

УДК 373.2.015.31

Володимир Гоблик

Мукачівський державний університет, м. Мукачево
ORCID ID 0000-0003-1830-3491

Тетяна Щербан

Мукачівський державний університет, м. Мукачево
ORCID ID 0000-0002-3702-8029
DOI 10.24139/2312-5993/2021.01/028-040

КОНКРЕТИЗАЦІЯ НАУКОВОЇ ЗАДАЧІ ЯК БАЗОВОГО МЕТОДУ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Існує значна кількість моделей експерименту, відтак визначення найбільш адекватних із них потребує детальної конкретизації наукової задачі. Важливо виключити ризики значного абстрагування результатів. Значущою є мінімізація рівня абстрагування під час експериментів у складних системах, які наявні практично в усіх розділах природничих та гуманітарних наук, адже процес дослідження їх, як множинного об'єкта, комбінаторний. Метою статті є опис особливостей конкретизації задачі про призначення як базового методу експериментальних наукових досліджень складних систем. Методами дослідження є задачі комбінаторної оптимізації та дослідження операцій у математиці. За результатами дослідження констатовано, що вже до проведення експерименту важливо отримати його змістову конкретизацію. Це важливо, оскільки дозволяє запобігти абстрактності результатів та формуванню даних, якими, у майбутньому, не можна оперувати. Перспективи розвідок у даному напрямі полягають у дослідженні особливостей конкретизації наукової задачі експериментального дослідження із урахуванням спеціальних випадків.

Ключові слова: задача про призначення, експеримент, конкретизація, базовий метод, складна система, система.

Постанова проблеми. У межах сучасної сукупності методів, які є основою параметризації структури та ідентифікації характеристичних особливостей досліджуваних об'єктів, найбільш проблемною є експериментальна площина. А саме, коли експеримент використовується в якості інструмента аналізу та оптимізації систем. Річ у тім, що існує значна кількість моделей експерименту, відтак визначення найбільш адекватних із них потребує детальної конкретизації наукової задачі. Важливо виключити ризики значного абстрагування результатів, унаслідок некоректного добору параметрів оптимізації. Особливо значущім є мінімізація рівня абстрагування під час експериментів у складних системах, які наявні практично в усіх розділах природничих та гуманітарних наук. Процес їх дослідження, як множинного об'єкта, комбінаторний, а параметри оптимізації є функцією цілі.

Такі системи використовують кінцеву множину об'єктів, які складаються з n множин (прикладом є виробничі обчислювальні системи або системи агрегатних пристроїв, системи охорони психологічного

здоров'я громадян, системи навчання та ін.). Відтак, якщо є n експериментів, то формується експериментальна матриця T , що окреслює порядок i -го експерименту на j -му об'єкті системи з n множин. Кожне експериментальне дослідження орієнтоване на вивчення складних систем ij , відтак відбувається в ретельно вибраних чи штучно створених умовах, а кожен одиничний (i) експеримент є ізолятивною абстракцією. Щоб синтезувати появу саме тих властивостей систем ij , за якими створено експеримент – необхідна чітка конкретизація наукової задачі для всієї експериментальної матриці T . Це дозволить визначити той ступень відволікання в процесі пізнання закономірних зв'язків, за яких зберуться істотні, закономірні ознаки n об'єктів дослідження (тобто буде сформована змістова експериментальна абстракція ij). Результат експерименту має бути таким, щоб дозволяв оперувати отриманими результатами у неідеальних, природних умовах.

