

Технічні науки

УДК 676.242.3.06

**Плосконос Віктор Григорович**

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник,  
доцент кафедри екології та технології рослинних полімерів*

*Національний технічний університет України*

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

**Плосконос Виктор Григорьевич**

*кандидат технических наук, старший научный сотрудник,  
доцент кафедры экологии и технологии растительных полимеров*

*Национальный технический университет Украины*

*"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"*

**Ploskonos Viktor**

*Candidate of Technical Sciences, Senior Scientist,  
Assistant Professor of the Department of Ecology and Plant Polymers Technology*

*National Technical University of Ukraine*

*"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**Тіницька Єлизавета Юріївна**

*магістрант*

*Національного технічного університету України*

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"*

**Тиницкая Елизавета Юрьевна**

*магистрант*

*Национального технического университета Украины*

*"Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского"*

**Tinytska Yelyzaveta**

*Graduating Student of the*

*National Technical University of Ukraine*

*"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*

**КОМПЛЕКС ПОШУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ  
ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ЗАДАНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ  
КОМПЛЕКС ПОИСКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЮ СОЗДАНИЯ  
УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ  
COMPLEX OF SEARCH RESEARCH FOR THE PURPOSE OF  
CREATING PACKAGING MATERIALS WITH THE SPECIFIC  
PROPERTIES**

*Анотація.* Вирішувати складні питання з розроблення пакувальних матеріалів із заданими властивостями без вмісту екологічно шкідливих добавок дозволяє застосування комп'ютерних технологій за використання сучасних засобів обчислювальної техніки. Для досягнення поставленої мети в даній роботі, яка є першим із етапів пошукових досліджень, проведено комплекс експериментів зі створенням математичних моделей, На базі отриманих моделей та за використання комп'ютерних технологій на наступних етапах даної роботи планується розробити оптимальні умови створення нових видів пакувальних матеріалів із заданими властивостями.

**Ключові слова:** папір, пакувальний матеріал, механічні показники міцності, жиронепроникність, математичні моделі.

*Аннотация.* Решать сложные вопросы по разработке упаковочных материалов с заданными свойствами без содержания экологически вредных добавок позволяет применение компьютерных технологий при использовании современных средств вычислительной техники. Для достижения поставленной цели в данной работе, которая является первым из этапов поисковых исследований, проведен комплекс экспериментов с созданием математических моделей, на базе полученных моделей и за использование компьютерных технологий на следующих

*етапах данної роботи планується розробити оптимальні умови створення нових видів упаковочних матеріалів з заданими властивостями.*

**Ключевые слова:** *бумага, упаковочный материал, механические показатели прочности, жиронепроницаемость, математические модели.*

**Summary.** *The use of computer technology with the use of modern computer technology allows to solve complex problems in the development of packaging materials with specified properties without the content of environmentally harmful additives. To achieve this goal in this work, which is the first stage of exploratory research, a set of experiments with the creation of mathematical models. given properties.*

**Key words:** *paper, packaging material, mechanical strength, grease resistance, mathematical models.*

Якщо аналізувати ситуацію з екологічної безпеки стосовно забруднень, що вносяться з відходами пакувальної галузі, то стає зрозумілим, що вирішення питання розроблення пакувальних матеріалів нового покоління без використання екологічно шкідливих добавок, є досить актуальним.

Отже, метою даної статті є проведення в лабораторних умовах пошукових досліджень та отримання результатів, які слугуватимуть основою для подальшого розроблення нових видів пакувальних матеріалів з наперед заданими характеристиками міцності та властивостями жиронепроникності. Для досягнення поставленої мети в даній роботі реалізовано серію експериментальних досліджень в широкому діапазоні зміни всіх впливових факторів. В результаті проведення такої серії спланованих експериментальних досліджень стало можливим розробити комплекс математичних моделей. В подальшому, на наступних етапах досліджень, які будуть продовженням даної роботи, з’явиться можливість за використання математичних моделей та сучасних комп’ютерних

технологій провести детальний аналіз розроблених моделей з метою пошуку оптимальних умов для створення пакувальних матеріалів з наперед заданими та екологічно безпечними властивостями.

