

Не рекомендується застосовувати базовий метод мурашиних колоній до вирішення задач безперервної оптимізації, проте, оскільки метод характеризується гарною розширюваністю, то в нього можна легко вводити додаткові процедури, ідеї яких взяті з інших методів, заснованих на імовірнісному підході, внаслідок чого створюються гібридні системи на основі методу мурашиних колоній для вирішення задач й безперервної оптимізації.

Перспективними шляхами покращення мурашиних алгоритмів є їх гібридизація з іншими методами природних обчислень, наприклад, з генетичними алгоритмами. Така гібридизація може бути реалізована за острівною схемою, коли мурашиний і генетичний алгоритми працюють паралельно – кожен на своєму острові, з обміном найкращими розв'язками через певний проміжок часу.

### Література

1. Люгер Дж.Ф. Искусственный интеллект / Дж.Ф. Люгер. – М. : Изд. дом "Вильямс", 2005. – 864 с.
2. Bonabeau E. Self-organization in social insects / E. Bonabeau, G. Theraulaz, J.L. Deneubourg, S. Aron, S. Camazine // Trends in Ecology and Evolution. – 1997. – № 12(50). – Pp. 188-193.
3. Camazine S. Self-organization in biological systems / S. Camazine, J.L. Deneubourg, N.R. Franks, J. Sneyd, G. Theraulaz, E. Bonabeau. – New Jersey, Princeton : Princeton University Press, 2001. – 560 p.
4. Camazine S. A model of collective nectar source by honey bees: self-organization through simple rules / S. Camazine, J. Sneyd // Journal of Theoretical Biology, 1991. – № 149. – Pp. 547-571.
5. Dorigo M. Ant System: optimization by colony of cooperating agents / M. Dorigo, V. Maniezzo, A. Colomi // IEEE Transaction Systems, Man and Cybernetics. Part B. – 1996. – Vol. SMC – 26. – Pp. 29-41.
6. Dorigo M. Ant colonies for the traveling salesman problem / M. Dorigo, L.M. Gambardella // BioSystems. – 1997. – № 43. – Pp. 73-81.
7. Maniezzo V. The ant system applied to the quadratic assignment problem / V. Maniezzo, A. Colomi, M. Dorigo. – Bruxelles : Universite Libre de Bruxelles, 1994. – 24 p.
8. Garsia-Martinez C. A taxonomy and an empirical analysis of multiple objective ant colony optimization algorithms for the bi-criteria TSP / C. Garsia-Martinez, O. Cordon, F. Herrera // European Journal of Operational Research. – 2007. – Vol. 180. – Pp. 116-148.
9. Субботін С.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей : монографія / С.О. Субботін, А.О. Олійник, О.О. Олійник; за ред. С.О. Субботіна. – Запоріжжя : Вид-во ЗНТУ, 2009. – 375 с.
10. Dorigo M. Optimization, learning and natural algorithms. – Milano : Politecnico di Milano, 1992. – 140 p.
11. Dorigo M. Positive feedback as a search strategy / M. Dorigo, V. Maniezzo, A. Colomi. – Milano : Politecnico di Milano, 1991. – 22 p.
12. Bullnheimer B. A new rank-based version of the ant system: A computational study / B. Bullnheimer, R.F. Hartl, C. Strauss // Central European Journal for Operations Research and Economics. – 1999. – № 7 (1). – Pp. 25-38.
13. Di Caro G. Two ant colony algorithms for best routing in datagram networks / G. Caro Di, M. Dorigo // Proceedings of the Tenth IASTED International Conference on Parallel and Distributed Computing and Systems (PDCS'98) / Eds: Y. Pan, S.G. Akl, K. Li. – Anheim: IASTED/ACTA Press, 1998. – Pp. 541-546.
14. Leguizamón G. A new version of ant system for subset problems / G. Leguizamón, Z. Michalewicz // Proceedings of the 1999 Congress on Evolutionary Computation (CEC'99). – New Jersey : IEEE Press, 1999. – Pp. 1459-1464.
15. Dorigo M. Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem / M. Dorigo, L.M. Gambardella // IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 1997. – № 1(1). – Pp. 53-66.
16. Stützle T. The MAX – MIN ant system and local search for the traveling salesman problem / T. Stützle, H.H. Hoos // Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Evolutionary Computation (ICEC'97) / Eds: T. Back, Z. Michalewicz, X. Yao. – New Jersey : IEEE Press, 1997. – Pp. 309-314.

