

УДК 623.462.22:621.371.332.4

М.В. Бархударян, К.К. Кулагін, О.М. Мішуков, Б.О. Чумак

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ЩОДО ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПОЛІГОННОГО ВИМІРЮВАЛЬНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

Запропонований методичний підхід щодо формування будови перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу при обмежених витратах на проведення експериментальних досліджень.

Ключові слова: полігонний вимірювально-обчислювальний комплекс, експеримент, витрати.

Вступ

Постановка проблеми та аналіз літератури.

Створення обрисів перспективного полігонного вимірювально-обчислювального комплексу (ПВОК), який би відповідав усім вимогам до нього, є вкрай складною і під час практично невирішуємою задачею. Оскільки вона є багатокритеріальною з великою кількістю невизначеностей.

Оснащення ПВОК усім парком технічного обладнання є дорогим і не завжди продуктивним. Отже, виникає протиріччя між необхідністю забезпечення заданої якості функціонування комплексу і витратами на його обладнання.

Одним із рішень цієї проблеми може бути наведене нижче.

Основний матеріал

Нехай нам треба побудувати полігонний вимірювально-обчислювального комплекс, який буде із заданою якістю виконувати своє функціональне призначення в тих чи інших обставинах. При цьому закупівля усього необхідного додаткового обладнання буде дуже витратною, у той час, як немає повної інформації, як поведе себе дане обладнання, який буде кінцевий результат при його застосуванні, і чи буде забезпечена необхідна якість функціонування полігонного вимірювально-обчислювального комплексу. Проте, мається можливість провести недорогий експеримент із застосуванням лише частки додаткового обладнання (наприклад, застосування лише однієї додаткової вимірювальної системи), яке можна на деякий час орендувати. У той же час система може не виправдати сподівання щодо її застосування і не дати очікуваний результат в сенсі заданої якості, і це приводить до певних втрат.

Отже виникає питання: як поступити в даній ситуації?

Формалізуємо дану задачу [1].

Вихідні дані щодо зазначеної задачі наведені в табл. 1.

Апріорні ймовірності $p(z/\theta)$ наведені в табл. 2.

Таблиця 1

Вихідні дані

Прос-тір	Елементи простору	Інтерпретація елементів простору
A	a_1 a_2	Не встановлювати систему Встановлювати систему
θ	θ_1 θ_2	Система дасть позитивний ефект Система не дасть позитивний ефект
E	e_0 e_1	Не проводити експеримент Проводити експеримент
Z	z_0 z_1 z_2	Не проводилось експерименту Результат експерименту сприяє θ_1 Результат експерименту сприяє θ_2
$p(\theta)$	$P(\theta_1) = 0,7$ $P(\theta_2) = 0,3$	Апріорна ймовірність того, що система дасть позитивний ефект Апріорна ймовірність того, що система не дасть позитивний ефект
П	$-10(e_1)$ $0(e_0)$ $-100(a_2)$ $-300(a_1/\theta_2)$	Плата за експеримент e_1 Плата за e_0 Плата за не встановлення системи Плата за встановлення системи, при умові θ_2 (система не дасть позитивного ефекту)

Таблиця 2

Апріорні ймовірності $p(z/\theta)$

Z	e_0		e_1	
	θ_1	θ_2	θ_1	θ_2
z_0	1	1	0	0
z_1	0	0	0.8	0.3
z_2	0	0	0.2	0.7

При заданих вихідних даних рішення буде наступним (рис. 1).

Крок 1.

Ми знаходимося в початковій точці 1 і можемо або не проводити експерименту і вийти у точку 2, або його проводити – точка 3.

Крок 2. З точки 2, маючи формально результат

пробного експерименту z_0 , приходимо у точку 2.0. Із точки 3 приходимо в точку 3.1 або в точку 3.2.

Крок 3. З точки 2.0 приходимо у точки 2.0.1 або 2.0.2, з точки 3.1 – в точку 3.1.1 або 3.1.2, з точки 3.2 – в 3.2.1 або 3.2.2.

