

УДК 004.942:378.145

Катерина КУЗЬМА

katushke2017@gmail.com

ORCID: 0000-0002-0937-7299

м. Миколаїв

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ ПЕДАГОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

В роботі досліджено моделі оптимізації розподілу педагогічного навантаження, проаналізовано їх переваги та недоліки, що дозволило визначити найбільш ефективні й перспективні з точки зору практичного застосування. Розглядаються моделі двокритеріальної та багатокритеріальної оптимізації, для рішення яких задіяні генетичні алгоритми, однокритеріальна модель, що описується алгоритмами оптимізації на мережах й графах, математична модель, яка є однокритеріальною задачею про призначення.

Визначено, що досліджувані моделі можуть слугувати ядром системи підтримки прийняття рішень при управлінні розподілом педагогічного навантаження. В результаті проведеного дослідження встановлено, що рішення задачі формування раціонального педагогічного навантаження повинно ґрунтуватися на застосуванні інформаційних технологій підтримки прийняття рішень, які дозволять особі, що приймає рішення, ефективно розподіляти види робіт, враховуючи обмеження та вимоги.

Ключові слова: розподіл педагогічного навантаження, однокритеріальна модель оптимізації, багатокритеріальна модель оптимізації.

Постановка проблеми

На кожному факультеті, для кожної спеціальності складається навчальний план, за яким здійснюється весь освітній процес. Організацією виконання навчального плану займається кафедра. Кафедра формує професорсько-викладацький склад (ПВС), план розподілу навчального навантаження, чисельність штатів.

Однією з головних складових навчально-методичної роботи кафедри є визначення раціонального варіанту структури професорсько-викладацького складу, допустимого з погляду системи обмежень, що накладаються умовами виконання навантаження.

Тому, дослідження моделей оптимізації розподілу педагогічного навантаження (ПН) з метою підвищення ефективності даного процесу надзвичайно актуальні в цей час.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Різні підходи щодо рішення задачі розподілу ПН досліджено в роботах А.В. Філіппової, І. Б. Трегубенко, С.М. Султанової, С.А. Варламової, Е.Г. Коффман [1-5]. Важливою є задача систематизації існуючих підходів моделювання процесу розподілу ПН, визначення критеріїв оптимізації розподілу ПН, аналіз математичних методів, застосованих для опису моделей.

Постановка завдання

Метою роботи є аналіз моделей оптимізації розподілу педагогічного навантаження для виявлення їх переваг й недоліків.

Виклад основного матеріалу

Одним із способів вирішення задачі розподілу педагогічного навантаження є її віднесення до класу задач багатокритеріальної оптимізації.

Наприклад, в роботі [1] використовується модель оптимізації за такими крите-

ряями як: забезпечення максимальної ефективності виконання навантаження й мінімальних матеріальних витрат. Під мінімальними витратами мається на увазі фонд оплати праці, за максимальну ефективність виконання навантаження приймають якість навчання, тобто чим вища категорія викладачів, тим краще вони викладають, а отже, ефективніше виконують своє навантаження.

Вводяться позначення:

$\alpha_{\text{проф}}^{\text{лек}}$, $\alpha_{\text{доц}}^{\text{лек}}$, $\beta_{\text{проф}}^{\text{прак}}$, $\beta_{\text{доц}}^{\text{прак}}$, $\beta_{\text{преп}}^{\text{прак}}$, $\gamma_{\text{доц}}^{\text{лаб}}$, $\gamma_{\text{преп}}^{\text{лаб}}$, $\delta_{\text{проф}}^{\text{асп}}$ – частки навантаження за посадами ПВС за всіма видами навчального навантаження;

$\tau_{\text{проф}}$, $\tau_{\text{доц}}$, $\tau_{\text{преп}}$ – загальне навантаження (в годинах) професора, доцента й викладача відповідно.

Кількість лекційних годин, практичних і лабораторних занять, керівництво докторантами та аспірантами за посадами визначається наступним чином:

$$\begin{aligned} \tau_{\text{проф}} &= \tau_{\text{проф}}^{\text{асп}} + \tau_{\text{проф}}^{\text{лек}} + \tau_{\text{проф}}^{\text{прак}}, \\ \tau_{\text{доц}} &= \tau_{\text{доц}}^{\text{лек}} + \tau_{\text{доц}}^{\text{прак}} + \tau_{\text{доц}}^{\text{лаб}}, \\ \tau_{\text{преп}} &= \tau_{\text{преп}}^{\text{прак}} + \tau_{\text{преп}}^{\text{лаб}}. \end{aligned} \quad (1)$$

Етапи формування двокритеріальної задачі:

1) Порядок формування витрат.

