



УДК 004.89

DOI: <https://doi.org/10.17721/AIT.2021.1.01>

О. Ю. Мулеса,
orcid.org/0000-0002-6117-5846,
ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна,
В. Є. Снитюк,
orcid.org/0000-0002-9954-8767,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Клієнтоорієнтована оптимізація кадрового складу закладів охорони здоров'я

Розглянуто проблему розроблення інформаційної технології для клієнтоорієнтованої оптимізації кадрового складу закладів охорони здоров'я. Установлено, що ключовими для напрацювання управлінських рішень у процесах формування кадрової політики в медичних закладах є задачі оцінювання таких характеристик кадрового складу: нормативне та фактичне навантаження на працівників, задачі прогнозування потреб у медичних послугах у майбутньому. Їхнє розв'язання дозволить одержати та використати нові знання. Відповідний процес базується на послідовному розв'язанні задач кластеризації, ідентифікації та прогнозування. Побудовано математичну модель задачі багатокритеріальної оптимізації для формування множини варіантів рішень щодо формування кадрової політики в закладах охорони здоров'я. Виконано модель пошуку оптимального розподілу послуг між працівниками закладу у формі задачі цілочислового лінійного програмування. Розроблено продукційні правила для аналізу результатів розв'язування сформульованої задачі. Запропоновано модель для напрацювання варіантів рішень щодо зміни в кадровому складі медичного закладу для забезпечення повноти надання медичних послуг. Для оцінювання ефективності варіантів вироблених рішень використовується індекс клієнтоорієнтованості, який обчислюється відповідно до принципів егалітаризму. Виконано експериментальну верифікацію розроблених моделей і методів.

Ключові слова: кадровий потенціал, клієнтоорієнтована оптимізація, індекс клієнтоорієнтованості закладу, прийняття рішень, оптимізація.

Для цитування (for citation): О. Ю. Мулеса, В. Є. Снитюк "Клієнтоорієнтована оптимізація кадрового складу закладів охорони здоров'я", *Сучасні інформаційні технології*, vol.1, pp. 6–14, 2021.

ВСТУП

Процеси проектування та моделювання життєвого циклу складних соціальних систем маємо під час розв'язання проблем, пов'язаних з прийняттям рішень щодо організації функціонування підприємств та установ у різних сферах життєдіяльності людини [1]. Метою таких процесів, серед інших, є розроблення моделей і методів для ідентифікації значень параметрів системи, які забезпечили б її ефективно, за деяким заданим критерієм, функціонування.

Заклади охорони здоров'я (ЗОЗ) структурно та функціонально є складними системами [2]. Їхню діяльність розглядають у декількох аспектах, ключовим з яких є надання медичних послуг населенню. Визначальну роль у цих процесах відіграє кадровий склад закладу. Права та функціональні обов'язки медичних і немедичних працівни-

ків ЗОЗ залежать від таких показників: фах, категорія, посада, оклад тощо. У ході оцінювання ефективності кадрового складу ЗОЗ ключовим є поняття якості наданих медичних послуг. Важливо також забезпечити своєчасність і повноту наданих медичних послуг, за якими до закладу звернулися пацієнти.

Медичні заклади функціонують в умовах невизначеності [3]. У випадку прийняття рішень щодо формування кадрового складу для виконання ситуаційного аналізу та прогнозування майбутніх потреб у медичних послугах необхідно обробляти й аналізувати дані різної природи. Для оцінювання основних параметрів діяльності кадрового складу ЗОЗ розв'язують задачі препроцесінгу даних, кластеризації, класифікації, ідентифікації, прогнозування тощо. Результати розв'язання таких задач та одержані знання можуть стати пере-

© Мулеса О. Ю., Снитюк В. Є., 2021



думовою для напрацювання та прийняття ефективних управлінських рішень щодо формування кадрового складу ЗОЗ на майбутні періоди часу.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ І ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Розглядається проблема клієнтоорієнтованої оптимізації кадрового складу ЗОЗ, а саме необхідність знаходження таких варіантів рішень, реалізація яких дозволить сформувати кадровий склад, необхідний для забезпечення попиту на медичні послуги клієнтів закладу. Формування кадрового складу пропонується виконувати на основі аналізу поточних показників, які характеризують навантаження на працівників закладу, а також з урахуванням прогностичних значень щодо попиту на медичні послуги в майбутні періоди часу.

Проблемам оцінювання основних показників кадрового складу ЗОЗ присвячено роботи [4, 5]. В основу розроблених моделей і методів покладено ідею врахування фотохронометражів медичних послуг [6, 7], дотримання яких є одним із ключових критеріїв якості послуги. У [3] показано, що у процесах оцінювання майбутніх потреб у медичних послугах розв'язують задачі кластеризації, класифікації, ідентифікації та прогнозування.