Аналіз актуальних досліджень і публікацій. Проблеми конкретизації наукової задачі є міждисциплінарними, відтак, досліджуються в наукових працях значної кількості науковців, які працюють у різних наукових напрямках. Зокрема, активно досліджується специфіка психологічного експерименту, орієнтуючи на пошук кращого елементу в деякій дискретній множині (Панасенко, 2017, с. 127-130). Вивчається специфіка експериментування з напружено-деформованими станами залізобетонних балок прямокутного перерізу, із закладеними штучними пошкодженнями в стиснутій зоні бетону, орієнтуючи на низку методів комбінаторної оптимізації, зокрема: знаходження паросполучень; вирішення завдання з матроїдами та ін. (Клименко та Полянський, 2019, с. 24-29; Клименко, 2017, с. 28-69). Досліджується специфіка медичного експериментування з речовини, що вживають для профілактики, діагностики, лікування захворювань, орієнтуючи на математичний пошук кращого їх поєднання в деякій дискретній суміші речовин (Коваленко та Черкасов, 2006, с. 3-7). При цьому, у такій конкретизації, виключається абсолютно первинне й абсолютно вторинне, а залишається синергетичний ефект, що є функцією цілі. Конкретизується специфіка впровадження експериментування в дошкільній освіті, за якою очевидно, що деякі приклади комбінаторної та математичної оптимізації потрапляють і в цю область (Карапузова та Бурсова, 2016, с. 40-48). Реальні складні системи, властиві їм процеси, зазвичай, доволі складні. Відтак, звернено увагу на специфічність конкретизації наукової задачі, пов'язаної з пошуком оптимального об'єкта в кінцевій множині (складній системі), особливо в межах таких систем, у яких їх повний перебір здійснити не

можливо. Вважаємо, що конкретизація наукової задачі будь-якого експерименту, у складних системах, має належати до площин комбінаторної та математичної оптимізації. Саме тому дослідження спирається на праці, які стосуються класичної теорії задачі про призначення (Вагнер, 1972; Хемді А. Таха, 205; Ravindra et al., 1993) та опису її процесів мовою математичних символів (Munkres, 1957).

Аналіз досліджень дозволяє констатувати, що процес конкретизації наукової задачі має досягатися не лише шляхом математичних методів дослідження систем, а одночасно забезпечувати знаходження екстремуму цільової функції (що належить до області математичної оптимізації, у межах якої безліч припустимих рішень дискретне або ведене до дискретної множини). Тільки окреслене поєднання методів дозволить максимально заглибитися всередину будь-якого процесу, явища, властивого для складних систем, а відтак пізнати їх сутність експериментуючи, оперуючи результатами експерименту. Вважаємо, що конкретизація наукової задачі експерименту, у таких системах має також належати до площин комбінаторної та математичної оптимізації. Відтак, для конкретизації наукової задачі слід звернутися до задач про призначення. Тільки задача про призначення може представити найбільш деталізований чисельний опис фізичних, технічних, психологічних та інших складних систем, сформувавши засоби для комбінаторної оптимізації в області математичної оптимізації та експерименту, який гарантує змістовність абстракцій.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є опис особливостей конкретизації задачі про призначення як базового методу експериментальних наукових досліджень складних систем. Відповідно до цього, завданнями дослідження є: 1) визначення змісту конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень; 2) опис базових алгоритмів та зон алгоритмізації, при конкретизації задач про призначення для експериментальних досліджень у складних системах; 3) ілюстрація механізмів запуску конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних системах.

Методи дослідження. Методами дослідження є задачі комбінаторної оптимізації (пов'язані з дослідженням операцій, алгоритмів та обчислювальної складності) та дослідження операцій у математиці (а саме знаходження оптимальних рішень на основі математичного моделювання та евристичних підходів у різних областях діяльності.).

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до аналізу праць (Вагнер, 1972; Хемді А. Таха, 205; Ravindra et al., 1993) базовий зміст

задач про призначення, у сфері експериментальних досліджень, полягає в математичному описі складних систем через дискретні множини та їх біографи/графи зі значною кількістю вершин для визначення ідеального середовища для експериментування (з метою подальшого окреслення властивостей об'єктів такої системи та знаходження екстремумів їх функцій).

Перевагою такої конкретизації є те, що біографи та графи придатні для опису складних систем будь-якої природи, за умови, що їх внутрішні об'єкти можна схарактеризувати парними або іншими зв'язками (Munkres, 1957, с. 30-34). При цьому базові алгоритми та зони алгоритмізації такої конкретизації досить гнучкі та різноманітні, зокрема їх доцільно деталізувати за такими площинами конкретизації: 1) знаходження шляхів експериментування за вартістю призначення; 2) знаходження шляхів експериментування за алгоритмами Куна (угорським методом); 3) знаходження шляхів експериментування за алгоритмами потенціалів. Опис базових алгоритмів та зон алгоритмізації, під час конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних системах, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Базові алгоритми та зони алгоритмізації при конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних системах

