**УДК 004.8**

*О.В. Скакаліна, к.т.н., доцент*

*Р.В. Бойко, студент групи 601-ТШм*

*Полтавський національний технічний університет*

*імені Юрія Кондратюка*

**МЕТОД ГРУПОВОГО ОБЛІКУ АРГУМЕНТІВ ЯК ЗАСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**

**Вступ.**

Громадське життя неможливе без передбачення майбутнього, без прогнозування перспектив його розвитку. В сучасних умовах економічні прогнози необхідні для визначення можливих цілей розвитку суспільства та забезпечують досягнення економічних ресурсів, для виявлення найбільш ймовірних і економічно ефективних варіантів довгострокових, середньострокових і поточних планів, обґрунтування основних напрямків економічної і технічної політики, передбачення наслідків прийнятих рішень і здійснюваних в кожен даний момент заходів. Порогнозування стає одним з вирішальних наукових факторів формулювання стратегії і тактики суспільного розвитку.

Управління виробництвом повинно забезпечувати вибір тільки оптимальних рішень, оскільки ціна потенціального збитку для суспільства від прийняття необґрунтованих рішень сьогодні багаторазово зростає.

Економічне прогнозування є процес розробки економічних прогнозів, заснований на наукових методах пізнання економічних явищ і використанні всієї сукупності методів, засобів і способів економічної прогностики.

В даний час, за оцінками вчених, нараховується понад 150 різних методів прогнозування. Однак на практиці використовується в якості основних 15-20.

В даній статті розглянуто метод імітаційного моделювання.

При імітаційному моделюванні відтворюється алгоритм функціонування системи в часі. Імітаційні моделі дозволяють досить просто враховувати такі фактори, як наявність дискретних і безперервних елементів, нелінійні характеристики елементів системи, численні випадкові та інші впливи. У цьому визначенні підкреслюється, що імітаційне моделюванння є машинним методом моделювання завдяки розвитку інформаційних технологій, що призвело до появи цього виду комп'ютерного моделювання. В даний час імітаційне моделювання - найбільш ефективний метод дослідження систем, а часто єдиний, практично доступний метод отримання інформації про поведінку системи. Далі буде розглянуто один з методів імітаційного моделювання - метод групового обліку аргументів.

**Основний матеріал та результати.** Метод групового обліку аргументів застосовується в самих різних областях для аналізу даних і знаходження знань, прогнозування та моделювання систем, оптимізації і розпізнавання образів. Індуктивні алгоритми МГОА дають унікальну можливість автоматично знаходити взаємозалежності в даних, вибрати оптимальну структуру моделі чи мережі, і збільшити точність існуючих алгоритмів.

Цей підхід самоорганізації моделей принципово відрізняється від зазвичай використовуються дедуктивних методів. Він заснований на індуктивних принципах - знаходження кращого рішення засноване на переборі всіляких варіантів.

За допомогою перебору різних рішень підхід індуктивного моделювання намагається мінімізувати роль упереджень автора в результатах моделювання. Комп'ютер сам знаходить структуру моделі і закони, що діють в об'єкті. Він може бути використаний як порадник для відшукання нових рішень в проблемах штучного інтелекту. Метод групового обліку аргументів складається з декількох алгоритмів для вирішення різних завдань. У нього входять як параметричні алгоритми, так і непараметричні алгоритми кластеризації, комплексування аналогів, ребінарізаціі і імовірнісні алгоритми. Цей підхід самоорганізації заснований на переборі поступово ускладнюючихся моделей і виборі найкращого рішення відповідно до мінімуму зовнішнього критерію. В якості базисних моделей використовуються не тільки поліноми, але й також нелінійні, імовірнісні функції або кластеризації.

Напрямок МГОА може бути корисним тому що:

* Знаходиться оптимальна складність структури моделі, адекватна рівню перешкод у вибірці даних. (Для вирішення реальних проблем з зашумленими або короткими даними, спрощені прогнозуючі моделі виявляються більш точними.);
* Кількість шарів і нейронів у прихованих шарах, структура моделі та інші оптимальні параметри нейромереж знаходяться автоматично;
* Гарантується знаходження найбільш точної або незміщеної моделі - метод не пропускає найкращого рішення під час перебору всіх варіантів (в заданому класі функцій);
* Будь-які нелінійні функції або дії, які можуть мати вплив на вихідну змінну, використовуються як вхідні параметри;
* Автоматично знаходить інтерпретуються взаємозв'язку в даних і вибирає ефективні вхідні змінні;
* Переборні алгоритми МГОА досить просто запрограмувати;
* Метод використовує інформацію безпосередньо з вибірки даних і мінімізує вплив апріорних припущень автора про результати моделювання;
* Підхід МГОА використовується для підвищення точності інших алгоритмів моделювання;
* Дає можливість відшукання незміщеної фізичної моделі об'єкта (закону чи кластеризації) - однієї і тієї ж для всіх майбутніх вибірок.