Методам розв'язання задач кластеризації присвячено велику кількість сучасних наукових досліджень. Так, роботи [8, 9] містять аналіз статистичних методів кластеризації, [10] – деревовидних, у роботі [11] наведено нейромережні методи кластеризації тощо.

Для розв'язання задачі структурної та параметричної ідентифікації невідомих залежностей часто використовують метод групового врахування аргументів [12], який розвинено на нечіткий випадок [13, 14].

Методи прогнозування на основі часових рядів умовно поділяють на інтуїтивні (наприклад, методи на основі експертних оцінок [15], нечіткі методи прогнозування [16]) та формалізовані методи, серед яких особливої актуальності набувають гібридні методи прогнозування [17–19].

Прогностичні значення попиту на медичні послуги в майбутньому стануть підґрунтям для напрацювання варіантів управлінських рішень щодо формування кадрового складу ЗОЗ і розподілу функціональних обов'язків між працівниками закладу. Важливою залишається проблема оцінювання ефективності варіантів рішень за критерієм підвищення якості надаваних кадровим складом медичних послуг.

ПРОБЛЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДУ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Напрацювання рішень щодо розподілу навантаження між працівниками ЗОЗ доцільно виконувати на основі аналізу всіх доступних даних, які умовно можна поділити на такі групи [3]:

1. Набори даних, які містять відомості про кадровий склад закладу (W), серед яких дані про фах, посаду, спеціалізацію, перелік послуг, які вони можуть надавати, тощо.

2. Відомості про особливості функціонування закладу (S), перелік послуг, які доступні для надання клієнтам закладу.

3. Ретроспективні дані у формі динамічних рядів (Ds) та статистичних даних (St) про значення величин за минулі періоди часу.

4. Результати опитувань експертів (E) з питань, що стосуються проблеми.

5. Відомості, які отримані в результаті проведення анкетування осіб – потенційних споживачів медичних послуг (Q).

6. Колективні рішення щодо розширення, перепрофілювання, відкриття філій тощо, насамперед у приватних ЗОЗ (V).

Отже, формально задачі обчислення основних показників, які характеризують діяльність закладу, можна представити так:

1. Задача оцінювання кадрового потенціалу закладу охорони здоров'я, який визначається як сумарний обсяг послуг, які потенційно можуть бути надані працівниками закладу у межах їхнього робочого часу. Необхідно сконструювати правило Θ для того, щоб на основі заданих числових характеристик ЗОЗ, можна було б визначити нормативне навантаження на працівників закладу у заданому вигляді (NB):

$$\Theta: (W, S, E) \rightarrow NB. \quad (1)$$

2. Задача оцінювання наявного навантаження на працівників ЗОЗ [4].

Побудувати правило Δ , за яким на основі відомостей про ЗОЗ і статистичних даних про послуги, що були надані працівниками закладу за визначений період часу, можна було б визначити фактичне навантаження на працівників закладу (RB):

$$\Delta: (W, S, St, E) \rightarrow RB. \quad (2)$$

3. Задача прогнозування майбутніх потреб у медичних послугах полягає в необхідності побудови правила Ω для оцінювання рівня попиту на медичні послуги (D):



$$\Omega: (S, D_s, St, E, Q) \rightarrow D. \quad (3)$$

Розв'язання задачі (3) залежить від таких підзадач:

- прогнозування основних кількісних характеристик попиту на медичні послуги на основі ретроспективних даних;
- розбиття потенційних споживачів медичних послуг на кластери, відповідно до їхніх поведінкових особливостей та з урахуваннями характерних рис їхніх соціально-демографічних портретів;
- прогнозування виникнення потреб у медичних послугах в окремих групах потенційних споживачів послуг.

4. Задача прийняття управлінських рішень щодо діяльності ЗОЗ: побудувати правило ψ для формування множини ефективних рішень (ED) на основі даних, отриманих від використання правил (1)–(3):

$$\psi: (W, NB, RB, D, E, V) \rightarrow ED. \quad (4)$$

На основі множини ED , сформованої в результаті розв'язання задачі (4), особа, що приймає рішення, може формувати програму оптимізації кадрового складу ЗОЗ.

Під оптимізацією розуміємо процес знаходження такого розподілу послуг між працівниками закладу, який задовольняє такі критерії:

- забезпечення дотримання визначених клінічними протоколами та внутрішніми розпорядками відповідностей між послугами та працівниками, які їх надають;
- забезпечення дотримання визначених нормативно-правовими актами норм робочого часу працівників;
- дотримання хронометражів медичних послуг;
- задоволення попиту на медичні послуги тощо.

На основі сформульованих критеріїв можливою є побудова моделі задачі багатокритеріальної оптимізації таким чином. Позначимо через x_{ij} – кількість послуг із номером j , $j = \overline{1, |S|}$, які надав або планує надати працівник із номером i , $i = \overline{1, |W|}$. Сформуємо матрицю компетентностей $MQ = \{\beta_{ij}\}$, де $\beta_{ij} = 1$, якщо працівник W_i може надавати послугу S_j , та $\beta_{ij} = 0$ – у протилежному випадку.

