

УДК 681.3.07

О. Є. СКВОРЧЕВСЬКИЙ**БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ПІДБОРУ ТА РОЗМІЩЕННЯ ПЕРСОНАЛУ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

Метою роботи є аналіз методів рішення задач про призначення із декількома критеріями оптимальності, вибір та подальший розвиток найкращого із них. Поставлена мета реалізована шляхом порівняння найбільш розповсюджених методів багатокритеріальної оптимізації. Обґрунтована доцільність використання методу послідовної оптимізації по кожному із критеріїв із подальшим введенням економічно виправданих поступок для значень екстремумів кожної із цільових функцій. Така задача сформульована математично та розроблена її загальна методика рішення. Показано, що обраний метод зручний для практичної реалізації засобами надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel.

Ключові слова: персонал підприємства, задача про призначення, критерій оптимальності, цільова функція, багатокритеріальна оптимізація, субоптимальні рішення.

Целью работы является анализ методов решения задач о назначениях с несколькими критериями оптимальности, выбор и дальнейшее развитие наилучшего из них. Поставленная цель реализована путем сравнения наиболее распространенных методов многокритериальной оптимизации. Обоснована целесообразность использования метода последовательной оптимизации по каждому из критериев с дальнейшим введением экономически оправданных уступок для значений экстремумов каждой из целевых функций. Такая задача сформулирована математически и разработана ее общая методика решения. Показано, что выбранный метод удобен для практической реализации средствами надстройки «Поиск решения» Microsoft Excel.

Ключевые слова: персонал предприятия, задача о назначениях, критерий оптимальности, целевая функция, многокритериальная оптимизация, субоптимальные решения.

The aim of the work is to analyze the methods of solving the assignment problem with a number of optimality criteria, the selection and the further development of the best of them. This goal is realized by comparing the most common methods of multi-criteria optimization. The possibilities of implementing the above methods for solving the optimization problem formulated. The most important optimality criteria were selected for the solution of a multicriterial problem of appointments of experts to posts. The expediency of using the method of consecutive optimization of each of the criteria for the further introduction of economically viable concessions for extreme values of each of the objective functions. This problem is mathematically formulated and developed its general methodology solutions. During the studies used methods of mathematical programming, namely multi-criteria optimization and methods of discrete programming.

Keywords: enterprise personnel assignment problem, optimality criterion, the objective function, multi-objective optimization, suboptimal solutions.

Вступ. Широке розповсюдження та доступність обчислювальної техніки призводять до все більшого впровадження математичних методів в практику прийняття управлінських рішень в економіці та менеджменті. Ця тенденція не могла не торкнутися процесів управління персоналом. Одним із найбільш відомих та розповсюджених інструментів прийняття оптимальних рішень при підборі та розподіленні кадрів по тим чи іншим посадам є так звані задачі про призначення. Вони відносяться до дискретних задач математичного програмування. В задачах про призначення для виконання кожної роботи необхідний один і тільки один ресурс (в нашому випадку співробітник), а кожний ресурс може бути використаний на одній і тільки одній роботі. Таким чином у цих задачах використовуються бульові змінні. Окрім розглянутого випадку оптимізації процесів підбору та розміщення персоналу на підприємстві задачі про призначення можуть використовуватись для розподілу автомобілів на маршрути, академічних груп по аудиторіям, наукових тем по науково-дослідним організаціям, цілей між вогневидами засобами у військовій справі тощо. За формальними ознаками побудови математичної моделі задачі про призначення часто розглядають, як конкретний випадок транспортних задач. Однак такий підхід не завжди є обґрунтованим та коректним.

Огляд методів рішення задач про призначення. Традиційним методом рішення задач про

призначення є так званий угорський метод [1, 2 та ін.] запропонований у 1934 році угорським математиком Егерварі і заново відкритий у 1953 році американським математиком Куном. Угорський метод можна розглядати як аналог симплекс-методу. Який за меншу кількість ітерацій, порівняно із симплекс-методом, дозволяє отримати рішення дискретної транспортної задачі чи задачі про призначення.

Широке розповсюдження персональних комп'ютерів призвело до втрати принципості критерію обчислювальної складності при виборі методу рішення практичних задач математичного програмування. Тому сьогодні для рішення дискретних задач математичного програмування, зокрема задач про призначення доцільно використовувати симплекс-метод, реалізований у багатьох комп'ютерних програмах. Найбільш відомою та розповсюдженою із таких програм є надбудова «Пошук рішення» Microsoft Excel.