Для формування сумарного фонду оплати праці використовуються наступні норми й нормативи:

а) часові ставки оплати праці ($C_{\text{проф}}$, $C_{\text{доц}}$, $C_{\text{преп}}$);

б) обсяг усіх видів навчального навантаження (обсяг лекційних, практичних і лабораторних занять, керівництво аспірантами та докторантами), в годинах ($\tau^{\text{лек}}$, $\tau^{\text{прак}}$, $\tau^{\text{лаб}}$, $\tau^{\text{асп}}$);

в) частка навантаження відповідно до посад за всіма видами навчального навантаження ($\alpha_{\text{проф}}^{\text{лек}}$, $\alpha_{\text{доц}}^{\text{лек}}$, $\beta_{\text{проф}}^{\text{прак}}$, $\beta_{\text{доц}}^{\text{прак}}$, $\beta_{\text{преп}}^{\text{прак}}$, $\gamma_{\text{доц}}^{\text{лаб}}$, $\gamma_{\text{преп}}^{\text{лаб}}$, $\delta_{\text{проф}}^{\text{асп}}$).

2) Порядок розрахунку ефективності.

Для визначення ефективності виконання навантаження використовуються наступні нормативи:

а) ваговий коефіцієнт виконання загального навантаження кожним фахівцем професорсько-викладацького складу, який характеризує якість навчання): ($e_{\text{проф}}$, $e_{\text{доц}}$, $e_{\text{преп}}$);

б) обсяг всіх видів навчального навантаження в годинах;

в) частка навантаження відповідно до посади за всіма видами навчального навантаження.

Математична модель двокритеріальної задачі зводиться до мінімізації функції

$$f = \left(\begin{aligned} &C_{\text{проф}}t_0 + C_{\text{доц}}t_1 + C_{\text{преп}}t_2, \\ &-e_{\text{проф}}t_0 - e_{\text{доц}}t_1 - e_{\text{преп}}t_2 \end{aligned} \right) \rightarrow \min, \quad (2)$$

де

$$\begin{aligned} t_0 &= \alpha_{\text{проф}}^{\text{лек}} \tau^{\text{лек}} + \beta_{\text{проф}}^{\text{прак}} \tau^{\text{прак}} + \delta_{\text{проф}}^{\text{асп}} \tau^{\text{асп}}; \\ t_1 &= \alpha_{\text{доц}}^{\text{лек}} \tau^{\text{лек}} + \beta_{\text{доц}}^{\text{прак}} \tau^{\text{прак}} + \gamma_{\text{доц}}^{\text{лаб}} \tau^{\text{лаб}}; \\ t_2 &= \beta_{\text{преп}}^{\text{прак}} \tau^{\text{прак}} + \gamma_{\text{преп}}^{\text{лаб}} \tau^{\text{лаб}} \end{aligned}$$

при наступних обмеженнях:

$$\begin{aligned} 1) \quad &\alpha_{\text{проф}}^{\text{лек}} + \alpha_{\text{доц}}^{\text{лек}} = 1, \\ 2) \quad &\beta_{\text{проф}}^{\text{прак}} + \beta_{\text{доц}}^{\text{прак}} + \beta_{\text{преп}}^{\text{прак}} = 1, \\ 3) \quad &\gamma_{\text{доц}}^{\text{лаб}} + \gamma_{\text{преп}}^{\text{лаб}} = 1, \\ 4) \quad &\delta_{\text{проф}}^{\text{асп}} = 1, \\ 5) \quad &\alpha_{\text{проф}}^{\text{лек}} > 0, \alpha_{\text{доц}}^{\text{лек}} > 0, \beta_{\text{проф}}^{\text{прак}} > 0, \\ &\beta_{\text{доц}}^{\text{прак}} > 0, \beta_{\text{преп}}^{\text{прак}} > 0, \gamma_{\text{доц}}^{\text{лаб}} > 0, \\ &\gamma_{\text{преп}}^{\text{лаб}} > 0, \delta_{\text{проф}}^{\text{асп}} > 0. \end{aligned} \quad (3)$$

