

Василь Васильович Биченков

РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМУ СИНТЕЗУ ПОЛІНОМУ N-ГО СТУПЕНЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ЦІЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ ВІД ВИЗНАЧЕНОЇ КІЛЬКОСТІ АРГУМЕНТІВ

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Формулювання мети статті

Одним з ключових питань для країни в цілому та Збройних Сил України конкретно – є розподіл обмеженої кількості ресурсів. Важливим, також, в цьому сенсі є наукове обґрунтування потреб ЗС України, обґрунтоване відстоювання позицій на державному рівні по потребах в коштах для Збройних Сил України на майбутні роки. Для ведення ґрунтового діалогу на державному рівні необхідно мати системи підтримки прийняття рішення (СППР), які були б в здатності розробити прогноз розвитку процесів у Збройних Силах України в залежності від їх фінансування.

Розроблення СППР для вирішення складних важливих питань не є новим для світового досвіду. Керівництвами провідних країн світу постійно використовуються подібні СППР, дані системи постійно вдосконалюються, на їх розроблення та супроводження витрачаються значні кошти [1]. На жаль керівництво ЗС України не має відповідних систем об'єктивного аналізу можливостей Збройних Сил в залежності від їх фінансування. Але розуміння необхідності розроблення зазначених програмних комплексів існує. Про це свідчить перелік відомих авторам статті науково-дослідних робіт, які проводяться в Збройних Силах України з зазначеної тематики («Ризик-ОП», «Оцінка», «Прометей», «Рубін», «Крокус» [2 – 5]).

Для створення зазначеної СППР необхідно розробити методику оцінювання можливостей ЗС України у залежності від факторів, що впливають на виконання Збройними Силами покладених завдань. Для цього необхідно вивчити процеси, які впливають на можливості Збройних Сил України, вивчити механізм їх впливу, обрати математичний апарат описання зазначених процесів. Обґрунтований вибір математичного апарату був зроблений автором в попередній статті [6]. Де виходячи з вимог щодо математичного апарату було обґрунтовано, що найефективнішим рішенням буде застосування експериментальних методів самоорганізації моделей. В наступній статті була здійснена спроба розроблення алгоритму синтезу поліному n-го ступеню залежності цільової функції від одного аргументу. Де вказувалось, що це

надасть змогу визначати можливості Збройних Сил України в залежності від рівня їх фінансування (від одного фактору) [7]. Але рівень фінансування хоч і є одним з визначальних факторів регулювання можливостей Збройних Сил України, є далеко не єдиним. Тому необхідно розробити алгоритм синтезу поліному n-го ступеню залежності цільової функції від визначеної кількості аргументів.

Метою статті є: розробити алгоритм синтезу поліному n-го ступеню залежності цільової функції від визначеної кількості аргументів.

Виклад основного матеріалу

Для винайдення ефективної комбінації залежностей аргументів від цільової функції за допомогою методів класу регресійного аналізу необхідно визначити показники, які є складовими факторів, що впливають на можливості Збройних Сил України (рис. 1). З зазначених показників необхідно обрати ті, що відповідають вимозі відповідності рівня управління, тобто ті, якими оперує особа, яка приймає рішення.

Значення визначених показників та відповідних значень програм оборонного планування заносяться в таблицю початкових даних. (табл. 1).

На основі початкових даних (табл. 1) з урахуванням характеру обраної залежності між цільовою функцією та показниками факторів будуються поліноми, які за методом найменших квадратів перевіряються на перевіірочній вибірці даних на предмет точності результатів [8].

$$\sum_i (y_{ri}^2 - f(x_{1i}, \dots, x_{ki}, \dots, x_{Ki}))^2 \rightarrow \min,$$

де y_{ri} – i-те значення r-ї програми оборонного планування ($r=1..8$);

$f(x_{1i}, \dots, x_{ki}, \dots, x_{Ki})$ – значення полінома, який побудований за методом найменших квадратів;

x_{ki} – i-те значення k-ого показника ($k=1..K$).