В роботі [3] пропонується методика рішення однокритеріальної задачі про призначення засобами надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel. Однак на практиці часто необхідно знаходити не тільки рішення оптимальне по деякому одному критерію, а рішення яке задовольняє одночасно декільком критеріям оптимальності. Це призводить до компромісних субоптимальних рішень при багатокритеріальній оптимізації.

Як відомо задачу про призначення, як і

транспортну задачу, можна представити у якості дводольного графа та вирішувати методами теорії графів. В роботі [4] розглянута багатокритеріальна задача про призначення на передфрактальних графах.

В статті [5] розглянута методика рішення багатокритеріальної задачі про призначення методом генетичного консиліуму.

Методики рішення даних задач викладена в [4] та [5] вимагають спеціальної математичної підготовки, тому їх використання спеціалістами-практиками у сферах економіки та менеджменту є вкрай ускладненими.

Зогляду на вищесказане, перспективним є реалізація методів рішення багатокритеріальних задач про призначення так, щоб ці методи могли бути застосовані на практиці спеціалістами із базовою економічною чи менеджерською освітою. Засобами реалізації таких методів доцільно обрати надбудову «Пошук рішення» Microsoft Excel.

Постановка задачі. Метою роботи є аналіз методів рішення задач про призначення із декількома критеріями оптимальності. Вибір та економічне обґрунтування використання певного методу. Формулювання багатокритеріальної задачі про призначення співробітників на посади. Розробка методики рішення такої задачі так, щоб вона була придатна для рішення за допомогою надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel.

Методологія. При проведенні досліджень використовувались методи математичного програмування, зокрема методи багатокритеріальної оптимізації та дискретного програмування.

Результати досліджень. У звичайній одно-критеріальній постановці оптимізаційна модель задачі про призначення має вигляд:

$$f(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min(\max) \quad (1)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \\ x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \end{cases}$$

де x_{ij} – керовані змінні;

c_{ij} – цільові коефіцієнти;

n – кількість співробітників ($i = 1 \dots n$);

m – кількість посад ($i = 1 \dots m$).

Задачі про призначення відносяться до так званих двоіндексних задач математичного програмування, тому керовані змінні та цільові коефіцієнти будуть складати матриці:

$$x = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & x_{ij} & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$c = \begin{pmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2m} \\ \dots & \dots & c_{ij} & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nm} \end{pmatrix} \quad (3)$$

Бульові змінні у задачі про призначення співробітників на посади мають наступний сенс: 0 – i -й співробітник не призначений на j -у посаду; 1 – i -й співробітник призначений на j -у посаду.

У якості цільових коефіцієнтів можуть виступати:

1. заробітна платня на яку претендує i -й співробітник при роботі на j -й посаді – позначимо c_{ij} ;
2. оцінка кваліфікації i -го співробітника для роботи на j -й посаді – позначимо d_{ij} .
3. оцінка особистісних якостей i -го спів-робітника для роботи на j -й посаді – позначимо e_{ij} .
4. узагальнена оцінка кваліфікації та особистих якостей i -го співробітника для роботи на j -й посаді – позначимо g_{ij} .

Умовою збалансованості задачі про призначення є $n=m$. Цього можна досягти шляхом введення фіктивних працівників чи посад. Значення фіктивних цільових коефіцієнтів обираються у залежності від напрямку оптимізації цільової функції задачі про призначення. При цьому керуються принципом невігідності фіктивних призначень, так щоб вини розглядалися в останню чергу.

Окрім обмеження типу (2) та (3) в оптимізаційну модель можуть вводитися інші обмеження, які моделюють систему переваг та пріоритетів при підборі та розподіленні персоналу на підприємстві. Також вказані пріоритети та переваги можуть моделюватися шляхом використання забороняючих тарифів, значення яких обираються за тим же принципом, як і значення фіктивних тарифів.

Для подальшої роботи виберемо два критерія оптимальності мінімум загального фонду заробітної плати та максимум узагальної оцінки кваліфікації та особистісних якостей спеціалістів. Таким чином оптимізаційну модель представимо у вигляді:

$$f(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

$$f(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max$$

$$(4) \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \\ x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \end{cases}$$

Заробітна плата на яку претендує i -й співробітник при роботі на j -й посаді може бути дещо завищеною в порівнянні із тим рівнем заробітної плати на яку міг би погодитися даний співробітник. Тому іноді буває доцільно ввести деякий понижуючий коефіцієнт k , який би це враховував. Однак, необхідно мати на увазі, що занижена заробітна плата має демотивуючий вплив на працівників.

