

УДК 004:005.95/96

Половінкін І.М., к.військ.н., с.н.с.<sup>1</sup>;Лаптев О.А., к.т.н., с.н.с.<sup>1</sup>;Турейчук А.М., к.т.н.<sup>2</sup>.<sup>1</sup> - Науково-методичний центр кадрової політики Міністерства оборони України;<sup>2</sup> - Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського

## Оцінювання якості моделей, що використовуються для моделювання процесів управління людськими ресурсами

Оценивание качества моделей, используемых для моделирования процессов управления человеческими ресурсами

Assessing the quality of the models used to simulate the processes of human resource management

**Резюме.** Надано понятійний апарат теорії оцінювання якості моделювання процесів управління людськими ресурсами, проаналізовані критерії оцінювання якості об'єктів моделювання, визначені основні кроки щодо обчислення показника ефективності моделювання.

**Ключові слова:** модель, моделювання, критерії, якість.

**Резюме.** Представлено понятійний апарат теорії оцінювання качества моделирования процессов управления человеческими ресурсами, проанализированы критерии оценки качества объектов моделирования, определены основные шаги по исчислению показателя эффективности моделирования.

**Ключевые слова:** модель, моделирование, критерии, качество.

**Resume.** Presented by the conceptual apparatus of the theory of estimation of quality modeling the processes of human resource management, analyzes quality criteria for modeling, identified the basic steps for the calculation of performance indicator simulation.

**Keywords:** model, modeling, criteria, quality.

### Постановка проблеми.

Дослідження організаційних систем, до яких відносяться системи управління персоналом, шляхом проведення на них експерименту пов'язано із значними труднощами. Моделювання дозволяє практично усунути необхідність тривалих і дорогих натурних випробувань, відмовитися від використання традиційних методів "спроб та помилок". Тому великого значення набуває процес моделювання у системах управління персоналом [5].

Проте, моделювання ускладнено тим, що об'єкти у зазначеній сфері за суттю є нетехнічними, тому важко піддаються формалізації, і, як наслідок, моделюванню. При цьому однією з найбільш складних та найменш вивченою є проблема оцінювання якості моделі та отриманих з її допомогою результатів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз публікацій із даного питання свідчить про те, що сфера застосування

моделювання та модельних методів простягається від теорії пізнання до рішення суто практичних виробничих процесів [1]. Проте, на теперішній час проблема багатокритеріального оцінювання якості математичних моделей, аналізу та впорядкування різних класів моделей, обґрунтованого вибору моделей для вирішення конкретних прикладних завдань практично залишається недослідженою [2].

**Метою статті** є надання поняття щодо методологічних і методичних основ теорії оцінювання якості моделей, що використовуються для моделювання процесів управління людськими ресурсами, визначення критеріїв оцінювання та шляху обрахування якості та ефективності моделювання.

### Виклад основного матеріалу.

Введемо наступні визначення [1]:

Якість – складна властивість об'єкту, що обумовлює його придатність для використання за призначенням.

Моделі і процеси моделювання мають якість і, отже, є об'єктами вивчення. Оскільки якість моделей і моделювання у системах управління персоналом має свої особливості, то цілком виправдано виділення такого наукового напрямку як якісна оцінка моделей.

Показник якості – кількісна характеристика якості об'єкту.

Частковий показник якості – показник властивості, що входить до складу групи властивостей, які характеризують якість.

Часткові показники якості складають векторний показник якості

$$K_m^{ob} = (k_1^{ob}, k_2^{ob} \dots k_m^{ob}),$$

де  $k_i^{ob}$ ,  $i = (1, 2, \dots, m)$  – часткові показники.

Необхідна якість об'єкту задається умовами або вимогами, яким повинні задовольняти можливі значення показника його якості. Ці умови називаються критеріями оцінювання якості об'єкту, а перевірка їх здійсності – оцінюванням. Критерії оцінювання якості об'єктів можуть бути розбиті на три групи: придатність  $G$ , оптимальність  $O$ , перевага  $S$ , при цьому зазначені групи знаходяться у наступному співвідношенні:  $S \subset O \subset G$ . Дано їх математичні формулювання. Нехай:

$n$  – кількість об'єктів, що оцінюються;

$m$  – число часткових показників якості об'єктів;

$k_{ij}$ ,  $i = (1, 2, \dots, m)$ ,  $j = (1, 2, \dots, n)$  – показник  $i$ -ї властивості  $j$ -го об'єкту;

$K_m^j = (k_i \dots k_{mj})$  – векторний показник якості  $j$ -го об'єкту,  $j = (1, 2, \dots, n)$ ;

$\{k_i^D\}_i = (1, 2, \dots, m)$  – множина допустимих значень показника  $k_{ij}$ ,  $j = (1, 2, \dots, n)$ .