Площина конкретизації ³	Зона алгоритмізації	Складові	Базові алгоритми	Модифіковані алгоритми	Основні позначання
Знаходження шляхів експериментування за вартістю призначення (напрямок визначається за умовами задачі)	Обчислювальна система з n об'єктів. Формується n завдань. Матриця T визначає час вирішення i-го завдання у j-му об'єкті складної системи. Матричні обчислення виконуються одночасно з моменту t0. Визначається такий розподіл завдань по j (між 2-ма його графами, що мають набір вершин V і ребер E), щоб загальний час їх вирішення мінімізувався / максимізувався (задається цільова функція, вводяться обмеження) ¹	Формування математичної моделі задачі	$\sum_{p \in P} f(t) f^1$ вираз функції формується в залежності від умов експерименту	Модифікації відсутні	f - функція ваги, для конкретних наборів набір вершин V і ребер E (із заданим v з V) $p \in P$ - шлях P з v до v'. Задається такий V, що найменший/найбільший з усіх, які пов'язують v з v'.

Продовження Таблиці 1

<p>Знаходження шляхів експериментування за алгоритмами Куна (угорські алгоритми)</p>	<p>Обчислювальна система з n об'єктів. Матриця $T(x_{ij})$ містить елемент в i-му рядку та j-му стовпці, ідентифікуючи вартість призначення (експерименту), щодо j-тої роботи, процесу, явища на i-му об'єкті. Зміст експерименту конкретизує граф</p>	<p>Редукція матриці⁴ та запуск методу проб та помилок для пошуку припусти мого рішення, щодо умов запуску експерименту⁵</p>	<p>$y=(SUT) \rightarrow R$, якщо $\leq c(j; i)$ для кожного $i \in E$ $u \in SUT$ (витрати досконалого паросполучення = потенціалу)</p>	<p>Можемо мати справу з конкретним напрямом розвитку $\overline{G_e}$, якій необхідно отримати при експерименті з об'єктом y складній системі. За G_e алгоритм має відбивати властивість, за якої грані орієнтовані з T в S утворюють сполучення M^2</p>	<p>G- граф з вершинами для n агентів експерименту $y(S)$, для n робіт, процесів, явищ (T), де кожна грань має невід'ємні витрати $c(i, j)$; y – функція з мінімальним витратами на експеримент R; ij – грань графу; M – недопустимі рішення (за яких експеримент неможливий); U – переміщення функцій або інші зміни; V – зміна властивосте й</p>
<p>Знаходження шляхів експериментування за алгоритмами потенціалів (векторних полів)</p>	<p>$G=(S, T; E)$. Важливо знайти досконале паросполучення (G) та потенціал з однаковими витратами/значенням (G_y) для проведення експерименту</p>	<p>Матриця результату в, розподільча, пошук опорного плану експерименту</p>	<p>ij є строгою для потенціалу, якщо $y(i) + y(j) \leq c(j; i)$, а $G_y=y$</p>		

¹ За умови, що на кожному об'єкті можна провести тільки 1-н експеримент, а отже вирішити тільки одне завдання; ² Первинно $y=0$, всі ij з S в T мають $M=0$. На кожному кроці, ми або модифікуємо щоб $y_1 > y_2$) або модифікуємо $\overline{G_e}$ до сполучення, у якому кількість ij зростатиме; ³ Знаходження шляхів експериментування за вартістю призначення має поєднуватися з одним з напрямків (експериментування за алгоритмами Куна або експериментування за алгоритмами потенціалів); ⁴ У знову отриманій матриці в кожному рядку буде мінімум один нуль. Також, редукції проводимо по стовпчиках, (для чого ідентифікуємо мінімальний елемент, який потім позначається у квадратних дужках); ⁵ Дозволяє по аналогічно розташованих, з не редукованою матрицею, елементам X обчислити мінімальну вартість призначення бази експерименту.

