ISSN 2707-1898 (print)
Український журнал інформаційних технологій
Ukrainian Journal of Information Technology
http://science.lpnu.ua/uk/ujit
https://doi.org/10.23939/ujit2022.02.074
Article received 29.09.2022 р.
Article accepted 17.10.2022 р.
UDK 004.023:378.145

Correspondence author
O. Yu. Mulesa
oksana.mulesa@uzhnu.edu.ua

О. Ю. Мулеса, І. С. Миронюк, Ф. Е. Гече, П. П. Горват, Ю. Ю. Імре

Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ З ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В УМОВАХ ВИСОКОГО РІВНЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Дослідження присвячене аналізу проблеми прийняття рішень щодо організації навчального процесу в умовах зовнішніх впливів непереборного характеру. Розглядається випадок вимушеного скорочення тривалості навчального семестру з необхідністю повного виконання навчальних планів підготовки здобувачів освіти. Визначено, що для ефективного планування навчального процесу початково необхідно виконати поділ аудиторій закладу освіти між навчальними групами, які належать різним структурним підрозділам закладу освіти. Виконано вербальну та математичну постановки задачі розподілу аудиторій між навчальними групами. Побудовано математичну модель задачі. Модель є набором обмежень, які накладаються на варіанти допустимих розподілів аудиторій. Розроблена модель дає змогу вводити обмеження щодо тривалості робочого дня, перерв між заняттями у окремих групах, кількості робочих днів на тиждень тощо.

Побудовано алгоритм вироблення варіантів управлінських рішень щодо розподілу аудиторій між навчальними групами різних структурних підрозділів університету. Варіанти управлінських рішень залежать від початкових умов, які включені у модель задачі та від потужності множини допустимих розв'язків. Передбачена можливість вироблення варіантів управлінських рішень щодо комбінованих варіантів організації освітнього процесу (очна, дистанційна та змішана форма навчання). У таких випадках менеджмент закладу освіти може накладати обмеження на можливість чергування занять, які відбуваються в аудиторіях з заняттями, які відбуваються в онлайн режимі. Розроблений підхід також дає змогу виконувати перерозподіл аудиторій між структурними підрозділами на окремо визначені періоди часу. Розроблений інструмент дає змогу підвищити ефективність процесів прийняття управлінських рішень щодо організації навчального процесу у закладах вищої освіти.

Ключові слова: множина допустимих розв'язків; заклад вищої освіти; освітній процес; аудиторний фонд.

Вступ / Introduction

Розглянемо проблему організації освітнього процесу у закладі вищої освіти в особливих умовах. Загалом, дану проблему вирішують з урахуванням досвіду та внутрішніх усталених положень відповідного закладу освіти, тому не потребує глибинного дослідження [5]. Проте, за останні роки ситуація докорінно змінилася. Навчальні заклади були змушені переходити на дистанційне або мішане навчання, що повністю реформувало підхід до самої організації начального процесу [4].

Війна в Україні, яка розпочалася 24 лютого 2022 року, додала ще більше викликів системі вищої освіти. Завдання, які стоять перед керівниками закладів вищої освіти, полягають в забезпеченні виконання навчальних планів освітніх програм підготовки здобувачів освіти у повному обсязі в умовах високого рівня невизначеності можливостей організації навчання в осінньому семестрі 2022-2023 навчального року. Тому актуальним є розроблення інструментів для напрацювання варіантів управлінських рішень щодо організації навчального процесу в кризових умовах.

Об'єкт дослідження – процеси вироблення та прийняття управлінських рішень.

Предмет дослідження – моделі і методи розв'язування задач лінійного програмування.

Мета роботи – розроблення інструменту для напрацювання варіантів управлінських рішень щодо організації навчального процесу у закладах вищої освіти з урахуванням можливості настання кризових ситуацій.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні *завдання дослідження*:

- побудувати вербальну та математичну постановки задачі;
- виконати аналіз процесу вироблення управлінських рішень на підставі аналізу розв'язків задачі;
- розробити алгоритми прийняття управлінських рішень.