В даній роботі не будемо розглядати методологію узагальненої оцінки g_{ij} кваліфікації та особистісних якостей спеціаліста для роботи на конкретних посадах. Вона викладена у роботах по управлінню персоналом, наприклад [6].

На сучасному етапі розвитку математичного програмування, як розвитку дослідження операцій, найбільш часто [1,2,7] пропонуються наступні методи:

1. метод вагових коефіцієнтів;

2. послідовна оптимізація по кожному із критеріїв, при введенні допустимих відхилень від екстремального значення для попереднього із критеріїв;

3. оптимізація по кожному із критеріїв із подальшою мінімізацією загальної відносної поступки.

Розглянемо можливості реалізації вище-згаданих методів для вирішення сформульованої оптимізаційної задачі (5).

1. Для кожного із критеріїв оптимальності виходячи з практичних міркувань обирається свій ваговий показник ω_1 та ω_2 , причому $\omega_1 = 1 - \omega_2$.

Таким чином дві цільові функції можна звести до однієї:

$$f(X) = [\omega_1 \cdot f_1(X) + \omega_2 \cdot (-f_2(X))] \rightarrow \min(5)$$

2. Оптимізація тільки по критерію заробітної плати, знаходження її мінімуму \min_1 та подальше введення економічно виправданої поступки δ_1 . Оптимізація по критерію узагальненої оцінки кваліфікації та особистісних якостей спеціалістів при наявності обмеження:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \leq \min_1 + \delta_1 \quad (6)$$

3. Оптимізація по кожному із критеріїв буде

полягати у вирішенні задач:

$$f(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

$$(7) \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \\ x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \end{cases}$$

$$f(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \max$$

$$(8) \quad \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \\ x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \end{cases}$$

Далі вводиться загальна відносна поступка z , задаються коефіцієнти показників k_1, k_2 , та ставиться задача мінімізації z при обмеженнях, що містять вихідні цільові функції:

$$(9) \quad \begin{cases} z \rightarrow \min \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} \cdot x_{ij} \leq \min_1 + k_1 \cdot z; \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} \cdot x_{ij} \geq \max_2 - k_2 \cdot z \end{cases}$$

При використанні методу вагових показників та загальної відносної поступки обрання значень коефіцієнтів ω_1, ω_2 та k_1, k_2 вимагає наукового обґрунтування для кожної конкретної економічної ситуації. Це є недоліком даних методів. Крім того використання методу загальної відносної поступки фактично вимагає рішення трьох оптимізаційних задач (8), (9), (10).

В даній роботі для вирішення проблеми двокритеріальної оптимізації процесів підбору та розміщення персоналу пропонується використовувати метод послідовної оптимізації по кожному із критеріїв, при введенні допустимих відхилень від екстремального значення для попереднього із критеріїв. Доцільність використання саме цього методу економічно обґрунтовується нижче.

Припустимо ми маємо значення цільових

коефіцієнтів c_{ij} та g_{ij} . Складемо дві матриці задачі про призначення таблиця 1 та таблиця 2.

Таблиця 1 – Загальний вигляд матриці задачі про призначення по критерію мінімуму загального фонду заробітної платні

Співробітники, A_i	Посади, B_j				Кількість співробітників
	B_1	B_2	...	B_n	
A_1	c_{11}	c_{12}	...	c_{1m}	1
A_2	c_{21}	c_{22}	...	c_{2m}	1
...	...	...	c_{ij}	...	...
A_n	c_{n1}	c_{n2}	...	c_{nm}	1
Кількість посад	1	1	...	1	

Таблиця 2 – Загальний вигляд матриці задачі про призначення по критерію максимуму узагальненої оцінки кваліфікації та особистісних якостей спеціалістів

Співробітники, A_i	Посади, B_j				Кількість співробітників
	B_1	B_2	...	B_n	
A_1	g_{11}	g_{12}	...	g_{1m}	1
A_2	g_{21}	g_{22}	...	g_{2m}	1
...	...	...	g_{ij}	...	...
A_n	g_{n1}	g_{n2}	...	g_{nm}	1
Кількість посад	1	1	...	1	

Як було сказано вище, при співбесіді під час прийому на роботу здобувачі посади часто називають суму своєї заробітної платні завищену порівняно із тою, на яку б вони погодились. Тому доцільно вводити понижуючий коефіцієнт $k < 1$ та далі працювати із коефіцієнтами $c_{ij}^k = k \cdot c_{ij}$.

