

Василь Васильович Биченков (канд. техн. наук, с.н.с.)

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В ХОДІ ОБОРОННОГО ПЛАНУВАННЯ

В статті показана загальна схема проведення досліджень стосовно вирішення питання прогнозування стану складної інерційної системи "Збройні Сили України" в залежності від обсягів їх фінансування. При цьому був розроблений комбінаторний метод з обмеженою базою аргументів, який на відміну від відомих методів регресійного аналізу дозволяє в умовах обмеженої вибірки даних побудувати математичну модель з необхідною кількістю аргументів та необхідною точністю; розроблений метод прискореного перебору варіантів аргументів, що на відміну від методу повного перебору дозволяє значно скоротити кількість варіантів аргументів без зниження ефективності виконання операції перебору; набув подальшого розвитку математичний опис складних динамічних систем, в якому завдяки врахуванню складових процесу інерційності та застосуванню методу регресійного аналізу, стало можливим здійснювати прогноз стану складної інерційної системи з врахуванням прогнозу розвитку інерційних процесів, що протікатимуть в системі без втручання в зазначений процес суб'єктивної думки дослідника; розроблено систему критеріїв, завдяки якій стало можливим формувати загальні формульні вирази з набору формульних виразів, побудованих за методом регресійного аналізу, що надало можливості отримувати формульні вирази з необхідними характеристиками: достатньої точності та високої чутливості результатів прогнозування; розроблено алгоритм адаптивного управління складною інерційною системою, що дозволяє ефективно прогнозувати стан складної інерційної системи та можливий стан некерованих факторів, від яких залежить стан складної інерційної системи.

Ключові слова: *складні динамічні системи; комбінаторний метод з обмеженою базою аргументів; метод прискореного перебору варіантів аргументів; алгоритм адаптивного управління складною інерційною системою.*

Вступ

Збройні Сили України [1] – військове формування, на яке відповідно до Конституції України покладаються оборона України, захист її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканності, яке є складною системою у вигляді сукупності взаємодіючих сил і засобів: видів ЗС України, родів військ, спеціальних військ, які об'єднуються загальною системою управління для координації спільних зусиль з метою реалізації визначених функцій та вирішення завдань, що поставлені перед ними. Вони мають відповідні характеристики, можливості, які чисельно вимірюються.

В таблиці 1 представлено експертну оцінку відповідності ЗС України своєму призначенню за роками [2].

Одним з основних факторів низької відповідності Збройних Сил України своєму

призначенню визначається недостатня ефективність функціонування керівних структур Збройних Сил в питаннях: обґрунтованого визначення необхідного обсягу ресурсів для потреб ЗС України; раціонального розподілу ресурсів, які виділені державою; в чіткому розумінні механізму трансформації виділених ресурсів в потенціал Збройних Сил України.

Відомо, що невідповідність між сучасним станом Збройних Сил та їх бажаним станом ліквідується через процес розвитку Збройних Сил.

Складовою системи стратегічного планування та управління державними ресурсами у сфері оборони, виступає оборонне планування [3], яке здійснюється шляхом забезпечення необхідного рівня обороноздатності держави її економічних можливостей за рахунок врахування потреб у ресурсах для досягнення необхідних спроможностей.

Таблиця 1

Оцінка відповідності ЗС України своєму призначенню за роками

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Відповідність ЗС України своєму призначенню	0,33	0,33	0,33	0,53	0,5	0,43	0,43	0,43	0,43	0,367

Згідно з Наказом Міністра оборони України “Про введення у дію Рекомендацій з організації та проведення оборонного огляду” [4], рівень відповідності Збройних Сил України своєму призначенню залежить від рівня реалізації спроможностей Збройних Сил України: доктрина; організація; озброєння та військова техніка; матеріально-технічне забезпечення; персонал; освіта та наука; підготовка збройних сил; військова інфраструктура.

Новий плановий якісний рівень спроможностей досягається через реалізацію державних цільових програм. Державні цільові програми [5] направлені на розв’язання важливих проблем розвитку держави і здійснюються з використанням коштів Державного бюджету України та узгоджені за строками виконання, складом виконавців, ресурсним забезпеченням.

Метою статті є розроблення системи

підтримки прийняття рішень визначення рівня спроможностей Збройних Сил України в ході оборонного планування.

Виклад основного матеріалу дослідження

В результаті вивчення нормативних документів, спираючись на погляди провідних фахівців Збройних Сил України в галузі оборонного планування, можливо зробити висновок, що складна система “Збройні Сили України” стосовно питання їх відповідності своєму призначенню виглядає наступним чином (рис. 1) [6]: загальний показник – відповідність Збройних Сил України своєму призначенню залежить від рівня спроможностей Збройних Сил України, які в свою чергу реалізуються через виділення коштів за видатками бюджету за розділом 0210 “Військова оборона”.