Матеріали та методи дослідження. В ході проведення дослідження використовувалися як загальнонаукові методи, так і системний підхід, методи системного аналізу, методи теорії прийняття рішень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Процеси прийняття рішень є предметом великого числа сучасних наукових досліджень [9], [7]. Частина з них присвячені дослідженню теоретичних основ прийняття рішень в умовах ризику та невизначеності [10]. Важливе місце серед них також займають роботи предметом дослідження яких є узгодження оцінок, отриманих від експертів [1], [8].

Проте, цікавими є також дослідження, присвячені моделюванню процесів прийняття рішень в конкретних прикладних задачах [2], [12]. Цінність таких досліджень полягає в тому, що окрім теоретичної бази вони зазвичай містять у собі ґрунтовний аналіз предметної області, що є передумовою появи нових і адаптації відомих моделей прийняття рішень.

Дане дослідження присвячене моделюванню процесів прийняття рішень при плануванні навчального процесу. Задача складання розкладів може бути віднесеною до задач комбінаторної оптимізації [6]. Для її розв'язання застосовують сучасні методи серед яких методи динамічного програмування [3], методи цілочисельного програмування тощо. Проте, в умовах обмежених ресурсів, проблемі складання розкладів передує проблема розподілу ресурсів серед їх споживачів. У роботі розглядається модель розподілу навчальних приміщень серед навчальних груп університету з різними початковими обмеженнями.

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Аналіз проблеми та побудова вербальної постановки задачі. Опис вихідної ситуації. Заклад вищої освіти – Університет Х. провадить підготовку здобувачів освіти за 214 освітніми програми на усіх трьох рівнях вищої освіти. Університет має в структурі 22 факультети, навчається більше 14 тисяч здобувачів освіти. В університеті наявний власний аудиторний фонд, який закріплений за кафедрами і повинен забезпечувати навчальний процес дисциплін даних кафедр. Аудиторний фонд подано у вигляді лекційних аудиторій (від 50 до 120 місць); аудиторій для семінарських занять (20–30 місць); аудиторій для практичних і лабораторних занять (12–15 місць). В стандартних умовах аудиторний фонд є достатнім для забезпечення навчання студентів очної форми навчання та виконання навчальних планів на семестр при навчанні протягом 16–18 навчальних тижнів за умови 5 денного робочого тижня, і навантаження 3–4 пари на робочий день.

Зважаючи на особливі і складні умови функціонування в період воєнного стану і агресії Росії проти України, керівництвом Університету було проведена комплексна оцінка ризиків в організації надання освітніх послуг. Одним з ризиків було окреслено невизначеність з можливістю забезпечення функціонування Університету в зимовий опалювальний період із-за імовірного порушення системи постачання природного газу. Робочою групою керівництва Університету було напрацьовано низку управлінських рішень для запобігання зриву освітнього процесу у осінньому семестрі 2022–2023 навчального років. Дані заходи направлені на створення умов виконання навчальних планів підготовки здобувачів освіти в скорочені терміни і завершення семестру до стійкого похолодання. Однією з важливих умов реалізації даних рішень стало питання раціонального використання загального аудиторного фонду Університету на усіх факультетах з відмовою від спеціалізації цих навчальних приміщень. Необхідно розробити математичну модель забезпечення ефективного виконання зазначених умов.

Побудова математичної моделі задачі. Розглянемо задачу розподілу аудиторного фонду між академічними групами студентів.

Нехай необхідно організувати навчальний процес у деякому структурному підрозділі університету, який складається з N навчальних груп $G_1, G_2,\ldots, G_N$. Для кожної групи G_I відома кількість студентів – g_I, $i=\overline{1,N}$.

Навчальний процес може забезпечуватися в M аудиторіях $C_1, C_2,\ldots, C_M$. Аудиторії класифікуються за типами. Нехай є K типів: $TC_1, TC_2,\ldots, TC_K$. Тоді, для кожної аудиторії C_j задамо впорядковану пару (tc_j, c_j), де $tc_j \in \{TC_1, TC_2,\ldots, TC_K\}$, c_j – максимальна кількість студентів, які можуть одночасно в ній перебувати, $j=\overline{1,M}$. Для спрощення математичної моделі поставимо, що $C_j = j$.

