

DOI: <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2026-63-18>

УДК 536.21

**Карашецький Володимир Петрович**, к.т.н., доцент

<https://orcid.org/0009-0008-1460-2674>

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

## ВЕБСИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПІДБОРУ І ВІДОБРАЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ІНТЕРПОЛЯНТ ДЛЯ ДВОВИМІРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ

**Карашецький В.П.** Вебсистема автоматизованого підбору і відображення оптимальних інтерполянт для двовимірних залежностей. Результати експерименту, подані у вигляді таблиць, не завжди дозволяють наочно передати сутність досліджуваних процесів та визначити характер функціональних залежностей. Графічне представлення отриманих даних є ефективним методом, що дає змогу компактно й зрозуміло відобразити взаємозв'язки між параметрами, які вивчаються. У таких випадках виникає необхідність виразити ці результати через математичні залежності. Отже, пошук оптимальної інтерполяційної моделі залишається важливою науковою та практичною задачею. У роботі запропоновано методологію та розроблено програмне забезпечення для вебсистеми, що автоматизує процес підбору та відображення оптимальних інтерполянт для двовимірних залежностей, заданих у табличному вигляді. Створена вебсистема представлена у вигляді вебсайту, реалізованого мовою програмування Java із залученням фреймворків Hibernate, JSF та бібліотек Jzy3d і PrimeFaces. Дану систему можна ефективно використовувати для математичного моделювання залежностей, що відображають різні процеси та явища в багатьох галузях діяльності. У якості інтерполянт застосовано повні поліноми першого, другого та третього степенів. Для знаходження коефіцієнтів інтерполянт застосовано метод інтерполяції. Система лінійних алгебраїчних рівнянь відносно коефіцієнтів інтерполянт розв'язується чисельним методом Гауса. Для оцінювання якості інтерполяції застосовано коефіцієнт детермінації [12]. Оптимальною вважається інтерполянта, для якої значення цього коефіцієнта є максимальним. Наведено двовимірні графіки оптимальних інтерполянт разом із їхніми аналітичними виразами для деяких залежностей, отриманих експериментальним шляхом.

**Ключові слова:** інтерполяція, оптимальна інтерполянта, коефіцієнт детермінації, Java, Hibernate, JSF, Jzy3d, PrimeFaces.

**Karashetsky V.** Web system for automated selection and display of optimal interpolants for two-dimensional dependencies. The results of the experiment, presented in the form of tables, do not always allow us to clearly convey the essence of the studied processes and determine the nature of functional dependencies. Graphical representation of the obtained data is an effective method that allows us to compactly and clearly display the relationships between the parameters under study. In such cases, it becomes necessary to express these results through mathematical dependencies. Therefore, the search for the optimal interpolation model remains an important scientific and practical task. The paper proposes a methodology and develops software for a web system that automates the process of selecting and displaying optimal interpolants for two-dimensional dependencies given in tabular form. The created web system is presented in the form of a website implemented in the Java programming language with the involvement of the Hibernate, JSF frameworks and the Jzy3d and PrimeFaces libraries. This system can be effectively used for mathematical modeling of dependencies that reflect various processes and phenomena in many fields of activity. Complete polynomials of the first, second and third degrees are used as interpolants. The interpolation method is used to find the coefficients of the interpolants. The system of linear algebraic equations with respect to the coefficients of the interpolants is solved by the numerical Gauss method. The coefficient of determination is used to assess the quality of interpolation [12]. The optimal interpolant is considered to be the one for which the value of this coefficient is maximum. Two-dimensional graphs of optimal interpolants are presented together with their analytical expressions for some dependencies obtained experimentally.

