

**Л. В. Нечволода,**  
*кандидат технічних наук,*

**К. В. Пилипенко,**  
*Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ*

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ РОБІТ МІЖ СПІВРОБІТНИКАМИ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА ЗА ДОПОМОГОЮ МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ**

**Постановка проблеми.** У сучасних умовах теорія і практика управління диктують новий підхід до управління персоналом. В його рамках людські ресурси підприємств і організацій розглядаються як найбільш цінний ресурс, а розвиток їх потенціалу – як важливе стратегічне завдання підприємств для досягнення успіху [1].

Український ринок інформаційних технологій пропонує широкий вибір програмних продуктів для вирішення актуальних проблем управління персоналом і оптимізації бізнес-процесів на підприємствах різного рівня організаційного розвитку та різних напрямків діяльності.

Автоматизовані системи управління кадрами дозволяють вести облік працівників, видавати і реєструвати накази, стежити за наданням відпусток, отримувати різноманітну аналітичну інформацію і вирішувати багато інших завдань.

На сьогоднішній день існує досить багато систем управління кадрами, представлених як комплексними програмами, які охоплюють весь діапазон завдань управління людськими ресурсами, так і вузькоспеціалізованими рішеннями. Вартість таких систем варіюється від декількох сотень гривень до сотень тисяч доларів [2].

Завдання відбору персоналу на виконання робіт є важливою ланкою роботи підприємств. Правильне призначення співробітника на виконання завдання може підвищити не тільки продуктивність праці, але і збільшити прибуток підприємства, підвищити лояльність співробітників.

Незважаючи на те, що існує велика кількість програмних продуктів для вирішення актуальних проблем з управління персоналом, призначення співробітників на виконання завдань проводиться в основному «вручну» начальниками відділів, цехів та інших підрозділів, рішення яких базуються на професійному досвіді і здоровому глузді. Однак дана основа недостатньо міцна та зі зростанням обсягів завдань, зменшенням допустимого часу реакції на зовнішні впливи, збільшенням кількості критеріїв, які необхідно враховувати для прийняття оптимального рішення, можливі проблемні ситуації для керуючих.

В існуючих програмних продуктах із управління кадрами розподіл робіт між співробітниками фіксується у програмі, але прийняття рішення про

розподіл співробітників базується строго на перевагах начальника.

У зв'язку з цим актуальною є автоматизація процесу розподілу робіт між співробітниками за допомогою математичних методів.

**Аналіз останніх досліджень.** З математичної точки зору завдання про розподіл роботи між співробітниками, враховуючи їх професійні якості, можна сформулювати як багатокритеріальну задачу про призначення. Завдання формулюється як задача про розподіл різних суб'єктів по різних об'єктах з урахуванням характеристик суб'єкта, які повинні певною мірою відповідати вимогам об'єктів.

Існує безліч підходів до вирішення цих завдань. Ці підходи розглядалися в статтях О.І. Ларичева [3], С.В. Левіна, А. А. Петрика [4], О.Я. Ніконова, О.А. Подоляки, Е.В. Скакаліної, В.І. Протасова [5], А.В. Лотова, І.І. Поспелова [6] та ін.

У даних роботах пропонується вирішення задачі про розподіл суб'єктів по різних об'єктах, однак не перевіряється ефективність даних методів в будь-якому програмному забезпеченні.

**Метою статті** є розробка математичної моделі розподілу людських ресурсів за завданнями на машинобудівному підприємстві з можливістю подальшої реалізації даної моделі в автоматизованому програмному продукті.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У всій сукупності ресурсів машинобудівного підприємства особливе місце займають трудові ресурси, які на рівні підприємства називають кадрами або персоналом. Кадри – це найважливіший елемент продуктивних сил підприємства. До них відноситься весь штатний склад працівників машинобудівного підприємства.

Всі працівники підприємства вносять в процес свою індивідуальну працю. Тому праця кожної людини, колективу підприємства зобов'язана бути задалегідь спланована, організована.

Зміст роботи всіх працівників безпосередньо залежить від конкретного робочого місця, посади, яку обіймає працівник, від економічної ролі в виробничому процесі, організаційній структурі.