Оскільки можливі випадки, коли на певні види діяльності, навчальні групи можуть об'єднуватися (наприклад, для одночасного прослуховування лекцій), то введемо в розгляд матрицю сумісності груп $MG=(\alpha_{i_1 i_2})_{i_1,i_2=\overline{1,N}}$, де $\alpha_{ij}=1$, якщо G_{i_1} та G_{i_2} не мають спільних студентів, тобто є сумісними для одночасного проведення у них занять, та $\alpha_{i_1 i_2}=0$ – в протилежному випадку.

Зафіксуємо період T у днях, на який необхідно скласти розподіл аудиторій між групами. На цей період для кожного дня задамо максимальну кількість занять n_t, $t=\overline{1,T}$. Такі кількості занять на день, наприклад, можуть відрізнятися залежно від того, чи є цей день суботою або передсвятковим, чи ні.

Для кожної групи задамо вектор $W_i=(w_1^i, w_2^i,\ldots, w_K^i)$, елементи якого містять дані про те, яку кількість аудиторій кожного типу має зайняти відповідна група за заданий період часу.

Задача полягає у побудові такого розподілу аудиторій між групами, при якому всі потреби в аудиторіях будуть задоволені. Також, можливим є накладання додаткових умов на отримані розподіли.

Позначимо $(X_1, X_2,\ldots, X_T)$ – вектор, елементами якого є матриці. Елементи матриць показу якій групі яка аудиторія належить у кожен конкретний момент часу. При цьому $X_t=(x_{li}^t)$, $l=\overline{1,n_t}$, $i=\overline{1,N}$, $x_{li}^t \in \{C_1, C_2,\ldots, C_M\}$, якщо група G_I на занятті під номером l t-го дня займає відповідну аудиторію, та $x_{li}^t=0$, якщо на цьому занятті відповідна група не має занять.

В даних позначеннях задача полягає у побудові такого вектору матриць $(X_1, X_2,\ldots, X_T)$, який задовольняє ряду наступних умов.

Для кожного фіксованого значення $t=\overline{1,T}$ та $l=\overline{1,n_t}$:

- для надання групам аудиторій, у яких є достатня кількість робочих місць:

$$\forall i=\overline{1,N} \quad x_{li}^t \in \{0\} \cup \{C_j : j=\overline{1,M}, g_i \le c_j\}; \tag{1}$$

- для надання кожної аудиторії на заняття не більше, ніж одній групі:

$$\forall i_1=\overline{1,N} \ \text{\textit{якщо}} \ x_{li_1}^t \ne 0, \ \text{\textit{то}} \ \nexists i_2, i_2 \in \{1,2,\ldots,N\} \setminus \{i_1\} : \ x_{li_1}^t = x_{li_2}^t; \tag{2}$$

- для унеможливлення одночасного проведення пар у несумісних групах:

$$\forall (i_1,i_2) \in \{1,2,\ldots,N\}^2 : \ \text{\textit{якщо}} \ \alpha_{i_1 i_2}=0 \ \text{\textit{то}} \ x_{li_1}^t \cdot x_{li_2}^t = 0; \tag{3}$$

- для забезпечення виконання навчального навантаження:

$$\forall i=\overline{1,N}, \ \forall k=\overline{1,K} : \ \sum_{t=1}^{T} \sum_{l=\overline{1,n_t}: tc_{x_{li}^t}=TC_k} 1 = w_k^i; \tag{4}$$

- для встановлення обмеження на денне навантаження на навчальну групу:

$$\forall i=\overline{1,N}, \ \forall t=\overline{1,T} \quad \sum_{l=\overline{1,n_t}: x_{li}^t>0} 1 \le \eta_{\max}, \tag{5}$$

- для встановлення обмежень на наявність чи відсутність днів без навчального навантаження у навчальних груп:

$$\forall i=\overline{1,N}, \ \forall t=\overline{1,T} \quad \sum_{l=\overline{1,n_t}: x_{li}^t>0} 1 \ge \eta_{\min}, \tag{6}$$