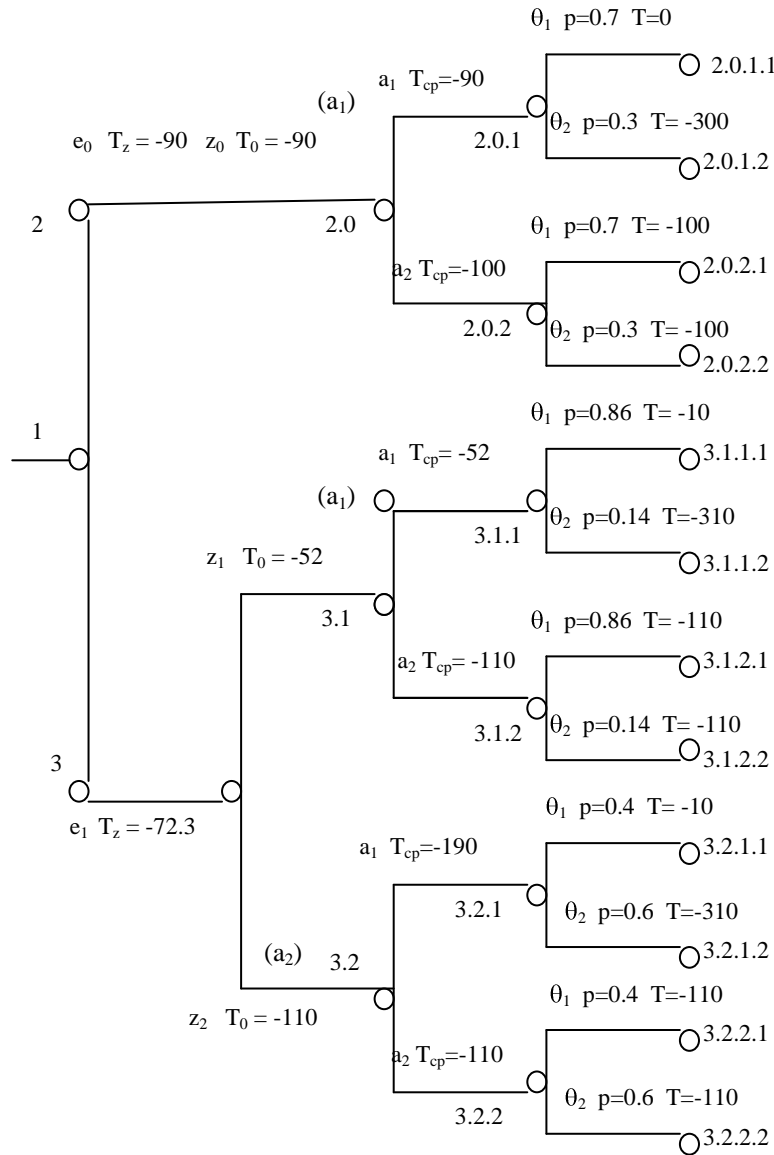


Рис. 1. Алгоритм рішення задачі

Крок 4. З точки 2.0.1 при $\theta = \theta_1$ приходимо у точку 2.0.1.1 або при $\theta = \theta_2$ у - точку 2.0.1.2.

З точки 2.0.2 при $\theta = \theta_1$ приходимо у точку 2.0.2.1 або при $\theta = \theta_2$ у - точку 2.0.2.2.

Крок 5.

З точки 3.1.1 – в точки 3.1.1.1 або 3.1.1.2.

З точки 3.1.2 – в точки 3.1.2.1 або 3.1.2.2.

З точки 3.2.1 – в точки 3.2.1.1 або 3.2.1.2.

З точки 3.2.2 – в точки 3.2.2.1 або 3.2.2.2.

Таким чином, із зазначених маршрутів тепер необхідно вибрати такий, при якому витрати будуть у середньому найменші.

Попередньо визначимо ймовірності отримання

тих, чи інших результатів [2].

$$P(z_0) = 1;$$

$$P(z_1) = p(\theta_1) p(z_1/\theta_1) + p(\theta_2) p(z_1/\theta_2) = 0,7 \cdot 0,8 + 0,3 \cdot 0,3 = 0,65;$$

$$P(z_2) = p(\theta_1) p(z_2/\theta_1) + p(\theta_2) p(z_2/\theta_2) = 0,7 \cdot 0,2 + 0,3 \cdot 0,7 = 0,35.$$

Тепер визначимо апостеріорні ймовірності:

$$p\left(\frac{\theta_1}{z_1}\right) = \frac{p(\theta_1) p(z_1/\theta_1)}{p(z_1)} = \frac{0,56}{0,65} = 0,86,$$

$$p\left(\frac{\theta_1}{z_2}\right) = 0,4; \quad p\left(\frac{\theta_2}{z_1}\right) = 0,14; \quad p\left(\frac{\theta_2}{z_2}\right) = 0,6.$$

Подалі, визначимо витрати в кінцевих точках вищенаведених маршрутів.

Точка 2.0.1.1 – витрати $V = 0$, оскільки експеримент не проводився.

Точка 2.0.1.2 – витрати $V = -300$, оскільки експеримент не проводився $V = 0$, система не орендувалася, але вона була потрібна ($A = a_2$) і плата за помилкове рішення a_1 дорівнює $T = -300$.

Точка 2.0.2.1 – витрати $V = -100$ (вартість орендування системи).

Точка 2.0.2.2 – витрати $V = -100$ (вартість орендування системи).

Точка 3.1.1.1 – витрати $V = -10$ (вартість експерименту).

Точка 3.1.1.2 – витрати $V = -310$ (вартість експерименту і додатково плата за помилкове рішення a_1).