17. Stützle T. Local search algorithms for combinatorial problems: analysis, improvements, and new applications / T. Stützle. – Sankt Augustin : Infix, 1999. – 18 p.
18. Stützle T. MAX – MIN ant system / T. Stützle, H.H. Hoos // Future Generation Computer Systems. – 2000. – № 16(8). – Pp. 889-914.
19. Gambardella L.M. Solving symmetric and asymmetric TSPs by ant colonies / L.M. Gambardella, M. Dorigo // Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on Evolutionary Computation (ICEC'96). – New Jersey : IEEE Press, 1996. – Pp. 622-627.

### Устенко С.В., Бибко О.О. Использование метода муравьиной колонии для решения оптимизационных задач

Обоснована целесообразность использования метода муравьиной колонии и его модификаций как способа решения сложных комбинаторных задач оптимизации в экономических и технических отраслях. Исследованы биологическая природа, преимущества, недостатки и возможные сферы использования этого метода. Определены основные особенности, заложенный математический аппарат и механизм функционирования метода муравьиной колонии. Проанализированы различия между разновидностями метода муравьиной колонии в разрезе критериев эффективности решения задач. Предложены перспективные пути улучшения этого метода.

**Ключевые слова:** агент, граф решений, коллективный интеллект, муравьиная колония, оптимизация, самоорганизация.

### Ustenko S.V., Bibko O.O. Using Ant Colony Method to Solve Optimization Problems

The expediency of using ant colony method and its modifications as a way of solving complex combinatorial optimization problems in economic and technical fields is substantiated. The biological nature, advantages, disadvantages and possible areas of the use of this method are studied. The main features, the mathematical apparatus and the functioning mechanism of ant colony method are defined. The differences between the species of ant colony method in terms of efficiency criteria of solving problems are analyzed. Promising ways to improve this method are offered.

**Keywords:** agent, graph of decisions, swarm intelligence, ant colony, optimization, self-organization.

УДК 004.[827+89]

Проф. Р.О. Ткаченко, д-р техн. наук;  
аспір. С.М. Дем'ячук – НУ "Львівська політехніка"

### ПОБУДОВА ЕМПІРИЧНИХ ФОРМУЛ ЗА ДОПОМОГОЮ БАГАТОШАРОВИХ НЕЙРОПОДІБНИХ СТРУКТУР ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

Запропоновано методи побудови самоорганізаційних поліноміальних моделей регресії з функціональним розширенням сигналів на основі машини геометричних перетворень. Функціональне розширення вхідних сигналів реалізується за допомогою набору поліномів Колмогорова-Габора. Для побудови полінома Колмогорова-Габора використовуються головні компоненти, які виділяються шляхом побудови автоасоціативної мережі на основі вхідних і вихідних сигналів. Наведено результати побудови аналітичної формули, яка може бути використана для подальших прогнозувань задач зі схожими залежностями у моделях даних. На основі отриманих результатів встановлено ефективну здатність прогнозування розробленого методу для вибірок великого розміру.

**Ключові слова:** поліноміальні моделі регресії, нейронна мережа, автоасоціативна нейронна мережа, метод групового урахування аргументів, модель геометричних перетворень.

**Вступ.** Статистичні методи побудови емпіричних формул з використанням множинного регресійного аналізу недостатньо ефективні для випадків іс-

тотної нелінійності залежностей, а також для майже вироджених задач. Штучні нейронні мережі (ШНМ) традиційного типу, які виявляються важливою альтернативою в подібних випадках, реалізують варіант апроксимації залежностей за принципом "чорної скриньки", що не завжди задовольняє користувача інструменту моделювання. Крім цього, ШНМ традиційного типу не забезпечують повторюваності результатів навчання через початкову рандомізацію параметрів, мають певні труднощі при налагодженні структури. Розглянемо можливість застосування нейроподібних структур на основі моделі геометричних перетворень (МГП) для здійснення багатофакторного параметричного синтезу апроксимуючих поліномів високих степенів. Загалом, ШНМ МГП, забезпечують швидке, неітеративне навчання за умов досягнення високої точності генералізації, результати якого повторювані, забезпечують побудову емпіричних формул за результатами такого навчання [1]. Разом з тим пропонувані варіанти нейромереж МГП базуються на одношарових структурах, що обмежує використання поліномів високих степенів для варіантів функціонального розширення входів ШНМ. Отже, важливим завданням можна вважати розвиток архітектурних засад побудови багатшарових ШНМ МГП з використанням принципів функціонального розширення, зокрема для створення ефективних емпіричних формул.