Як відомо, споживачі пакувального матеріалу – це кондитерські фабрики, хлібокомбінати, пекарні, м'ясокомбінати, холодокомбінати, заводи з перероблення риби, підприємства, що виготовляють шпулі для текстильної промисловості, чаєфасувальні фабрики, організації, що заготовляють лікарські трави, виробники комбінованих матеріалів та пакування для фаст-фудів і багато інших.

Пакувальний папір для фасування кожного із видів продукції вирізняється за масою площі 1 м<sup>2</sup>, білістю, комплексом бар'єрних властивостей, механічними показниками міцності, придатністю його поверхні для нанесення друку. Наприклад, для вистилання противнів під час виготовлення кондитерських і хлібобулочних виробів, пакування для вершкового масла, маргарину, фаршу, сирних виробів використовують пергамент і підпергамент, тобто такий пакувальний матеріал, що витримує високі температури (його можна використовувати декілька разів), а також характеризується високим опором проникненню жиру (високим ступенем жиронепроникності). Такі види пакувального паперу мають відносно невисоку масу площі 1 м<sup>2</sup> (від 20 до 60 г/м<sup>2</sup>). Для пакування продукції м'ясокомбінатів (копчені ковбаси, м'ясо тощо) застосовується також жировологостійкий папір з підвищеними бар'єрними властивостями, в той час, як для пакування заморожених м'яса і риби може використовуватись підпергамент з невисокою жиростійкістю.

Проведений аналіз літературних джерел показує, що на сьогодні не існує ідеальних пакувальних матеріалів і хімічних речовин або їх сполук, що мають універсальні властивості і забезпечують не тільки високий рівень жиронепроникності пакувального матеріалу, а і забезпечують необхідний комплекс його структурно-фізичних властивостей, таких як:

висока механічна міцність (руйнівне зусилля, відносне видовження, міцність на злом) в машинному і поперечному напрямку, гнучкість і пластичність та дрібнопориста структура, а також експлуатаційних властивостей, які забезпечують технологічність перероблення пакувального матеріалу під час його виготовлення, фасування і пакування та нанесення багатофарбової етикетки на одному з його боків.

Разом з тим, на сьогоднішній день відомий цілий ряд хімічних сполук, речовин і комплексів, які застосовуються з метою підвищення жиронепроникності шляхом введення до композиції паперової маси або методом нанесення на поверхню паперового полотна [1; 2; 3].

Як показують результати проведених досліджень, забезпечення достатнього рівня комплексу споживчих і експлуатаційних властивостей можливе за рахунок складу, до якого входять три або чотири компоненти, розчинені у воді [3]. Крім забезпечення необхідної жиронепроникності, оброблення паперу зазначеним складом сприяє також зростанню механічної міцності, а саме: міцності на злом під час багаторазових перегинів та показника відносного видовження. Неважко зрозуміти, що оброблення паперу подібними складами, регулюючи вміст кожного з компонентів і співвідношення між ними, дає змогу експериментатору виготовляти пакувальні матеріали для різних сфер застосування, тобто фасування і пакування в нього продуктів та товарів з високим, а також незначним вмістом жиру, але з підвищеним вмістом вологи, в тому числі для пакування продукції, що вимагає високої механічної міцності (наприклад, завертання цукерок і карамелі тощо) в машинному та поперечному напрямках, та подовженого терміну зберігання.

Головною кінцевою метою даної роботи, яка проводиться у декілька етапів, є розроблення параметрів та технологічних умов, з дотриманням яких можливе виготовлення пакувального матеріалу з наперед заданими характеристиками, використовуючи при цьому як інструмент для пошуку

сучасні підходи за використання комп'ютерних технологій та засобів обчислювальної техніки.

Для досягнення поставленої мети потрібно послідовно вирішувати певний перелік задач, який включає наступне:

- на перших етапах проводяться експериментальні дослідження та розробляється серія математичних моделей (описів), які включають весь комплекс впливових факторів;

- на другому етапі потрібно буде дослідити за використання комп'ютерних технологій та засобів обчислювальної техніки математичні описи з метою отримання повної картини поведінки об'єкта, що досліджується, в умовах, які не вивчалися в процесі проведення експерименту;

- на наступних етапах потрібно буде провести детальний аналіз результатів, що були отримані на попередніх етапах роботи, з метою пошуку за допомогою засобів обчислювальної техніки параметрів та технологічних умов виготовлення заданих видів пакувальних матеріалів.