Чим краще визначені функції кожного робочого місця, посади на підприємстві, тим точніше можна встановити коло обов'язків, зміст праці кожної категорії працівників. Тут правильний розподіл

праці дозволяє розставити всіх учасників виробничого процесу за даними робочих місць з урахуванням їх індивідуальних особливостей, і професійно-ділових якостей. Поділ праці означає відокремлення різних видів праці, закріплення їх за учасниками даного процесу.

Поділ праці на машинобудівному підприємстві є диференціацією і спеціалізацією трудового процесу по повноваженням працівниками, видам робіт, їх складності та іншими ознаками.

За характером праці і цільовим призначенням робіт, що виконуються, весь персонал машинобудівного підприємства розподіляється на наступні категорії: робітники, інженерно-технічні працівники,

адміністративно-конторський і молодший обслуговуючий персонал. Провідною є категорія робітників, праця яких безпосередньо створює матеріальні цінності.

Поділ праці за технічною однорідністю робіт, що виконуються, виражається в тому, що робочий склад машинобудівного заводу групується за професіями та спеціальностями, кожній із яких відповідає чітко окреслене коло робіт. Наприклад, робітники на металорізальних верстатах поділяються за професіями токарів, фрезерувальників тощо [7].

Основними видами розподілу праці на машинобудівному підприємстві є функціональне, технологічне і професійно-кваліфікаційне розподілення (рис. 1).



Рис. 1. Основні види розподілу праці на машинобудівному підприємстві

Згідно з технологічним розподілом праці формують виробничу структуру заводу, відповідно з функціональним розподілом – структуру кадрів, а відповідно з професійно-кваліфікаційним розподілом – професійно-кваліфікаційний склад кадрів.

Технологічний поділ праці передбачає поділ усіх робіт за ознакою їх технологічної однорідності – ливарні, ковальські, складальні й інші роботи. Його основою служать подібні технологічні процеси і застосовуються засоби праці. Ступінь поділу виробничого процесу на самостійні ланки виробництва залежить від особливостей продукції, що випускається, обсягів випуску, типу виробництва.

На основі технологічного поділу праці визначають склад структурних підрозділів підприємства, які визначають його виробничу структуру. Під виробничою структурою підприємства розуміють склад основних і допоміжних виробництв, цехів, об-

слуговуючих господарств виробничого призначення і форми їх виробничих зв'язків.

Функціональний розподіл праці означає розподіл всіх працівників на групи залежно від їх участі у виробничому процесі і виконуваних функцій. Всіх працюючих ділять на промислово-виробничий персонал (ПВП) і персонал непромислових господарств і організацій, до яких відносять: ЖКГ, підсобні та сільськогосподарські підприємства, дитячі дошкільні установи, клуби, поліклініки, профілакторії, які стоять на балансі підприємства.

ПВП поділяють на робітників, службовців, молодший обслуговуючий персонал (МОП) та охорону. Серед робітників виділяють основних, зайнятих безпосереднім виготовленням продукції, управлінням виробничим обладнанням, і допоміжних, які здійснюють обслуговування основного виробництва, тобто забезпечують всім необхідним: ремонт-

ними, транспортними, складськими та іншими послугами.

До службовців відносять працівників підприємства, що виконують функції управління виробництвом. Серед них виділяють керівників, фахівців і технічних виконавців.

До керівників відносять робітників, які здійснюють організацію виробничого процесу і керівництво ним на будь-якому рівні управління (ділянка, цех, відділ, виробництво, завод). До фахівців відносять працівників, які мають вищу або середньо-спеціальну освіту, що виконують інженерно-технічні, економічні, юридичні роботи, зайняті контролем, обліком, підготовкою і оформленням документів, господарським обслуговуванням.

МОП виконує функції з утримання в чистоті і порядку всіх приміщень і території підприємства.

Персонал охорони поділяють на пожежний і сторожовий, який виконує функції щодо забезпечення збереження власності підприємства, протипожежної безпеки і загального порядку.

На основі функціонального поділу праці формують соціальну структуру кадрів, що характеризує співвідношення кожної категорії працівників у загальній чисельності, виражену у відсотках. Структура кадрів з часом може змінюватися у зв'язку з впровадженням досягнень НТП, змінами обсягів і номенклатури продукції, що випускається та іншим. Для відшкодування працівників, що вибули з виробництва, на підприємстві в рамках кадрової політики ведуть роботу з добору, підготовки нових та перепідготовки наявних кадрів.