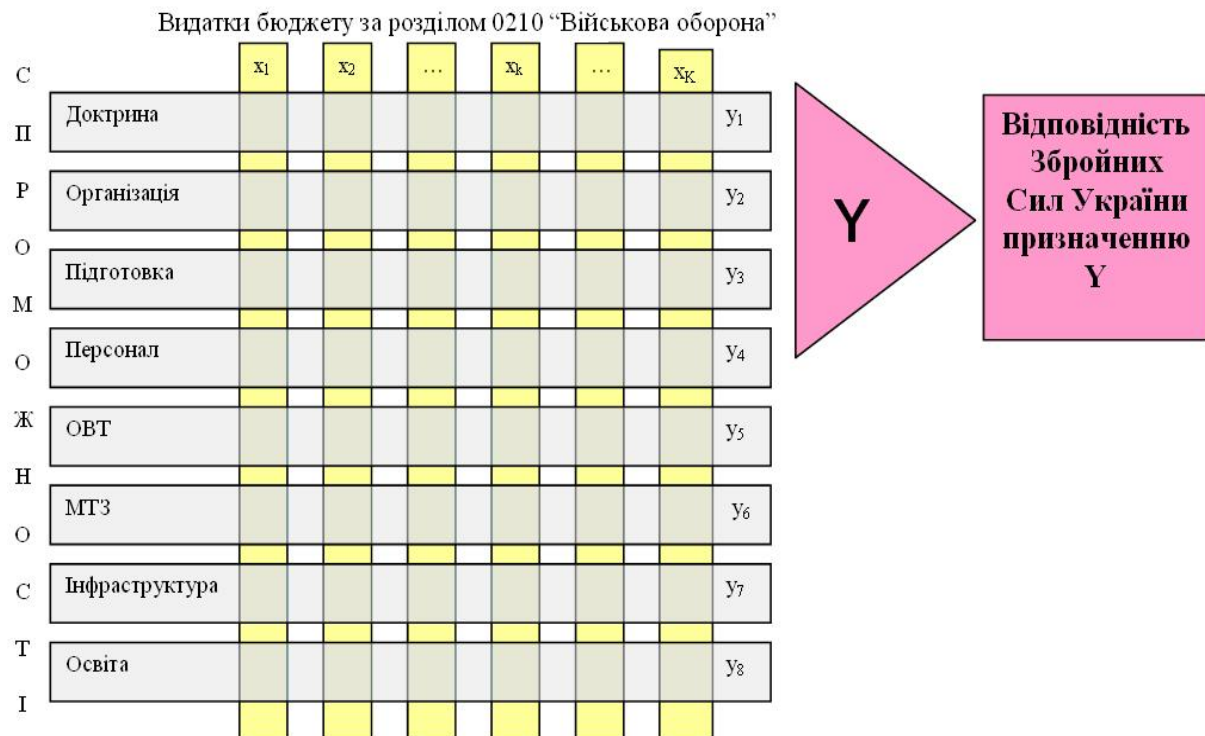


Рис. 1. Складна система “Збройні Сили України” стосовно питання відповідності їх своєму призначенню

Таким чином, аналізуючи складну систему “Збройні Сили України” не зрозуміло: яким чином спроможності Збройних Сил України формуються за рахунок виконання Державних цільових програм; яким чином спроможності впливають одна на одну; яким чином вони впливають на загальний показник – Відповідність Збройних Сил України своєму призначенню.

Тому, найбільш прийнятними для вирішення поставленого завдання серед математичних методів, є група індуктивних методів математичного моделювання (табл. 2) [7].

Що стосується особливостей індуктивних методів математичного моделювання, необхідно вказати на існуючі важливі принципи:

1. Принцип зовнішнього доповнення.

Теорема неповноти Геделя стверджує, що через будь-яку послідовність точок в просторі можливо провести безкінечну множину кривих (рис. 2) [8]. Тобто, проблематичним в даному питанні є визначення того яку саме криву вважати за математичну модель процесу, що вивчається. Для того, щоб можливо було визначити тип структури функції, необхідно совокупність початкових даних поділити на дві групи даних: навчальну і перевіірочну, де за допомогою навчальної послідовності будуються формульні вирази, а з використанням перевіірочної послідовності – обирається найбільш точний, з точки зору обраного критерію, формульний вираз, який приймається за математичну модель процесу, що вивчається.

Класифікація методів математичного моделювання

Методи моделювання	Вимоги						
	Досто- вірн.	Опера- тивн.	Контр. рез-тів	Відпов. рівню	Систем- ність	Деталі- зація	Прогр. селекція моделі
1. ІМІТАЦІЙНІ (ДЕДУКТИВНІ)							
1.1. Імітаційний	-	-	-	-	-	+	-
1.2. Статистичний	+	-	-	-	+	+	-
1.3. “Співвідношення середніх часів”	-	+	+	-	-	-	-
2. АНАЛІТИЧНІ (ДЕДУКТИВНІ)							
2.1. Динаміки середніх	-	+	+	+	-	-	-
2.2. Коефіцієнтний	-	+	+	+	-	-	-
2.3. Теоретико-імовірнісний	+	-	-	-	+	-	-
2.4. Аналітико-стохастичний	+	+	+	+	+	-	-
3. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ (ІНДУКТИВНІ)							
3.1. Регресійного аналізу	+	+	-	-	-	-	+
3.2. Групового урахування аргументів	+	+	-	+	-	+	+
4. КОМБІНОВАНІ							
4.1. “Прямого моделювання”	+	+	-	+	-	+	+
4.2. Аналітико-статистичний	+	+	-	-	-	+	-

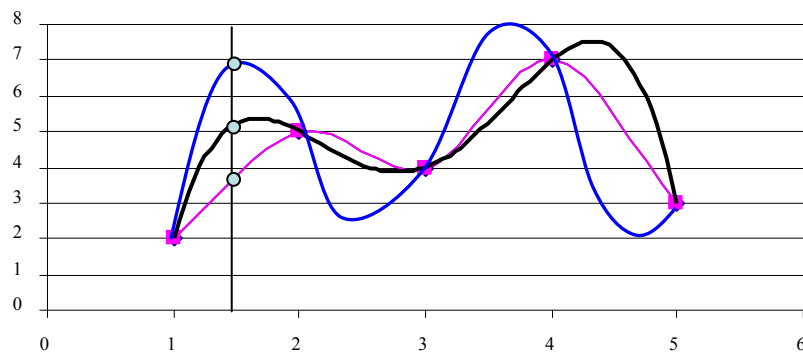


Рис. 2. Принцип множинності математичних моделей

2. Теорема Шеннона [8] вказує на те, що чим більші завдання, чим більше невизначеності, тим простішою буде модель, що сформована за методами регресійного аналізу.