**Keywords:** interpolation, optimal interpolant, coefficient of determination, Java, Hibernate, JSF, Jzy3d, PrimeFaces.

**Постановка проблеми.** Результати експерименту, подані у вигляді таблиць, часто не дозволяють наочно зрозуміти фізичну суть досліджуваних процесів або визначити характер їхньої функціональної залежності. Одним із ефективних способів обробки експериментальних даних є представлення результатів у формі графічних залежностей, які дозволяють компактно й зрозуміло відобразити взаємозв'язки між параметрами, що вивчаються. У таких випадках виникає потреба у математичному описі цих залежностей, що робить завдання пошуку оптимальної інтерполянти важливим як з наукової, так і з практичної точки зору.

**Аналіз досліджень.** Під час дослідження проаналізовано класичні та сучасні методи інтерполяції функціональних залежностей [1–10]. Основна увага приділена поліномам Лагранжа та Ньютона, сплайн-інтерполяції для наближення таблично заданих даних, а також тригонометричній інтерполяції. Детально розглянуто способи визначення похибки поліноміальної інтерполяції та її оцінки, що дозволяє контролювати точність наближення.



$$\bar{z} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k z_i$$

(9)

Оптимальною вважається та з отриманих інтерполянт, яка має найбільше значення коефіцієнта детермінації.

Розроблена вебсистема включає вебсторінку, на якій для авторизації користувача передбачена кнопка "Login" (рис. 1).



Рис. 1. Головне вікно вебсистеми

Для вибору та відображення оптимальної інтерполяції для двовимірної залежності користувач має скористатися меню "Двовимірна функція" і обрати підпункт "Вхідні дані та перегляд результату". Після цього відкривається вікно графічного інтерфейсу системи (рис. 2). Спершу необхідно поетапно заповнити таблицю вхідних значень. Для внесення даних потрібно вводити значення величин  $x_i, y_i, z_i$  для кожного  $i$ -го вузла в зазначені поля і натискати кнопку "Ввести значення". На екрані з'явиться вікно з повідомленням про успішне введення значень величин (рис. 3) або з нагадуванням про потребу їх введення (рис. 4).

Номер п/п	x	y	z
41	60.0	80.0	3.08
42	60.0	100.0	3.2
43	70.0	0.0	2.75
44	70.0	20.0	2.85
45	70.0	40.0	2.97
46	70.0	60.0	3.08
47	70.0	80.0	3.18
48	70.0	100.0	3.3
49	80.0	0.0	2.82
50	80.0	20.0	2.96
51	80.0	40.0	3.06
52	80.0	60.0	3.17
53	80.0	80.0	3.28
54	80.0	100.0	3.4
55	90.0	0.0	2.95
56	90.0	20.0	3.05
57	90.0	40.0	3.15
58	90.0	60.0	3.24
59	90.0	80.0	3.38
60	90.0	100.0	3.48
61	100.0	0.0	3.0
62	100.0	20.0	3.12
63	100.0	40.0	3.21
64	100.0	60.0	3.32
65	100.0	80.0	3.45
66	100.0	100.0	3.52
67	120.0	0.0	3.14
68	120.0	20.0	3.22
69	120.0	40.0	3.33
70	120.0	60.0	3.44
71	120.0	80.0	3.55
72	120.0	100.0	3.63

Рис. 2. Вікно "Вхідні дані"

