснювати відповідний аналіз та приймати відповідні рішення. Отже, у наступному дослідженні $P(D_1|T_1) = 0,58$ будемо використовувати як $P(D_1)$, $P(D_2|T_1) = 0,28$ як $P(D_2)$, а $P(D_3|T_1) = 0,14$ як $P(D_3)$.

Під час створення II черги системи підтримання прийняття рішення було також опрацьовано 1000 вимог.

За результатами створення II черги під час тестування СППР здобуто такі результати тестування, котрі показали, що деякі частини СППР, які реалізовували певні вимоги, працювали неефективно або з помилками. За результатами тестування реалізованих вимог було виставлено оцінки опрацюванням цих вимог.

Здобуті дані зведено в табл. 5.

Таблиця 5

Здобуті результати

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	«5»	«4»	«3»	
«5»	220	130	10	360
«4»	100	180	60	340
«3»	40	50	210	300
Сума	360	360	280	1000

Обчислимо частотну ймовірність. Для цього кількість кожного виду результатів оцінювань поділимо на загальну кількість оцінювань і дістанемо дані, наведені в табл. 6.

Частотна ймовірність

Таблиця 6

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$	
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,22	0,13	0,01	0,36
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,1	0,18	0,06	0,34
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,04	0,05	0,21	0,3
Сума	0,36	0,36	0,28	1

Визначимо умовну ймовірність виставлення оцінок $T_1 = \langle 5 \rangle$ учасниками заходів опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(T_1|D_1) = P(D_1, T_1)/P(D_1) = 0,22:0,36 = 0,61.$$

Обчислимо умовну ймовірність виставлення оцінок $T_3 = \langle 3 \rangle$ учасниками заходів опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(T_3|D_1) = P(D_1, T_3)/P(D_1) = 0,01:0,36 = 0,03.$$

Відповідно здійснимо розрахунок щодо інших оцінок.

Результати зазначених підрахунків наведено в табл. 7. Значення $P(D)$ взято з попереднього дослідження: $P(D_1) = 0,58$; $P(D_2) = 0,28$; $P(D_3) = 0,14$.

Історичне подання

Таблиця 7

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$	
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,61	0,36	0,03	1
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,29	0,53	0,18	1
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,13	0,17	0,7	1

Обчислимо спільну ймовірність двох подій, що відбудуться разом:

$$P(D_1, T_1) = P(D_1) \cdot P(T_1|D_1) = 0,58 \cdot 0,61 = 0,36,$$

де $P(D_1)$ взято з попереднього дослідження.

Результати підрахунків наведено в табл. 8.

Таблиця 8

Майбутнє передбачення ($P(T|D) = P(D, T)/P(D)$)

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів		
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,36	0,21	0,02
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,08	0,15	0,05
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,02	0,02	0,1
Сума	0,46	0,38	0,16

Обчислимо майбутнє передбачення отримання опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_1 = \langle 5 \rangle$, і учасниками заходів оцінено на $T_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(D_1|T_1) = P(D_1, T_1)/P(T_1) = 0,36:0,46 = 0,78.$$

Визначимо умовну ймовірність отримання опрацювання вимог, які за результатами тестування вимог оцінено оцінкою $D_3 = \langle 3 \rangle$, а учасниками заходів оцінено на $T_1 = \langle 5 \rangle$:

$$P(D_3|T_1) = P(D_3, T_1)/P(T_1) = 0,02:0,46 = 0,04.$$

Відповідно розрахуємо й інші оцінки. Результати зазначених підрахунків наведено в табл. 9.

Таблиця 9

Майбутнє передбачення ($P(T|D) = P(D, T)/P(D)$)

Оцінка опрацювання вимог за результатами тестування реалізації вимог	Оцінка опрацювання вимог учасниками заходів			Сума
	$T_1 = \langle 5 \rangle$	$T_2 = \langle 4 \rangle$	$T_3 = \langle 3 \rangle$	
$D_1 = \langle 5 \rangle$	0,78	0,55	0,1	0,36
$D_2 = \langle 4 \rangle$	0,18	0,39	0,3	0,34
$D_3 = \langle 3 \rangle$	0,1	0,04	0,06	0,3
Сума	1	1	1	1

Отже, можемо стверджувати, що за результатами двох досліджень із ймовірністю $P(D_1|T_1) = 0,78$ у разі отримання оцінки «5» під час оцінювання учасниками заходів, ми дістаємо оцінку «5» опрацюваннями вимог за результатами тестування реалізації вимог.

Також можемо стверджувати, що з ймовірністю $P(D_3|T_1) = 0,1$ у разі отримання оцінки «5» під час оцінювання учасниками заходів, ми дістаємо оцінку «3» опрацюваннями вимог за результатами тестування реалізації вимог. Та інші аналогічні твердження.

Висновки

1. Скориставшись зазначеною математичною моделлю, ми можемо оцінити якість опрацювання вимог зі створення СППР.