Таким чином, порівнявши особливості відомих індуктивних методів математичного моделювання і вимоги, які висуваються до вирішення поставленого завдання, отримані наступні протиріччя: відомі індуктивні методи математичного моделювання характеризуються обмеженою кількістю аргументів при формуванні формульних виразів, а також відомо, що при побудові математичної моделі кількість даних має перевищувати кількість аргументів в 7 разів. З іншого боку, вимоги, які висуваються до вирішення поставленого завдання потребують повного набору аргументів, оскільки в якості аргументів в моделі визначення рівня оперативних спроможностей виступають Видатки бюджету за розділом 0210 “Військова оборона”. Що стосується вибірки початкових даних, то Збройним Силам України тільки 24 роки, тому про

необхідну кількість набору даних мова не йде.

Таким чином, поставлене завдання розроблення методу побудови математичної моделі, яка відповідала б наступним вимогам: наявність в моделі необхідної кількості впливових з точки зору дослідника аргументів; відповідність математичної моделі з необхідною кількістю впливових аргументів за точністю; формування математичної моделі в умовах обмеженості за вибіркою даних.

В чому полягає ідея?

Методи регресійного аналізу функціонують наступним чином: з використанням вибірки навчальної послідовності, різних комбінацій аргументів формується набір формульних виразів. Далі, з використанням перевіркою послідовності визначається найкращий, з точки зору обраних критеріїв, формульний вираз – саме він приймається за математичну модель процесу, що вивчається.

Які недоліки містяться у відомих методах регресійного аналізу по відношенню до задачі, яку

необхідно вирішити? Справа в тім, що сформований формульний вираз, не враховує всієї кількості необхідних аргументів.

Це означає, що побудована математична модель не здатна буде прогнозувати стан складної системи “Збройні Сили України” при тому чи іншому розподілі видатків бюджету.

Як цього уникнути? Пропонується всі формульні вирази, які відповідають вимогам попередньо визначених критеріїв деяким чином поєднати [9]. Це призведе до того, що новий формульний вираз не буде, скоріш за все, найкращим, але:

він буде задовольняти вимогам критеріїв;

він буде містити необхідну кількість аргументів;

при умові жорсткого обмеження кількості

початкових даних, загальний формульний вираз буде найбільш повним;

при умові проведення інтервального оцінювання загальний формульний вираз буде мати найкращу оцінку, тому що класичні формульні вирази в результаті прогнозування будуть оцінювати інтервал розкидання можливих значень навколо одиночної оцінки процесу, а загальний формульний вираз вже буде мати справу з математичним очікуванням зазначеної оцінки процесу.

Для реалізації запропонованого підходу, представлений алгоритм формування загальної моделі прогнозування стану складних інерційних систем (рис. 3) [10], де темним кольором показано алгоритм функціонування класичного методу регресійного аналізу.

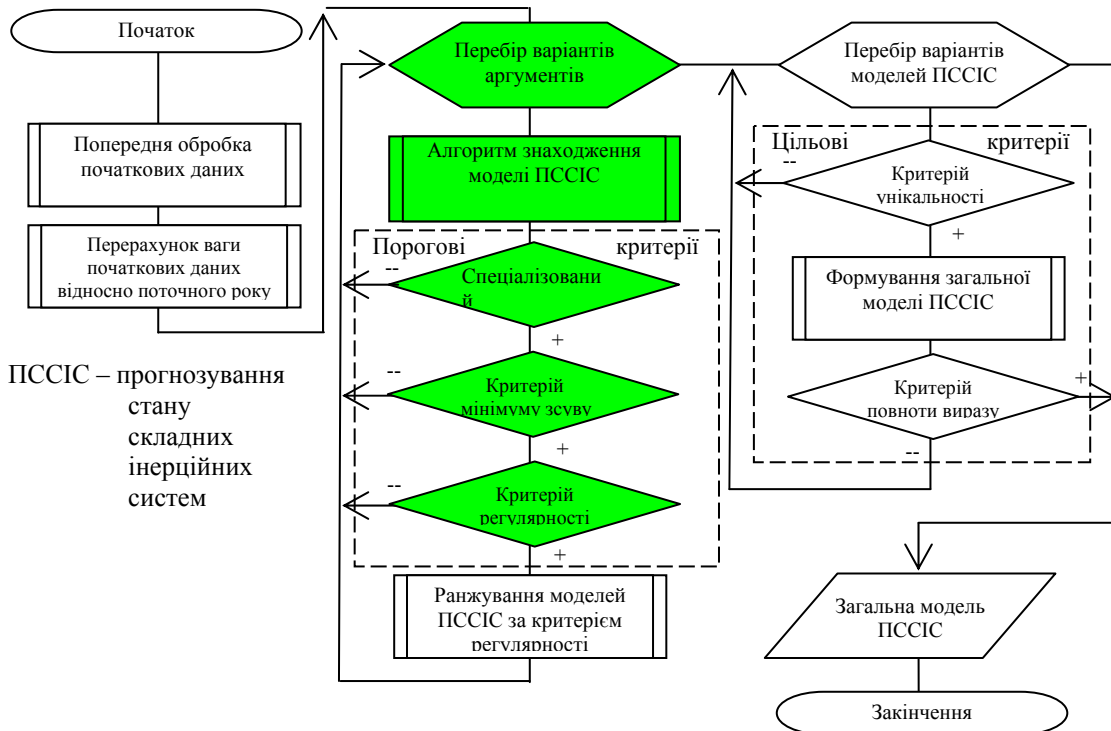


Рис. 3. Алгоритм формування загальної моделі прогнозування стану складних інерційних систем.