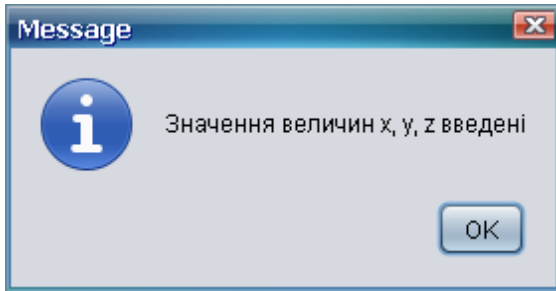


Рис. 3. Вікно з повідомленням про успішне введення значень  $x_i, y_i, z_i$

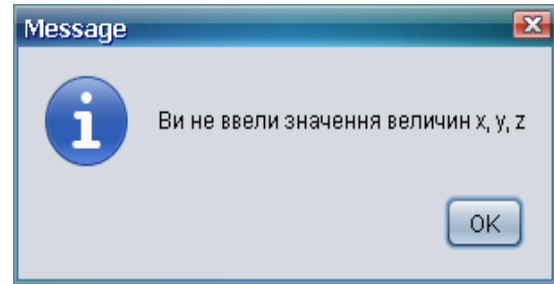


Рис. 4. Вікно з нагадуванням про необхідність введення значень  $x_i, y_i, z_i$

Для видалення останнього рядка із таблиці вхідних даних або повного очищення таблиці доступні кнопки "Видалити рядок" і "Очистити таблицю". Після натискання відповідної кнопки на екрані з'являється вікно підтвердження: для видалення останнього рядка (рис. 5) або для очищення усієї таблиці (рис. 6). У цих вікнах пропонується підтвердити або скасувати обрану дію.

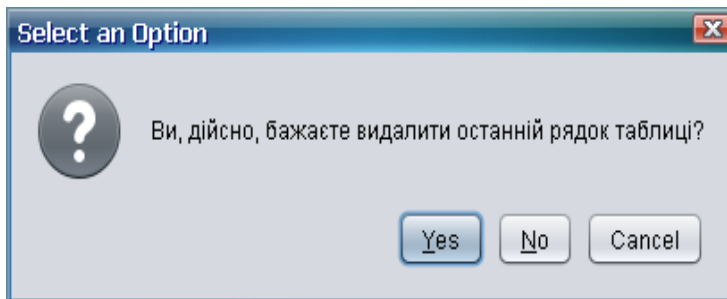


Рис. 5. Вікно для видалення останнього рядка таблиці

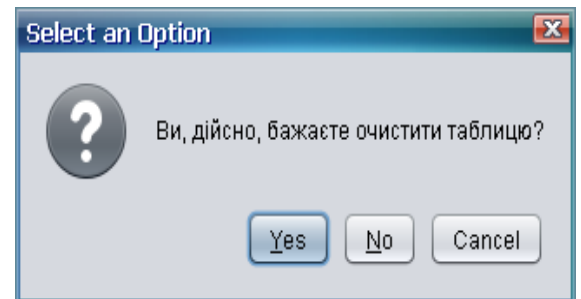


Рис. 6. Вікно для очищення таблиці

Після заповнення таблиці вхідних параметрів для вибору оптимальної інтерполянти необхідно натиснути кнопку "Пуск". У відповідь з'явиться діалогове вікно, яке містить аналітичний вираз оптимальної інтерполянти (рис. 7) або повідомлення про неможливість її визначення (рис. 8), якщо система рівнянь (2) не має розв'язку. Після закриття цього вікна автоматично буде згенеровано графік оптимальної інтерполянти. Цей графік можна обертати, змінювати його масштаб, переміщувати по осі  $Z$ , анімувати, а також зберегти у вигляді скріншоту. Для реалізації функціоналу застосовано фреймворк Hibernate і бібліотеку Jzy3d [13], реалізовані на платформі Java.

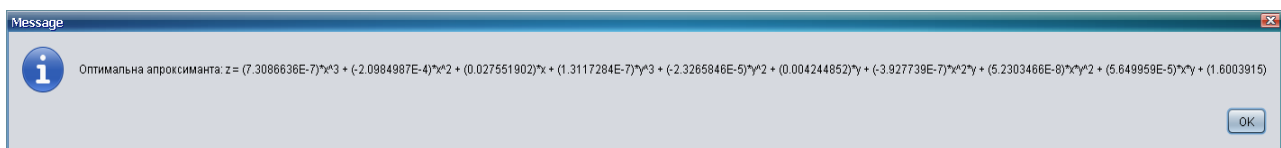


Рис. 7. Вікно з виразом оптимальної інтерполянти

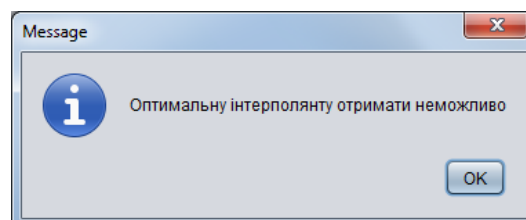


Рис. 8. Вікно з повідомленням про неможливість отримання оптимальної інтерполянти

Двовимірні графіки оптимальних інтерполянт для деяких залежностей представлені на рисунках 9 та 10.