- для встановлення обмежень на перерви між заняттями. Для розгляду наступної можливої умови введемо у розгляд функцію:

$$\chi(i,t,l)=\begin{cases}\max\limits_{l'=l+1,n_t}\{l'-l-1: l_1=\overline{l+1,l'},\, x^t_{l,i}=0\},\ \text{якщо } x^t_{li}\neq 0;\\ 0,\quad \text{в протилежному випадку}\end{cases}.$$

де $\eta_{\max}$ – додатнє ціле число, яке обмежує максимальну кількість занять у однієї групи на один робочий день; $\eta_{\min}$ – невід'ємне ціле число, яке обмежує мінімальну кількість пар у однієї групи на один робочий день;

Тоді сформулюємо умову (7):

$$\max_{t=\overline{1,T}}\max_{i=\overline{1,N}}\max_{l=\overline{1,n_t}}\chi(i,t,l)\le\Delta\,, \tag{7}$$

де Δ – ціле невід'ємне число.

Позначимо множину векторів, які задовольняють умовам (1)–(4) через $DS=\{(X^d_1,X^d_2,...,X^d_T)\}$, $D=|DS|$. Для знаходження елементів цієї множини можливим є застосування повного перебору або деяких жадібних алгоритмів [11]. Варто зазначити, що при цьому до початкових умов (1)–(4) можуть одразу бути додані одна або кілька умови з переліку (5)–(7).

Прийняття рішень щодо ефективності організації навчального процесу залежить від структури та особливостей множини *DS*, яку назвемо множиною допустимих розв'язків.

Прийняття рішень на підставі аналізу множини допустимих розв'язків. З точки зору прийняття управлінських рішень щодо знаходження розподілу аудиторій між навчальними групами, цікавими є три такі випадки:

1. $|DS|=1$, тобто множина допустимих розв'язків *DS* складається з одного допустимого вектора, який і буде знайденим розв'язком задачі (1)–(4).
2. $|DS|>1$, тобто існує кілька розподілів аудиторій між навчальними групами, які задовольняють умовам (1)–(4).
3. $DS=\varnothing$, тобто система умов (1)–(4) для заданих початкових умов є несумісною. Цей випадок означає, що заданий набір навчальних груп не можна розмістити в наявні аудиторії із збереженням потреб у типах аудиторій.

Розглянемо кожен випадок окремо та варіанти управлінських рішень, які можуть мати місце при цьому.

Управлінські рішення у випадку знаходження одного допустимого розв'язку.

Найпростішим і найбільш однозначним є випадок, коли потужність множини допустимих розв'язків *DS* дорівнює 1. При цьому можливим є вироблення відповідного управлінського рішення щодо розподілу аудиторій між навчальними групами.

Також, зважаючи на те, що можливим є випадок, коли розв'язок задачі (1)–(4) шукали тільки для конкретного структурного підрозділу університету, доцільним є формування відомостей про те, в які періоди часу аудиторії не будуть зайняті, відповідно до знайденого розподілу. Це варто робити для забезпечення можливості залучення цих аудиторій в освітній процес інших структурних підрозділів університету.

Для цього сформуємо вектор матриць $(EC_1,EC_2,...,EC_T)$, де $EC_t=(e^t_{lj})$, $l=\overline{1,n_t}$, $j=\overline{1,M}$, і $e^t_{lj}=0$, якщо аудиторія C_j під час заняття під номером l у день t буде вільна, та $e^t_{lj}=1$ – в протилежному випадку. Правило для формування елементів матриць є таким:

$$e^t_{lj}=\begin{cases}0,\ \text{якщо}\ \exists i\in\{1,2,...,N\}: x^t_{li}=j\\ 1,\ \text{в протилежному випадку}\end{cases}, \tag{8}$$

де $t=\overline{1,T}$, $l=\overline{1,n_t}$, $j=\overline{1,M}$.

Дані, які містить сформований вектор можуть стати вхідними при знаходженні аналогічних розподілів аудиторій між навчальними групами інших структурних підрозділів університету. Тоді, аудиторії, які будуть вільними під час деяких занять зможуть зайняти інші навчальні групи. Для цього, відповідні аудиторії необхідно внести у початковий перелік доступних аудиторій. Проте, оскільки вони не завжди вільні, при пошуку допустимих варіантів розподілів $(X_1,X_2,...,X_T)$ необхідно до умов (1)–(4) додати умову (9):

$$x^t_{li}\in\{0\}\cup\{C_j: j=\overline{1,M}, e^t_{lj}=0\}\,. \tag{9}$$

Умова (9) забезпечує неможливість появи ситуації, коли одна і та ж аудиторія на відповідному занятті віддана групам з різних структурних підрозділів.