**Опис методу побудови емпіричної формули.** В основу підходу покладено метод формування ряду Вінера (інші відомі назви "поліном Колмогорова-Габора", "розклад Іто" [2-4]) шляхом покрокового синтезу структури і навчання ШНМ МГП. Загалом ряд Вінера розглядають як дискретний аналог ряду Вольтери. У загальному випадку ряд Вінера має вигляд [5]

$$Y(x_1, \dots, x_n) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n a_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (1)$$

Вибір ряду Вінера як ефективного апроксиматора теоретично обґрунтовується теоремою Вейерштраса [6]. Покращення його точності на задачах зі істотною нелінійністю досягається за допомогою збільшення степеня полінома. Одночасно побудова ряду Вінера (1) для високих степенів на основі заданих табличних даних обмежується очевидними обставинами:

- стрімке збільшення кількості членів ряду;
- великі похибки узагальнення, що одночасно наявні за малих похибок навчання.

Відомий ефективний спосіб усунення наведених обмежень на основі застосування методу групового урахування аргументів (МГУА), в основу якого закладено певний генетичний алгоритм синтезу моделі оптимальної складності з використанням системи зовнішніх критеріїв оцінювання [7]. Побудова систем самоорганізації за методом МГУА базується на таких принципах:

- Принцип самоорганізації моделі.
- Гьоделівський підхід при самоорганізації моделей.
- Зовнішні критерії селекції моделей.
- Розбивка таблиці даних на частини: навчальна, перевірна та екзаменаційна вибірка.
- Принцип збереження свободи вибору.
- Застосування евристичних методів.
- Одночасне моделювання на різних рівнях спільності мови математичного опису об'єктів.

- Принцип зовнішнього доповнення, який має недолік, а саме необхідність існування зовнішнього критерію оптимальності для вирішення задач інтерполяції, тому що внутрішні критерії, що не використовують ніякої додаткової інформації, при існуванні шумів і завад у вхідних даних не можуть вирішити задачу вибору моделі оптимальної складності.
- Гіпотеза селекції, яка накладає обмеження на кількість поколінь селекції. Занадто велика кількість поколінь приводить до того, що інформаційна матриця стає погано обумовленою, але з іншої сторони чим складніше задача селекції, тим більше потрібно поколінь для одержання моделі оптимальної складності.

Як зазначено вище, усунення наведених обмежень досягається шляхом застосування МГУА, основою якого є певний генетичний алгоритм синтезу моделі оптимальної складності.

**Опис методу синтезу полінома Вінера на основі застосування нейромереж МГП:**

- побудова полінома здійснюється із застосуванням головних компонентів (ГК), виділених автоасоціативною нейромережею МГП на об'єднаній вибірці вхідних даних (для навчання і застосування);
- дисперсія ГК згідно з нейропарадигмою МГП зменшується, починаючи від першої з них і до останньої;
- ГК з дуже малою дисперсією відкидаються (причому враховується тільки дисперсія, обчислена для даних тренувальної вибірки), це логічно, оскільки вихід формується як лінійний поліном від ГК і якщо крутизна виходів по останніх ГК (коли коефіцієнти для них малі) мала, то їх відкидання помітно не погіршить точність через незначний внесок малих доданків суми, але якщо крутизна велика і такі ГК не відкинути, то точність в режимі застосування різко впаде (невеликі відхилення по цих ГК дадуть великі викиди для їх доданків – варіант майже виродженості).
- поріг відкидання ГК в наявній бібліотеці структур МГП встановлений і реалізується автоматично, але є дуже малим, тому пропонується його робити регульованим –  $\Delta$ , який би встановлювався для різних задач, але при збереженні також вже наявного порогу;
- встановлення робити шляхом обчислення середнього квадратичного відхилення (СКВ) –  $\sigma$  для кожної ГК, де залишаються тільки ті ГК, для яких  $\sigma \geq \Delta$ .