Таким чином на першому етапі рішення задачі (5) вирішується оптимізаційна задача:

$$f_1(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1; \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \\ x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \end{cases} \quad (10)$$

Знаходиться мінімум ділової функції \min_1 та значення x_{ij} , які його доставляють. Однак занижений рівень заробітної платні справляє демотивуючий вплив на працівників. З огляду на це величину поступки δ_1 доцільно розраховувати за формулою:

$$\delta_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij}}{k} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij} \quad (11)$$

Далі проводиться оптимізація за критерієм максимуму узагальненої оцінки кваліфікації та особистісних якостей спеціалістів при наявності

обмеження (7). Рішення оптимізаційної моделі (13) дозволяє розподілити співробітників по посадах таким чином, щоб досягався максимуму їх узагальненої кваліфікації та особистісних якостей при

раціональному використанні фонду заробітної плати. Таким чином знаходиться певне субоптимальне рішення багатокритеріальної задачі про призначення.

$$f_1(X) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \\ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij} \leq \min_1 + g_1 \\ x_{ij} = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases} \end{cases} \quad (12)$$

Необхідно зауважити, що запропонований підхід до використання критерію мінімуму фонду заробітної плати не буде суперечити принципам мотивації співробітників до праці. Пропонується розділяти загальний фонд заробітної плати $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij}$ на дві частини:

1. Фіксовані ставки працівників, які в сумі дорівнюють \min_1 ;
2. Преміальний фонд $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij}^k \cdot x_{ij} - \min_1$, який буде розподілятися диференційовано в залежності від результатів праці кожного працівника.

Висновки. Проведена робота, результати якої

викладені у статті, дозволила обрати найбільш важливі критерії оптимальності для рішення багато-критеріальної задачі про призначення спеціалістів на посади. Проаналізовані методи рішення задач про призначення. Обґрунтований вибір методу послідовної оптимізації по кожному із критеріїв, при введенні допустимих відхилень від екстремального значення для попереднього із критеріїв. Така задача сформульована математично та розроблена її загальна методика рішення.

До подальших напрямків досліджень відносяться реалізація рішення такої задачі за допомогою надбудови «Пошук рішення» Microsoft Excel [8, 9]. Також важливим напрямком досліджень є формалізація обмежень, які моделюють систему переваг та пріоритетів при підборі та розміщенні персоналу. Така система може бути змодельована шляхом введення забороняючих цільових коефіцієнтів або коефіцієнтів, що дають перевагу конкретному працівнику на конкретній посаді.

Незважаючи на значний потенціал використання економіко-математичних методів та моделей для управління персоналом, останнє слово при прийнятті управлінських рішень має бути за керівником. Оскільки тільки в такому випадку можна врахувати усі складні соціальні, психологічні, морально-етичні та інші фактори, що складно формалізуються.

Список літератури

1. Таха Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. - 219 с.
2. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов. Н. Ш. Кремер, Б. А. Пушхо, И. М. Тришин, М. Н. Фридман; Под ред. проф. Н. Ш. Кремера. - М: ЮНИТИ. 2002. - 407 с.
3. Алексинская Т. В., Сербин В. Д., Катаев А. В. Учебно-методическое пособие по курсу «Экономико-математические методы и модели. Линейное программирование». Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2001. - 79 с.
4. Салногаров С. И. Многокритериальная задача о назначениях на предфрактальных графах: Дис. на соискание ученой степени канд. физ.-мат. наук: 05.13.18 Черкесск, 2006, 106 с. РГБOD, 61:06-1/533.
5. Протасов В. И., Витиска Н. И., Шустов Е. А. Решение многокритериальной задачи назначений методом генетического консилуума // <http://www.e-rei.ru>.
6. Управление персоналом: Учебно-практическое пособие для студентов экономических вузов и факультетов; под ред. А. Я. Кибанова, Л. В. Ивановской. - М.: Издательство ПРИОР, 1999. - 352 с.
7. Речнов А. В., Самарин В. В., Филиппов В. П. Применение пакета MathCAD для решения прикладных экономических задач // Научно-практический журнал Exponenta Pro. Математика в приложениях. - 2004. - № 1(5). - С.76-80.
8. Сковорчевський О. Є. Оптимізаційні методи і моделі в економіці і менеджменті : лаборатор. практикум з курсу «Економіко-математичне моделювання» / О. Є. Сковорчевський, В. Л. То-важнянський. - Х. : НУ «ХПІ», 2013. - 96 с.
9. Сковорчевський О. Є. Оптимізаційні методи і моделі в економіці і менеджменті : текст лекцій курсу «Економіко-математичні методи та моделі» / О. Є. Сковорчевський. - Харків : НТУ "ХПІ", 2014. - 76 с. // Режим доступу: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/7765>