Вироблення варіантів рішень у випадку декількох допустимих розв'язків. У випадку, коли множина *DS* складається з більш, ніж одного елемента, запропоновано проводити аналіз допустимих варіантів розподілів аудиторій між групами. Можливим є почергове або одночасне накладання умов (5)–(7) та відсіювання тих варіантів, які цим умовам не задовольняють. Після відсіювання для множини *DS* знову можливі три випадки описані вище. І наступні дії щодо встановлення розподілу аудиторій є аналогічними до описаних.

Якщо після відсіювання кількість елементів *DS* більша, ніж 1, то кожен з отриманих розподілів є допустимим і може бути прийнятим як остаточний. Для остаточного розподілу, аналогічно до попереднього випадку рекомендується знаходження вектору матриць $(EC_1,EC_2,...,EC_T)$ та включення вільних аудиторій до розгляду при розв'язуванні задачі (1)–(4) для інших структурних підрозділів університету.

Варіанти рішень у випадку порожньої множини допустимих розв'язків. У випадку, коли множина *DS* є порожньою, запропоновано такі стратегії дій:

Стратегія 1. Знаходження розв'язків задачі (1)–(4) для інших структурних підрозділів університету. При наступному аналізі даного структурного підрозділу доцільно включити в розгляд вільні аудиторій інших структурних підрозділів, шляхом формування вектору матриць $(EC_1,EC_2,...,EC_T)$, аналогічно до описаного вище. Далі, необхідно знову розв'язати задачу (1)–(4), (9) для даного структурного підрозділу.

Стратегія 2. Перевід частини занять у дистанційний режим. Для цього запропоновано виконати такі кроки:

Крок 1. Ввести додатковий тип аудиторій, тобто $K:=K+1$, TC_K – онлайн кімната.

Крок 2. Додати достатню кількість онлайн кімнат у перелік доступних аудиторій За правилом (10):

$$M:=M+N\,;\ \forall j=\overline{M-N+1,M}:\ tc_j:=TC_K\,,\ c_j:=\max_{i=\overline{1,N}} g_i\,. \tag{10}$$

Крок 3. Відповідно до деталей рішення про перевід занять у дистанційний режим, необхідно модифікувати вектори $W_i=(w^i_1,w^i_2,...,w^i_K)$ для кожної навчальної групи, додавши нові компоненти та уточнивши значення наявних.

Крок 4. Формування вектору $(EC_1, EC_2, ..., EC_T)$ для виділення діапазону часу, доступного для проведення занять у дистанційному режимі. Тобто, для аудиторій з номерами від $M - N + 1$ до M присвоєння маркеру "зайнято" у період, коли дистанційне навчання небажане.

Після виконання *Кроків 1-4*, знаходимо множину допустимих розподілів аудиторій *DS,* розв'язуючи задачу (1)–(4), (9). При цьому, відповідно до обраної стратегії по впровадженню дистанційного навчання, можливим є накладання додаткових умов щодо того чи можливе в один і той же день чергування дистанційних і очних занять. Математично такі умови можна записати так:

$$\begin{aligned} &\textit{якщо}\ \exists t_0 \in \{1,2,...,T\}\ \textit{та}\ \exists i_0 \in \{1,2,..,N\}:\ \exists l \in \{1,2,...,n_{t_0}\} \\ &x_{li_0}^{t_0} \in \{M-N+1, M-N+2,...,M\}, \\ &\textit{тоді}\ \forall l = \overline{1, n_{t_0}},\ x_{li_0}^{t_0} \in \{0\} \cup \{M-N+1, M-N+2,...,M\}. \end{aligned} \qquad (11)$$

Умова (11) дає змогу забезпечити розмежування днів з дистанційними заняттями від днів з очними заняттями.