Тоді для визначення оптимального розподілу послуг між працівниками закладу необхідно розв'язати таку багатокритеріальну задачу:

$$\sum_{i=1}^{|W|} \sum_{j=1}^{|S|} x_{ij} \beta_{ij} \rightarrow \max, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{|W|} |NB_i - RB_i| \rightarrow \min, \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{|W|} \left| \sum_{j=1}^{|S|} x_{ij} s_j - RB_i \right| \rightarrow \min, \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^{|S|} \left| \sum_{i=1}^{|W|} x_{ij} - D_j \right| \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$x_{ij} \in N \cup \{0\}, \quad i = \overline{1, |W|}, \quad j = \overline{1, |S|}.$$

Очевидно, що багатокритеріальна задача (5)–(8) містить конфліктуючі цільові функції, таким чином, для знаходження варіантів її розв'язків, особа, що приймає рішення, має, наприклад, провести ранжування цільових функцій або задачі додаткові обмеження.

МОДЕЛЬ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ ПОСЛУГ МІЖ ПРАЦІВНИКАМИ ЗАКЛАДУ

У роботі [20] запропоновано моделі пошуку оптимального розподілу послуг між працівниками на основі результатів прогнозування потреб у медичних послугах у майбутні періоди часу.

Задачу пошуку оптимального розподілу послуг між працівниками на період часу T побудовано у вигляді лінійної задачі цілочислового програмування таким чином:

Знайти

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \beta_{ij} s_j x_{ij} \rightarrow \max, \quad (9)$$

де x_{ij} – кількість послуг S_j , які надаватиме працівник W_i за таких обмежень:

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \geq p_{jT}, \quad j = \overline{1, M} \quad (10)$$

$$\sum_{j=1}^M s_j x_{ij} \leq r_{iT}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (11)$$

$$x_{ij} \in Z^+, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M}, \quad (12)$$

$$x_{ij} = 0, \quad \text{якщо } \beta_{ij} = 0, \quad (13)$$

де r_{iT} – нормативне навантаження на працівника W_i за період часу T .

Під час розв'язання задачі (9)–(13) можливі такі випадки:

1. Існує оптимальний розв'язок x_{ij}^* , $i = \overline{1, N}$, $j = \overline{1, M}$ задачі, який і буде характеризувати оптимальний розподіл послуг між працівниками. Тоді оптимальне навантаження на працівників обчислюється як

$$r_{iT}^* = \sum_{j=1}^m x_{ij}^* s_j.$$



2. Якщо задача (9)–(13) має декілька оптимальних розв'язків, то можливим є вироблення декількох варіантів рішень щодо оптимального розподілу навантаження між працівниками закладу, аналогічно до першого випадку.

3. Задача (9)–(13) може не мати розв'язків у таких випадках:

- якщо $\sum_{j=1}^M p_{jT} > R_T$, тобто, коли наявних

кредитів усіх працівників закладу не вистачає, щоб надати всі необхідні послуги. У цьому випадку актуальним є або скорочення переліку послуг та їхніх обсягів, або збільшення кількості працівників закладу.

- якщо для деяких окремих послуг не вистачає кредитів працівників. У цьому разі необхідно аналізувати структури й обсяг послуг, які необхідно надати працівникам закладу, та приймати рішення або про перекваліфікацію працівників, або про розширення штату працівників закладу.

Для формування множини можливих управлінських рішень щодо залучення нових працівників або звуження кількості послуг, які надаються закладом, задачу (9)–(13) можна перевизначити так:

$$F = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \beta_{ij} s_j x_{ij} \rightarrow \max, \quad (14)$$

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} \geq p_{jT} - \delta p_{jT}, \quad j = \overline{1, M}, \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^M s_j x_{ij} \leq r_{iT} + \delta r_{iT}, \quad i = \overline{1, N}, \quad (16)$$

$$x_{ij} \in Z^+, \quad i = \overline{1, N}, \quad j = \overline{1, M}. \quad (17)$$

$$x_{ij} = 0, \quad \text{якщо } \beta_{ij} = 0, \quad (18)$$

де $\delta p_{jT} \geq 0$ – величина, яка показує, наскільки будуть зменшені обсяги послуги S_j , а δr_{iT} – допустиме значення збільшення навантаження на працівника W_i .

Задачі (14)–(18) можуть розв'язуватись для різних значень δp_{jT} та δr_{iT} і, залежно від отриманих результатів, можливим є прийняття відповідних управлінських рішень. Наприклад, якщо для деякого працівника W_i $\delta r_{iT} \approx r_{iT}$, а відповідне йому Δ_{iT} достатньо невелике, то звідси слідує, що для надання послуг закладу необхідно залучити ще одного працівника з такими самими посадовими функціями та характеристиками, як і працівник W_i .