Професійно-кваліфікаційний поділ праці – це поділ співробітників за професіями (спеціальностями) та по групах складності праці. Професія характеризує сукупність знань і практичних навичок, необхідних для виконання тих чи інших робіт. Специальність висловлює конкретну галузь діяльності в межах професії (наприклад, токарь може мати спеціальності: карусельник, розточувальник та ін.). У середині професії (спеціальності) виробничий профіль працівника визначається його кваліфікацією, яка характеризує ступінь оволодіння професійними знаннями і навичками. Вона знаходить своє вираження в присвоєнні робітникам відповідного розряду, фахівцю – кваліфікаційної категорії або кваліфікаційного бала.

Для підтримання кваліфікації керівників та фахівців на високому рівні через кожні 3-5 років організовують їх навчання і перепідготовку на спеціальних курсах підвищення кваліфікації, а також періодично проводять їх атестацію [7].

На основі поєднання всіх форм поділу праці встановлюють пропорційне співвідношення складу працівників в цехах і виробництвах по групах працюючих і визначають потребу машинобудівного підприємства в кадрах.

При автоматизації процесів управління людськими ресурсами важливу роль відіграє автоматизація розстановки кадрів відповідно до робіт і завдань, виходячи з можливостей працівника, а не посади, яку він обіймає.

Комп'ютеризація кадрової роботи будь-якого підприємства в сучасних умовах є одним із ключових напрямків його розвитку та конкурентоспроможності на ринку. Оскільки автоматизована обробка кадрових даних, прийняття персональних рішень, автоматизація окремих кадрових процедур і технологій дають значний вигравш у часі і перевагу перед конкурентами, виграється не тільки час, а й зменшуються пов'язані з цим матеріальні витрати та інші ризики.

Для того, щоб автоматизувати процес оптимального призначення співробітників на виконання робіт, будемо використовувати математичну модель. Розподіл співробітників на роботи, враховуючи їхні професійні якості називається багатокритеріальною задачею про призначення (БЗП).

Існують різноманітні математичні підходи вирішення цих задач, такі як: теоретико-ігровий підхід для вирішення багатокритеріальної задачі про призначення, підходи, засновані на методах генетичного консиліуму, нечіткої логіки, підходи, засновані на алгоритмах порядкової нормалізації критеріїв й інші.

У даній статті буде розглянуто метод, заснований на людино-машинних процедурах. Особа, яка приймає рішення (ОПР), вирішує, кого призначити на певний вид роботи, та взаємодіє з системою, розставляючи свої переваги у вигляді вагових коефіцієнтів, а система у свою чергу допомагає зробити вибір ОПР (керуючому підприємства).

Постановка задачі:

Є 2 вихідні множини по  $n$  елементів в кожній, які характеризуються сукупністю оцінок по  $N$  критеріям.

$C = (C_1, C_2, \dots, C_i, \dots, C_n)$  – множина, елементи якої називаються суб'єктами (співробітники).

$O = (O_1, O_2, \dots, O_j, \dots, O)$  – множина, елементи якої називаються об'єктами (роботи).

$K = (K_1, K_2, \dots, K_N)$  – множина критеріїв оцінки суб'єктів і об'єктів.

Потрібно на основі переваг ОПР (керуючого) знайти ефективне рішення з максимально можливим числом найкращих, з точки зору ОПР, переваг.

Кожна оцінка на шкалі критерію має два формулювання, відображаючи взаємні вимоги та можливість елементів двох множин. Шкали критеріїв – порядкові, з невеликим, як правило, числом оцінок, упорядкованих від кращої до гіршої. Оцінки можуть бути як словесні, так і чисельні.

Частина критеріїв відображає вимоги суб'єктів і можливості об'єктів, інша частина – вимоги об'єктів і можливості суб'єктів щодо їх задоволення.

Критеріальна відповідність – це відмінність по одному з критеріїв між вимогами суб'єкта (об'єкта) і можливостями об'єкта (суб'єкта). Вимоги  $i$ -го елемента по  $k$ -му критерію ( $T_{ikp}$ ) задоволені можливостями  $j$ -го елемента по  $k$ -му критерію ( $V_{jkt}$ ), якщо  $p > t$ . При цьому критеріальна відповідність ідеальна. Ідеальним призначенням назовемо пару  $\{C_i, O_j\}$ , для якої взаємні вимоги повністю задоволені за всіма критеріями, тобто всі критеріальні відповідності ідеальні.

