

2. Box G. E., Hunter J. S., Hunter W. G. Statistics for Experimenters: Design, Innovation, and Discovery. New York : Wiley-Interscience, 2005. 656 p. URL : [https://pages.stat.wisc.edu/~yxu/Teaching/16%20spring%20Stat602/\[George_E._P._Box,_J._Stuart_Hunter,_William_G._Hu\(BookZZ.org\).pdf](https://pages.stat.wisc.edu/~yxu/Teaching/16%20spring%20Stat602/[George_E._P._Box,_J._Stuart_Hunter,_William_G._Hu(BookZZ.org).pdf).
3. Johansson R. Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib. New York : Apress, 2019. 709 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-4246-9>.
4. Myers R. H., Montgomery D. C., Anderson-Cook C. M. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. Hoboken : John Wiley & Sons, 2016. 705 p. URL : https://www.researchgate.net/profile/Mital_Kaneria/post/What_are_the_applications_of_response_surface_methodology/attachment/59d634a779197b80779924cf/AS:380731785269248@1467784939841/download/RESPONSE-SURFACE-METHODOLOGY-Process-and-Product-Optimization-Using-Designed-Experiments-3rd-Edition.pdf.
5. Ryan T. P. Modern Experimental Design. Hoboken : John Wiley & Sons, 2007. 592p. URL : <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/5685/82/L-G-0000568582-0002356752.pdf>
6. Lawson J. Design and Analysis of Experiments with R. Boca Raton : CRC Press, 2015. 600 p. URL : <https://archive.org/details/designanalysisof0000laws>.

УДК 664.002.5:004.94

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

¹Грива Г. А., аспірант; ²Єлізарова Д. В., студентка магістратури;

¹Леонтьєва В. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент;

¹Кондрат'єва Н.О., канд. фіз.-мат. наук, доцент

¹Запорізький національний університет

²Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Сучасний розвиток харчової індустрії вимагає якісно нових підходів до проектування технологічних ліній, що зумовлено складністю біохімічних перетворень сировини та необхідністю суворого дотримання стандартів безпечності харчових продуктів. У наукових дослідженнях останніх років особливе місце посідає використання засобів комп'ютерного моделювання, які дозволяють детально аналізувати динаміку виробничих процесів у віртуальному середовищі, що є критично важливим для мінімізації браку та оптимізації енерговитрат [1]. Такі підходи знаходять широке застосування в автоматизації хлібопекарського, кондитерського та м'ясопереробного виробництв, де закономірності зміни фізико-хімічних показників (зокрема, вологості, в'язкості та температурних полів) за своєю сутністю є складними для прямого спостереження. Притаманна харчовим технологіям специфіка виникає внаслідок нестабільності характеристик сільськогосподарської сировини, присутності стохастичних факторів під час теплової обробки або ферментації, що суттєво ускладнює задачу ефективного керування якістю кінцевого продукту [1-3].

У роботі проаналізовано ключові стратегії моделювання, які можуть бути реалізовані для вирішення прикладних завдань галузі, а саме: обчислювальна гідродинаміка, системна динаміка та інтелектуальний аналіз даних.

В результаті проведеного аналізу визначено, що методи обчислювальної гідродинаміки забезпечують гарантовану точність відтворення тепломасообмінних процесів усередині технологічного обладнання, адаптивне моделювання на основі системної динаміки надає гнучкість у дослідженні взаємопов'язаних етапів переробки сировини, а методи штучного інтелекту дозволяють динамічно підлаштовувати параметри ліній до змінних характеристик інгредієнтів у реальному часі [4-6].

Кожен із досліджених інструментів має свою унікальну сутність: гідродинамічне моделювання забезпечує надійність фізичних розрахунків, системна динаміка – цілісність сприйняття технологічного ланцюга, а інтелектуальні алгоритми – ефективність за критеріями якості та ресурсозбереження.

Оскільки керування сучасними харчовими виробництвами є багатогранною проблемою, що вимагає врахування як мікробіологічних, так і механічних чинників, то комбінація зазначених підходів разом із використанням хмарних платформ моделювання відкриває нові перспективи для створення стійких та високотехнологічних систем, здатних ефективно функціонувати в умовах цифрової трансформації харчового сектору.

ЛІТЕРАТУРА

1. Computerized Control Systems in the Food Industry ; ed. Mittal G.S. New York: Marcel Dekker. URL : https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781351458603_A36381704/preview-9781351458603_A36381704.pdf.
2. Потапов В. О. Моделювання технологічних процесів харчових виробництв: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2008. 148 с.
3. Берник І. М., Коц І. В. Вибір алгоритму управління процесом барометричної обробки харчової сировини в тепловій камері з аеродинамічним нагріванням. *Продовольчі ресурси*. 2019, №13. С. 7–14.
4. Norton T., Sun D.-W. Computational fluid dynamics (CFD) – an effective and efficient design and analysis tool for the food industry: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2006. Vol. 17. P. 600-620. Url: 10.1016/j.tifs.2006.05.004.
5. Fortmann-Roe S. Insight Maker: A General-Purpose Tool for Web-Based Modeling & Simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 2014. No. 47. P. 28–45. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.simpat.2014.03.013>.
6. Datta A. K., Nicolaï B., Vitrac O., Verboven P., Erdogdu F., Marra F., Sarghini F., Koh C. J. Computer-aided food engineering. *Nature Food*, 2022. Vol. 3, No.11. P. 894–904. URL: <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00617-5>.

УДК 519.6

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТРИЩИННОСТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ З ОПТИМІЗАЦІЄЮ АПРОКСИМУЮЧИХ ФУНКЦІЙ У МЕТОДІ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

*Єгорова В. С., студентка магістратури; Гребенюк С. М., д-р техн. наук, професор
Запорізький національний університет*

Однією з ключових задач забезпечення безпеки критичної інфраструктури (мостів, гідротехнічних споруд, промислових об'єктів Запоріжжя) є точна оцінка