Тоді критерії перерахованих вище груп можна сформулювати таким чином.

Критерій придатності:

$$G: \bigcap_{i=1}^m (k_{ij} \in \{k_i^D\}) \approx U, j \in (1, 2, \dots, n), \quad (1)$$

де  $U$  – достовірна подія.

За визначенням об'єкти, для яких виконується умова (1), придатні для використання за призначенням і при цьому мають однакову якість.

Критерій оптимальності

$$O: \bigcap_{i=1}^m (k_{ij} \in \{k_i^D\}) \approx U, \quad U (k_{ij} = k_i^{opt}) \approx U \quad (2) \quad j \in (1, 2, \dots, n), \quad m_0 \in [1(1)m]$$

де:  $U$  – достовірна подія.

$l$  – номер властивості, що оптимізується;

$m_0$  – сукупність властивостей, що оптимізуються;

$\{l\}m_0$  – множина властивостей, що оптимізуються;

$k_l^{opt}$  – оптимальне значення показника  $l$ -ої властивості  $l \in \{l\}m_0$ .

За визначенням об'єкти, що задовольняють критерію (2), є оптимальними за сукупністю  $m_0$  властивостей.

Критерій переваги моделей оцінюється наступним виразом:

$$S: \bigcap_{i=1}^m (k_{ij} \in \{k_i^D\}) \bigcap_{j=1}^n \bigcap_{i=1}^m (k_{ij} \geq k_{ij}) \approx U, l \in (1, 2, \dots, n) \quad (3)$$

За визначенням  $l$ -й об'єкт, для якого виконується умова (3), перевершує за якістю всю решту об'єктів.

Критерії всіх трьох даних груп є висловлювальними формами, які стають висловами після привласнення змінним деяких значень. Якщо одержаний вислів є істинним, то вважають, що об'єкт за якістю задовольняє даному критерію; якщо вислів буде помилковим, то об'єкт не задовольняє за якістю обраному критерію.

Процес оцінювання якості об'єктів включає наступні етапи.

1-й етап - вибір сукупності властивостей.

2-й етап - вимірювання якості шляхом порівняння властивостей з еталонами та обчислення значень часткових показників якостей і узагальненого показника якості, якщо такий є.

3-й етап – оцінювання, що полягає у підстановці до обраного критерію вимірних значень показників якості і перевірці істинності відповідних висловів.

Перейдемо безпосередньо до розгляду якості моделей.

Якість моделі – складна властивість моделі, що характеризує її здатність заміщати досліджуваній об'єкт (оригінал) для отримання нової інформації про об'єкт, що заміщається.

До основних властивостей, які визначають якість моделі, відносяться адекватність, складність, інформативність, можливість інтерпретації.

Адекватність моделі – властивість моделі, що характеризує її відповідність оригіналу, її здатність відображати або відтворювати оригінал.

Як кількісну характеристику адекватності

моделі можна вибрати міру близькості моделі до оригіналу, визначаючи її як відстань між моделлю і оригіналом в деякому метричному просторі. Нехай:

$O$  – оригінал;  $M$  – модель;  $A$  – деяка множина, якій належать модель і оригінал;

$r(a, b)$  – відстань, задана на множині  $A$ , тобто для  $\forall a, b \subset A$  справедливо:

1)  $r(a, b) \geq 0$  і  $r(a, b) = 0$  тоді і тільки тоді, коли  $a = b$ , або коротше за  $r(a, b) = 0 \Leftrightarrow a = b$  (аксіома тотожності);

2)  $r(a, b) = r(b, a)$  (аксіома симетрії);

3)  $r(a, b) + r(b, z) \geq r(a, z)$  (аксіома трикутника).

Тоді множина  $A$  є метричним простором із заданою в ньому метрикою  $r(a, b)$ , яка визначає ступінь близькості об'єктів цієї множини і, отже, може служити кількісною характеристикою, тобто показником адекватності моделі  $M$  оригіналу  $O$  -  $r(M, O)$ . Залежно від природи оригіналу, сукупності модельованих властивостей і виду моделі можуть бути вибрані різні метрики, а отже, і показники адекватності моделі.

Необхідна адекватність моделей визначається за допомогою відповідних критеріїв.

Так, критерій придатності може бути сформульований у вигляді

$$r(O, M) \leq \varepsilon \geq 0,$$

де  $\varepsilon$  характеризує мінімальний допустимий ступінь близькості моделі до оригіналу.