В результаті вирішення задачі знаходять долі навантажень професора, доцента, викладача з кожного виду навчального навантаження. Знайшовши значення α_i^j , β_i^j , γ_i^j , де i – якісний склад професорсько-викладацького штату кафедри (професор, доцент, викладач), j – вид навчального навантаження (аспіранти, лекції, практичні і лабораторні заняття), можна отримати:

– значення навантаження професора, доцента, викладача за видами робіт (наприклад, лекційне навантаження професо-

ра визначається за формулою:
 $\tau_{проф}^{лек} = \alpha_{проф}^{лек} \cdot \tau^{лек}$;

– загальне навантаження професора, доцента, викладача.

Отримані показники дозволяють визначити, скільки повинно бути на кафедрі професорів ($n_{проф}$), доцентів ($n_{доц}$) і викладачів ($n_{преп}$) шляхом ділення τ_i на середньорічне навчальне навантаження професора $\tau_{проф}^o$, доцента $\tau_{доц}^o$, викладача $\tau_{преп}^o$:

$$n_{проф} = \frac{\tau_{проф}}{\tau_{проф}^o}; n_{доц} = \frac{\tau_{доц}}{\tau_{доц}^o} \quad (4)$$

В роботі [1] рішення двокритеріальної задачі оптимізації навчально-методичної діяльності кафедри здійснено за допомогою генетичних алгоритмів. Спочатку вирішується задача за першим критерієм, де кожен варіант професорсько-викладацького складу кафедри розглядається як індивідуум, сумарний фонд оплати праці (ФОП) такого складу – як пристосованість цього індивідуума. В процесі еволюції пристосованість індивідуумів зростатиме, якщо ФОП буде мінімальний. Коли число поколінь досягне заданої межі або припиниться зростання пристосованості в популяції, отримаємо оптимальне рішення задачі – значення мінімального фонду оплати праці. Після цього знову запускаємо процес, ввівши нове обмеження з урахуванням отриманого мінімального ФОП. Формуємо нову популяцію і нову цільову функцію, пристосованість індивідуумів зростатиме, якщо ефективність буде максимальною.

В роботі [2] запропоновано метод оптимізації структур інформаційних потоків навчального навантаження, який дозволяє

$$B_{id,j}^{навч} + B_{id,j}^{метод} = \sum_{g=1}^G \sum_{v=1}^V \sum_{\mu=1}^{\lambda} \sum_{i=1}^S x_j v_{\mu} g_z t_d C_j (L_{t_d} i v_{\mu} W_{t_d} i v_{\mu} f_{t_d} i v_{\mu} g_z + N_j, f_{t_d} i v_{\mu}),$$

$$j = \overline{1, k}, t = \overline{1, n}, d = \overline{1, D}, \quad (7)$$

де $x_j v_{\mu} g_z t_d$ – призначення j -го виду навчальної роботи i -ї дисципліни на v -му факультеті μ -й спеціальності в g -й групі з z -м

мінімізувати затрати часу на формування щорічного навчального навантаження і базується на алгоритмах оптимізації в мережах і графах. При цьому час проходження потоків навчального навантаження в однорічному циклі представлено виразом:

$$\tau = \max_{1 \leq j \leq m} (t(D_j^T) + t(D_j^T) + \max_{1 \leq i \leq n} (t(S_i^T) + t(N^{S_i}) + \max_{1 \leq j \leq m} (t(D_j^N) + \max_{1 \leq l \leq l_2 j} (t(S_l^{D_j}))))), \quad (5)$$

де $t(S_i^{D_j})$ – час, витрачений на підготовку робочого плану i -ї кафедри для j -го деканату (для інших кафедр $t(S_i^{D_j}) = 0$); $t(D_i^N)$ – час формування обсягу навчальної роботи j -м деканатом для навчального відділу; $t(N^{S_i})$ – час формування навчального навантаження для i -ї кафедри навчальним відділом (однаковий для всіх кафедр); $t(S_i^T)$ – час розподілу навантаження на i -й кафедрі та пересилання відповідних документів в диспетчерську; $t(D_j^T)$ – час зведення інформації про розподіл навантаження в диспетчерській та передача її у відповідні деканати (однаковий для всіх деканатів); $t(D_j^T)$ – час на формування завдання диспетчерській щодо формування розкладу в j -му деканаті.