Нейромережевий синтез полінома Вінера, що реалізується нейромережним комплексом, здійснюється за допомогою каскаду з двох штучних нейронних мереж МГП [7], де першою є ШНМ в автоасоціативному режимі її застосування. Автоасоціативна нейронна мережа (ААНМ) будується і навчається кожен раз наново у відповідному циклі, використовуючи як вхідні дані кожного циклу результати попереднього циклу [8]. На першому циклі множина векторів  $\overline{ГК}^1$  виділяється цією ШНМ на основі множини вхідних векторів  $\overline{X}$ , після відкидання ГК з малими середніми квадратичними відхиленнями (СКВ), множина векторів  $\overline{ГК}^1$  розглядається як множина векторів нових входів. Для нових входів виконується повне квадратичне розширення, далі нові входи і їх розширення подаються на нову ААНМ (попередньо навчаючи її) і виділяється нова множину векторів  $\overline{ГК}^2$ ; після відкидання ГК з малими СКВ отримані нові ГК розглядаються як ще новіші входи. Для цих входів виконується повне квадратичне розширення, і нові входи і їх розширення знову подаються в ААНМ і знову виділяються нові входи. Метод нейромережевого синтезу може бути описаний

якісною аналітичною формулою. Аналітична формула може бути використана користувачем для подальших прогнозувань задач зі схожими залежностями у моделях даних. Проведені дослідження довели, що обчислення аналітичної формули відтворює результати роботи нейромережевого комплексу.

**Результати чисельних експериментів.** Як демонстраційний приклад використано експериментальні дані прогнозування енергонавантаження електромережі на основі 11 вхідних діючих факторів. Тренувальна вибірка задач складається з 365 вхідних векторів, що містять по 11 стовпців-входів та один стовпець-вихід. Тестова вибірка відповідно складається з 214 векторів (рис. 1). Для побудови графіків використано графічну бібліотеку ZedGraph [9].

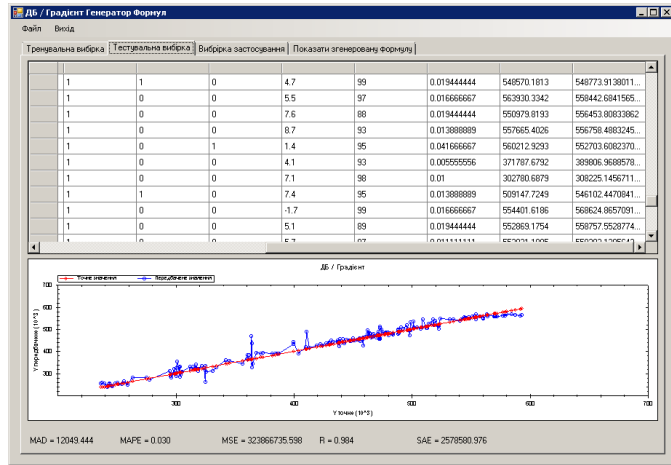


Рис. 1. Результат застосування розробленої програми для експериментальних даних прогнозування енергонавантаження електромережі

Розроблена програма демонструє високу точність прогнозування, при розв'язуванні задач з великими об'ємами тренувальних вибірок. Відгук відносна похибка прогнозування становить 3 %. Формулу, яку отримано внаслідок роботи нейромережевого комплексу, показано на рис. 2.

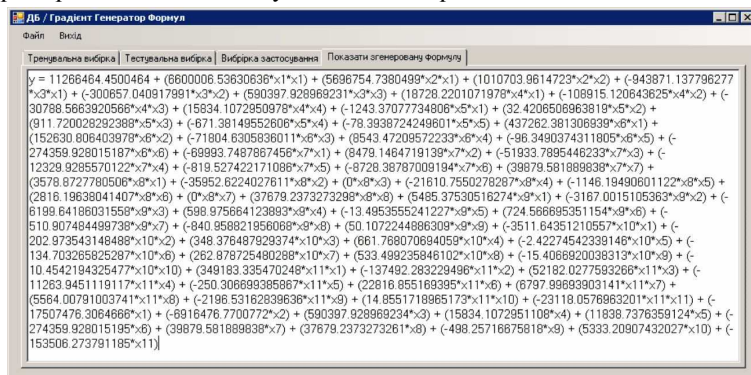


Рис. 2. Аналітична формула

**Висновки.** Розроблений метод забезпечує формування елементами структури ШНМ МГПІ поліномів для моделювання багатofакторних залежностей зі істотною нелінійністю. Синтезований поліном можна застосувати як у нейромережному варіанті "чорної скриньки", так і в явному вигляді, використовуючи результати навчання нейронної структури, де шляхом застосування окремого модуля нейромережевого комплексу забезпечується згенерування аналітичної формули. Програмний продукт, створений на базі описаного методу, забезпечує такі властивості:

- універсальність застосування для даних з малою і великою розмірністю;
- високу точність в режимі застосування навченого предиктора;
- генерацію якісної аналітичної формули для подальшого прогнозування;
- відсутність спеціальних вимог до математичної та комп'ютерної кваліфікації користувача.