На даний час відомі дві групи методів побудови формульних виразів з використанням методів регресійного аналізу: метод повної математичної індукції (1), недоліком якого є

застосовність для вирішення задач з кількістю змінних $n < 20$; метод багаторядної математичної індукції (2), недоліком якого є можливість втрати оптимальної моделі [11].

$$y(t) = \sum_j^n A_j x_j + \sum_j^n \sum_k^n A_{jk} x_j x_k + \sum_j^n \sum_k^n \sum_z^n A_{j k z} x_j x_k x_z + \dots \quad (1)$$

$$y(t) = \sum_{j=1}^2 A_j x_j + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{jk} x_j x_k + \sum_{j=1}^2 \sum_{k=1}^2 A_{jk} x_j^2 x_k + \dots \quad (2)$$

Уникнути зазначених недоліків дозволяє розроблений комбінаторний метод з обмеженою базою аргументів. Для комбінаторного методу з обмеженою базою аргументів був запропонований алгоритм перебору всіх можливих комбінацій аргументів в кількості, з якою дозволяють технічні можливості обчислювальної техніки. Тобто, ми не намагаємось розрахувати формульний вираз з

усіма аргументами одночасно, тому що алгоритм формування загальної моделі прогнозування стану складних інерційних систем дозволяє поєднувати формульні вирази у загальний формульний вираз, що дозволяє включити в нього необхідну кількість аргументів.

Але був виявлений недолік: при використанні винайденого методу кількість варіантів

формульних виразів, які необхідно перевірити є дуже великою (табл. 3) [12]. Але, в результаті вивчення комбінацій перебору формульних виразів було визначено, що для багатьох комбінацій – підкомбінації є однаковими, тобто врахувавши цей факт, їх можливо розрахувати

тільки один раз чим можна скоротити кількість обрахунків [13]. Так, наприклад, в таблиці 4 представлений варіант комбінацій формульних виразів при загальній кількості 5 аргументів та базою 3 аргументи, де сірим фоном показані повторювані комбінації.

Таблиця 3

Кількість співвідношень при відповідній загальній кількості використаних аргументів та визначеною базою аргументів

Загальна кількість аргументів	Максимальна кількість одночасно використаних аргументів			
	8	12	16	20
20	125 970	125 970	4 845	1
30	5 852 925	86 493 225	145 422 675	30 045 015
40	76 904 685	5 586 853 480	62 852 101 650	137 846 528 820

Таким чином, було розроблене правило прискореного перебору формульних виразів [14], в якому виділяються три етапи: розбивка аргументів на максимально можливі за кількістю аргументів

групи; перебір варіантів кожної групи; формування формульних виразів методом зіставлення груп.

Таблиця 4

Загальна кількість комбінацій формульних виразів при загальній кількості 5 аргументів та базою 3 аргументи

y=f(x1,x2,x3)	y=f(x1,x2)	y=f(x1,x3)	y=f(x2,x3)	y=f(x1)	y=f(x2)	y=f(x3)
y=f(x1,x2,x4)	y=f(x1,x2)	y=f(x1,x4)	y=f(x2,x4)	y=f(x1)	y=f(x2)	y=f(x4)
y=f(x1,x2,x5)	y=f(x1,x2)	y=f(x1,x5)	y=f(x2,x5)	y=f(x1)	y=f(x2)	y=f(x5)
y=f(x1,x3,x4)	y=f(x1,x3)	y=f(x1,x4)	y=f(x3,x4)	y=f(x1)	y=f(x3)	y=f(x4)
y=f(x1,x3,x5)	y=f(x1,x3)	y=f(x1,x5)	y=f(x3,x5)	y=f(x1)	y=f(x3)	y=f(x5)
y=f(x1,x4,x5)	y=f(x1,x4)	y=f(x1,x5)	y=f(x4,x5)	y=f(x1)	y=f(x4)	y=f(x5)
y=f(x2,x3,x4)	y=f(x2,x3)	y=f(x2,x4)	y=f(x3,x4)	y=f(x2)	y=f(x3)	y=f(x4)
y=f(x2,x3,x5)	y=f(x2,x3)	y=f(x2,x5)	y=f(x3,x5)	y=f(x2)	y=f(x3)	y=f(x5)
y=f(x2,x4,x5)	y=f(x2,x4)	y=f(x2,x5)	y=f(x4,x5)	y=f(x2)	y=f(x4)	y=f(x5)
y=f(x3,x4,x5)	y=f(x3,x4)	y=f(x3,x5)	y=f(x4,x5)	y=f(x3)	y=f(x4)	y=f(x5)

Таким чином правило прискореного перебору формульних виразів дозволило скоротити кількість формульних виразів в наступну кількість разів (табл. 5).

Збройні Сили України – це складна інерційна система [15]. Цей факт підтверджує кілька прикладів:

1. Припустимо наявність двох країн, в яких по

різному проходить фінансування їх збройних сил. Потім у деякий рік фінансування збройних сил країн проходить однаково. Чи означає це, що потенціал двох країн однаковий? Відповідь однозначна – ні. Таким чином, на бойовий потенціал збройних сил країн впливає передісторія їх розвитку.

Таблиця 5

Скорочення розрахунків за правилом прискореного перебору формульних виразів по відношенню до повного перебору за умови збереження точності розрахунків (разів)

Загальна кількість аргументів	Максимальна кількість одночасно використаних аргументів			
	8	12	16	20
20	694	566	303	1
30	9 649	34 618	12 542	29 982
40	50 544	779 655	1 661 767	233 631

Сума коштів, що виділена за окремою статтею бюджету може одночасно впливати на різні спроможності, причому таким чином, що сума, яка виділена за окремо взятою статтею бюджету, в загальному випадку, не просто розподіляється між зазначеними спроможностями, а повністю впливає на декілька спроможностей одночасно. Тобто, в загальному випадку, сума, яка виділена за окремо взятою статтею бюджету не дорівнює сумі віртуальних грошей, що вплинули на спроможності Збройних Сил України.

3. Час впливу коштів на спроможності не однаковий. Нехай був розроблений нормативний документ, в якому приймала участь група спеціалістів. Даний нормативний документ відмінено і він не впливає на ефективність функціонування ЗС України. Тобто, з точки зору часткової цільової функції “Доктрина” кошти, що були витрачені на розроблення та супроводження зазначеного нормативного документа, є “втраченими”.