В роботі [3] задача розподілу навчального навантаження представлена як задача рівномірного наближення функції, яка зводиться до мінімакса.

$$F = \left| \max(B_{id,j}^{навч} + B_{id,j}^{метод}) - \overline{\overline{C_{j,d}^{навч}}} \right| \rightarrow \min, \quad (6)$$

де $B_{id,j}^{навч} + B_{id,j}^{метод}$ – розподілення навчальної та методичної роботи за j -м видом роботи визначається за формулою:

індексом робочої програми t -му викладачу d -ї посади; $W_{t_d} i v_{\mu}$ – комплексна оцінка, пов'язана з виконанням t -м викладачем d -ї

посади i -ї дисципліни на v -му факультеті μ -ї спеціальності; $L_{t_d} i v_\mu$ – ваговий коефіцієнт можливостей t -го викладача d -ї посади викладати i -у дисципліну на v -му факультеті μ -ї спеціальності; $f_{t_d} i v_\mu g_z$ – чи виконував t -й викладач d -ї посади j -й вид навчальної роботи i -ої дисципліни на v -му факультеті μ -ї спеціальності в g -й групі з z -м індексом робочої програми; N_j – норми часу j -го виду роботи ПВС.

В математичній моделі використовують наступні обмеження:

1. Всі види навчальної роботи із i -х дисциплін повинні бути розподілені між викладачами повністю:

$$\sum_{g=1}^G \sum_{v=1}^V \sum_{\mu=1}^{\lambda} \sum_{i=1}^S x_{ji} v_\mu g_z t_d = A_i, \quad i = \overline{1, s},$$

де A_i – навантаження з i -ї дисципліни; s – кількість дисциплін;

2. Сумарний об'єм навантаження на кафедрі повинен дорівнювати сумарному об'єму навчального навантаження всіх викладачів:

$$\left(\sum_{i=1}^s A_i \right) = \left(\sum_{i=1}^n B_i \right),$$

3. Об'єм навантаження з j -го виду навчальної роботи t -го викладача повинен визначатися, враховуючи діапазони мінімального та максимального навантаження конкретного виду навчальної роботи:

$$C_j^{\min} \leq \sum_{i=1}^s C_{ji} \cdot x_{ji} v_\mu g_z \leq C_j^{\max}, \quad j = \overline{1, k},$$

де C_j^{\min} – рекомендоване мінімальне навантаження j -го виду навчальної роботи; C_j^{\max} – рекомендоване максимальне навантаження j -го виду навчальної роботи; k – кількість видів навчальної роботи.

4. Кожен викладач може вести навантаження, яке не перевищує максимально допустиме типовим положенням навчального закладу:

$$(\forall t \in \overline{1, n}) \sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^k x_{ji} v_\mu g_z \cdot C_{ji} \leq B_{\max}^t.$$

5. Один лекційний курс на одному потоці повинен викладати тільки один викладач:

$$\sum_{j=1}^n x_{ji}^q = 1, \quad i = \overline{1, s}, \quad q = \overline{1, Q}, \quad j = 1,$$

де q – індекс потоку; Q – кількість потоків.

Формальна оцінка якості розподілення здійснюється на основі критерію рівномірності навчального навантаження. Відхилення навантаження від заданого середнього значення розраховується за формулою:

$$A_{td,j}^{yq} = \left| B_{td,j}^{yq} - \overline{C_{td,j}^{yq}} \right|.$$

де $\overline{C_{td,j}^{yq}}$ – середнє значення об'єму роботи викладачів d -ї посади з j -го виду навчальної роботи з урахуванням об'ємів робіт розподілених між окремими викладачами, яке визначається за формулою:

$$\overline{C_{td,j}^{yq}} = K_{j,d} \left(\frac{\sum_{i=1}^s C_{ji}}{\sum_{d=1}^D (K_{j,d} \cdot Y_d)} \pm \frac{\sum_{d=1}^D m_d \cdot O_{jd} \cdot \overline{C_{j,d}^{yq}}}{\sum_{d=1}^D ((Y_d - m_d) \cdot K_{j,d})} \right), \quad j = \overline{1, k}, \quad (8)$$