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАРІАНТІВ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ ЩОДО КЛІЄНТООРІЄНТОВАНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ КАДРОВОГО СКЛАДУ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я

Для оцінювання ефективності варіантів вироблених управлінських рішень щодо клієнтоорієнтованої оптимізації кадрового складу ЗОЗ уведемо поняття індексу клієнтоорієнтованості медичного закладу. В основу цього індексу покладемо інтегрований критерій якості медичних послуг, суть якого полягає у тому, що для вироблення якісної послуги необхідно, щоб вона надавалася компетентним працівником, у межах його робочого навантаження за необхідний час. Вважатимемо, що заклад є клієнтоорієнтованим, якщо всі послуги, які надаються його кадровим складом є якісними. Для визначення індексу клієнтоорієнтованості необхідно аналізувати співвідношення між нормативним і фактичним навантаженням працівників закладу.

Розглянемо заклад охорони здоров'я. Нехай задано множини працівників цього закладу $W = \{W_1, W_2, \dots, W_N\}$, для яких відомі значення нормативного (q_{iT}) та фактичного (r_{iT}) навантажень за вказаний період часу T ($i = \overline{1, N}$). З огляду на важливість і необхідність забезпечення якісними та своєчасними медичними послугами всіх споживачів медичних послуг, відповідно до принципу егалітаризму, індекс клієнтоорієнтованості закладу обчислюватимемо за правилом:

$$IC = \min \left\{ \min_{i=1, N} \left\{ \frac{q_{iT}}{r_{iT}} \cdot 100 \% \right\}, 100 \% \right\}. \quad (19)$$

Очевидно, що заклад буде максимально клієнтоорієнтованим, якщо $IC = 100\%$, тобто, якщо фактичне навантаження кожного працівника не перевищуватиме його нормативне навантаження, а, отже, у працівників буде достатньо обсягів кредитів часу для надання медичних послуг.

Оцінкою ефективності рішення буде величина, яка характеризує зміну індексу клієнтоорієнтованості й обчислюється так:

$$\Delta IC = IC' - IC, \quad (20)$$

де IC' – індекс клієнтоорієнтованості закладу охорони здоров'я після впровадження рішень, отриманих на основі застосування інформаційної технології.

Таким чином, для оцінювання ефективності розроблених моделей і методів, необхідно для заданого закладу охорони здоров'я виконати ситуаційний аналіз із визначення нормативного та



фактичного навантажень на працівників закладу, а також здійснити прогнозування потреб у медичних послугах на майбутні періоди часу. На основі отриманих результатів, застосовуючи модель пошуку оптимального розподілу послуг між працівниками, можна напрацювати варіанти управлінських рішень щодо зведення показника негативної клієнтоорієнтованості медичного закладу до нуля.

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА
ВЕРИФІКАЦІЯ РОЗРОБЛЕНОЇ МОДЕЛІ**

Розглянемо ЗОЗ, у якому працює 13 працівників, які можуть надавати 7 різних послуг. Дані про розподіл послуг між працівниками наведено у табл. 1; табл. 2 містить дані про обсяги послуг.

ТАБЛИЦЯ 1
МАТРИЦЯ РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ
МІЖ ПРАЦІВНИКАМИ ЗАКЛАДУ

Працівник	Обсяги послуг, %						
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7
W_1			50		25		20
W_2			50	20	25		20
W_3	5			20	25		10
W_4	5				25		5
W_5		33					
W_6		33					
W_7				10		100	5
W_8		34					7
W_9							15
W_{10}				50			
W_{11}	40						
W_{12}	10						10
W_{13}	40						8

ТАБЛИЦЯ 2
ДАНИ ПРО ПОСЛУГИ

Послуга	Обсяг, кредити	Хронометраж, кредити
S_1	14937	10,3
S_2	14937	9,42
S_3	13714	10,36
S_4	2607,8	44
S_5	683	81
S_6	2733,1	11,2
S_7	5184	1

Результати обчислення фактичного і нормативного навантажень на працівників закладу [4, 5] занесено в табл. 3.

З даних табл. 3 випливає, що у працівників W_1 , W_2 , W_{10} фактичне навантаження значно перевищує нормативне. Це може призвести до перенавантаження працівників і зменшення

якості послуг, які вони надають. Результати порівняння навантаження на працівників показано на рис. 1.