Точка 3.1.2.1 – витрати $V = -110$ (вартість орендування системи і додатково вартість експерименту).

Точка 3.1.2.2 – витрати $V = -110$.

Точка 3.2.1.1 – витрати $V = -10$.

Точка 3.2.1.2 – витрати $V = -310$.

Точка 3.2.2.1 – витрати $V = -110$.

Точка 3.2.2.2 – витрати $V = -110$.

Тепер для кінцевих точок усіх маршрутів розставимо апостеріорні ймовірності реалізації θ_1 або θ_2 .

Для точки 2.0.1.1 – $p = 0,7$ (експеримент не проводився, додаткової інформації немає, тому апостеріорна інформація дорівнює апріорній).

Для точки 2.0.1.2 – $p = 0,3$.

Для точки 2.0.2.1 – $p = 0,7$.

Для точки 2.0.2.2 – $p = 0,3$.

Для точки 3.1.1.1 – $p = p(\theta_1/z_1) = 0,86$.

Для точки 3.1.1.2 – $p = p(\theta_2/z_1) = 0,14$.

Для точки 3.1.2.1 – $p = 0,86$.

Для точки 3.1.2.2 – $p = 0,14$.

Для точки 3.2.1.1 – $p = p(\theta_1/z_2) = 0,4$.

Для точки 3.2.1.2 – $p = p(\theta_2/z_2) = 0,6$.

Для точки 3.2.2.1 – $p = 0,4$.

Для точки 3.2.2.2 – $p = 0,6$.

Маючи для кожного рішення a_1 та a_2 на усіх маршрутах значення втрат T і апостеріорних ймовірностей p можна розрахувати середні втрати.

Для т. 2.0.1 – $V = 0 \cdot p(\theta_1/z_0) + (-300) \cdot p(\theta_2/z_1) = -90$.

Для точки 2.0.2 – $V_{ср} = -100$.

Для точки 3.1.1 – $V_{ср} = -10 \cdot p(\theta_1/z_1) + (-310) \cdot p(\theta_2/z_0) = -10 \cdot 0,86 - 310 \cdot 0,14 = -52$.

Для точки 3.1.2 – $V_{ср} = -110$.

Для точки 3.2.1 – $V_{ср} = -190$.

Для точки 3.2.2 – $V_{ср} = -110$.

Маючи середні втрати за рішення, можна вибрати мінімальну втрату V_{\min} і відповідне їй рішення.

Так, для точки 2.0 маємо $V_{\min} = \min(-90, -100) = -90$. Цьому випадку відповідне рішення a_1 .

Для точки 3.1. $V_{\min} = \min(-52, -110) = -52, -a_1$.

Для точки 3.2. $V_{\min} = -110, -a_2$.

Маючи мінімальні втрати, можна розрахувати середню плату V_z за маршрут із точки 1 у бік e_0 або e_1 .

Точка 2 – $V_z = -90$.

Точка 3 – $V_z = -52 \cdot p(z_1) + (-110) \cdot p(z_2) = -72,3$.

Отже, вибираючи в точці 1 маршрут з мінімальними втратами, необхідно із точки 1 при невідомому випадковому значенні θ_1 або θ_2 рухатися у точку 3 ($T_z = -72,3$).

Із точки 3 в залежності від результату експерименту z_1 або z_2 маємо вибрати рішення:

при z_1 – рішення a_1 з $V_{\min} = -52$,

при z_2 – рішення a_2 з $V_{\min} = -110$.

Якщо вихідні дані будуть іншими, то результат також буде іншим.

Висновок

Таким чином, формуючи будову перспективного ПВОК, можна в певному сенсі з мінімальними витратами отримати додаткову інформацію, яка дозволить підвищити достовірність прийняття того чи іншого рішення на його подальший розвиток.

Список літератури

1. Райфа Р. Прикладная теория статистических решений / Р. Райфа, Р. Шлейфер. – М.: Статистика, 1977. – 423 с.

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Высш. шк., 1963. – 412 с.

Надійшла до редколегії 27.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ПЕРСПЕКТИВНОГО ПОЛИГОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Н.В. Бархударян, К.К. Кулагин, А.М. Мишуков, Б.А. Чумак

Предложен методический подход к формированию структуры перспективного полигонного измерительно-вычислительного комплекса при ограниченных потерях на проведение экспериментальных исследований.

Ключевые слова: полигонный измерительно-вычислительный комплекс, эксперимент, расходы.

METHODOICAL FITTING TO FOR FORMINGS OF STRUCTURE PERSPECTIVE GROUND INSTRUMENTATION CALCULABLE COMPLEX

N.V. Barkhudaryan, K.K. Kulagin, O.M. Mishukov, B.O. Chumak

The methodical going is offered near forming of structure perspective ground instrumentation calculable complex at the limited losses on the leadthrough of experimental researches.

Keywords: ground device-calculable complex, experiment, charges.