### Література

1. Ткаченко Р.О. Самоорганізація поліноміальних моделей регресії в нейроподібних структурах геометричних перетворень / Р.О. Ткаченко, С.М. Дем'янчук // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності : зб. наук. праць. – Львів : Вид-во Львівського ДУ БЖД. – 2014. – № 9. – С. 12-17.
2. Sergii Demianchuk Improving the generalization quality in the neural structures of general regression // Computer science & information technologies (CSIT'2013), 2013. – Lviv, Ukraine.
3. Gabor D. A universal nonlinear filter, predictor and simulator which optimizes itself by a learning process / D. Gabor, W.R. Wilby, R.A. Woodcock // Proc. Inst. Electr. Engrs. – 1961. – Vol. 108., part B. – № 40. – Pp. 85-98.
4. Колмогоров А.Н. Интерполирование и экстраполирование стационарных случайных последовательностей // Известия АН СССР. – Сер.: Математическая. – Т. 5:1, 1941. – С. 3-14.
5. Weiner N. The Extrapolation Interpolation and Smoothing of Stationary Time-Series. I. Wiley, New York, 1949. – 290 p.
6. Weierstrass K., Abhandlungen aus der Funktionenlehre, B., 1860; Math. Werke, Bd 2, B., 1895.
7. Ивахненко А.Г. Помехоустойчивость моделирования / А.Г. Ивахненко, В.С. Степашко. – К.: Изд-во "Наук. думка", 1985. – 236 с.
8. Mladenov V. On the recurrent neural networks for solving general quadratic programming problems / V. Mladenov // Neural Network Applications in Electrical Engineering, 2004. – 236 p.
9. Haykin, Simon. Adaptive Filter Theory, 4th Ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2002.
10. ZedGraph: A flexible charting library for.NET. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.codeproject.com/Articles/5431/A-flexible-charting-library-for-NET>

**Ткаченко Р.А., Дем'янчук С.М.** Построение эмпирических формул с помощью многослойных нейроподобных структур геометрических преобразований

Предложены методы построения самоорганизационных полиномиальных моделей регрессии с функциональным расширением сигналов на основе машины геометрических преобразований. Функциональное расширение входных сигналов реализуется с помощью набора полиномов Колмогорова-Габора. Для построения полинома Колмогорова-Габора используются главные компоненты, которые выделяются путем построения автоассоциативной сети на основе входных и выходных сигналов. Приведены результаты построения аналитической формулы, которая может быть использована для дальнейших прогнозирования задач с похожими зависимостями в моделях данных. На основе полученных результатов установлена эффективная способность прогнозирования разработанного метода для выборки большого размера.

**Ключевые слова:** полиномиальные модели регрессии, нейронная сеть, автоассоциативная нейронная сеть, метод группового учета аргументов, модель геометрических преобразований.

**Tkachenko R.O., Demyanchuk S.M. The Construction of Empirical Formulas using Multilayer Neural Structures of Geometric Transformations**

The construction of the methods for self-organizational polynomial regression models with functional extension of signals based on geometric transformations machine are proposed. Functional extension of the input signals is implemented by a set of Kolmogorov-Gabor polynomials. To construct Kolmogorov-Gabor polynomial, principal components are used, that are marked out by building auto-associative network, based on the input and output signals. The results of analytical formulas can be used for further forecasting tasks with similar dependencies in the data model. Based on the results, an effective forecasting ability of this method for large samples is found.

**Keywords:** polynomial regression models, neural network, auto-associative neural network, group method of data handling, the model of geometric transformations.

УДК 519.765

Асист. І.Ю. Хомицька;

проф. В.М. Теслюк, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

**МОДЕЛЬ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГРУП АНГЛІЙСЬКИХ ПРИГОЛОСНИХ ФОНЕМ У СИСТЕМІ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СТИЛІВ**

Проаналізовано здатність кожної із груп приголосних фонем розмежовувати тексти, що репрезентують функціональні стилі англійської мови. Доведено, що середні частоти груп приголосних фонем є критерієм диференціації зіставлених текстів. Розроблено модель визначення стилерозмежувальної потужності груп приголосних фонем, яка встановлює місце кожної групи приголосних фонем у системі досліджуваних функціональних стилів: художнього (поезія, художня проза, драматургія), розмовного, газетного, наукового. Запропонована модель відображає специфіку процесу функціонування груп приголосних фонем, враховуючи позицію фонем у слові.