У загальному випадку значення  $r(O, M)$  є випадковими, тому як показник слід обирати вірогідність виконання даної нерівності або відповідні числові характеристики випадкової величини  $r(O, M)$ , а критерій придатності у вигляді:

$$P\left(\bigwedge_{r(O, M) \leq \varepsilon \geq 0}\right) \geq \delta \geq 0, \quad \bar{r}(O, M) \leq \varepsilon_1 \geq 0$$

$$r(O, M) = \sup_{\forall O, M \in A} p(O, M) \leq \varepsilon_2 \geq 0,$$

де:  $\bar{r}(O, M)$  - математичне очікування випадкової величини  $\bigwedge_{r(O, M)}$ ;

$p(O, M)$  - відстань між елементами множини  $A$ , якій належить модель  $M$  і оригінал  $O$ .

Складність моделі визначається

побудовою моделі і характеризує можливість її використання при моделюванні. Чим складніша модель, тим більше труднощів виникає при її використанні. Для оцінювання складності задають відповідні показники і критерії складності.

Інформативність – властивість моделі, що характеризує її здатність в процесі моделювання відобразити або відтворити інформацію про оригінал. Показниками інформативності можуть бути міри, що використовуються при вимірюванні кількості і якості інформації, і які розглядаються в теорії інформації.

Можливість інтерпретації моделі – властивість моделі, яка характеризує можливість перенесення нової інформації, що одержується за допомогою моделі, на оригінал. Кількісні характеристики даної властивості моделі на теперішній час практично не розроблені.

Розглянуті складові якості моделі достатньо тісно пов'язані між собою. Так, підвищення адекватності моделі найчастіше веде до її ускладнення і зменшення можливості інтерпретації. Тому якість моделі з підвищенням її адекватності може як збільшуватися, так і зменшуватися, що вимагає компромісного підходу до визначення вимог до зазначених складових.

Моделювання, як і будь-який цілеспрямований процес, має цілком певне призначення і, отже, має якість і є об'єктом вивчення.

Проте історично склалося так, що цілеспрямовані процеси і їх якість стали об'єктом і предметом вивчення теорії ефективності. З позицій теорії ефективності, моделювання є типовою операцією, а ефективність моделювання – основна властивість, що визначає якість цієї операції.

Ефективність моделювання – складна властивість операції, що характеризує її пристосованість для досягнення мети моделювання. Ефективність породжується сукупністю властивостей, до яких відносяться результативність, ресурсоемність, оперативність.

Результативність моделювання – властивість, що характеризує здатність моделювання давати цільовий ефект, тобто нову інформацію про оригінал. Визначається об'ємом і якістю інформації про оригінал, що отримується в результаті моделювання.

Ресурсоемність моделювання – властивість, що характеризує витрату ресурсів на проведення моделювання для отримання цільового ефекту. Такими ресурсами є

матеріальні, енергетичні, інформаційні, трудові, фінансові.

Оперативність моделювання – властивість, що характеризує витрату часу на проведення моделювання для досягнення цільового ефекту.

Позначимо:

$Y_{n1}^1$  – векторний показник результативності моделювання;

$Y_{n2}^2$  – векторний показник ресурсоемності моделювання;

$Y_{n3}^3$  – векторний показник оперативності моделювання.

Тоді показник якості результатів моделювання  $Y_n$  має вигляд:

$$Y_n = (Y_{n1}^1, Y_{n2}^2, Y_{n3}^3), \quad (4)$$

де  $n = n_1 + n_2 + n_3$ .

Критерій придатності показника якості результатів моделювання має вигляд

$$G: Y_n \in \{Y_n^D\}, \quad (5)$$

де  $\{Y_n^D\}$  – область допустимих значень показника якості результатів моделювання  $Y_n$ .

Вираз (5) є формалізованим описом мети моделювання.

У загальному випадку кожна компонента вектора  $Y_n$  залежить від вибору моделі, організації і умов проведення моделювання. Всі ці чинники апіорі переважно є невідомими, отже, випадковими. Більш того, апіорі є випадковими і вимоги  $\{Y_n^D\}$  до результатів моделювання.

В результаті обліку реальних умов вираз (5) приймає вигляд

$$Y_n \in \left\{ Y_n^{\Lambda D} \right\}, \quad (6)$$

де:  $Y_n^{\Lambda}$ ,  $Y_n^{\Lambda D}$  – випадкові вектори;

$\left\{ Y_n^{\Lambda D} \right\}$  – випадкова область.