2. У разі отримання низьких значень показників $P(D_1|T_1)$, $P(D_2|T_2)$, $P(D_3|T_3)$ можна дійти висновку, що заходи щодо опрацювання вимог здійснюються не на відповідному рівні і можливо треба їх виконувати в інший спосіб.

3. У разі отримання низьких значень показників $P(D_3|T_1)$, $P(D_1|T_3)$ можна дійти висновку, що заходи щодо опрацювання вимог проводяться на відповідному рівні й ймовірність виникнення помилок 1-го та 2-го роду досить низька.

4. За результатами роботи щодо створення I та II черг СППР можна зробити висновки та прийняти відповідні організаційні рішення і, як наслідок, подальші черги створення СППР проходять краще, ніж I та II черги.

5. Усе більше заходів переходять до електронного вигляду, реалізація функції оцінювання опрацювання вимоги стає простішою, а отже, дослідження в цьому напрямку мають перспективу.

Список використаної літератури

1. Гаманюк І. М. Варіант застосування байєсівських методів для машинного навчання штучного інтелекту системи підтримання прийняття рішень у боротьбі зі сном // *Зв'язок*. 2018. № 6. С. 14–17.

2. Байєсівські мережі в системах підтримання прийняття рішень. Навч. посіб. / М. З. Згуровський, П. І. Бідюк, О. М. Терент'єв, Т. І. Просянкіна-Жарова. Київ: ТОВ «Видавниче Підприємство “Едельвейс”», 2015. 300 с.

3. Горбань І. І. Теорія ймовірностей і математична статистика для наукових працівників та інженерів: монографія. Київ, 2014. 244 с.

4. Chiang S. Jaо. *Decision Support Systems. Intech* 2010. 406 p.

І. М. Гаманюк, Е. В. Негоденко, К. П. Сторчак, А. С. Дзядович

ВАРИАНТ ОЦЕНКИ ОТРАБОТКИ ТРЕБОВАНИЙ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

На качество системы поддержки принятия решений влияет процесс создания этой системы. Важную часть процесса создания системы поддержки принятия решений занимают мероприятия, на которых обсуждаются вопросы, связанные с определением требований к системе. В этих мероприятиях принимают участие как представители заказчика, так и представители исполнителя. Разность участников порождает неопределенность. Важно понять слабые места в мероприятиях по разработке требований к системе на ранних итерациях разработки системы. Это позволит принять соответствующие меры для улучшения качества мероприятий по разработке требований к системе.

В статье предлагается вариант использования байесовских методов для оценки отработки требований по созданию системы по поддержке принятия решений.

Ключевые слова: байесовские методы; системы поддержки принятия решений; оценка отработки требований.

I. M. Gamaniuk, O. V. Nehodenko, K. P. Storchak, O. S. Dzyadovich

OPTION FOR EVALUATION OF DEVELOPMENT OF DECISION SUPPORT SYSTEM REQUIREMENTS

The quality of the decision support system (DSS) is influenced by the process of creating this system. An important part of the DSS creation process is occupied by events that discuss issues related to the definition of system requirements. Both representatives of the customer and representatives of the executor take part in these actions. The difference between the participants creates uncertainty.

It is important to understand the weaknesses in measures to address system requirements in the early iterations of system development. This will allow appropriate measures to be taken to improve the quality of measures to address system requirements.

This paper proposes the use of Bayesian methods to evaluate the development of requirements for the creation of a decision support system.

A model is proposed in which the participants of the events evaluate the measures in terms of addressing all issues and uncertainties. After the implementation of the requirements discussed at the events, the results of testing are evaluated for these activities. The analysis of the assessments provided by the participants of the activities and evaluations, based on the test results, provides an opportunity to draw appropriate conclusions and take appropriate measures.

During the evaluation process, type I errors occur — the activities were evaluated by the participants on «3», which meant that not all issues were resolved and problems exist, and as a result no errors were made in implementing the precedents worked on at these events. Type II error — the measures were evaluated by the participants on «5», which meant that all issues were resolved and there were no unresolved issues, and as a result errors were obtained in the implementation of precedents, which were worked out at these events.

The article processes the initial data.

The historical representation is determined: $P(T|D) = P(D,T)/P(D)$.

The posterior representation is determined: $P(D|T) = P(D,T)/P(T)$.

Using this mathematical model, we can assess the quality of processing the requirements for the creation of DSS. In the case of obtaining low values of $P(D_1|T_1)$, $P(D_2|T_2)$, $P(D_3|T_3)$ it can be concluded that the measures to process the requirements are not carried out at the appropriate level and may need to be carried out differently. In the case of obtaining low values of $P(D_3|T_1)$, $P(D_1|T_3)$ it can be concluded that the measures to process the requirements are carried out at the appropriate level and the probability of errors of I and II kind is quite low. Based on the results of the work on the creation of the first and second stages of DSS, it is possible to draw conclusions and make organizational decisions, and as a result, other stages of the creation of DSS will be better than the first and second stages.

More and more activities are moving to the electronic form, the implementation of the function of estimating the processing of the requirement is becoming easier, so research in this area has prospects.

Keywords: Bayesian methods; decision support systems; evaluation of system requirements development.