ТАБЛИЦЯ 3
РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЕННЯ ФАКТИЧНОГО
ТА НОРМАТИВНОГО НАВАНТАЖЕНЬ НА ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДУ

Працівник	Нормативне навантаження, кредити	Фактичне навантаження, кредити
W_1	70467,55	85899,21
W_2	70467,55	108846,7
W_3	35233,78	44989,17
W_4	18167,69	21782,51
W_5	54304,57	46433,16
W_6	54304,57	46433,16
W_7	54304,57	42343,65
W_8	54304,57	48203,1
W_9	27146,89	777,6
W_{10}	31434,48	57368,67
W_{11}	62868,96	61540,44
W_{12}	15717,24	15903,51
W_{13}	62868,96	61955,16
Разом	611591,38	642476,04

На основі даних табл. 3 індекс клієнтоорієнтованості закладу: $IC \approx 54,8\%$.

Оскільки сумарне навантаження перевищує нормативне, то перерозподіл послуг між працівниками неможливий. У ході розв'язання задачі (14)–(18), шляхом зміни значень δp_{jT} та δr_{iT} , напрацьовано два варіанти рішень.

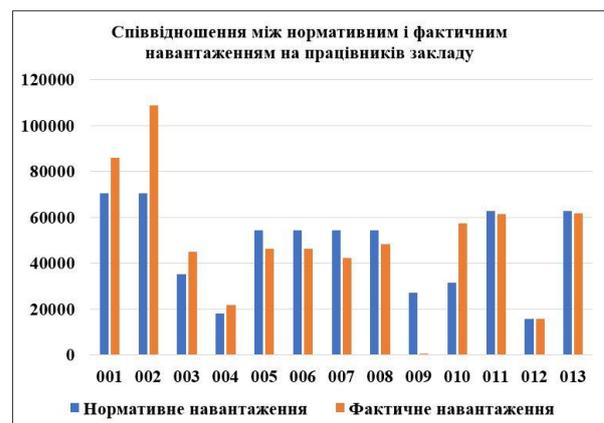


Рис. 1. Результати порівняння нормативного та фактичного навантаження на працівників закладу

Рішення 1: додати по одній штатній одиниці, ідентичній W_1 та W_7 . Варіант розподілу послуг між працівниками в такому випадку наведено у табл. 4.



ТАБЛИЦЯ 4

РОЗПОДІЛ ПОСЛУГ
МІЖ ПРАЦІВНИКАМИ ЗАКЛАДУ (РІШЕННЯ 1)

W _i	Послуги						
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
W ₁	1607		4301				
W _{1,1}	1607		4301				
W ₂			5112	4	87		
W ₃				116	372		
W ₄					224		
W ₅		4764					
W ₆		4707					
W ₇				886		1367	
W _{7,7}				887		1366	
W ₈		4085					5184
W ₉		1381					
W ₁₀				714			
W ₁₁	5103						
W ₁₂	525						
W ₁₃	6095						

Результати порівняння фактичного та нормативного навантаження за реалізації Рішення 1 зображено на рис. 2.

Індекс клієнтоорієнтованості ЗОЗ за реалізації Рішення 1 становитиме 100 %, проте у деяких працівників спостерігається значне вивільнення кредитів часу.



Рис. 2. Результати порівняння нормативного та фактичного навантаження на працівників закладу (Рішення 1)

Нехай у результаті послідовного розв'язання задач кластеризації, класифікації, ідентифікації та прогнозування обчислено майбутні потреби в медичних послугах, які наведено в табл. 5.

Для реалізації клієнтоорієнтованої оптимізації кадрового складу закладу на наступний рік, на основі результатів оцінювання фактичного і нормативного навантаження на працівників, матриці розподілу послуг між ними, а також резуль-

татів прогнозування потреб у медичних послугах розглянемо таку задачу цілочислового лінійного програмування, відповідно до (14)–(18):

ТАБЛИЦЯ 5

ПРОГНОЗНІ ЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБ
У МЕДИЧНИХ ПОСЛУГАХ

Послуга	Обсяг, кредити	Хронометраж, кредити
S ₁	166839,4	10,3
S ₂	152585,12	9,42
S ₃	156317,284	10,36
S ₄	119269,3	44
S ₅	80757	81
S ₆	39335,52	11,2
S ₇	5184	1

$$F = 10,3 \cdot x_{1,1} + 10,3 \cdot x_{2,1} + 10,3 \cdot x_{3,1} + 10,3 \cdot x_{4,1} + 10,3 \cdot x_{10,1} + 10,3 \cdot x_{11,1} + 10,3 \cdot x_{12,1} + 10,3 \cdot x_{13,1} + 9,42 \cdot x_{5,2} + 9,42 \cdot x_{6,2} + 9,42 \cdot x_{7,2} + 9,42 \cdot x_{8,2} + 9,42 \cdot x_{9,2} + 10,359 \cdot x_{1,3} + 10,359 \cdot x_{2,3} + 44 \cdot x_{1,4} + 44 \cdot x_{2,4} + 44 \cdot x_{3,4} + 44 \cdot x_{4,4} + 44 \cdot x_{7,4} + 44 \cdot x_{10,4} + 44 \cdot x_{11,4} + 81 \cdot x_{1,5} + 81 \cdot x_{2,5} + 81 \cdot x_{3,5} + 81 \cdot x_{4,5} + 11,2 \cdot x_{7,6} + x_{1,7} + x_{2,7} + x_{3,7} + x_{4,7} + x_{5,7} + x_{6,7} + x_{7,7} + x_{8,7} + x_{9,7} + x_{12,7} + x_{13,7} \rightarrow \max,$$