**Ключові слова:** стилерозмежувальна потужність груп приголосних фонем, позиція фонем у слові.

**Вступ.** Характеристика процесу функціонування груп приголосних фонем у межах системи певного стилю чи системи функціональних стилів передбачає врахування статистичних параметрів. Тому застосування методів математичної статистики є актуальним у сучасних дослідженнях. Статистичний метод однозначно, з математичною точністю, визначає місце кожної групи приголосних фонем у межах певної, заданої дослідником системи. У наших попередніх статтях [10-15] розглянуто: 1) систему поетичних творів одного історичного періоду і літературного напрямку (поезія Дж. Г. Байрона і Т. Мура); 2) систему художнього стилю, який поєднує підстилі поезії, художньої прози, драматургії; 3) систему функціональних стилів англійської мови (художнього, розмовного, газетного, наукового). Частота вживання певної групи приголосних фонем у межах певної системи дає інформацію про цю досліджувану групу фонем щодо її здатності розмежовувати зіставлювані тексти. Здатність диференціювати тексти різних стилів названо стилерозмежувальною потужністю [8].

Методи математичної статистики дають змогу встановити істотні та неістотні відмінності за групами приголосних фонем і, цим самим, встановити ступінь відмінності між текстами, визначити взаємодію мовного та стильового чинників, перший з яких виявляє свою дію під час встановлення неістотних відмінностей, а другий – істотних відмінностей.

Взаємодію фоностатистичних структур досліджуваних текстів доречно репрезентувати у вигляді моделі, яка є потужним апаратом у руках дослідника. Модель є формальною схемою, яка дає змогу відстежити закономірності процесу функціонування мовних одиниць під певним кутом зору. До вагомих здобутків у галузі моделювання потрібно віднести наукові розвідки І.А. Мельчука, який сформулював основні засади побудови породжуючої моделі [8], Н.Д. Андреева, який досліджував структурно-імовірнісні опозиції, імовірнісну диференційну ознаку в плані структурно-імовірнісного моделювання мови [8], Н.П. Дарчук, яка розглядає статистичну структуру тексту як показник авторського стилю, а також роботу Г.В. Єрмоленко, в якій розкрито специфіку імовірнісно-статистичної моделі [8].

У зазначених наукових роботах моделювання розглядають на рівні певного елемента системи, виокремленого з певною метою. У нашому дослідженні зроблено спробу описати фоностатистичні особливості фонологічної підсистеми системи англійської мови.

Новизною дослідження є розроблена модель репрезентації стилерозмежувальної потужності груп приголосних фонем у фонологічній підсистемі системи англійської мови, яка на відміну від наявних, враховуючи позицію фонем у слові, визначає здатність кожної групи фонем розмежовувати: тексти різних авторів у межах підстилю поезії; тексти різних підстилів у межах художнього стилю; тексти різних стилів у межах системи функціональних стилів англійської мови, що дає змогу з більшою точністю визначити місце кожної групи приголосних фонем у фонологічній підсистемі системи англійської мови.

Об'єктом дослідження є процес визначення стилерозмежувальної потужності груп приголосних фонем у системі функціональних стилів англійської мови (розмовного, газетного, художнього, наукового). Предметом дослідження є моделі визначення ступеня взаємодії мовного та стильового чинників при попарному зіставленні текстів досліджуваних стилів за отриманими частотними характеристиками. Матеріалом дослідження є тексти, що репрезентують функціональні стилі англійської мови (художній (поезія, художня проза, драматургія), науковий, розмовний, газетний). Метою дослідження є вивчення взаємодії мовного та стильового чинників при розмежуванні функціональних стилів за частотними характеристиками груп приголосних фонем.

Для досягнення поставленої мети виконано такі завдання:

1. Перевірено вірність гіпотези: середні частоти груп приголосних фонем  $\bar{x}$  генеральної сукупності (функціонального стилю) підлягають нормальному розподілу;
2. Визначено обсяг робочої вибірки, на основі якого можна отримати інформацію про генеральну сукупність (функціональний стиль);
3. Продиференційовано досліджувані функціональні стилі шляхом аналізу величин типу  $\bar{x}_1^\alpha - \bar{x}_2^\alpha$  для двох випадків позиції фонем у слові;
4. Встановлено співвідношення дії мовного та стильового факторів при диференціюванні стилів;
5. Визначено стилерозмежувальну потужність груп приголосних фонем для диференціювання функціональних стилів, підстилів та поетичних текстів різних авторів.