де $K_{j,d}$ – посадовий коефіцієнт j -го виду навчальної роботи d -ї посади; Y_d – кількість викладачів d -ї посади; m_d – кількість викладачів d -ї посади, у яких змінюється об'єм робіт; $O_{j,d}$ – відсоток зміни j -го виду навчальної роботи d -ї посади; n – кількість викладачів (фактичний штат кафедри); $\overline{C_{j,d}^{yq}}$ – середній об'єм робіт викладачів d -ї посади за j -м видом навчальної роботи, представлено наступною формулою:

$$\overline{C_{td,j}^{yq}} = \frac{\sum_{i=1}^s C_{ji}}{\sum_{d=1}^D (K_{j,d} \cdot Y_d)} \cdot K_{j,d}, \quad j = \overline{1, k}. \quad (9)$$

Коефіцієнт якості розподілення навчального навантаження на основі критерію рівномірності:

$$b_{td,j}^{y^u} = \frac{A_{td,j}^{y^u}}{\max\{A_{1d,j}^{y^u}, A_{2d,j}^{y^u}, \dots, A_{nd,j}^{y^u}\}}.$$

Сумарний коефіцієнт якості розподілення навчальної роботи для t -го викладача d -ї посади:

$$S_{td}^{y^u} = \sum_{j=1}^k b_{td,j}^{y^u}, \quad t = \overline{1, n}, \quad d = \overline{1, D}.$$

Сумарний коефіцієнт якості розподілення навчальної роботи для всіх викладачів d -ї посади:

$$S_d^{y^u} = \sum_{t=1}^n S_{td}^{y^u}, \quad d = \overline{1, D}.$$

Інтегральний показник якості для кожного i -го варіанта розподілення:

$$K_i = \frac{\sum_{d=1}^D S_{d,i}^{y^u}}{\max\{S_1, S_2, \dots, S_m\}},$$

де m – кількість варіантів розподілення.

Отримані розподілення навчального навантаження представляються у вигляді нечіткої випадкової величини з метою порівняння допустимих варіантів розподілення та вибору найкращого варіанту:

$$S = \left\{ \frac{A_1}{B_1}, \frac{A_2}{B_2}, \frac{A_3}{B_3} \right\},$$

де A_1, A_2, A_3 – деякі нечіткі множини; B_1, B_2, B_3 – ймовірність того, що величина буде мати саме це значення.

Для задачі розподілення навантаження нечітка випадкова величина має вигляд:

$$S = \left\{ \frac{\text{'не дуже'}}{B_1}, \frac{\text{'добре'}}{B_2}, \frac{\text{'краще'}}{B_3} \right\},$$

де нечіткі множини «не дуже», «добре», «краще» задані своїми функціями приналежності.

Оцінка варіантів розподілення виконується двома словами – мірою можливості («точно», «скоріше», «напевно») та базовим значенням («не дуже», «добре», «краще»). Тобто даний підхід дозволяє отрима-

ти деякий прототип навчального навантаження, яке потребує доопрацювання за участю ОПП (експерта).

В роботі [4] задача розподілення педагогічного навантаження розглядається як однокритеріальна задача розподілення ресурсів, цільова функція якої прагне до максимуму:

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \max, \quad (9)$$

де c_{ij} – ефективність виконання i -ї роботи j -м викладачем; x_{ij} – кількість годин, відведених на i -ту дисципліну.

Коефіцієнт ефективності роботи викладачем розраховується за формулою:

$$C_{ij} = \alpha_z * Z_{ij} + \alpha_M * M_{ij} + \alpha_n * n_{P_i}^b + \alpha_u * u_i + \alpha_w * w_{ij},$$

де Z_{ij} – коефіцієнт, який враховує стаж j -го викладача з i -ї дисципліни; M_{ij} – коефіцієнт, який враховує методичні розробки j -го викладача з i -ї дисципліни; $n_{P_i}^b$ – коефіцієнт, який враховує результати підсумкового тестування з i -ї дисципліни; u_i – коефіцієнт, який враховує вчену ступінь j -го викладача; w_{ij} – коефіцієнт, який враховує бажання j -го викладача викладати i -ту дисципліну.

Коефіцієнти α є предметом експертної оцінки порівняльної важливості параметрів, значення яких дорівнюють 1.

$$Z_{ij} = \frac{S_{ij}}{\max\{S_{ij}\}} * a_j * \frac{1}{N},$$

де N – кількість «конкурентів» на викладання i -ї дисципліни; S_{ij} – стаж викладання j -го викладача i -ї дисципліни;

$a_j = \frac{a_j}{\max\{a_j\}}$ – нормований відносно максимального значення стаж.