З 1967 року було зроблено багато практичних застосувань підходу МГУА для моделювання економічних, фінансових, екологічних, медичних і військових об'єктів у всіх розвинених країнах. Метод широко застосовується у світі за допомогою розроблених в США компанією Ward Systems Group, Іnc. комерційного програмного пакету 'NeuroShell2', розробленого AbTech Corp. 'ModelQuest', Barron Assocіates Co. 'ASPN', у Німеччині використовується 'KnowledgeMіner' розроблений DeltaDesіgn Software і багатьох інших програмних продуктів, розроблених групами дослідників. Ці програми використовують алгоритми МГОА для аналізу та прогнозування різних складних систем. Бажано, щоб на Україні цей метод також використовувався також більш широко.

В економічній області, за роки досліджень метод було вдало застосовано, наприклад для:

* Ідентифікації процесу інфляції економіки Великобританії;
* Моделювання економіки Великобританії для відновлення основних керуючих закономірностей у системі;
* Аналізу та прогнозу показників економічних процесів в НДР і Болгарії;
* Прогнозу та оцінки головних діючих факторів в економіці США;
* Оптимізації за сценарієм 'якщо щось' і нормативного прогнозування курсу долара в період Перської нафтової кризи;
* Прогнозування індексів біржового ринку в Нью-Йорку;
* Оптимізації індексів світової динаміки;
* Оптимізації портфеля акцій на Франкфуртській біржі;
* Нормативного прогнозування процесів у макроекономіці України.

### Останні розробки МГОА привели до створення експертних систем на основі нормативного прогнозування систем (за сценарієм "якщо щось") і оптимізації управління за допомогою алгоритмів спрощеного лінійного програмування і нейромереж з активними нейронами. У таких нейросетях окремі алгоритми моделювання використовуються як нейрони в многорядной нейромережі. Це дає можливість підвищити точність прогнозу, апроксимації або розпізнавання образів вище меж, які досягаються звичайними нейросетями з простими нейронами або звичайними статистичними методами.

### Опис методу.

Було надруковано багато статей, понад 40 книг і монографій та захищено більше 230 дисертацій, присвячених теорії методів групової Урахування Аргументів (МГОА) і його застосування. Досить загальна постановка задачі структурно-параметричної ідентифікації, або побудови моделей за експериментальними даними, може бути зведена до пошуку екстремуму деякого критерію CR на безлічі різних моделей :

 (1)

Очевидно, що (1) не містить вичерпної формулювання завдання, тому додатково необхідно: задати вид і обсяг вихідної інформації; вказати клас базисних функцій (операторів), з яких формується безліч  ; визначити спосіб генерації моделей *f* разом з методом оцінювання параметрів; вибрати критерій порівняння моделей; вказати метод мінімізації *CR*. Уточнимо цю постановку, припустивши, що задана вибірка *W=[Xy],* містить n точок спостережень, що утворюють матрицю *X = {xij, i=1,...,n; j=1,...,m}* і вектор *y = (y1...ym)T* , при тому *n ≥ m*.

У загальному випадку процес розв'язання задачі структурно-параметричної ідентифікації (1) включає в себе насамперед такі основні етапи:

1. Завдання вибірки даних (отриманої в результаті пасивного або активного експерименту), а також апріорної інформації;

2. Вибір або завдання класу базисних функцій і перетворення даних;

3. Генерація різних структур моделей в обраному класі;

4. Оцінювання параметрів генеруються структур і формування безлічі F;

5. Мінімізація заданого критерію CR (f) і вибір оптимальної моделі f.

6. Перевірка адекватності отриманої оптимальної моделі.

7. Прийняття рішення про завершення процесу.

Перераховані етапи описують довільний процес побудови моделей, причому в залежності від апріорної інформації і цілі моделювання ті чи інші етапи можуть бути відсутні. Наприклад, у випадку задачі параметричної ідентифікації безліч F складається з однієї моделі (задається одна структура), тобто виключається етап 5 процесу.

В цілому завдання ідентифікації полягає у формуванні за даними вибірки деякої множини  моделей різної структури виду

 (2)

і знаходженні оптимальної моделі за умовою

 (3)

причому оцінки параметрів *в (1.2) для кожної моделі f ∈ F* є вирішенням ще однієї екстремальної задачі виду

, (4)

де sf називається складністю моделі f і дорівнює числу ненульових компонент в моделі виду (3), а QR - критерій якості вирішення задачі параметричної ідентифікації кожної приватної моделі, що генерується в задачі структурної ідентифікації.

Більшість алгоритмів МГОА використовують поліноміальну базисну функцію. Загальна зв'язок між вхідними та вихідними змінними може бути виражений у вигляді функціонального ряду Вольтерра, дискретним аналогом якого є поліном Колмогорова-Габора:

 ,

де - вхідний вектор змінних;

 - вектор коефіцієнтів або терезів.

Компонентами вхідного вектора X можуть бути незалежні змінні, функціональні форми або кінцеві різницеві члени. Інші нелінійні базисні функції, наприклад диференційні, логістичні, імовірнісні або гармонійні також можуть бути застосовані для побудови моделі. Метод дозволяє одночасно отримати оптимальну структуру моделі та залежність вихідних параметрів від вибраних найбільш значимих вхідних параметрів системи.