References (transliterated)

1. Таха Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. - М.: Издательский дом «Vil'yams», 2005. - 219 s.
2. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов. N. Sh. Kremer, B. A. Pushko, I. M. Triishn, M. N. Fridman; Pod red. prof. N.Sh. Kremera. - Moscow: YUNITI, 2002. - 407 s.
3. Aleksinskaya T. V., Serbin V. D., Kataev A. V. *Uchebno-metodicheskoe posobie po kursu «E'konomiko-matematicheskie metody' i modeli. Linejnoe programmirovaniye»*. Taganrog: Izd-vo TRTU, 2001. - 79 s.
4. Salnogarov S. I. *Mnogokriterial'naya zadacha o naznacheniyax na predfraktal'ny'x grafax*: Dis. na soiskanie uchenoj stepeni kand. fiz.-mat. nauk: 05.13.18 Cherkessk, 2006, 106 s. RGBOD, 61:06-1/533.
5. Protasov V. I., Vitiska N. I., Shustov E. A. *Reshenie mnogokriterial'noj zadachi naznachenij metodom geneticheskogo konsiliuma* // <http://www.e-rei.ru>.
6. *Upravlenie personalom*: Uchebno-prakticheskoe posobie dlya studentov e'konomicheskix vuzov i fakul'tetov; pod red. A. Ya. Kibanova, L. V. Ivanovskoj. - Moscow.: «Izdatel'stvo PRIOR», 1999. - 352 s.
7. Rechnov A. V., Samarina V. V., Filippov V. P. *Primenenie paketa MathCAD dlya resheniya prikladny'x e'konomicheskix zadach* // Nauchno-prakticheskij zhurnal Exponenta Pro. Matematika v prilozheniyax. - 2004. - no 1(5). - S.76-80.
8. Skvorchevskiy A. Ye. *Optymizatsiini metody i modeli v ekonomitsi i menedzhmenti* : laborator. praktikum z kursu «E'konomiko-matematichne modelivannia» / A. Ye. Skvorchevskiy, V. L. To-vazhnianskiy. - Kharkov. : NTU «KhPI», 2013. - 96 s.
9. Skvorchevskiy A. Ye. *Optymizatsiini metody i modeli v ekonomitsi i menedzhmenti* : tekst lektii kursu «E'konomiko-matematichni metody ta modeli» / A. Ye. Skvorchevskiy. - Kharkiv : NTU "KhPI", 2014. - 76 s. // Rezhym dostupu: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/7765>

Надійшла (received) 14.09.2016

Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

Багатокритеріальна оптимізація процесів підбору та розміщення персоналу на підприємстві / О. Є. Сковорчевський // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (економічні науки). - Х.: НТУ „ХПІ”. - 2016. - № 47(1219).- С. 41-45. Бібліогр. 9 назв. – ISSN 2519-4461.

Многокритеріальна оптимізація процесів підбору та розміщення персоналу на підприємстві / А. Є. Сковорчевський // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт» (экономические науки). - Х.: НТУ „ХПІ”. - 2016. - № 47(1219).- С. 41-45 . Библиогр.: 9 названий. – ISSN 2519-4461.

Multi-objective optimization processes of selection and placement of personnel in the enterprise / А.Е. Skvorchevsky // Bulletin of National technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (economic Sciences). - Kharkiv.: NTU "KhPI". - 2016. - № 47(1219).- P. 41-45 . Bibliogr.: 9 names. – ISSN 2519-4461.

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Сковорчевський Олександр Євгенович – кандидат технічних наук, доцент кафедри організації виробництва і управління персоналом Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». (050)327-71-21, ORCID:0000-0002-4572-7305. e-mail: skvorchevsky.alexander@gmail.com.

Сковорчевський Олександр Євгеньевич – кандидат технічних наук, доцент кафедри організації виробництва і управління персоналом Національного технічного університету «Харьковский политехнический институт». (050)327-71-21. ORCID:0000-0002-4572-7305. e-mail: skvorchevsky.alexander@gmail.com

Skvorchevsky Alexander Evhenevych – PhD, associated professor of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute». (050)327-71-21, ORCID:0000-0002-4572-7305. e-mail: skvorchevsky.alexander@gmail.com