З іншого боку, група спеціалістів Збройних Сил України, що приймала участь в розробці зазначеного документу і надалі проходить службу в лавах ЗС України. Набутий досвід при розробленні та доопрацюванні зазначеного нормативного документу групою спеціалістів за визначені кошти не є “втраченими” і ці капіталовкладення продовжують впливати на ефективність ЗС України через часткову цільову функцію “Персонал”.

Тому для складної інерційної системи Збройні Сили України був врахований фактор інерційності (рис. 4), який є поєднанням різних за характером інерційних процесів. Так, були враховані: фактор амортизації (зростаюча крива, рис. 4.2), який вказує на те, яка доля ресурсів, виділених в минулі роки, впливає на шуканий рік; фактор інфляції (спадаюча крива, рис. 4.2), який вказує на те, як сильно знецінився ресурс по відношенню до минулих років.

В результаті за кожною спроможністю був сформований загальний інерційний фільтр (рис. 4.3), який вказує суму коштів за попередні роки (рис. 4.1) нормує відносно інерційних процесів і враховує це в подальшій роботі (рис. 4.4).

Для того щоб стало можливим функціонування комбінаторного методу з обмеженою базою аргументів була розроблена система критеріїв, яка поділяється на дві групи: групу порогових критеріїв та групу цільових критеріїв. Група порогових критеріїв відповідає за відбір та сортування розроблених формульних виразів. Група цільових критеріїв відповідає за формування загального формульного виразу.

Порогові критерії (рис. 3) визначають якість отриманих формульних виразів.

Так, критерій регулярності, визначає на скільки точно формульний вираз зумів повторити дані перевіркою послідовності (3).

Критерій мінімуму зсуву (4) показує наскільки однаковими отримані формульні вирази у випадку якщо перевірку і навчальну послідовності поміняти місцями [8].

$$\Delta^2(B) = \frac{\sum_{i=1}^B (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^B \hat{y}_i^2} * 100 \rightarrow \min \quad (3)$$

де $\Delta^2(B)$ - відносна помилка на безлічі точок B;
 - значення вихідної величини в i-ій точці (i = 1, 2,..., B) моделі; y_i - дійсне значення вихідної величини в тих же точках по таблиці досвідних даних.

$$n_{cm} = \sqrt{\frac{\sum_i^{A+B} (\hat{y}_i^A - \hat{y}_i^B)^2}{\sum_i^{A+B} \hat{y}_i^2}} \rightarrow \min \quad (4)$$

Спеціалізований критерій враховує фізичні особливості функціонування системи.

Цільові критерії (рис. 3) відповідають за формування загального формульного виразу з відібраних за допомогою порогових критеріїв класичних формульних виразів [16].

Найбільш складним випадком для системи управління є випадок, коли реакція на дію зовнішніх факторів має бути подана одночасно з впливом зовнішніх факторів на систему (рис. 5).

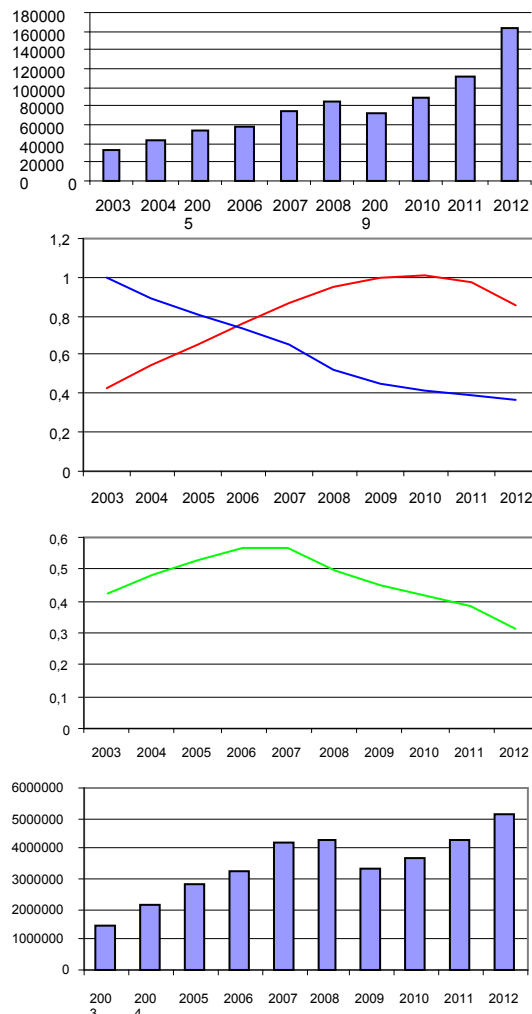


Рис. 4. Сумісний вплив факторів інерційності на фінансування ЗС України за роками

Тобто, необхідно прогнозувати дію зовнішніх факторів і планувати реакцію на дію згаданих зовнішніх факторів заздалегідь [17].

Таким чином, комбінаторний метод з обмеженою базою аргументів має бути застосований при вирішенні наступних питань: прогнозування поведінки некерованих аргументів; прогнозування стану складної інерційної системи в результаті взаємодії груп факторів які діятимуть на систему і кількісних показників реакції системи.

Тобто, алгоритм адаптивного управління складною інерційною системою дозволяє пристосувати функціонування системи під зміну зовнішніх умов під час функціонування складної інерційної системи.

На кожному кроці в результаті порівняння прогнозованих значень некерованих факторів і реальних значень некерованих факторів (це – показник середньорічної інфляції), в разі прийняття рішення про низьку ефективність моделі, приймається рішення про перебудову моделі прогнозування поведінки некерованих аргументів.