В науковій літературі відомі рішення подібних задач, наприклад класичний метод регресійного аналізу (для одного аргументу) [9], метод групового урахування аргументів (МГУА) (процес поетапного ускладнення рівняння починаючи з двох аргументів) [8]. Недоліком МГУА, на думку автора, є поетапний відсів «неважливих показників». Тобто, тих показників, вплив яких на етапах ітерації є меншим за порогову кількість показників, що відбираються. Наприклад, для винайдення рівняння

цільової функції мається 20 аргументів. В результаті першої ітерації вирішено відібрати 6 найкращих рівнянь за методом найменших квадратів. Таким чином, після першої ітерації важливими показниками будуть визнані щонайбільше 12 аргументів, а 8 – відкинуті як «неважливі». Це призводить до значного звуження спектру пошуку, відповідно, – до зменшення

ступенів свобод, і як наслідок – до загрублення результатів обчислень. Метою наукової статті є розроблення алгоритму синтезу поліному n-го ступеню залежності цільової функції від визначеної кількості аргументів, в якому буде підвищено точність прогнозування за рахунок врахування необхідної кількості показників.

Таблиця 1

Значення показників та програм оборонного планування

№ вибірки	Показники					Часткові цільові функції		
	X ₁	...	X _k	...	X _K	Y ₁	...	Y _s
1	X ₁₁	...	X _{k1}	...	X _{K1}	Y ₁₁	...	Y _{s1}
2	X ₁₂	...	X _{k2}	...	X _{K2}	Y ₁₂	...	Y _{s2}
...
c	X _{1c}	...	X _{kc}	...	X _{Kc}	Y _{1c}	...	Y _{sc}

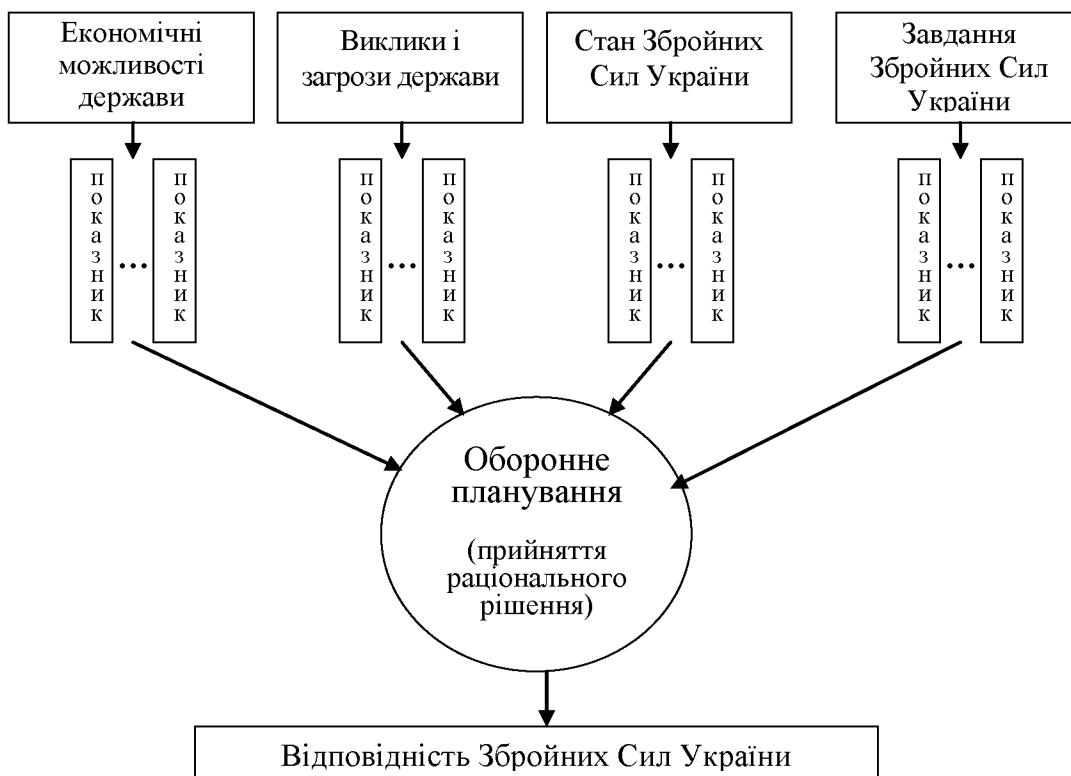


Рис. 1. Місце показників, які виражають зміст факторів, що впливають на відповідність Збройних Сил України своєму призначенню

Першим питанням в цьому сенсі є питання того скільки рівнянь одного порядку треба скласти, щоб врахувати всі можливі комбінації показників.