Призначенням назовемо будь-яку пару  $\{C_i, O_j\}$ , утворену двома елементами, що належать різним вихідним множинам. Є множина з  $(n \cdot n)$  призначень  $\{C_i, O_j\}, i, j = 1, 2, \dots, n$ , для двох вихідних множин з  $n$  елементів  $C$  і  $O$ .

Назовемо рішенням багатокритеріальної задачі про призначення одиничну діагональну матрицю  $M(n \cdot n)$ , діагональні елементи якої відповідають призначенням, що формує рішення. Зауважимо, що кількість можливих рішень для розмірності вихідних множин  $C \{n\}$  і  $O \{n\}$  дорівнює  $n!$ .

Далі призначення ранжуються, тобто кожному можливому призначенню повинен бути присвоєний ранг, що відображає його якість з точки зору ОПР. Тоді будь-яке рішення МЗН може бути охарактеризоване сукупністю рангів окремих призначень, які сформували рішення.

Необхідно на основі переваги ОПР визначити і вибрати з множини ефективних рішень таке, для якого сума рангів, кращих за якістю  $S$  призначень ( $S \leq n$ ) мінімальна

Алгоритм розв'язання задачі розподілу робіт між співробітниками містить наступні кроки.

1. Необхідно виконати формальний аналіз даних, який проводиться без участі ОПР. Формально відносини між елементами двох множин (суб'єктів і об'єктів) можуть бути охарактеризовані вектором відповідності  $R_{ij}(i, j = 1, 2, \dots, n)$ ,  $k$ -й компонент якого відображає ступінь відповідності характеристик елементів по  $k$ -му критерію. Таким чином, на етапі аналізу даних еквівалентом поняття «критеріальна відповідність з  $N$ -го критерію» є компонент вектора відповідності, який підраховується наступним чином:

$$R_{ijk} = \begin{cases} 0, \text{ якщо } T_{ikp} \leq V_{jkq} (p \geq q) \\ r_k, \text{ якщо } T_{ikp} > V_{jkq} \end{cases}, \quad (1)$$

де  $T_{ikp}$  – вимога  $i$ -го елемента однієї множини (суб'єкта або об'єкта), яка виражається  $p$ -ю по порядку оцінкою на шкалі вимог за  $k$ -им критерієм;

$V_{jkq}$  – відповідні можливості  $j$ -го елемента іншої множин, що виражаються  $q$ -ю оцінкою на шкалі можливостей того ж  $k$ -го критерію;

$r_k$  – число оцінок на шкалі  $k$ -го критерію, на якій вимоги перевищують можливості.

2. Для кожного вектора відповідності формується агрегований критерій – згортка вектора відповідності ( $G_{ij}$ ). Значення згортки обчислюють як суму відхилень за кожним з компонентів вектора відповідності:

$$G_{ij} = \text{SUM}(R_{ijk}). \quad (2)$$

3. Множина, що не входить в ідеальне призначення  $G_{ij} \neq 0$ , розбивається на три підмножини:

I+ – підмножина критеріїв, за якими А (співробітник 1) краще В (співробітника 2);

I – підмножина критеріїв, за якими А рівноцінно В;

I- – підмножина критеріїв, за якими В краще А.

4. ОПР призначає бали (вагові коефіцієнти) важливості для критеріїв ( $W_i$ ) для кожного суб'єкта. Формулюється індекс згоди з гіпотезою про перевагу А над В. Індекс згоди підраховується на основі ваг критеріїв:

$$C_{AB} = \frac{\sum_{i \in I^+} W_i}{\sum_{i \in I^-} W_i}. \quad (3)$$

5. Індекс незгоди  $dAB$  з гіпотезою про перевагу А над В визначається на основі самого «суперечливого» критерію – критерію, за яким В найбільшою мірою перевершує А:

Щоб врахувати можливу різницю довжин шкал критеріїв, різниця оцінок В і А відносять до довжини найбільшої шкали

$$d_{AB} = \max_{i \in I^-} \left| \frac{l_B^i - l_A^i}{l_i} \right|, \quad (4)$$

де  $l_A^i, l_B^i$  – оцінки альтернатив А і В за  $i$ -м критерієм;

$L_i$  – довжина шкали  $i$ -го критерію.

6. Задаються рівні згоди ( $c$ ) і незгоди ( $d$ ), з якими порівнюються розраховані індекси для кожної пари альтернатив.