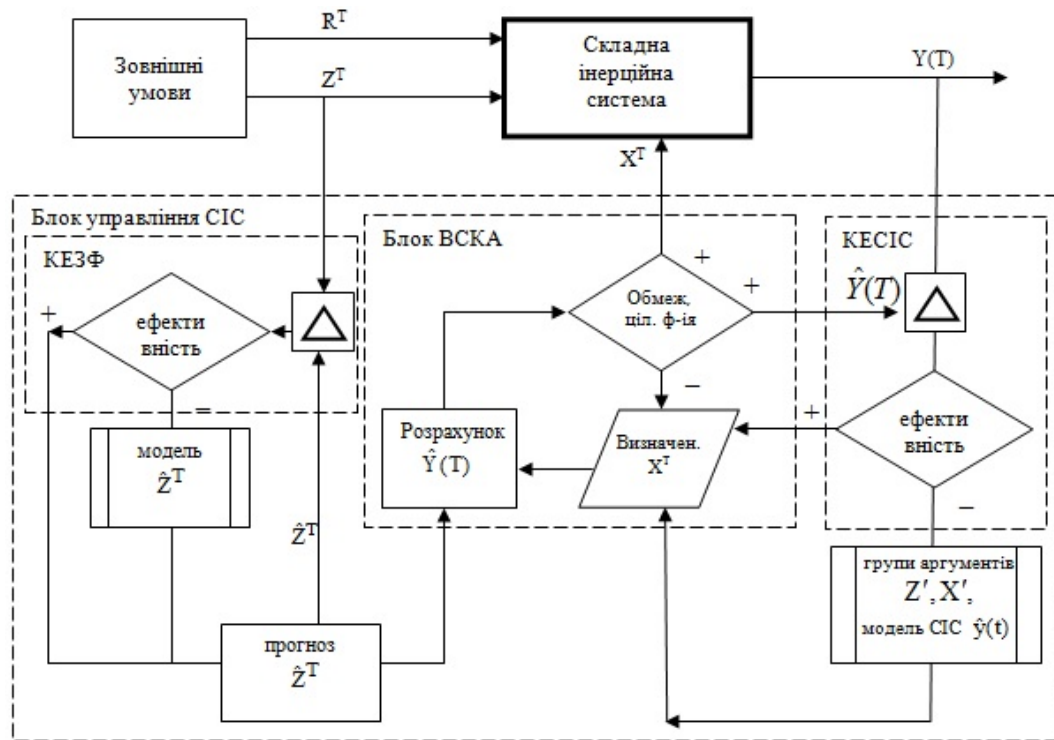


Рис. 5. Алгоритм адаптивного управління складною інерційною системою

Відповідно, на кожному кроці в результаті порівняння прогнозованих значень реакції системи і реальних значень реакції системи (це – Відповідність Збройних Сил України своєму призначенню, а також очікуваний рівень спроможностей Збройних Сил України), в разі прийняття рішення про низьку ефективність моделі, приймається рішення про перебудову моделі прогнозування стану реакції системи. При цьому є можливість корегувати групи факторів, що контролюються.

Висновки

1. Розроблений комбінаторний метод з обмеженою базою аргументів, який на відміну від відомих методів регресійного аналізу дозволяє в умовах обмеженої вибірки даних побудувати математичну модель з необхідною кількістю аргументів та необхідною точністю.

2. Розроблений метод прискореного перебору варіантів аргументів, що на відміну від методу повного перебору дозволяє значно скоротити кількість варіантів аргументів без зниження ефективності виконання операції перебору.

3. Набув подальшого розвитку математичний опис складних динамічних систем, в якому

завдяки врахуванню складових процесу інерційності та застосуванню методу регресійного аналізу, стало можливим здійснювати прогноз стану складної інерційної системи з врахуванням прогнозу розвитку інерційних процесів, що протікатимуть в системі без втручання в зазначений процес суб'єктивної думки дослідника.

4. Розроблено систему критеріїв завдяки якій стало можливим формувати загальні формульні вирази з набору формульних виразів, побудованих за методом регресійного аналізу, що надало можливості отримувати формульні вирази з необхідними характеристиками: достатньої точності та високої чутливості результатів прогнозування

5. Розроблено алгоритм адаптивного управління складною інерційною системою, що дозволяє ефективно прогнозувати стан складної інерційної системи та можливий стан некерованих факторів, від яких залежить стан складної інерційної системи. В разі зміни характеру поведінки системи або характеру впливу зовнішніх факторів на систему – дозволяє в автоматичному режимі переробляти відповідні моделі.

Література

1. **Україна. Закони.** Про Збройні Сили України [Текст] : Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, N 9, ст.108. 2. **Биченков В. В.** Технологія розроблення знанняорієнтованих систем підтримки рішень в умовах ризиків та невизначеностей (етап “оброблення початкових даних”) / Биченков В. В., Заїка Л. А., Судніков Є. О. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 18. – К., 2013. – С. 8 – 12. 3. **Україна. Закони.** Про оборонне планування. [Текст] : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/T042198.html. 4. **Рекомендації**

з організації та проведення оборонного огляду. Наказ Міністра оборони України № 303 від 13 травня 2013 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mil.gov.ua/ua/defense_review/N303.pdf. 5. **Україна. Закони.** Про державні цільові програми [Текст] : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/T041621.html. 6. **Биченков В. В.** Порядок оцінювання ступеня досягнення можливостей Збройних Сил України в залежності від рівня фінансування / Биченков В.В., Заїка Л. А. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони №

16. – К., 2013. – С. 5 – 7. 7. **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.
8. **Ивахненко А. Г.** Принятие решений на основе самоорганизации / Ивахненко А.Г., Зайченко Ю.П., Димитров Д.В. – М.: Сов. радио, 1976, - 280 с.
9. **Биченков В. В.** Розроблення системи критеріїв селекції формульних виразів для алгоритму побудови моделі складної системи з використанням комбінаторного методу з обмеженою базою аргументів / Биченков В.В., Зайка В.Ф. // Системи управління, навігації та зв'язку № 3(31). – Полтава, 2014. – С. 44– 49.
10. **Биченков В. В.** Оцінювання ефективності функціонування регресійної моделі, розробленої на основі алгоритму побудови моделі складної системи з використанням комбінаторного методу з обмеженою базою аргументів при побудові рівнянь першого ступеня / Биченков В.В. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 22. – К., 2015. – С. 20 – 26.
11. **Сбітнев А. І.** Алгоритм побудови моделі складної системи з використанням комбінаторного алгоритму з обмеженою базою аргументів / Сбітнев А. І., Биченков В. В. // Труды університету № 124. – К., 2014. – С. 198–204.
12. **Биченков В. В.** Разработка комбинаторного метода с ограниченной базой аргументов для построения моделей сложных систем / В. В. Биченков // Современный научный вестник № 45 (241). – Белгород: ООО “Руснаучкнига”, 2014. — С. 29–37.
13. **Биченков В. В.** Алгоритм оптимального перебора формульных выразив комбинаторных алгоритмов з визначеною базою аргументів / Биченков В.В. // Труды університету № 126. – К., 2014. – С. 100 – 107.
14. **Биченков В. В.** Разработка алгоритма перебора вариантов полиномов по показателю уникальности вариантов набора аргументов формульных выражений / В. В. Биченков // Уральский научный вестник № 42 (121). – Уралск: ТОО “Уралнаучкнига”, 2014. — С. 120 – 130.
15. **Биченков В. В.** Винайдення часових вагових функцій для побудови моделі складної інерційної системи / Биченков В. В. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 20. – К., 2014. – С. 12–17.
16. **Удосконалення процедури підтримки прийняття рішень під час довгострокового оборонного планування (заключний) [шифр “Ризик ОП-2”]** – К.: НУОУ, 2014. – 80 с.
17. **Биченков В. В.** Алгоритм функціонування моделі прогнозування поведінки складної інерційної системи з блоком контролю ефективності розробленої моделі / Биченков В. В. // Труды університету № 130. – К., 2015. – С. 96 – 105.

СИНТЕЗ СИСТЕМИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ В ХОДЕ ОБОРОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Василий Васильевич Быченков (канд. техн. наук, с.н.с.)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье представлена общая схема проведения исследований относительно решения вопроса прогнозирования состояния сложной инерционной системы “Вооруженные Силы Украины” в зависимости от объемов их финансирования. При этом, был разработан комбинаторный метод с ограниченной базой аргументов, который в отличие от известных методов регрессионного анализа, позволяет в условиях ограниченной выборки данных построить математическую модель с необходимым количеством аргументов и необходимой точностью; разработан метод ускоренного перебора вариантов аргументов, что в отличие от метода полного перебора позволило значительно сократить число вариантов аргументов без снижения эффективности выполнения операции перебора; получило дальнейшее развитие математическое описание сложных динамических систем, в котором благодаря учету составляющих процесса инерционности и применению метода регрессионного анализа, стало возможным осуществлять прогноз состояния сложной инерционной системы с учетом прогноза развития инерционных процессов, которые будут протекать в системе без вмешательства в процесс субъективного мнения исследователя; разработана система критериев, благодаря которой стало возможным формировать общие формульные выражения из набора формульных выражений, построенных методом регрессионного анализа, что предоставило возможности получать формульные выражения с необходимыми характеристиками: достаточной точностью и высокой чувствительностью результатов прогнозирования; разработан алгоритм адаптивного управления сложной инерционной системой, что позволило эффективно прогнозировать состояние сложной инерционной системы и возможное состояние неуправляемых факторов, от которых зависит состояние сложной инерционной системы.

Ключевые слова: *сложные динамические системы; комбинаторный метод с ограниченной базой аргументов; метод ускоренного перебора вариантов аргументов; алгоритм адаптивного управления сложной инерционной системой.*

SYNTHESIS OF THE POSSIBILITIES LEVEL DETERMINATION DECISIONS SUPPORT SYSTEM OF UKRAINE ARMED FORCES DURING DEFENSE PLANNING

Vasyl V. Bychenkov (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

In the article is presented the general chart of researches conducting of decision the question of the prognostication difficult inertia system “Military Forces of Ukraine” state of the financing volumes depending. Thus the combination method with the limited base of arguments was developed, which unlike the known methods of regressive analysis, allows in the conditions of the limited data retrieval to build a mathematical

model with the necessary quantity of arguments and necessary exactness; the method of speed-up surplus of arguments variants is developed, that unlike the method of full search allowed to shorten the number of arguments variants without the decline of efficiency of implementation of operation; got further development the mathematical description of the difficult dynamic systems, in which thanks to consideration of constituents of inertia process and application of the regressive analysis method, became possible to carry out the prognosis state of the difficult inertia system taking into account the prognosis of development of inertia processes which will pass in the system without interference with the process of subjective opinion of researcher; the system of criteria, which forms equalizations from the equalizations built by the regressive analysis method, is developed, that gave possibility to get equalizations with necessary descriptions: by sufficient exactness and high sensitiveness of prognostication results; the algorithm of adaptive control by the difficult inertia system is developed, that allowed effectively to forecast the state of the difficult inertia system and state of out of control factors which the state of the difficult inertia system relies on.

Keywords: difficult dynamic systems; combination method with the limited base of arguments; method of speed-up surplus of variants of arguments; algorithm of adaptive control by the difficult inertia system.