$$\begin{aligned} &\textit{якщо}\ \exists t_0 \in \{1,2,...,T\}\ \textit{та}\ \exists i_0 \in \{1,2,..,N\}: \\ &\exists l_1, l_2 \in \{1,2,...,n_{t_0}\}: l_2 - l_1 > 1 \\ &x_{l_1 i_0}^{t_0}, x_{l_2 i_0}^{t_0} \in \{M-N+1, M-N+2,...,M\}, \\ &\textit{тоді}\ \forall l = \overline{l_1+1, l_2},\ x_{li_0}^{t_0} \in \{0\} \cup \{M-N+1, M-N+2,...,M\}. \end{aligned} \qquad (12)$$

Умова (12) не дає змогу чергувати заняття з очною та дистанційною формою в межах одного робочого дня.

Рекомендований алгоритм вироблення управлінських рішень. Виконаний у попередніх розділах аналіз задачі розподілу навчальних аудиторій між навчальними групами дає змогу скласти орієнтовний алгоритм вироблення варіантів управлінських рішень щодо організації навчального процесу в умовах прогнозування кризових ситуацій.

Крок 1. Формуємо множину структурних підрозділів університету.

Крок 2. Задаємо початкові дані відповідно до побудованої моделі задачі.

Крок 3. Фіксуємо навчальний підрозділ для якого на даному етапі необхідно скласти розподіл груп по аудиторіям.

Крок 4. Для даного підрозділу задаємо перелік доступних аудиторій, їх властивості; дані щодо потреб у аудиторіях для навчальних груп.

Крок 5. Розв'язуємо задачу (1)–(4), додаючи за потреби одну або кілька умов з (5)–(7). Формуємо множину допустимих розв'язків *DS*.

Крок 6. Аналіз результатів.

Якщо $|DS| = 1$ і розв'язок прийнятний, то за потреби формуємо вектор з даними про вільні аудиторії $(EC_1, EC_2, ..., EC_T)$ та переходимо до розгляду наступного підрозділу на *Крок 3*. Інакше відкладаємо з розгляду даний структурний підрозділ та переходимо до розгляду наступного підрозділу на *Крок 3*.

Якщо $|DS| > 1$, то додаємо до аналізу потрібні умови з запропонованих вище (5)–(7), відсіюємо варіанти, які їм не задовольняють. Повертаємося до *Кроку 6.* Розв'язки, які залишаться в множині *DS* є прийнятними для реалізації та формують варіанти управлінських рішень. Для них також можливим є збір даних щодо вільних аудиторій та включення цих відомостей у розгляд при аналізі інших структурних підрозділів.

Якщо $DS = \varnothing$, то можливі такі варіанти рішень:

- відкладаємо з розгляду даний структурний підрозділ, переходимо до наступного структурного підрозділу на *Крок 3*, очікуючи, що там вивільняться нові аудиторії, доступні для даного підрозділу.
- вводимо у розгляд елементи дистанційного навчання, фіксуємо кількість занять, які можуть проводитися дистанційно. Розв'язуємо задачу (1)–(4) з потрібними додатковими умовами (5)–(7) та (11)–(12) за необхідністю. Отримані результати аналізуємо аналогічно до *Кроку 6.*

Очікуваний результат впровадження пропонованих алгоритмів. Впровадження пропонованих алгоритмів у прийнятті управлінських рішень на рівні факультетів на початку осіннього семестру 2022-2023 навчальних років показав наступні очікувані результати (за умови відсутності в період реалізації освітнього процесу нових зовнішніх викликів і ризиків: до прикладу новий спалах епідемії COVID-19 в осінній період).

Прогнозовано, що осінній семестр на усіх факультетах за усіма рівнями освіти буде завершено до 18 листопада. При цьому в повному обсязі буде виконано навчальні плани. Студенти перших курсів будуть навчатися очно в повному обсязі. На старших курсах частка дистанційних занять (в основному лекційних) не буде перевищувати 40 %. Тижневе навантаження навіть при 6-денному робочому тижні не перевищить допустимі норми. Наявний аудиторний фонд буде використано максимально ефективно. Розраховано, що частка одномоментно незадіяних аудиторій в навчальному процесі не буде перевищувати 10 %.