$$x_{1,1} + x_{2,1} + x_{3,1} + x_{4,1} + x_{10,1} + x_{11,1} + x_{12,1} + x_{13,1} \geq 16198,$$

$$x_{5,2} + x_{6,2} + x_{7,2} + x_{8,2} + x_{9,2} \geq 16198,$$

$$x_{1,3} + x_{2,3} \geq 15090,$$

$$x_{1,4} + x_{2,4} + x_{3,4} + x_{4,4} + x_{7,4} + x_{10,4} \geq 2711,$$

$$x_{1,5} + x_{2,5} + x_{3,5} + x_{4,5} \geq 997,$$

$$x_{7,6} \geq 3512,$$

$$x_{1,7} + x_{2,7} + x_{3,7} + x_{4,7} + x_{5,7} + x_{6,7} + x_{7,7} + x_{8,7} + x_{9,7} + x_{12,7} + x_{13,7} \geq 432,$$

$$10,3 \cdot x_{1,1} + 10,359 \cdot x_{1,3} + 44 \cdot x_{1,4} + 81 \cdot x_{1,5} + x_{1,7} \leq 70467,55 + \delta r_1,$$

$$10,3 \cdot x_{2,1} + 10,359 \cdot x_{2,3} + 44 \cdot x_{2,4} + 81 \cdot x_{2,5} + x_{2,7} \leq 70467,55 + \delta r_2,$$

$$10,3 \cdot x_{3,1} + 44 \cdot x_{3,4} + 81 \cdot x_{3,5} + x_{3,7} \leq 35233,78 + \delta r_3,$$

$$10,3 \cdot x_{4,1} + 44 \cdot x_{4,4} + 81 \cdot x_{4,5} + x_{4,7} \leq 18167,69 + \delta r_4,$$

$$9,42 \cdot x_{5,2} + x_{5,7} \leq 54304,57 + \delta r_5,$$

$$9,42 \cdot x_{6,2} + x_{6,7} \leq 54304,57 + \delta r_6,$$

$$9,42 \cdot x_{7,2} + 44 \cdot x_{7,4} + 11,2 \cdot x_{7,6} + x_{7,7} \leq 54304,57 + \delta r_7,$$

$$9,42 \cdot x_{8,2} + x_{8,7} \leq 54304,57 + \delta r_8,$$

$$9,42 \cdot x_{9,2} + x_{9,7} \leq 27146,89 + \delta r_9,$$



$$10,3 \cdot x_{10,1} + 44 \cdot x_{10,4} \leq 31434,48 + \delta r_{10},$$

$$10,3 \cdot x_{11,1} + 44 \cdot x_{11,4} \leq 62868,96 + \delta r_{11},$$

$$10,3 \cdot x_{12,1} + x_{12,7} \leq 15717,24 + \delta r_{12},$$

$$10,3 \cdot x_{13,1} + x_{13,7} \leq 62868,96 + \delta r_{13},$$

$$x_{i,j} \in N \cup \{0\}, i = \overline{1,13}, j = \overline{1,7}.$$

У результаті розв'язання поставленої задачі було напрацьоване рішення, відповідно до якого, для підвищення індексу клієнтоорієнтованості закладу, необхідно залучити до роботи трьох додаткових працівників. Варіант розподілу навантаження між працівниками в такому випадку наведено у табл. 6.

Прогнозні значення фактичного та нормативного навантаження на працівників закладу наведено в табл. 7 і на рис. 3.

Таблиця 6

ПРОГНОЗНИЙ РОЗПОДІЛ ПОСЛУГ МІЖ ПРАЦІВНИКАМИ ЗАКЛАДУ

W _i	Послуги						
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
W ₁			6552				2592
W _{1,1}			6553				2592
W ₂			1985		616		
W ₃	1232			211	164		
W _{3,1}	1232			211	163		
W ₄					225		
W ₅		4765					
W ₆		4765					
W ₇				787		1756	
W _{7,1}				787		1756	
W ₈		4765					
W ₉		1903					
W ₁₀				714			
W ₁₁	6104						
W ₁₂	1526						
W ₁₃	6104						