### **Проведення експериментальних досліджень**

Першим етапом на шляху до досягнення кінцевої мети досліджень є проведення експериментальних досліджень, результати яких наведено в табл. 1. В процесі проведення експериментальних досліджень пакувальний матеріал піддавали поверхневому обробленню олеофобними та вологостійкими розчинами і складами для досягнення необхідного комплексу бар'єрних і захисних властивостей [4]. Кількість змінних параметрів, що досліджувалися, досягає восьми факторів.

У папері, на поверхню якого наносився водний розчин складу з суміші хімічних речовин, окрім покращення властивості жиронепроникності досягається також позитивне змінювання і інших властивостей, які необхідні під час застосування його в якості пакувального матеріалу для фасування різного асортименту продукції і

товарів.

Таблиця 1

## Масив експериментальних даних

Варіант	Фактори								Параметри							
	Щільність паперу, г/см <sup>3</sup>	Повітропроникність, см <sup>3</sup> /хв	Поверхнева вбирність води піл	Масова частка розчину компонента	Масова частка	Масова частка позичини компонента	Масова частка позичини компонента	Витрата розчину складу, г/м <sup>2</sup>	Руйнівне зусилля, Н	Відносне видовження (маш.напряг), %	Відносне видовження (попер.напряг), %	Міцність на злом (маш.напряг), ч.п.п.	Міцність на злом (попер.напряг), ч.п.п.	Вологоміцність, %	Повітропроникність, см <sup>3</sup> /хв	Поверхнева вбирність води, Кобб <sub>30</sub>
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>5</sub>	Y <sub>6</sub>	Y <sub>7</sub>	Y <sub>8</sub>
1.	0,72	9,5	64	10	0	3	0	8	112,0	2,6	7,0	1160,0	1075,0	19,0	0,4	11,0
2.	0,72	9,5	64	10	0	3	0	4	113,0	2,8	6,4	1970,0	1200,0	16,0	0,6	15,0
3.	0,72	9,5	64	8	6	3	0	2	100,0	2,6	6,7	3800,0	2600,0	18,0	2,4	-
4.	0,72	9,5	64	10	0	6	0,6	8	119,0	2,8	6,8	1070,0	920,0	18,0	0,3	11,0
5.	0,72	9,5	64	10	0	6	0,6	4	110,0	2,6	6,8	1400,0	1370,0	17,0	0,3	13,0
6.	0,72	9,5	64	10	6	3	0,6	8	82,0	3,0	7,0	4000,0	4000,0	23,0	0,9	17,0
7.	0,72	9,5	64	10	6	3	0	4	94,0	2,8	6,8	4000,0	4000,0	21,0	0,7	25,0
8.	0,72	9,5	64	10	6	0	0	8	89,0	3,4	7,2	4000,0	4000,0	24,0	0,3	19,0
9.	0,72	9,5	64	10	6	0	0	4	91,0	2,6	7,0	4000,0	2600,0	23,0	1,0	24,0
10.	0,72	9,5	8	8	6	3	0	2	98,0	2,4	6,8	3200,0	2400,0	18,0	1,4	26,0
11.	0,98	2,4	8	10	6	3	0	8	68,0	2,4	6,6	2090,0	366,0	14,0	1,2	19,0
12.	0,98	2,4	8	10	6	3	0	4	76,0	2,5	7,0	410,0	151,0	13,0	0,8	20,0
13.	0,98	2,4	8	10	6	0	0	8	70,0	2,6	7,0	2017,0	195,0	16,0	1,6	15,0
14.	0,98	2,4	8	10	6	0	0	4	80,0	2,8	7,2	1021,0	240,0	15,0	1,4	15,0
15.	0,72	2,4	8	10	0	0	0	4	74,0	2,4	6,6	576,0	125,0	16,0	1,3	21,0
16.	0,72	2,4	8	10	0	0	0	8	76,0	2,5	6,8	797,0	152,0	14,0	0,8	21,0
17.	0,72	2,4	8	8	6	3	0	8	82,0	2,6	6,8	2010,0	340,0	14,0	1,8	26,0
18.	0,72	2,4	8	8	6	3	0	2	70,0	2,4	5,8	2000,0	320,0	15,0	1,8	32,0