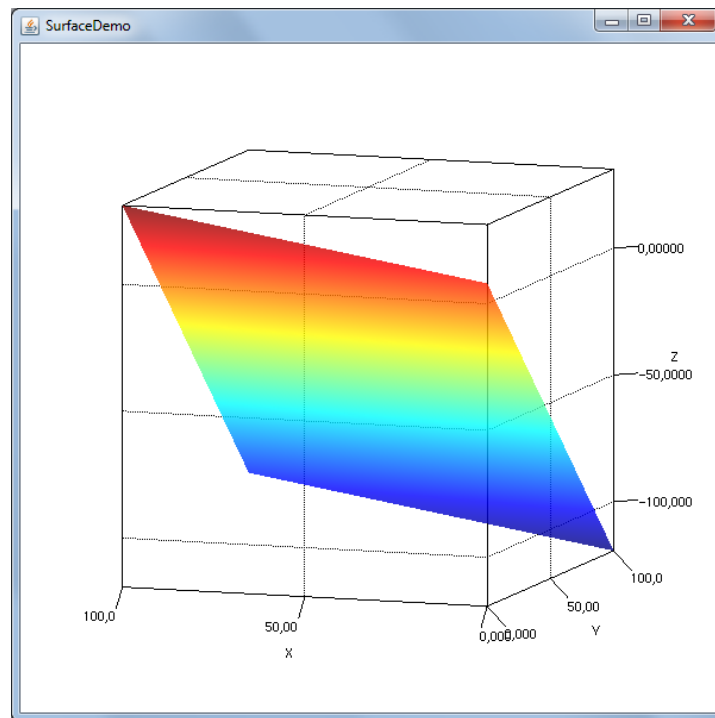


Рис. 9. Двовимірний графік оптимальної інтерполянти для залежності рівноважного вмісту вологи деревини від відносної вологості та температури

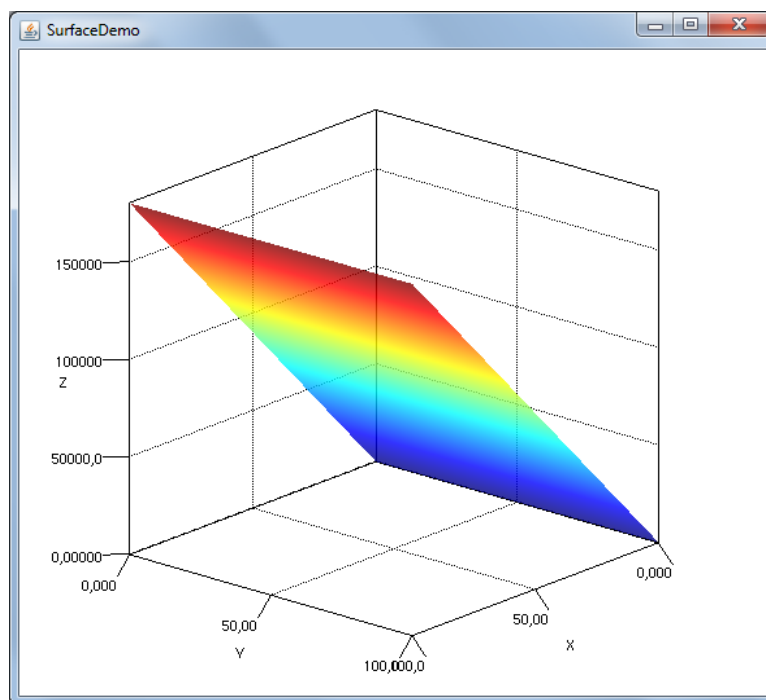


Рис. 10. Графік оптимальної інтерполянти для залежності щільності деревини в  $\text{кг}/\text{м}^3$  від відносної щільності та абсолютної вологості

**Висновки.** Розроблено вебсистему для підбору та візуалізації оптимальних інтерполянт двовимірних залежностей, представлених у табличній формі. Даний інструмент можна застосовувати для математичного моделювання досліджуваних процесів у різних галузях.