Таблиця 7

РЕЗУЛЬТАТИ ОБЧИСЛЕННЯ ФАКТИЧНОГО ТА НОРМАТИВНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРАЦІВНИКІВ ЗАКЛАДУ

Працівник	Нормативне навантаження, кредити	Фактичне навантаження, кредити
W ₁	70464,2	70467,55
W _{1,1}	70474,5	70467,55
W ₂	70458,6	70467,55
W ₃	35257,6	35233,78
W _{3,1}	35176,6	35233,78
W ₄	18225	18167,69

Закінчення табл. 7

Працівник	Нормативне навантаження, кредити	Фактичне навантаження, кредити
W ₅	44886,3	54304,57
W ₆	44886,3	54304,57
W ₇	54295,2	54304,57
W _{7,1}	54295,2	54304,57
W ₈	44886,3	54304,57
W ₉	17926,3	27146,89
W ₁₀	31416	31434,48
W ₁₁	62871,2	62868,96
W ₁₂	15717,8	15717,24
W ₁₃	62871,2	62868,96
Разом	734108,3	771597,28



Рис. 3. Результати порівняння прогнозного та нормативного навантаження на працівників закладу

Прогнозне значення індексу клієнтоорієнтованості за реалізації цього рішення буде $IC' \approx 99,7\%$, а $\Delta IC \approx 44,9\%$.

ВИСНОВКИ

Дослідження присвячено проблемі розроблення моделей і методів для реалізації клієнтоорієнтованої оптимізації кадрового складу закладів охорони здоров'я. Заклад охорони здоров'я можна розглядати як складну соціальну систему, основним структурним елементом якої є кадровий склад. Основними числовими характеристиками, якими можна оцінити кадровий потенціал ЗОЗ є фактичне та нормативне навантаження на працівників закладу. Відповідно до розроблених моделей і методів, навантаження обчислюється у кредитах – умовних одиницях часу з урахуванням індивідуальних ознак працівників закладу та особливостей надання окремих медичних послуг. Ключовим у формуванні кадрової політики в медичних закладах є етап прогнозування потреб у медичних послугах. Для його ефективної



реалізації доцільним є послідовне розв'язання задач кластеризації, класифікації, ідентифікації та прогнозування. На основі результатів оцінювання кадрового потенціалу ЗОЗ, та з урахуванням результатів прогнозу потреб у медичних послугах, можна розробити оптимальний розподіл навантаження між працівниками закладу. Для цього в дослідженні побудовано модель у вигляді задачі цілочислового лінійного програмування. Після розв'язання сформульованої задачі, з використанням розроблених продукційних правил, можливим є напрацювання множини управлінських рішень щодо клієнтоорієнтованої оптимізації кадрового складу ЗОЗ. Для оцінювання ефективності вироблених рішень уведено поняття індексу клієнтоорієнтованості закладу охорони здоров'я, в основу якого покладено інтегральний критерій якості медичної послуги. Пропонується обчислювати вказаний індекс, урахувавши принцип егалітаризму для забезпечення якості всіх медичних послуг, які надаються працівниками закладу.

У ході виконаної верифікації розроблених моделей продемонстровано спосіб вироблення варіантів рішень та оцінювання їхньої ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] В. І. Чепіженко. "Підхід до управління функціональним станом складних технічних систем на експлуатаційному інтервалі їх життєвого циклу," *Вісник Національного Авіаційного Університету*, 43(2), pp.53–57, 2010.
- [2] В. А. Грабовський, П. М. Клименко. "Системний підхід до управління закладами охорони здоров'я," *Вісник Національної академії державного управління при Президентові України*, (3), pp. 136–142, 2014.
- [3] O. Mulesa, V. Snytyuk, V. Nazarov. "Research of information-analytical aspects for optimization of the health care institutions," *Technology audit and production reserves*, 6(2 (50)), pp. 10–13, 2019.
- [4] O. Mulesa, F. Geche, V. Nazarov, M. Trombola, "Development of models and algorithms for estimating the potential of personnel at health care institutions," *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, (4 (2)), 52–59, 2019.
- [5] O. Mulesa, F. Geche, A. Batyuk, I. Myronyuk. "Using A Systematic Approach in the Process of the Assessment Problem Analysis of the Staff Capacity Within the Health Care Institution," In 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Vol. 1, 2018, pp. 177–180.
- [6] Аналіз робочого навантаження, мотиваторів та стимулів праці медичних працівників, які надають віл-послуги в семи регіонах України. Проект USAID «Реформа ВЛЛ-послуг у дії», Київ, 2017.
- [7] О. М. Крекотень. "Оцінка працезатрат лікаря загальної практики/сімейного лікаря на амбулаторному прийомі методом безпосередніх замірів часу через хронометраж," *Україна. Здоров'я нації*, № 3, pp. 61–67, 2014.
- [8] С. А. Батуркин, Е. Ю. Батуркина, В. А. Зименко, И. В. Сигинов. "Статистические алгоритмы кластеризации

данных в адаптивных обучающих системах," *Вестник РГ-ПТУ*, № 1 (31), pp.82–85, 2012.