References

- 1. Ukraine Laws.** "About The Armed Forces Of Ukraine" ["Pro Zbroyni Syly Ukrayiny"], The Supreme Council Of Ukraine, 1992, N 9, cr.108.
- 2. Bychenkov V.V., Zajika, L.A., Sudnikov, Je.O.** (2013), "Technology of the knowledge decisions acceptance support system development in the risks and vaguenesses conditions (stage of the initial "data processing")" ["Tekhnologhija rozroblennja znannjaorijentovanykh system pidtrymky rishenj v umovakh ryzykiv ta nevyznachenostej (etap "obroblennja pochatkovykh danykh)"], Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 18, pp. 5-10.
- 3. Ukraine Laws.** "About defence planning" ["Pro oboronne planuvannja"], [Electronic resource]. – Access mode: http://www.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/T042198.html.
- 4. The order** of the Minister of defence of Ukraine "Recommendations on the organization and conduct of the defense examination" ["Rekomendatsiji z orhanizatsiji ta provedennja oboronnoho ohlyadu"] No. 303 dated may 13, 2013 [Electronic resource]. – Access mode: http://www.mil.gov.ua//ua/defense_review/ No. 303.pdf.
- 5. Ukraine Laws.** "Of state target program" ["Pro derzhavni tsil'ovi prohramy"], [Electronic resource]. – Access mode: http://www.ligazakon.ua/1_doc2.nsf/T041621.html.
- 6. Bychenkov V.V.** (2013), "The order of estimation the Army Forces of Ukraine achievement possibilities of financing level depending" ["Porjadok ocinjivannja stupenja dosjaghnennja mozhyvostej Zbrojnykh Syl Ukrajiny v zalezhnosti vid rivnja finansuvannja"], Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 16, pp 5-7.
- 7. Bychenkov V.V., Jefimova, R.Gh., Palamarchuk, A.S.** (2012), "Choice of mathematical method for development of definite risks estimation task method of decision possibilities in dependence on the level of financing in the defensive planning system" ["Vybir matematychnogho aparatu dlja rozroblennja metodyky vyrishennja zavdannja ocinky ryzykiv dosjaghnennja vyznachenykh mozhyvostej u zalezhnosti vid rivnja finansuvannja v systemi oboronnogho planuvannja"], Trudy universytetu, No. 114, pp. 49-55.
- 8. Ivakhnenko A.G., Zaitchenko, Y.P., Dimitrov, D.V.** (1976), Acceptance of decisions on the basis of selforganization [Prinjatje reshenij na osnovie samoorganizacii], Sov.radio, Moskow, 280 p.
- 9. Bychenkov, V.V. Zaika, V.F.** (2014), "Development of the selection criteria system of equations for the algorithm of model construction of the difficult system with the use of combined method with the limited base of arguments" ["Rozroblennja systemy kryteriiv seleksiji formulnykh vyraziv dlja alhorytmu pobudovy modeli skladnoi systemy z vykorystanniam kombinatornoho metodu z obmezhenoiu bazoiu arhumentiv"], Systemy upravlinnia, navihatsii ta zv'yazku, No. 31, pp. 44-49.
- 10. Bychenkov V.V.** (2015), "Evaluation of efficiency functioning of the regressive model developed on the basis of algorithm of construction of the difficult system model with the use of combination method with the limited base of arguments at construction of the first degree equalization" ["Otsiniuvannja efektyvnosti funktsionuvannja rehresiinoi modeli, rozroblenoj na osnovi alhorytmu pobudovy modeli skladnoi systemy z vykorystanniam kombinatornoho metodu z obmezhenoiu bazoiu arhumentiv pry pobudovi rivnian pershoho stupenia"], Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 22, pp. 12-18.
- 11. Sbitniev A.I., Bychenkov, V.V.** (2014), "Algorithm of construction of the difficult system model with the use of combination algorithm with the limited arguments base" ["Alhorytm pobudovy modeli skladnoi systemy z vykorystanniam kombinatornoho alhorytmu z obmezhenoiu bazoiu arhumentiv"], Trudy universytetu, No. 124, pp. 198-204.
- 12. Bychenkov V.V.** (2014), "Development of combined method with the limited base of arguments for models construction of the difficult systems" ["Razrobotka kombinatornoho metoda s ogranichennoj bazoj argumentov dlja postroenija modelej slozhnyh sistem"], Sovremennyj nauchnyj vestnik, No. 241, pp. 29-37.
- 13. Bychenkov V.V.** (2014), "Algorithm of optimum surplus of equations of combined method with the definite base of arguments" ["Alhorytm optymalnoho pereboru formulnykh vyraziv kombinatorynykh alhorytmiv z vyznachenoiu bazoiu arhumentiv"], Trudy universytetu, No. 126, pp. 100-107.
- 14. Bychenkov V.V.** (2014), "Development of algorithm of polynomials variants surplus on the index of uniqueness of arguments set variants of equations" ["Razrobotka algoritma perebora variantov polinomov po pokazatelju unikal'nosti variantov nabora argumentov formul'nyh vyrazhenij"], Ural'skij nauchnyj vestnik, No. 121, pp. 120-130.
- 15. Bychenkov V.V.** (2014), "The temporal gravimetric functions research for construction of difficult inertia system model" ["Vynaidennja chasovykh vahovykh funktsii dlja pobudovy modeli skladnoi inertiinoi systemy"], Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 20, pp. 12-17.
- 16. Improvement** of decisions acceptance support procedure during the corporate strategic defensive planning: report about research work (final), code "Ryzkyk-OP 2" (2014), [Udoskonalennja procedury pidtrymky pryjnjattja rishenj pid chas dovghostrokovogho oboronnogho planuvannja : zvit pro naukovo-doslidnu robotu (zakljuchnyj), shyfr "Ryzkyk-OP 2"], NUOU imeni Ivana Chernjakhovskogho, Kiev, 80 p.
- 17. Bychenkov V.V.** (2015), "The algorithm of functioning of the predictive model of behavior the complex inertial systems with the unit of monitoring the effectiveness of the developed model" ["Alhorytm funktsionuvannja modeli prohnozuvannja povedinky skladnoyi inertiinoi systemy z blokom kontrolyu efektyvnosti rozroblenoj modeli"], Trudy universytetu, No. 130, pp. 96 – 105.

Отримано: 11.09.2015 p.