Теорія МГОА вирішує проблеми:

* Довгострокового прогнозування;
* Короткострокового прогнозу процесів і подій;
* Ідентифікації фізичних закономірностей при точних даних;
* Апроксимації багатофакторних процесів;
* Екстраполяції фізичних полів;
* Кластеризації вибірок даних;
* Розпізнавання образів у випадках неперервних та дискретних змінних;
* Діагностики та розпізнавання ймовірносними переборними алгоритмами;
* Нормативного прогнозування векторних процесів;
* Безмодельного прогнозування за допомогою комплексування аналогів;
* Самоорганізації двічі-багаторядних нейромереж з активними нейронами.

Особливості МГОА наступні:

* Зовнішнє доповнення: Виходячи з роботи С.Біра, тільки критерій, розрахований на новій незалежній інформації, може дати мінімум переборного характеристики. Для цього вибірка ділиться на частини для побудови та оцінки моделі.
* Всі питання щодо вибору алгоритму, критерію, типу базисних функцій, розбиття вибірки даних повинні визначатися за допомогою порівняння значень критерію - той варіант кращий, який веде до мінімального значення зовнішнього критерію.
* Додаткове визначення моделі: У випадках, коли важко провести вибір оптимальної фізичної моделі через високого рівня перешкод або осциляцій залежності мінімуму критерію, може бути застосований додатковий дискримінаційний критерій. Вибір головного критерію та обмежень переборного процедури є основною евристикою в МГУА.
* Свобода вибору: Відповідно з роботою Д.Габора, в багаторядних алгоритмах МГОА з одного рівня на наступний повинен передаватися не один, а кілька кращих результатів для забезпечення 'свободи вибору'.
* Всі алгоритми мають багаторядну структуру і паралельне обчислення може бути застосоване для їх реалізації.

Відмінність алгоритмів МГОА від інших алгоритмів структурної ідентифікації та селекції кращої регресії полягає в наступних властивостях:

* Використання зовнішнього критерію, який заснований на поділі вибірки даних та адекватного завданню побудови прогнозуючих моделей, при зменшенні вимог до обсягу первісної інформації;
* Значно більшою різноманітністю генераторів структур: використання як в регресійних алгоритмах повного або скороченого перебору варіантів структур та застосування оригінальних багаторядних ітераційних процедур;
* Більшої ступенем автоматизації - достатньо лише ввести початкові дані і вказати зовнішній критерій;

Впровадження принципу неостаточних рішень в процес поступового ускладнення моделей.

**Висновки.**

Економічне прогнозування, що являє собою систему наукових досліджень якісного та кількісного характеру, спрямоване на встановлення тенденцій і закономірностей розвитку народного господарства, галузей, підприємств і пошук оптимальних шляхів досягнення цілей цього розвитку.

Однією з найважливіших завдань економічного прогнозування є передбачення так званих порогових величин процесів розвитку, які служать основою в теорії прийняття рішень. Економічне прогнозування спирається на економіко-математичні методи і моделі, основна частина яких була розглянута в даній роботі.

**Література**

1. *Ивахненко А. Г. Принятие решений на основе самоорганизации / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Зайченко, В. Д. Димитров. – М. : «Сов. радио», 1976. – 280 с.*
2. *Метод Группового Учета Аргументов [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа:* [*http://www.gmdh.net/gmdh.htm*](http://www.gmdh.net/gmdh.htm)
3. *Increase your accuracy and automation with GMDH forecasting algorithm.// GDMH SHELL [Electronic resource] Режим доступа: http://www.gmdhshell.com*

*О.В. Скакаліна, к.т.н., доцент*

*Р.В. Бойко, студент групи 601-ТШм*

*Полтавський національний технічний університет*

*імені Юрія Кондратюка*

**МЕТОД ГРУПОВОГО ОБЛІКУ АРГУМЕНТІВ ЯК ЗАСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ**

*У даній статті розглянуто спосіб використання методу групового обліку аргументів для моделювання можливих економічних показників.*

***Ключові слова:*** *МГОА, метот групового обліку аргументів, прогнозування економічних показників.*

*О.В. Скакалина, к.т.н., доцент*

*Р.В. Бойко, студент группы 601-ТШм*

*Полтавский национальный технический университет*

*имени Юрия Кондратюка*

**МЕТОД ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ КАК СПОСОБ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

*В данной статье рассмотрен способ использования метода группового учета аргументов для моделирования возможных экономических показателей .*

***Ключевые слова:*** *МГУА, метод группового учета аргументов, прогнозирование экономических показателей.*

*O.V. Skakalina, candidate of engineering sciences, docent*

*R.V. Boiko, student*

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

**THE METHOD OF USING THE GROUP METHOD OF DATA FOR MODELING THE POTENCIAL ECONOMIC INDICATORS**

*This article describes the method of using the group method of data for modeling the potential economic indicators.*

***Keywords:*** *MGAA, group method of data, modeling the potential economic indicators.*