[9] К. Фукунага К. *Введение в статистическую теорию распознавания образов*, М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979.

[10] А. Котов, Н. Красильников. *Кластеризация данных*, 2006. Режим доступа: yury.name/internet/02ia-seminar-note.pdf.

[11] H. Nguyen, C. Drebenstedt, X. N. Bui, D. T. Bui. "Prediction of blast-induced ground vibration in an open-pit mine by a novel hybrid model based on clustering and artificial neural network," *Natural Resources Research*, 29(2), 691–709, 2020.

[12] А. Г. Ивахненко. "Метод группового учета аргументов – конкурент метода стохастической аппроксимации," *Автоматика*, № 3, pp. 58–72, 1968.

[13] Ю. П. Зайченко, И. О. Заец, О. В. Камоцкий, О. В. Павлюк, "Исследование разных видов функций принадлежности параметров нечетких прогнозирующих моделей в нечетком методе группового учета аргументов," *Управляющие системы и машины*, 2, pp. 56–67, 2003.

[14] Ю. П. Зайченко. "Нечеткий метод группового учета аргументов при неопределенных входных данных," *Системні дослідження та інформаційні технології*, № 3, pp. 100–112, 2007.

[15] А. С. Мендель. "Метод аналогов в прогнозировании коротких временных рядов: экспертно-статистический подход," *Автомат. и телемех.*, № 4, pp. 143–152, 2004.

[16] Ю. П. Зайченко, Моамед Мухамед, Н. В. Шаповаленко. "Нечеткі нейронні мережі і генетичні алгоритми в задачах макроекономічного прогнозування," *Наукові вісті НТУУ «КПІ»*, № 4, pp. 20–30, 2002.

[17] C. Deb, F. Zhang, J. Yang, S. E. Lee, K. W. Shah. "A review on time series forecasting techniques for building energy consumption," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, pp. 902–924, 2017.

[18] O. Mulesa, F. Geche, A. Batyuk, V. Buchok, V. "Development of combined information technology for time series prediction," In *Conference on Computer Science and Information Technologies*, 2017, pp. 361–373. Springer, Cham.

[19] О. Ю. Мулеса, В. Є. Снитюк. "Розробка еволюційного методу для прогнозування часових рядів," *Автоматизація технологічних і бізнес-процесів*. Том 12, вип. 3, pp. 4–9, 2020.

[20] О. Ю. Мулеса, В. Є. Снитюк, І. С. Миронюк. "Інформаційна технологія оптимізації кадрового потенціалу закладів охорони здоров'я," *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. № 6, pp. 83–90, 2019.

Стаття надійшла до редколегії

14.09.2021



Customer-oriented optimization of healthcare facilities staff

The problem of developing information technology for customer-oriented optimization of healthcare facilities staff is considered. It is determined that the key tasks in the development of personnel decisions in the formation of personnel policy in medical institutions are assessing such current characteristics of staff as to regulatory and actual workload and the task of forecasting needs for medical services in future periods. To effectively perform such a forecast, it is proposed to consistently solve clustering, identification, and forecasting problems. A mathematical model of the multicriteria optimization problem for the formation of many variants of solutions for the formation of personnel policy in health care facilities is built. The model of search of optimum distribution of services between employees of establishment in the form of a problem of integer linear programming is executed. Production rules have been developed to analyze the results of solving the formulated problem. A model for developing variants of decisions on changes in the staff of a medical institution to ensure the completeness of medical services is proposed. To assess the effectiveness of the options made, the customer orientation index is used, which is calculated by the principles of egalitarianism. Experimental verification of the developed models and methods is performed.

Keywords: decision-making, optimization, index of the customer orientation for the institution, customer-oriented optimization, human resources.



Оксана Мулеца. Спеціальність 05.13.06 – інформаційні технології, канд. техн. наук, доцент кафедри кібернетики і прикладної математики ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород, Україна. Наукові інтереси: інформаційні технології, прийняття рішень, нечіткий аналіз, інтелектуальний аналіз даних.

Oksana Mulesa. Candidate of Technical Sciences, specialty 05.13.06 – Information Technologies, Associate Professor, Associate Professor of Cybernetics and Applied Mathematics, Uzhhorod National University. Research interests include information technology, decision making, fuzzy analysis, data mining.



Віталій Снитюк. Декан факультету інформаційних технологій, д-р техн. наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології, професор Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна. Наукові інтереси: прийняття рішень в умовах невизначеності, обчислювальний інтелект, еволюційне моделювання.

Vitaliy Snytyuk. Dean of the Faculty of Information Technology, Doctor of Technical Sciences on the specialty 05.13.06 – Information Technology, Professor.

Research interests: decision making under uncertainty, computational intelligence, evolutionary modeling.