Джерело: сформовано на основі (Вагнер,1972; Хемді А. Таха, 205; [Ravindra et al., 1993](#))

Окреслені вище алгоритми конкретизації наукової задачі доволі прості, будуються на твердженні, що оптимальні умови для експерименту не зміняться, якщо до будь-якого рядку або стовпцю матриці, що характеризує складну систему, додати/відняти якусь постійну величину. Цільовий пріоритет та призначення такого експерименту залишиться незмінним. Відповідно до особливостей запуску базових або модифікованих алгоритмів у матрицях, до яких додано постійну величину x_{ij} , необхідне дослідження системи одночасно в кількох зонах алгоритмізації, адже знаходження шляхів експериментування за вартістю призначення має поєднуватися з алгоритмами Куна або потенціалів (Ravindra et al., 1993, с. 11). Релевантні зони алгоритмізації встановлюються вже при первинній конкретизації умов задачі про призначення. У будь-якому разі для безпосередніх експериментальних досліджень, у складних системах, отримуємо не просто результативну математично модель задачі, а загальний шлях експерименту, що гарантує змістовність результативних абстракцій. Шлях експерименту буде розглядатися нами як об'ємний параметр оптимізації кількох функцій складної системи від багатьох вихідних.

Відповідно до наведених положень, можна представити приклад запуску механізмів конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних системах, що прогнуть до мінімізації певних характеристик. Для конкретизації умов задачі таких експериментів ідеальними є моделі, що ґрунтуються на поєднанні алгоритмів Куна та цільової функції з мінімізації за вартістю призначення (Ravindra et al., 1993, с. 11). Наприклад, якщо об'єктом дослідження є чинна система з виробництва пелет G+G Industries (ТОВ Григор'єв), яка складається з 4-х виробних агрегатів (які різняться за часом експлуатації, однак залучені в одному виробничому циклі та багатофункціональні, оскільки виконують всі 5 видів технічних операцій виробництва деревних пелет, необхідні, щоб замкнути такий цикл. А саме: (1) дроблення, подрібнення; (2) висушування; (3) обробка парю, для покращення формування парю; (4) пресування в полети; (5) пакування). При цьому необхідно конкретизувати умови для експерименту, пов'язаного з переходом від багатофункціональності таких агрегатів до спеціалізації технічних функцій, з метою визначення можливостей мінімізації сумарних витрат часу у виробничому циклі. Розглянемо механізм запуску конкретизації задач такого експерименту, за умов використання такої цільової функції, як мінімальні витрати часу на технічну операцію, за даними таблиці 2.

Ілюстрація механізмів запуску конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних системах, що прогнуть до мінімізації певних характеристик, за даними G+G Industries, 2020 р.

Технічна операція (i) / робочий агрегат (j), год	Вхідна матриця, що характеризує систему x_{ij}				Конкретизація математичної моделі експерименту	Записи, щодо можливих обмежень:		Цільова функція експерименту	Забезпечення процесу
	1	2	3	4		за виробничими агентами:	за вакантними технічними операціями		
1	5	6	7	3	$f = \sum \sum c_{ij} x_{ij}$, за умов, що $\sum x_{ij} = n$, $i = 1, 2, \dots, m$, (2) $\sum x_{ij} = m$, $j = 1, 2, \dots, n$, (3) $x_{ij} \geq 0$, ціле :	$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} = 1$;	$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} = 1$;	$5x_{11} + 6x_{12} + 7x_{13} + 3x_{14} + 4x_{21} + 5x_{22} + 6x_{23} + 6x_{24} + 7x_{31} + 6x_{32} + 4x_{33} + 9x_{34} + 6x_{41} + 3x_{42} + 5x_{43} + 7x_{44} + 3x_{51} + 4x_{52} + 8x_{53} + 8x_{54} \rightarrow \min$	Редукція матриці
2	4	5	6	6		$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} = 1$;	$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 1$;		
3	7	6	4	9		$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} = 1$;	$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 1$;		
4	6	3	5	7		$x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44} + x_{54} = 1$	$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} = 1$;		
5	3	4	8	8			$x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} = 1$		

Джерело: сформовано автором за даними чинної системи з виробництва пелет G+G Industries (ТОВ Григор'єв)

Після запуску окресленого процесу отримуємо повністю редуковану матрицю системи з виробництва пелет G+G Industries, за якою проводимо пошук припустимого рішення щодо умов запуску експерименту та визначаємо його оптимальний шлях. Результат використання задачі про призначення для конкретизації умов експерименту у складних системах, що прогнуть до мінімізації певних характеристик, наведено в таблиці 3.