Як свідчать результати, наведені в табл. 1, папір додатково було досліджено, окрім жиропроникності, також за показниками, що характеризують його захисні (міцнісні) характеристики:

- руйнівне зусилля, Н (Y<sub>1</sub>);
- відносне видовження (машинний напряг), % (Y<sub>2</sub>);
- відносне видовження (поперечний напряг), % (Y<sub>3</sub>);
- міцність на злом (машинний напряг), ч.п.п. (Y<sub>4</sub>);



- міцність на злом ( поперечний напрям), ч.п.п ( $Y_5$ );
- вологоміцність, % ( $Y_6$ );
- повітропроникність, см<sup>3</sup>/хв ( $Y_7$ );
- поверхнева вбирність води, Кобб<sub>30</sub>, ( $Y_8$ ).

### **Розроблення та дослідження математичних моделей**

Якщо результати експериментальних досліджень, що наведені в табл.1, представляють собою інформаційний (цифровий) макет об'єкта, який ми досліджуємо, то математичні моделі (описи), що будуть створені на базі експериментальних даних, являють собою закодовану (ущільнену) інформацію про те, який вплив мають вхідні фактори на показники якості отриманого пакувального матеріалу. Математична модель, у відповідності зі своїм призначенням, повинна з максимальним ступенем відображувати механізми процесів, що вивчаються, тому, розроблення та подальше дослідження математичних моделей – це цілеспрямоване використання інформації з метою надати змогу експериментатору прослідкувати та вивчити закономірності змінювання досліджуваних властивостей отриманого пакувального матеріалу в залежності від значень, які будуть надані вхідним факторам.

Як показала практика виконання першого етапу роботи [4], найбільш ефективним для розроблення математичних моделей є використання методу групового врахування аргументів (МГВА) [5; 6]. Ефективність таких алгоритмів підвищується за їх комбінованого використання з методами інших прикладних і фундаментальних наук [6]. В даній роботі використано метод і відповідне програмне забезпечення, що пройшли випробування часом [7; 8; 9].

У відповідності з масивом експериментальних даних (див. табл.1) в процесі проведення першого етапу роботи розроблено математичні описи за тими ж показниками, за якими були проведені дослідження та випробування пакувального матеріалу ( $Y_1 - Y_8$ ):



*а) математична модель за показником руйнівного зусилля*

Показник руйнівного зусилля паперу, на поверхню якого нанесено водний розчин складу з суміші хімічних речовин, відноситься до одного із основних показників, що характеризує міцність пакувального матеріалу.

Математична модель за показником руйнівного зусилля має такий вигляд:

$$Y_{\text{руйнів.}} = 77,30 + 4,94 * X_2 * \text{Cos}^3(X_5) - 5,09 * 10^{-2} * X_2 * X_5 * X_8 + \quad (1) \\ + 2,31 * \text{Cos}(X_1) * \text{Sin}^2(X_4) * X_8 - 3,0 * 10^1 * X_1^2 * \text{Sin}(X_6) * \text{Sin}(X_8) - \\ - 2,18 * 10^1 * \text{Cos}(X_1) * \text{Sin}(X_3) * \text{Cos}^2(X_6)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 2,34 %.

*б) математична модель за показником відносного видовження (машинний напрям)*

$$Y_{\text{в.вид.(м.н.)}} = 3,19 + 8,01 * 10^{-5} * X_3 * \text{Cos}(X_3) * X_5 * \text{Cos}(X_7) * X_8 + \quad (2) \\ + 2,96 * 10^{-3} * X_1 * X_3 * \text{Cos}(X_6) * \text{Sin}(X_8) + 7,34 * 10^{-3} * \text{tg}(X_3) * (X_6) - \\ - 8,67 * 10^{-2} * \text{Cos}(X_1) * \text{Sin}(X_3) * X_4 + \\ + 3,22 * 10^{-2} * \text{Cos}(X_1) * \text{Sin}(X_2) * \text{Sin}(X_4) * (X_8) - 2,02 * 10^{-3} * X_2 * X_5$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 6,15 %.