Так, якщо мається один показник, то можливо скласти тільки одне рівняння:

$$f(x_1) = A + Bx_1 + Cx_1^2 + Dx_1^3.$$

В даному випадку представлено рівняння одного аргументу третього порядку.

Якщо мається два показники (аргументи), то можливим є складання трьох рівнянь:

$$f(x_1) = A + Bx_1 + Cx_1^2 + Dx_1^3,$$

$$f(x_2) = A + Bx_2 + Cx_2^2 + Dx_2^3,$$

$$f(x_1, x_2) = A + Bx_1 + Cx_2 + Dx_1x_2 + Ex_1^2 + Fx_2^2.$$

В даному випадку представлено комбінації рівнянь двох аргументів другого порядку.

При наявності трьох аргументів, вже можливим є складання семи рівнянь: $f(x_1)$, $f(x_2)$, $f(x_3)$, $f(x_1, x_2)$, $f(x_1, x_3)$, $f(x_2, x_3)$, $f(x_1, x_2, x_3)$.

Для чотирьох аргументів – вже буде п'ятнадцять рівнянь: $f(x_1)$, $f(x_2)$, $f(x_3)$, $f(x_4)$, $f(x_1, x_2)$, $f(x_1, x_3)$, $f(x_1, x_4)$, $f(x_2, x_3)$, $f(x_2, x_4)$, $f(x_3, x_4)$, $f(x_1, x_2, x_3)$, $f(x_1, x_2, x_4)$, $f(x_1, x_3, x_4)$, $f(x_2, x_3, x_4)$, $f(x_1, x_2, x_3, x_4)$.

Таким чином, загальна формула обрахунку кількості рівнянь буде мати наступний вигляд:

$$N = (K - 1) * 2 + 1,$$

де N – кількість варіантів рівнянь;

K – кількість аргументів.

Алгоритм перебору варіантів представлений на рисунку 2.

Кожен з поліномів має бути розписаний через складові – додатки з множниками при них.

Так, поліном з трьома аргументами першого ступеня буде мати вигляд:

$$f(x_1, x_2, x_3) = A + Bx_1 + Cx_2 + Dx_3.$$

Відповідно, поліном з трьома аргументами другого ступеня буде мати вигляд:

$$f(x_1, x_2, x_3) = A + Bx_1 + Cx_2 + Dx_3 + Ex_1^2 + Fx_2^2 + Gx_3^2 + Hx_1x_2 + Ix_1x_3 + Jx_2x_3.$$

Поліном з трьома аргументами третього ступеня буде мати вигляд:

$$f(x_1, x_2, x_3) = A + Bx_1 + Cx_2 + Dx_3 + Ex_1^2 + Fx_2^2 + Gx_3^2 + Hx_1^3 + Ix_2^3 + Jx_3^3 + Kx_1x_2 + Lx_1x_3 + Mx_2x_3 + Nx_1x_2^2 + Ox_1x_3^2 + Px_2x_3^2 + Qx_1^2x_2 + Rx_1^2x_3 + Sx_2^2x_3.$$

Алгоритм, який реалізує формування виду поліному зображений на рисунку 3.

Загальний алгоритм винайдення коефіцієнтів поліномів з необхідною кількістю аргументів подібний до алгоритму винайдення коефіцієнтів поліномів з одним аргументом [7]. З використанням таблиці даних $sl[i,j,k]$ значень коефіцієнтів за кроками згортки системи рівнянь будуть мати наступний вигляд (рис. 4).