Для підвищення ілюстративності розв'язання дослідницької задачі вважаємо за потрібне окреслити зміст запуску механізмів конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних виробничих системах, що прогнуть до максимізації певних характеристик (Ravindra et al., 1993, с. 13-15). Для конкретизації умов задачі таких експериментів ідеальними є моделі, що ґрунтуються на поєднанні алгоритмів потенціалів (або векторних полів, що можуть бути використані) та цільової функції з максимізації за вартістю призначення. Наприклад, якщо об'єктом дослідження є та сама реальна система з виробництва пелет G+G Industries (ТОВ Григор'єв), необхідно конкретизувати умови експерименту, пов'язаного зі зміною якості продукції на основі переходу від багатофункціональності виробничих агрегатів до їх спеціалізації за окремими технічними функціями.

Результат використання задачі про призначення для конкретизації умов експерименту у складних системах, що прогнуть до мінімізації певних характеристик за даними, за даними G+G Industries, 2020 р.

Технічна операція (i) / робочий агрегат (j), год.	Вхідна матриця, що характеризує систему x_{ij}				Умови, за якими всі значення матимуть нульову вартість ($k = 5$) ¹					Шлях експерименту ²
	1	2	3	4	1	2	3	4	5 (ред.)	
1	5	6	7	3	2	3	3	[0] ¹	[-0-]	(1;4), (2;5), (3;3), (4;2), (5;1)
2	4	5	6	6	1	2	2	3	[0] ²	
3	7	6	4	9	4	3	[0] ³	6	[-0-]	
4	6	3	5	7	3	[0] ⁴	1	4	[-0-]	
5	3	4	8	8	[0] ⁵	1	4	5	[-0-]	

¹ за методом проб та помилок: (1) наявне нульове значення в клітці (1, 4), при цьому інші нулі в рядку 1 і стовпці 4 не мають змістового навантаження для експерименту, зокрема викреслюємо нулі в клітинах (1; 5)); (2) наявне нульове значення в клітці (2, 5), у той час, як інші нулі в рядку 2 і колонці 5 не мають змістового навантаження для експерименту, зокрема викреслюємо нулі в клітинах (3; 5), (4; 5), (5; 5)); (3) наявне нульове значення в клітці (3, 3), при цьому інші нулі в рядку 3 і стовпці 3 не мають змістового навантаження для експерименту; (4) наявне нульове значення в клітці (4, 2), інші нулі в рядку 4 і стовпці 2 не мають змістового навантаження для експерименту; (5) наявне нульове значення в клітці (5, 1). Інші нулі в рядку 5 і стовпці 1 не мають змістового навантаження для експерименту; ² напрямки спеціалізації технічних операцій за агрегатами

Джерело: сформовано автором на основі табл. 1-2.

При цьому якість продукції в будь-якому разі має відповідати потребам клієнтів. Звертаючись до процесу дослідницького ілюстрування, очевидно, що отримана конкретизація задачі матиме якісно інший (у порівнянні з виділеним у табл. 2-3) вигляд, який можна представити за даними табл. 4.

З окресленої ілюстрації конкретизовано, що сумарна потреба у зміні якості за запитами клієнтів менша від фактичної (а саме такої, що наявна за результатами виконання всього циклу виробництва). Отже, модель вихідної експериментальної задачі буде відкритою до моменту, коли буде необхідна мінімізація витрат на виробництво. Щоб отримати закриту модель, слід ввести додаткову (фіктивну) потребу, щодо якості, що дорівнює 1 або шляху експерименту 5-4. За отриманими даними, якістю незавершеного виробництва за якимось із проміжних процесів можна знехтувати, якщо фактична якість буде 5-4. Після запуску окресленого процесу отримуємо розподільчу матрицю, за якою проводимо:

- 1) пошук припустимого рішення, щодо умов запуску експерименту;
- 2) формування опорного плану та шляху експерименту.

Ілюстрація механізмів запуску конкретизації задачі про призначення для експериментальних досліджень у складних системах, що прагнуть до максимізації певних характеристик за даними G+G Industries, 2020 р.