Обговорення результатів дослідження. Виконано аналіз проблеми організації навчального процесу у закладі вищої освіти в умовах прогнозування кризових ситуацій. Розроблені моделі вироблення управлінських рішень щодо ущільнення навчального процесу шляхом введення двозмінного навчання та шестиденного робочого тижня; введення змішаного навчання в окремих структурних підрозділах університету; перерозподілу аудиторного фонду між навчальними групами різних структурних підрозділів тощо.

Побудовано алгоритм вироблення варіантів управлінських рішень, який дає можливість моделювати та реалізовувати різні управлінські стратегії щодо організації навчального процесу.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – вперше побудовано математичну модель задачі організації навчального процесу у закладі вищої освіти з урахуванням можливостей введення змішаного та дистанційного навчання; розроблено покроковий алгоритм прийняття управлінських рішень щодо розподілу аудиторій між навчальними групами для різних структурних підрозділів вузу.

Практична значущість результатів дослідження – розроблені модель та алгоритм можуть успішно застосовуватися менеджментом закладів вищої освіти при плануванні та організації навчального процесу.

Висновок / Conclusions

1. Побудовано математичну модель задачі організації навчального процесу у закладі вищої освіти з урахуванням можливостей введення змішаного та дистанційного навчання та розроблено покроковий алгоритм прийняття управлінських рішень щодо розподілу аудиторій між навчальними групами для різних структурних підрозділів навчального закладу. Модель можна успішно застосовувати менеджментом цих закладів при плануванні та організації навчального процесу в особливих умовах.

2. Оцінка очікуваних результатів впровадження математичної моделі і алгоритмів при плануванні освітнього процесу в місцевому університеті показала їх прогнозовану ефективність. У випадку, якщо через нові непередбачувані обставини не буде змоги повністю дотриматись знайдених розподілів, можливим є знаходження нових розподілів з урахуванням всіх додаткових умов, які виникнуть на той момент часу.

References

[1] Almanasreh, E., Moles, R., & Chen, T. F. (2019). Evaluation of methods used for estimating content validity. *Research in social and administrative pharmacy*, *15*(2), 214-221. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2018.03.066

[2] Amirgaliyev, B., Andrashko, Y., & Kuchansky, A. (2022). Building a Dynamic Model of Profit Maximization for a Carsharing System Accounting for the Region's Geographical and Economic Features. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *2*(4), 116. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254718

[3] Deng, Q., Santos, B. F., & Curran, R. (2020). A practical dynamic programming based methodology for aircraft maintenance check scheduling optimization. *European Journal of Operational Research*, *281*(2), 256-273. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.08.025

[4] Graham, C. R., Woodfield, W., & Harrison, J. B. (2013). A framework for institutional adoption and implementation of blended learning in higher education. *The internet and higher education*, *18*, 4-14. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.09.003

[5] Hill, D. L. (2008). Qualitative Timetabling: An Organizational and Qualitative Approach to Improving University Course Scheduling. *College Quarterly*, *11*(3), n3.

[6] Hossain, S. I., Akhand, M. A. H., Shuvo, M. I. R., Siddique, N., & Adeli, H. (2019). Optimization of university course scheduling problem using particle swarm optimization with selective search. *Expert systems with applications*, *127*, 9-24. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.02.026

[7] Jana, C., & Pal, M. (2021). A dynamical hybrid method to design decision making process based on GRA approach for multiple attributes problem. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, *100*, 104203. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2021.104203

[8] Mulesa, O., Geche, F., Voloshchuk, V., Buchok, V., & Batyuk, A. (2017, September). Information technology for time series forecasting with considering fuzzy expert evaluations. In *2017 12th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies* (*CSIT*) (Vol. 1, pp. 105-108). IEEE. https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2017.8098747

[9] Mulesa, O., Snytyuk, V., & Myronyuk, I. (2019). Optimal alternative selection models in a multi-stage decision-making process. *EUREKA: Physics and Engineering*, (6), 43-50. https://doi.org/10.21303/2461-4262.2019.001005

[10] Padilla, L. M., Powell, M., Kay, M., & Hullman, J. (2021). Uncertain about uncertainty: How qualitative expressions of forecaster confidence impact decision-making with uncertainty visualizations. *Frontiers in Psychology*, *11*, 579267. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.579267