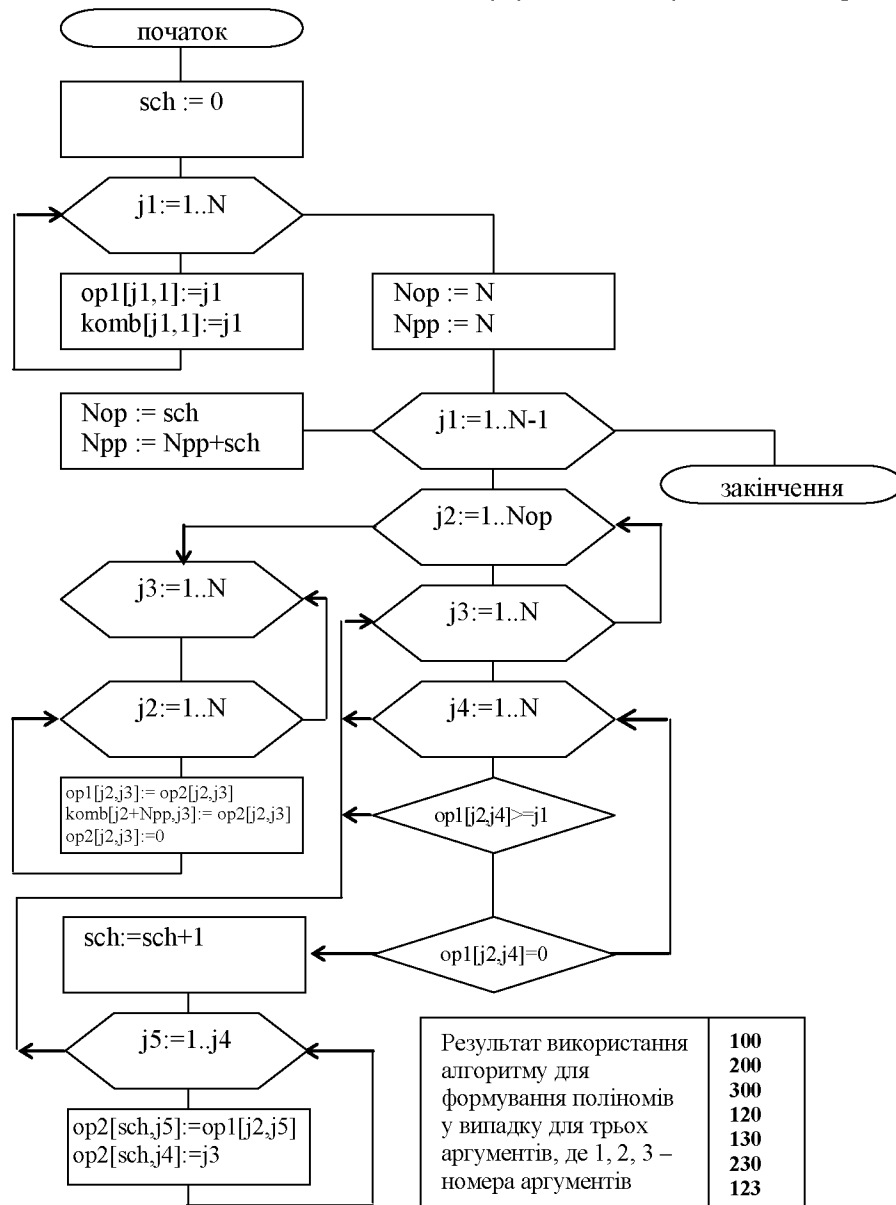


Рис. 2. Алгоритм перебору варіантів використання аргументів в поліномах

де sch – порядковий номер варіанту полінома;

N – кількість можливих аргументів;

komb – масив варіантів поліномів;

op1, op2 – масиви тимчасового збереження інформації формування поліномів;

Nop – розрахунок кількості поліномів в ітерації;

Npp – розрахунок загальної кількості поліномів.