*в) математична модель за показником відносного видовження (поперечний напрям)*

$$Y_{\text{в.вид.(п.н.)}} = 6,67 + 1,09 * \text{tg}(X_2) * \text{Cos}(X_3) * \text{tg}(X_4) * X_5 * \text{Cos}^2(X_8) - \quad (3) \\ - 9,66 * 10^{-4} * \text{Cos}(X_1) * X_3 * \text{Cos}^3(X_7) * \text{tg}(X_8) + 2,83 * 10^{-2} * (X_5) - \\ - 1,20 * 10^{-1} * X_1 * \text{tg}(X_1) * \text{Cos}(X_4) * \text{Cos}(X_6) + \\ + 2,09 * 10^{-2} * \text{tg}(X_1) * X_2 * \text{tg}(X_3) * \text{Sin}(X_6) * \text{Sin}(X_8)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 3,33 %.

*г) математична модель за показником міцності на злом (машинний напрям)*

$$Y_{\text{злом.(м.н.)}} = 6,57 * 10^3 + 1,19 * \text{Cos}^2(X_1) * X_2 * X_4 * X_5^2 - \quad (4) \\ - 9,52 * 10^2 * X_1^2 * X_2 * \text{Sin}(X_2) * \text{Sin}(X_8) * \text{Cos}(X_8) - \\ - 5,74 * 10^3 * \text{Sin}(X_3) * \text{Cos}^2(X_5) - 4,57 * X_1 * X_4 * X_5 * X_6 * \text{Sin}(X_8) * \text{Cos}(X_8) + \\ + 1,99 * 10^3 * \text{Cos}(X_3) * \text{Sin}(X_4) * \text{Cos}(X_6) * \text{Cos}(X_7) * \text{Sin}(X_8) * \text{Cos}(X_8)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 0,96 %.

*д) математична модель за показником міцності на злом (поперечний напрям)*

$$\begin{aligned} Y_{\text{злом.(п.п.)}} = & 120,55 - 1,55 * 10^{-1} * X_2^3 * X_4^2 * \text{Sin}(X_5) + \\ & + 6,31 * 10^{-1} * \text{Cos}(X_1) * X_3 * X_4 * X_6 * \text{Cos}^2(X_7) + \\ & + 3,43 * X_3 * \text{Sin}(X_4) * \text{Cos}(X_4) * X_5 * \text{Cos}(X_7) * \text{Sin}(X_8) - \\ & - 8,88 * 10^1 * X_7 * X_8 * \text{Sin}^3(X_8) + 2,62 * 10^{-1} * \text{Cos}(X_1) * X_2^2 * \text{Sin}(X_2) * X_3 * X_5 - \\ & - 1,19 * 10^3 * \text{Cos}(X_3) * \text{Cos}(X_6) * \text{Cos}^2(X_7) * \text{Cos}^2(X_8) \end{aligned} \quad (5)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 0,15 %.

*е) Математична модель за показником вологоміцності*

$$\begin{aligned} Y_{\text{вологоміцн.}} = & 13,90 - 3,96 * \text{Cos}(X_1) * \text{Cos}(X_3) * \text{Cos}(X_4) * \text{Cos}^2(X_6) + \\ & + 1,10 * X_1^2 * X_2 * \text{Cos}(X_7) * \text{Sin}^2(X_8) - \\ & - 6,52 * 10^{-1} * X_1 * \text{Sin}(X_1) * \text{Cos}(X_6) * \text{Cos}(X_7) * X_8 * \text{Cos}(X_8) - \\ & - 5,07 * 10^{-1} * \text{Cos}^3(X_1) * \text{Sin}(X_2) * X_8 * \text{Sin}(X_8) - \\ & - 5,95 * 10^{-1} * \text{Cos}(X_3) * X_5 * \text{Cos}^2(X_7) * \text{Sin}^2(X_8) \end{aligned} \quad (6)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 1,15 %.