Технічна операція (i) / робочий агрегат (j), балів	Вхідна матриця, що характеризує систему x_{ij}					Конкретизація математичної моделі експерименту як подвійної задачі	Цільова функція експерименту (початкова)	Забезпечення процесу
	1	2	3	4	якість			
1	6	8	11	9	1	$U_1 + V_1 \leq 6, U_1 + V_2 \leq 8, U_1 + V_3 \leq 11, U_1 + V_4 \leq 9, U_2 + V_1 \leq 8, U_2 + V_2 \leq 9, U_2 + V_3 \leq 9, U_2 + V_4 \leq 8, U_3 + V_1 \leq 9, U_3 + V_2 \leq 6, U_3 + V_3 \leq 6, U_4 + V_1 \leq 3, U_4 + V_2 \leq 3, U_4 + V_3 \leq 2, U_4 + V_4 \leq 3, U_5 + V_1 \leq 3, U_5 + V_2 \leq 3, U_5 + V_3 \leq 8, U_5 + V_4 \leq 11$	$G(y) = 1U_1 + 1U_2 + 1U_3 + 1U_4 + 1V_1 + 1V_2 + 1V_3 + 1V_4 + 1V_5 \rightarrow \max$	матриця якості, пошук опорного плану експерименту, визначення можливих покращень
2	8	9	9	8	1			
3	9	6	6	2	1			
4	3	3	2	3	1			
5	3	3	8	11	1			
потреби щодо якості за операціями	1	1	1	1	1	$\sum a = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5,$ $\sum b = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$		

Джерело: сформовано автором за даними чинної системи з виробництва пелет G+G Industries (ТОВ Григор'єв)

Результат використання задачі про призначення, для конкретизації умов експерименту у складних виробничих системах, що прагнуть до максимізації певних характеристик, наведений у таблиці 5.

Результати конкретизації виявляють їх високу інформаційну цінність та широкі адаптивні можливості, що, у принципі, дозволяє використовувати задачі про призначення в якості базового методу експериментальних наукових досліджень для більшості складних систем, що мають n елементів поєднаних специфічними зв'язками. Перевагою такої конкретизації є можливість не тільки широкого впровадження в цей процес програмних засобів, але і врахування спеціальних випадків у конкретизації експерименту.

Таблиця 5

Результат використання задачі про призначення для конкретизації умов експерименту у складних системах, що прагнуть до максимізації певних характеристик, за даними G+G Industries, 2020 р.

Технічна операція (i) / робочий агрегат (j), год.	Вхідна матриця, що характеризує систему x_{ij} , балів, ¹						Пошук опорного плану експерименту, балів по матриці, що характеризує систему x_{ij} , балів ²						Цільова функція трансформована	Шлях експерименту
	1	2	3	4	5	якість	1	2	3	4	5	якість		
1	6	8	11	9	0	1	6	8 ^[0]	11 ^[1]	9	0	1	F(x) = 11*1 + 9*1 + 9*1 + 0*1 + 11*1 = 40	(2;3), (2;4), (2;5), (3;5)
2	8	9	9	8	0	1	8	9 ^[1]	9	8 ^[0]	0	1		
3	9	6	6	2	0	1	9 ^[1]	6	6	2	0	1		
4	3	3	2	3	0	1	3	3	2	3	0 ^[1]	1		
5	3	3	8	11	0	1	3	3	8 ^[0]	11 ^[1]	0 ^[0]	1		
6	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1		

¹ шуканий елемент $c_{55} = 0$, тому що обмеження виконані, то $x_{55} = 0$; шуканий елемент $c_{24} = 8$, але тому що обмеження виконані $x_{24} = 0$; шуканий елемент $c_{12} = 8$, але тому що обмеження виконані $x_{12} = 0$; шуканий елемент $c_{53} = 8$, але тому що обмеження виконані $x_{53} = 0$; ² елементи опорного плану визначаються за змістом позначень: [1] – незмінна якість обов'язкова; [0] – значенням модно знехтувати.

Джерело: сформовано за даними табл. 4.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. За результатами дослідження констатовано, що вже до проведення експерименту важливо отримати його змістову конкретизацію.

Конкретизація наукової задачі досить важлива, оскільки дозволяє запобігти абстрактності результатів та формуванню даних, якими в майбутньому не можна оперувати.

На думку авторів, базовий зміст конкретизації наукової проблемної ситуації у межах задачі про призначення експерименту, має бути орієнтований на:

1) математичний опис складних систем через дискретні множини та такі їх біографи та графи ij , що придатні для опису ідеального середовища експериментування;

2) окреслення оптимального шляху експерименту як основи для створення заходів, спрямованих на ефективну постановку таких дослідів.