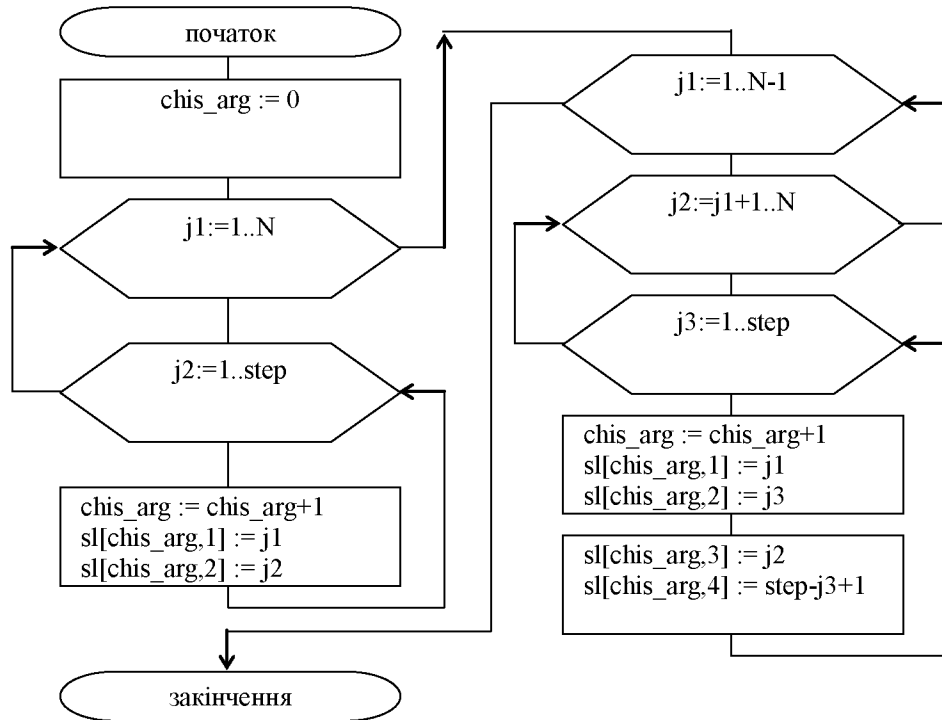


Рис. 3. Алгоритм формування виду поліному при заданих кількості аргументів і ступені

де chis_arg –кількість коефіцієнтів полінома;

N – кількість можливих аргументів;

step – максимальна ступінь аргументів полінома;

sl – масив складових поєднань аргументів поліному (аргументи без коефіцієнтів).

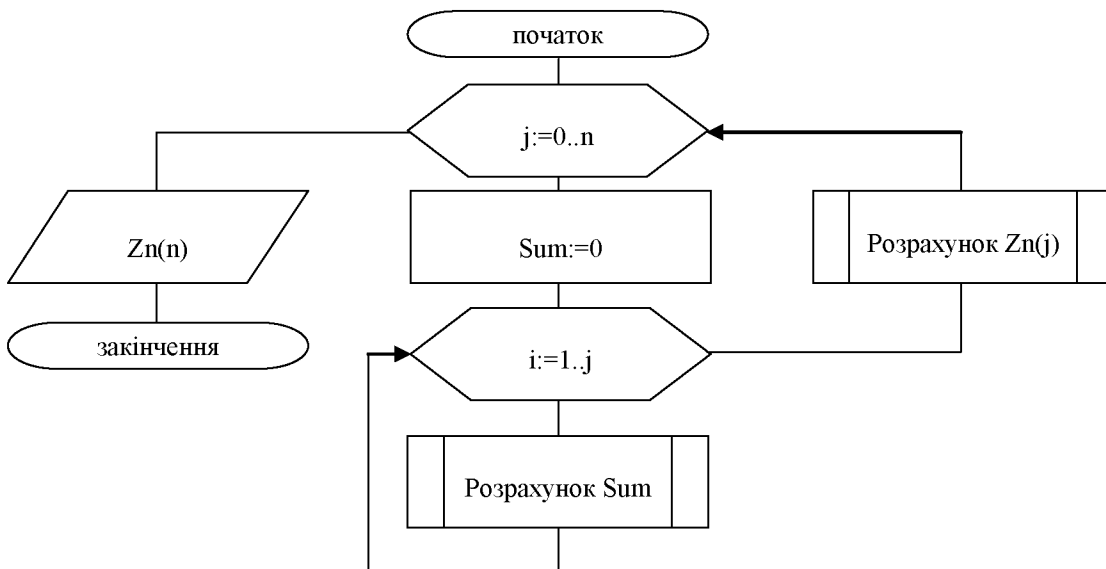


Рис. 4. Алгоритм розрахунку коефіцієнтів поліному n-го ступеню для заданої кількості аргументів

де Sum – змінна поточного сумування:

$$\text{Sum} = \text{Sum} + \text{sl}(i, j+1, \text{chis_arg} - j) * \text{Koef}[i, j, \text{chis_arg}]$$

Koef[i,j+1, chis_arg] – значення поточного коефіцієнту поліному;

$$\text{Koef}[i, j+1, \text{chis_arg}] = (\text{sl}[1, 1, \text{chis_arg} - j] - \text{Sum}) / \text{sl}[i, 1, \text{chis_arg} - j];$$

Koef[i,j, chis_arg] – значення попередньо розрахованого коефіцієнту поліному;

chis_arg – початкова кількість рівнянь або кількість коефіцієнтів полінома, які необхідно розрахувати;

sl – масив складових поєднань аргументів поліному;

Zn(j), Zn(n) – вектор коефіцієнтів поліномів із заданою кількістю аргументів j- го ступеня та n-го ступеня відповідно.