Вираз (6) описує випадкову подію, тому він не може бути безпосередньо використаний для оцінювання ефективності моделювання. В

цьому випадку як показник ефективності може бути вибрана імовірність настання даної події, яка характеризує ступінь його об'єктивної можливості при заданому комплексі умов:

$$P_M = P \left( Y \in \left\{ Y_n^{\Lambda D} \right\} \right) \quad (7)$$

де  $P_M$  – імовірність досягнення мети моделювання.

Вибір імовірності досягнення мети моделювання як показник ефективності дозволяє сформулювати критерії ефективності моделювання в наступній формі.

1. Критерій придатності  $P_M \geq P_M^{TP}$ ;

2. Критерій оптимальності

$$P_M = P^{opt} \geq P_M^{TP}.$$

Враховуючи, що при моделюванні процесів управління людськими ресурсами вимоги, які пред'являються до результатів моделювання, незалежні, а  $n = 3$ , то область

$\left\{ Y_n^{\Lambda D} \right\}$  є октант з вершиною у випадковій точці

$$Z_3^{\Lambda} = \left( Z_1^{\Lambda}, Z_2^{\Lambda}, Z_3^{\Lambda} \right)$$

Вираз (7) в даному випадку приймає вигляд

$$P \left( Y_3^{\Lambda} \leq Z_3^{\Lambda} \right) = \iiint_{\infty}^{\infty} \Phi_{Y_3^{\Lambda}}(Z_3) d F_{Z_3^{\Lambda}}(Z_3), \quad (8)$$

$$\text{де } \iiint_{\infty}^{\infty} \Phi_{Y_3^{\Lambda}}(Z_3) = P \left( \bigcap_{i=1}^3 \left( Y_i^{\Lambda} \leq Z_i \right) \right) -$$

одна з форм інтегрального закону розподілу

випадкового вектора  $Y_3^{\Lambda}$ ;

$$F_{Z_3^{\Lambda}}(Z_3) = P \left( \bigcap_{i=1}^3 \left( Z_i \leq Z_i \right) \right) - \text{функція}$$

розподілу випадкового вектора  $Z_3^{\Lambda}$ .

Вираз (8) є формулою повної вірогідності в інтегральній формі. Це витікає з порівняння виразу (8) з приведеними нижче формами формули повної вірогідності:

$$P\left(\overset{\wedge}{A}\right) = \sum_{i=1}^n P\left(H_i\right) P\left(\overset{\wedge}{A} / H_i\right) - \text{канонічна}$$

форма;

$$P_m = \iiint_{\infty} P\left(\left(\overset{\wedge}{Y} \geq \overset{\wedge}{Z}\right) / \left(\overset{\wedge}{Z} = \overset{\wedge}{Z}\right)\right) P\left(\overset{\wedge}{Z} = \overset{\wedge}{Z}\right) -$$

інтегральна форма.

Обчислення показника ефективності за формулою (8) викликає труднощі, які можуть бути подолані при використанні сучасної обчислювальної техніки.

**Висновки.** Розглянуте кількісне оцінювання якості моделей, що застосовуються для моделювання процесів управління людськими ресурсами, дозволяють зробити висновок про те, що оцінювання моделювання в теорії управління носить виключно імовірнісний характер, для визначення його значення потрібні значні ресурси (продуктивність) обчислювальної техніки. Тому створювати моделі управління та моделювати процеси управління з достатньою якістю стало можливим тільки на сучасному етапі і рівні розвитку обчислювальної техніки.

**Подальші дослідження** доцільно зосередити на моделюванні процесів управління із використанням конкретних даних та подальшому порівнянні отриманих результатів із статистичними даними. Проблемними питаннями при цьому залишається врахування всіх параметрів об'єктів, що досліджуються, та

потужності обчислювальної техніки.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Заболотский В. П., Оводенко А. А., Степанов А. Г. Математические модели в управлении: Учебное пособие / СПбГУАП.- СПб., 2001. - 196 с.
2. Соколов Б. В., Юсупов Р.М. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Теория и системы управления. – 2004. – № 6. – С. 5–16.
3. Блинов А.О., Василевская О.В. Искусство управления персоналом: Учебное пособие для экономических колледжей и вузов. – М.: ГЕЛАН, 2001. – 411 с.
4. Половинкін І.М., Лаптев О.А., Турейчук А.М. Методологічні основи вибору моделей для моделювання у системах управління персоналом. – К. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. - 2012. - № 1 (45). – С. 57-62.
5. Половинкін І.М., Лаптев О.А., Турейчук А.М. Кадровий менеджмент як цілісна система управління. – К. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. - 2011. - № 3 (44). – С. 129-137.
6. С.М. Злепко, В.В. Петренко. Науково-методичні принципи формування професійних Збройних Сил України. - Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. - № 3/2 ( 33 ) – С. 48-50.