*ж) математична модель за показником повітропроникності*

$$\begin{aligned} Y_{\text{повітропр.}} = & 1,78 - 2,60 * 10^{-6} * X_2 * X_4^5 + 2,17 * 10^{-4} * X_2^2 * X_3 + \\ & + 4,75 * 10^{-2} * X_5 - 1,39 * 10^{-1} * X_1^5 * X_6 - \\ & - 2,96 * 10^{-4} * X_2 * X_8^2 + 8,45 * 10^{-2} * X_5 * X_7 \end{aligned} \quad (7)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 7,96 %.

*з) математична модель за показником вбирності води*

$$\begin{aligned} Y_{\text{вбирність}} = & 18,39 + 5,10 * \text{Cos}^2(X_1) * \text{Sin}(X_4) * X_6 * \text{Sin}^2(X_8) + \\ & + 1,65 * 10^1 * \text{Cos}^2(X_1) * \text{Cos}(X_3) * \text{Sin}(X_4) * X_5 * \text{Cos}(X_8) + \\ & + 9,77 * \text{Sin}(X_2) * \text{Cos}(X_2) * \text{Cos}(X_3) * \text{Cos}(X_4) * X_5 * \text{Cos}(X_6) - \\ & - 2,60 * 10^1 * \text{Cos}^2(X_1) * \text{Sin}(X_2) * \text{Sin}^2(X_8) * \text{Cos}(X_8) - \\ & - 3,74 * \text{Sin}^2(X_4) * \text{Sin}(X_6) * \text{Cos}^2(X_7) * X_8 \end{aligned} \quad (8)$$

Похибка розроблення математичного опису не перевищує 1,78 %.

**Висновки.** В даній роботі, яка є першим із етапів пошукових досліджень, проведено серію експериментів та розроблено цілий ряд математичних моделей за різними показниками міцності пакувальних матеріалів, які можливо буде віднести до пакування нового покоління.

На наступних етапах роботи планується провести аналіз математичних моделей за використання комп'ютерних технологій та засобів обчислювальної техніки з метою отримання повної картини поведінки об'єкта, що досліджується, в умовах, які не вивчалися в процесі

проведення експерименту. А також потрібно буде провести детальний аналіз результатів, що були отримані на попередніх етапах роботи, з метою пошуку за допомогою засобів обчислювальної техніки параметрів та технологічних умов для виготовлення заданих видів пакувальних матеріалів.

### **Література**

1. Плосконос В.Г. Методологія розробки нових композиційних матеріалів на основі паперу та картону з використанням інноваційних та комп'ютерних технологій // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". 2020. № 3(83). С. 55-59. DOI: 10.25313/2520-2057-2020-3-5626.
2. Трухтенкова Н.Е., Килипенко А.В. и др. Технология упаковочной бумаги. М.: "Лесная промышленность". 1974. 288 с.
3. Рибальченко В.В., Коптюх Л.А., Плосконос В.Г., Осика В.А. Підвищення жиронепроникності пакувального паперу // Упаковка 2007. № 2. С. 23-26.
4. Плосконос В.Г. Використання комп'ютерних технологій в розробці олеофобного складу для підвищення жиронепроникності нових видів пакувальних матеріалів // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". 2021. № 2(102). С. 82-86.
5. Ивахненко А.Г. Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем. Киев: Наукова думка, 1982. 296 с.
6. Ивахненко А.Г. Кибернетика – наука о моделировании связи и управления в сложных системах // Автоматика. 1982. №1. С. 3-15.
7. Кикоть В.С. Разработка и исследование комбинированных методов идентификации проектируемых объектов на основе принципа самоорганизации: Автореф. дис. канд. техн. наук. Киев: 1984. 22 с.

8. Плосконос В. Г Використання комп'ютерних технологій в розробці планів експериментальних досліджень складних технологічних систем виробництва паперу та картону // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". 2018. № 21(61), Т. 3. С. 50-54. DOI: 10.25313/2520-2057-2018-21-4428
9. Кикоть В.С., Плосконос В.Г. Идентификация характеристик сложных проектируемых систем с использованием принципов самоорганизации и топологического метода анализа // Автоматика. 1986. №3. С. 34-42.