#### Список бібліографічного опису

1. Бахвалов Н. С. Численные методы. М. : Бинум, 2011. 640 с.
2. Гаврилюк І. П. Методи обчислень. Київ: Вища шк., 1995. 367 с.
3. Задачин В. М. Чисельні методи: навч. посібник. Харків: Вид. ХНЕУ, 2014. 180 с.
4. Кветний Р. Н. Методи комп'ютерних обчислень: навч. посібник. Вінниця: ВДТУ, 2001. 148 с.
5. Лященко М. Я. Чисельні методи. Київ: «Либідь», 1996. 288 с.
6. Мороз В. В. Обчислювальна математика: навч. посібник. Хмельницький: ХНУ, 2004. 124 с.
7. Новотарський М.А. Алгоритми та методи обчислень: навч. посібник. Київ: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. 407 с.
8. Прокопенко Ю. В. Обчислювальна математика: навч. посібник. Київ: «Політехніка», 2013. 224 с.
9. Самборська О. М. Числові методи: навч. посібник. Тернопіль: ТДТУ ім. Івана Пулюя, 2008. 140 с.
10. Цегелик Г. Г. Чисельні методи: підручник. Львів: Н. У., 2004. 407 с.
11. Карашецький В. П. Вебзастосунок автоматизованого підбору та відображення оптимальних інтерполянт для одновимірних залежностей. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Луцьк, 2025. Випуск № 61, с. 12-17.
12. Coefficient of determination. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient\\_of\\_determination](https://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient_of_determination).
13. JZY3D. URL: <http://www.jzy3d.org>.

#### References

1. Bakhvalov N. S. Numerical methods. M.: Bynom, 2011. 640 p.
2. Gavrilyuk I. P. Methods of calculations. Kyiv: Higher school, 1995. 367 p.
3. Zadachyn V. M. Numerical methods: textbook. Kharkiv: Publishing house of KhNEU, 2014. 180 p.
4. Kvetny R. N. Methods of computer calculations: textbook. Vinnytsia: VDTU, 2001. 148 p.
5. Lyashchenko M. Ya. Numerical methods. Kyiv: "Lybid", 1996. 288 p.
6. Moroz V. V. Computational mathematics: textbook. Khmelnytskyi: KhNU, 2004. 124 p.
7. Novotarsky M.A. Algorithms and methods of calculations: a textbook. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2019. 407 p.
8. Prokopenko Y. V. Computational mathematics: a textbook. Kyiv: "Polytechnics", 2013. 224 p.
9. Samborska O. M. Numerical methods: a textbook. Ternopil: Ivan Pulyuy Technical University, 2008. 140 p.
10. Tsegelyk G. G. Numerical methods: a textbook. Lviv: N. U., 2004. 407 p.
11. Karashetsky V. Web application for automated selection and display of optimal interpolants for one-dimensional dependencies. COMPUTER-INTEGRATED TECHNOLOGIES: EDUCATION, SCIENCE, PRODUCTION. Lutsk, 2025. Issue No. 61, pp. 12-17.
12. Coefficient of determination. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient\\_of\\_determination](https://en.wikipedia.org/wiki/Coefficient_of_determination).
13. JZY3D. URL: <http://www.jzy3d.org>.

Історія статті:

Отримано: 11.05.2026 Доопрацьовано: 12.05.2026 Прийнято до друку: 23.05.2026 Опубліковано: 29.05.2026