Так як викладач може одночасно викладати декілька дисциплін, то $a_j \neq \sum_i S_{ij}$. Розрахунок кое-

фіцієнта M_{ij} здійснюється за наступною формулою:

$$M_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_i k_{ij}} * \frac{1}{N},$$

де N – кількість «конкурентів»; k_{ij} – кількість методичних розробок, розроблених j -м викладачем з i -ї дисципліни.

Коефіцієнт обчислюється за формулою:

$$n_{P_i}^b = \sum_j v_j * p_{ij},$$

де v_j – коефіцієнт оцінок, отриманих в результаті тестування студентів; p_{ij} – кількість студентів, які отримали j -ту оцінку.

Коефіцієнти u_i та w_{ij} встановлюються кожним закладом на власний розсуд. Обмеження, які вводять на розподілення навантаження:

– j -му викладачу не можна викладати i -ту дисципліну, якщо він в ній зовсім некомпетентний $x_{ij} \geq 0 \Leftrightarrow C_{ij} > 0$;

– навчальне навантаження на семестр повинно бути не менше 140 годин.

Вирішення даної задачі здійснюється шляхом максимізації цільового параметру x . Фактично математична модель, на якій базується даний підхід, є однокритеріальною задачею про призначення для вирішення якої використовується методи дослідження операцій. Перевагами даного підходу є простота реалізації в рамках інформаційної системи. Недоліками є зведення критеріїв якості до одного коефіцієнту, тобто не враховується можливість формування множини варіантів, що веде до неефективності їх використання для кафедр зі складною структурою.

В роботі [5] розподілення навантаження здійснюється за рахунок зміни розкладу занять на тиждень. Регулярність розкладу на семестр характеризується числом сегментів в j -му семестрі M_j , числом тижнів в i -му сегменті j -го семестру K_{ij} та кратністю тижнів в i -му сегменті j -го семестру P_{ij} . Число тижнів з подібним розкладом в i -му

сегменті j -го семестру визначається за формулами:

$$V = \lceil K_{ij} / P_{ij} \rceil$$

$$E = K_{ij} \bmod P_{ij};$$

$$N_{ik} = V + 1, \text{ якщо } k \leq E;$$

$$N_{ik} = V, \text{ якщо } k > E; k = \overline{1, P_{ij}}; i = \overline{1, M_j},$$

де N_{ik} – число тижнів з подібним розкладом занять в i -му сегменті; $\lceil \cdot \rceil$ – функція, яка повертає цілу частину дійсного числа.

Далі формується матриця рішень D , яка містить можливе розподілення годин для подібних тижнів протягом навчального семестру:

$$D_{ik} = N_{ik} \cdot g_j, \quad k = \overline{1, P_{ij}}; \quad i = \overline{1, M_j},$$

де g – вектор можливих розподілень годин на тиждень, $g = (0, 2, 4, 6, \dots, G)$, G – максимальна запланована об'єм аудиторних годин з дисципліни.

З матриці D здійснюється вибірка варіантів рішень щодо розподілення навчальних годин згідно з прийнятим графіком навчального процесу. В роботі приймається графік на один семестр: всього навчальних тижнів в семестрі – 17, число сегментів $M_1 = 3$; кратність кожного сегменту $P_{11} = 1$; $P_{21} = 2$; $P_{31} = 3$; загальна кількість тижнів для кожного сегмента відповідно 1, 15 та 1, тоді кількість тижнів з подібним розкладом в кожному з сегментів буде $N_{11} = 1$, $N_{21} = 8$, $N_{22} = 7$, $N_{31} = 1$. Із отриманих варіантів рішень для кожної дисципліни формується вектор U та вектор Y , в якому зберігаються дані про кількість варіантів розподілення для кожної дисципліни, тобто тижневе навантаження на студента. j -те рішення для i -ї дисципліни отримують з вектора U , використовуючи формулу:

$$U'_j = U_k, \quad k = w \cdot \left(\sum Y_f + j - 1 \right), \\ f = \overline{1, i - 1},$$

де w – число навчальних тижнів з подібним розкладом.