Шлях експерименту має бути поданий як об'ємний параметр оптимізації кількох функцій складної системи від багатьох вихідних.

Такі особливості дозволять значно скоротити витрати на експериментальні дослідження, коштом мінімізації кількості необхідних випробувань та встановлення їх раціонального порядку.

Перспективи розвідок у даному напрямі полягають у дослідженні особливостей конкретизації наукової задачі експериментального дослідження із урахуванням спеціальних випадків, а саме коли задача призначень: 1) перетворюється в задачу про максимальність паросполучення (якщо експеримент має вектори); 2) може бути зведена до мультиплікаційного ранця та ін.

ЛІТЕРАТУРА

- Вагнер, Г. (1972). *Решение задачи о назначенях. Основы исследования операций*. Пер. с англ. М.: Издательство «Мир» (Wagner, G. (1972). *Solution of the problem of appointments. Basis of operations research*. М.: Publishing house "World").
- Карапузова, І., Бурсова, С. (2016). Дитяче експериментування: реалії та перспективи. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 9, 39-49 (Karapuzova, I., Bursova, S. (2016). Child experimentation: realities and perspectives. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 9, 39-49).
- Клименко, Є. В., Полянський, К. В. (2019). Експериментальні дослідження напружено-деформованого стану пошкоджених залізобетонних балок. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури*, 76, 24-30 (Klymenko, Ye. V., Polianskyi, K. V. (2019). Experimental studies of stress-deformed condition of damaged reinforced concrete beams. *The Bulletin of Odessa State Academy of Construction and Architecture*, 76, 24-30.)
- Klymenko, I. (2017). *Mohammed Ismael Arez. Capacity of damaged reinforced concrete beams*. Odessa, OSACEA.
- Коваленко, В. М., Черкасов, С. В. (2006). Експериментальні дослідження в умовах клініки: методологічні, теоретичні та біотичні проблеми. *Український ревматологічний журнал*, 3 (25), 3-7 (Kovalenko, V. N., Cherkasov, S. V. (2006). Experimental research in clinic conditions: methodological, theoretical and biotic problems. *Ukrainian rheumatological journal*, 3 (25), 3-7).
- Munkres, J. (1957). Algorithms for the Assignment and Transportation Problems. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 5 (1), 32-38.
- Панасенко, І. (2017). Експеримент як провідний метод наукового дослідження в психології. Теоретичний аспект. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського*, 1, 127-133 (Panasenko, I. (2017). Experiment as a leading method of scientific research in psychology. Theoretical aspect. *Scientific Bulletin of Mykolaiv National University named after V. A. Sukhomlinsky*, 1, 127-133).
- [Ravindra, A.](#), Magnanti, T. L., Orlin, J. B. (1993). [Ravindra A. Network Flows: theory, algorithms, and applications](#). Prentice Hall.
- Хемди, А. Таха (2005). *Введение в исследование операций*. М.: Издательский дом «Вильямс» (Hemdi, A. Taha (2005). *Introduction to Operations Research*. 7th Edition, Moscow. Publishing House "Williams").

РЕЗЮМЕ

Гоблик Владимир, Щербан Татьяна. Конкретизация научной задачи, как базового метода экспериментального исследования.

Существует значительное разнообразие моделей эксперимента, поэтому определение наиболее адекватных из них требует детальной конкретизации научной задачи. Важно исключить риски значительного абстрагирования результатов. Особенно значима минимизация уровня абстрагирования при экспериментах в сложных системах, которые имеются практически во всех разделах естественных и гуманитарных наук, ведь процесс их исследования, как множественного объекта, комбинаторный. Целью статьи является описание особенностей конкретизации задачи о назначении как базового метода экспериментальных научных исследований сложных систем. Методами исследования являются задачи комбинаторной оптимизации и исследование операций в математике. Констатируется, что уже к моменту проведения эксперимента, важно получить его содержательную конкретизацию. Это достаточно важно, поскольку позволит снизить абстрактность результатов, предотвратит формирование таких массивов данных, которыми, в будущем, нельзя оперировать. Перспективы исследований в данном направлении заключаются в исследовании особенностей конкретизации научной задачи экспериментального исследования с учетом специальных случаев.