Якщо  $CAB \geq c$  і  $dAB \leq d$ , то альтернатива А (співробітник 1) перевершує альтернативу В (співробітника 2).

7. Із безлічі альтернатив вибирається одна, яка вигідно відрізняється від інших, ця альтернатива перемагає і виходить на перше місце (співробітник який підходить найкраще), на друге місце ставиться альтернатива, яка перевершує меншу кількість альтернатив і так далі.

**Висновки.** У результаті аналізу існуючих математичних методів для оптимального розподілу робіт між співробітниками був запропонований математичний метод, заснований на людино-машинних процедурах, що розраховує вектор відповідності, матриці згод і незгод, що дозволяє спростити прийняття рішення керівнику підприємства.

### Література

1. **Кубанов А.Я.** Основи управління кадрами: підручник / Я. А. Кубанов. – М.: «Инфра-М», 2005. – 304 с. 2. **Пелих С.А.** Сучасні автоматизовані засоби з управління персоналом: підручник / А.С. Пелих, Л.Л. Терехов, Л.А. Терехова. – М.: «Фенікс», 2005. – 248 с. 3. **Ларічев О.І.** Теорія і методи прийняття рішень, а також Хроніка подій у Чарівних Країнах: підручник / І.О. Ларічев. – М.: Логос, 2002. – 305 с. 4. **Левін С.В.** Теоретико ігровий підхід до вирішення багатокритеріальної задачі про призначення: навч. посібник для вузів / С.В. Левін, А.А. Петрик. – М.: Вісник ХАІ, 2011. – Вип. 50. – 101 с. 5. **Ніконов Я.О.** Математичні методи розв'язання багатокритеріальної задачі про призначення: навч. посібник для вузів / О.Я. Ніконов, О.А. Подоляка, А.Н. Подоляка, Е.В. Скакаліна. – М.: Вісник ХНАДУ, 2011. – Вип. 55. – 112 с. 6. **Лотов А.В.** Багатокритеріальні задачі прийняття рішень: навч. посібник / В.А. Лотов, І.І. Поспелова. – М.: МАКС Пресс, 2008. – 197 с. 7. **Трусова І.Л.** Економіка машинобудівного підприємства: навч. посіб. / І.Л. Трусова, В.В. Богданов, В.А. Щепочкін. – Ульяновськ: УлГТУ, 2011. – 200 с.

**Нечволода Л. В., Пилипенко К. В. Підвищення ефективності процесу розподілу робіт між співробітниками машинобудівного підприємства за допомогою математичних методів**

У статті розглянуто основні види поділу праці на підприємстві, запропоновано математичний метод для розподілу робіт між співробітниками підприємства, заснований на розрахунку компонентів вектора відповідності, матриць згод і незгод і виведення прийняття рішення, що дозволяє полегшити роботу керівника.

*Ключові слова:* трудові ресурси, персонал, багатокритеріальна задача про призначення, критерії,

альтернатива, ОПР, індекс згоди, індекс незгоди, множина, вагові коефіцієнти.

**Нечволода Л. В., Пилипенко Е. В. Повышение эффективности процесса распределения работ между сотрудниками машиностроительного предприятия с помощью математических методов**

В статье рассмотрены основные виды разделения труда на предприятии, предложен математический метод для распределения работ между сотрудниками предприятия, основанный на расчете компонент вектора соответствия, матриц согласий и не согласия и вывода принятия решения, позволяющий облегчить работу управляющего.

*Ключевые слова:* трудовые ресурсы, персонал, многокритериальная задача о назначениях, критерии, альтернатива, ЛПР, индекс согласия, индекс несогласия, множество, весовые коэффициенты.

**Nechvoloda L., Pilipenko E. Increasing the efficiency of the distribution of works between employees of machinebuilding companies by mathematical methods**

The article describes the main types of division of labor in the enterprise, the proposed mathematical method for the allocation of work between employees based on a calculation of the vector components of the compliance matrices of the consent and not the consent and the withdrawal of the decision, allowing to facilitate the work of the manager.

*Keywords:* labour resources, staff, multi-criteria task assignment, criteria, alternative, decision-makers, agreement index, the index of disagreement, scores, and weights.

Стаття надійшла до редакції 19.08.2016

Прийнято до друку 21.09.2016