У якості критерію вибору оптимального варіанта розподілення використовується умова:

$$\sum (A_{ij} - F_k)^2 \rightarrow \min ,$$
$$j = 3(k-1) + g, g = \overline{1,3}; k = \overline{1, M},$$

де A_{ij} – тижневе навчальне навантаження на студента; F_k – вимоги щодо навчального навантаження для різних видів занять.

Висновки і перспективи досліджень

В результаті дослідження встановлено, що критеріями оптимізації в існуючих моделях розподілу педагогічного навантаження є: мінімізація матеріальних витрат, часу на формування щорічного навчального навантаження; рівномірність завантаження викладачів однакової посади з однаковим навчальним навантаженням тощо.

В наведених моделях не враховується можливість оптимізації навчального навантаження за рахунок об'єднання груп у потоки. Структурування планового контингенту, тобто розподілення контингенту за потоками, групами, підгрупами з врахуванням особливостей та винятків є важливою задачею прийняття рішень.

Таким чином, рішення задачі формування раціонального педагогічного навантаження повинно ґрунтуватися на застосуванні інформаційних технологій підтримки прийняття рішень, які дозволять ОПР (завідуючому кафедрою або його заступниками) ефективно розподіляти види робіт, враховуючи обмеження та вимоги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Филиппова, А.В. Модели организации учебно-методической работы кафедры [Электронный ресурс] / А.В. Филиппова. – Режим доступа: <http://www.cs-alternativa.ru/text/2264/3>
2. Трегубенко, І. Б. Методи та моделі оптимізації системи управління навчальним процесом в вищих закладах освіти: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. технології» [Текст] / Трегубенко Ірина Борисівна. – Черкаси, 2007. – 24 с.
3. Султанова, С.Н. Информационная система поддержки принятия решений при планировании работ преподавателей вуза на основе интегральной оценки показателей качества: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук : 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах» [Текст] / Султанова С.Н. – Уфа, 2008. – 19с.
4. Варламова, С.А. Принятие решений при распределении учебной нагрузки [Электронный ресурс] / С.А. Варламова, Е.В. Белобородова, А.В. Затонский // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 9. – Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_11611575_76105782.pdf
5. Коффман, Э.Г. Теория расписаний и вычислительные машины [Текст] / Э.Г. Коффман. – М: Наука. – 1984. – 336 с.

Kateryna KUZMA
Mykolaiv

RESEARCHING OPTIMIZATION MODELS OF DISTRIBUTION THE PEDAGOGICAL WORKLOAD

In this work the models of optimization the distribution of pedagogical workload, their strengths and weaknesses have been analysed, that allowed to define the most effective and practical of them for use. The models of two-criterial and multicriteria optimization are considered, for solution of which genetic algorithms are used, one-criterial model, which is described by optimization algorithms on networks and graphs, a mathematical model, which is a one-criterion task about the appointment

It is determined that the investigated models can serve as the nucleus of the system for decision making in the management of distribution pedagogical workload. In a result was proved that solving the problem of forming a rational pedagogical load should be based on the application of information tech-

nologies for supporting decision-making that will allow the decision maker to effectively distribute the types of work, taking into account the limitations and requirements.

Keywords: the distribution of pedagogical workload, one-criterial model of optimization, multicriteria model of optimization.

Екатерина КУЗЬМА
Николаев

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

В работе исследованы модели оптимизации распределения педагогической нагрузки, проанализированы их преимущества и недостатки, что позволило определить наиболее эффективные и перспективные с точки зрения практического применения. Рассматриваются модели двухкритериальной и многокритериальной оптимизации, для решения которых использованы генетические алгоритмы, однокритериальная модель, описываемая алгоритмами оптимизации на сетях и графах, математическая модель, которая является однокритериальной задачей о назначениях.

Определено, что исследуемые модели могут служить ядром системы поддержки принятия решений при управлении распределением педагогической нагрузки. В результате проведенного исследования установлено, что решение задачи формирования рациональной педагогической нагрузки должно основываться на применении информационных технологий поддержки принятия решений, которые позволят лицу, принимающему решения, эффективно распределять виды работ, учитывая ограничения и требования.

Ключевые слова: распределение педагогической нагрузки, однокритериальная модель оптимизации, многокритериальная модель оптимизации.

Стаття надійшла до редколегії 20.10.2017