Ключевые слова: задача о назначении, эксперимент, конкретизация, базовый метод, сложная система, система.

SUMMARY

Hoblyk Volodymyr, Shcherban Tatiana. Specification of the scientific objective as a basic method of the pilot study.

The study draws attention to the fact that there is a great variety of experimental models, so the identification of the most appropriate of them requires a detailed specification of the scientific task. It is important to avoid the risks of significant abstraction of the results of the experiment. Of particular importance is minimization of the level of abstraction in experiments in complex systems, which are found in almost all parts of the natural and human sciences, since the process of their exploration as a plural object is combinatorial.

The purpose of the article is to describe the specificity of the assignment as a basic method of experimental research of complex systems. Accordingly, the objectives of the study are: 1) to define the content of the specification of the recognition problem for experimental studies; 2) to describe the basic algorithms and the areas of algorithmization when specifying assignment tasks for experimental studies in complex systems; 3) illustrate the mechanisms for launching the recognition task for experimental studies in complex systems.

Research methods include combinatorial optimization problems and operations in mathematics. The results of the study indicate that, at the time of the experiment, it is important to have a substantive specification of the experiment.

This is important because it reduces the abstraction of results and prevents the creation of data sets that cannot be manipulated in the future. In the opinion of the authors, the basic content of the task of recognition, in the field of experimental research, should focus on: 1) the mathematical description of complex systems is achieved through discrete sets and such biographies of them as are suitable for describing an ideal experimentation environment; 2) the determination of the best way to conduct the experiment, which should form the basis for the establishment of measures aimed at the effective performance of such experiments. Such features would significantly reduce the cost of pilot studies and the means of minimizing the number of tests required and establishing their rational order.

The research perspective in this area is to explore the specificity of the scientific objective of the pilot study, taking into account special cases, namely when the assignment task becomes the maximum matching objective, can be reduced to a cartoon briefcase, etc.

Key words: *assignment problem, experiment, specification, basic method, complex system, system.*

УДК 37.018.43:004

Олена Колган

Державний вищий навчальний заклад
«Донбаський державний педагогічний університет»
ORCID ID 0000-0002-2155-4155

Тетяна Колган

Донецький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти
ORCID ID 0000-0002-9276-3173
DOI 10.24139/2312-5993/2021.01/040-049

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ДИСТАНЦІЙНОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ

Праця продовжує цикл статей колективу авторів щодо сучасних освітніх технологій. Метою статті є теоретичне обґрунтування необхідності використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для інтеграції знань учнів/студентів під час дистанційної освіти в умовах карантину через Covid-19. Наведені в праці найпоширеніші програми для вможливлення використання інформаційно-комунікаційних технологій стануть у нагоді вчителям/викладачам-практикам під час їхньої професійної діяльності в умовах дистанційної освіти під час карантину через Covid-19.

Ключові слова: *інформаційно-комунікаційні технології, дистанційна освіта, педагогічна майстерність, заклад загальної середньої освіти, заклад вищої освіти.*

Постановка проблеми. Освіта від самого початку людства повсякчас отримує виклики, які є випробуванням як для вчителів та викладачів, так і учнів та студентів. Коронавірусна пандемія, яка охопила Україну у XXI ст., як і інші країни світу, вимагає від усіх учасників освітнього процесу модифікацій, постійного самовдосконалення, здатності до інновацій, вибору найбільш оптимальних форм, методів, засобів, способів тощо. Слушною вважаємо думку О.Таргоній: «... нині освіта стоїть перед важливим завданням: навчитися правильно, оптимально й без шкоди для здоров'я застосовувати комп'ютер» (Степанова, 2010, с. 42).

Як відомо, за твердженням як самих учнів/студентів, так і їхніх батьків, дистанційна освіта має не лише свої переваги, про які говоритимемо нижче, а й недоліки: збільшення кількості часу під час підготовки і проведення занять на навчальних платформах закладів освіти різних рівнів, погіршення зору через роботу за моніторами/гаджетами, зменшення рухової діяльності, викривлення хребта через постійне сидіння тощо. Тому розуміння важливості інформаційно-комунікаційних технологій (далі – ІКТ) у період пандемії, коли