Література

1. **The Planning, Programming, and Budgeting System (PPBS)** (DoD Directive 7045.14). – [May 22, 1984, Change 1, July 28, 1990]. – Режим доступу: [http://www.docstoc.com/docs/5982691/DoD-Directive-7045.14/Department of Defense](http://www.docstoc.com/docs/5982691/DoD-Directive-7045.14/Department%20of%20Defense). 2. **Розробка** методики визначення вартісних показників життєвого циклу спроможностей у рамках оборонного планування : звіт про науково-дослідну роботу (заключний) [шифр «Оцінка»] – К.: НУОУ, 2011. – 183 с. 3. **Розроблення** теоретичних та практичних засад проведення оборонного огляду в Збройних Силах з метою ефективного формування воєнної політики : звіт про науково-дослідну роботу (заключний) [шифр «Рубін»] – К.: НУОУ, 2011. – 189 с. 4. **Розробка** процесної моделі оборонного планування, орієнтованого на спроможності : звіт про науково-дослідну роботу (заключний) [шифр «Прометей»] – К.: НУОУ, 2012. – 194 с. 5. **Підтримка** прийняття рішень під час оборонного планування у галузі розвитку Збройних Сил України : звіт про

Висновки

1. Розроблення методики вирішення завдання оцінки ризиків досягнення визначених можливостей у залежності від рівня фінансування в системі оборонного планування є актуальним завданням.

2. Розроблений алгоритм синтезу поліному n-го ступеню залежності цільової функції від визначеної кількості аргументів може бути застосованим при визначенні відповідності Збройних Сил України своєму призначенню в залежності від рівня їх фінансування.

Подальші дослідження будуть направлені на розроблення методики оцінювання ступеня досягнення визначених можливостей Збройних Сил України в залежності від рівня фінансування з використанням розробленого математичного апарату. Це дозволить підвищити ефективність розрахунків можливостей Збройних Сил України.

науково-дослідну роботу (проміжний) [шифр «Ризик ОП»] – К.: НУОУ, 2012. – 87 с. 6. **Биченков В.В.** Вибір математичного апарату для розроблення методики вирішення завдання оцінки ризиків досягнення визначених можливостей у залежності від рівня фінансування в системі оборонного планування / В.В. Биченков, Р.Г. Єфімова, А.С. Паламарчук // Труды університету № 114. – К., 2012. – С. 49 – 55. 7. **Биченков В.В.** Розроблення алгоритму синтезу поліному n-го ступеня залежності цільової функції від одного аргументу / Биченков В.В., Поплінський О.В. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 13. – К., 2012. – С. 14 – 20. 8. **Ивахненко А.Г.** Принятие решений на основе самоорганизации / А.Г. Ивахненко, Ю.П. Зайченко, Д.В. Димитров – М.: Сов. радио, 1976, - 280 с. 9. **Вентцель Е.С.** Исследование операций / Е.С. Вентцель – М.: Сов. радио, 1972. – 346 с.

Приведена сравнительная характеристика метода группового учета аргументов с методом регрессионного анализа синтеза полинома n-ой степени зависимости целевой функции от определенного числа аргументов; составлен алгоритм синтеза полинома n-ой степени зависимости целевой функции от определенного числа аргументов.

Ключевые слова: метод регрессионного анализа, метод группового учета аргументов, полином, математические зависимости, алгоритм.

Comparative description group account of arguments method and regressive analysis method of polynomial n-degree synthesis of dependence objective function certain arguments number is written; the algorithm of polynomial synthesis of n-degree of dependence objective function certain arguments number is built.

Key words: regressive analysis method, group account of arguments method, polynom, mathematical dependences, algorithm.