[11] Sampurno, G. I., Sugiharti, E., & Alamsyah, A. (2018). Comparison of Dynamic Programming Algorithm and Greedy Algorithm on Integer Knapsack Problem in Freight Transportation. *Scientific Journal of Informatics*, *5*(1), 49. https://doi.org/10.15294/sji.v5i1.13360

[12] Xu, H., Kuchansky, A., & Gladka, M. (2021). Devising an individually oriented method for selection of scientific activity subjects for implementing scientific projects based on scientometric analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, *6*(3), 114. https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.248040

O. Yu. Mulesa, I. S. Myronyuk, F. E. Geche, P. P. Horvat, Yu. Yu. Imre

Uzhhorod National University, Uzhhorod, Ukraine

MODELS FOR MANAGEMENT DECISION-MAKING ON THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN CONDITIONS OF A HIGH LEVEL OF UNCERTAINTY

The study is devoted to the analysis of the problem of decision-making regarding the organization of the educational process in the conditions of external influences of irresistible nature. The case of a forced reduction in the academic semester with the need for full implementation of educational plans for the training of education seekers is considered. It was determined that for effective planning of the educational process, it is initially necessary to divide the classrooms of the educational institution between educational groups belonging to different structural units of the educational institution. The verbal and mathematical formulation of the task of dividing classrooms between educational groups was completed. A mathematical model of the problem was built. The model is a set of restrictions that are imposed on the options for admissible distributions of audiences. The developed model allows you to introduce restrictions on the length of the working day, breaks between classes in individual groups, the number of working days per week, etc. An algorithm for developing variants of management decisions regarding the distribution of classrooms between educational groups of different structural units of the university has been built. Variants of management decisions depend on the initial conditions that are included in the problem model and on the strength of the set of admissible solutions. The possibility of developing options for management decisions regarding combined options for the organization of the educational process (face-to-face, distance, and mixed forms of education) is foreseen. In such cases, the management of the educational institution may impose restrictions on the possibility of alternating classes that take place in classrooms with classes that take place online. The developed approach also allows the redistribution of audiences between structural units for separately defined periods. The implementation of the developed models and algorithms for the autumn semester 2022–2023 at the university will allow the completion of studies by mid-November. At the same time, all educational plans will be completed in full. The developed tool makes it possible to increase the efficiency of management decision-making processes regarding the organization of the educational process in higher education institutions.

Keywords: a set of allowable solutions; an institution of higher education; educational process; classroom fund.

Інформація про авторів:

Мулеса Оксана Юріївна, д-р техн. наук, доцент, кафедра програмного забезпечення систем.
Email: oksana.mulesa@uzhnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0002-6117-5846

Миронюк Іван Святославович, д-р мед. наук, професор, кафедра наук про здоров'я.
Email: ivan.myronyuk@uzhnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0003-4203-4447

Гече Федір Елемирович, д-р тех. наук, професор, кафедра фізико-математичних дисциплін.
Email: fedir.geche@uzhnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0002-4757-9828

Горват Петро Петрович, канд. фіз.-мат. наук, доцент, завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж.
Email: petro.horvat@uzhnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0002-3972-0115

Імре Юлій Юлійович, ст. викладач, кафедра фізико-математичних дисциплін.
Email: yuliy.imre@uzhnu.edu.ua; https://orcid.org/0000-0001-5511-5815

Цитування за ДСТУ: Мулеса О. Ю., Миронюк І. С., Гече Ф. Е., Горват П. П., Імре Ю. Ю. Моделі прийняття управлінських рішень з організації освітнього процесу в умовах високого рівня невизначеності. *Український журнал інформаційних технологій.* 2022, т. 4, № 2. С. 74–79.

Citation APA: Mulesa, O. Yu., Myronyuk, I. S., Geche, F. E., Horvat, P. P., & Imre, Yu. Yu. (2022). Models for management decision-making on the organization of the educational process in conditions of a high level of uncertainty. *Ukrainian Journal of Information Technology, 4*(2), 74–79. https://doi.org/10.23939/ujit2022.02.074