

## **ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ**

Тематика більшості робіт в курсовому та дипломному проектуванні при підготовці інженерів-механіків у Національному університеті харчових технологій (НУХТ) пов'язано з розгляданням проблеми інтенсифікації та модернізації технологічного обладнання за напрямками відповідних спеціалізацій (цукрове, м'ясне, хлібне, кондитерське та ін.). Вирішення цієї проблеми неможливо без встановлення основних закономірностей термомеханічних і масообмінних процесів, що проходять у харчовій масі. Більшість харчових мас є висококонцентрованими гетерогенними дисперсними системами, які доцільно вважати об'єктами фізико-хімічної механіки. Як відомо, технологічна переробка дисперсних матеріалів супроводжуються одночасним проходженням реологічних, хімічних температурних, масообмінних процесів. Тобто для модельного описування подібних процесів потрібно сформулювати відповідні нелінійні просторово-нестационарні крайові задачі математичної фізики. Однак отримання аналітичних розв'язків цих задач пов'язане зі значними математичними труднощами, особливо для студентів технологічних напрямків спеціалізації.

Завдяки появі ЕОМ великої потужності з'явилася можливість ефективного розв'язання нелінійних просторово-нестационарних крайових задач математичної фізики та отримання відповідних кількісних характеристик, які відображають поведінку об'єктів, що розглядаються, у різних технологічних процесах. При цьому головним принципом проведення обчислювального експерименту є розгляд у єдиному комплексі постановки задачі, методів її розв'язування та реалізації розрахункового алгоритму у вигляді програмної системи. Цей принцип покладено в основу при створенні інформаційних технологій проектування (ІТП) технологічного обладнання харчових виробництв [1].

Розглянемо ІТП типу "математична модель — інтелектуальна експертна система — система автоматизованого проектування", схему якої наведено на рис. 1. Інформаційна технологія проектування розглядає технологічний процес у вигляді мультикомпонентної системи взаємозв'язаних об'єктів досліджень: дисперсної сировини, елементів технологічного обладнання, термомеханічного навантаження та ін. Розроблено загальну методика визначення відповідних раціональних конструктивно-технологічних параметрів, схему якої наведено на рис. 2.

Розглядаючи конкретну переробну технологію, приймаємо концепцію подання дисперсних мас як двохфазних сумішей пористої або зернистої твердої деформованої структури з рідиною чи газом. Для описування поведінки дисперсних матеріалів використано поняття напружень, деформацій, щільності, а також швидкості зміни параметрів. Ці тензорні та скалярні характеристики мають локальну природу і визначаються за допомогою операцій граничного переходу, коли елементи простору (об'єми і поверхні) стягуються до точок. У традиційних моделях континуума точки отождожують з частками середовища, а ті, у свою чергу, є елементарними носіями властивостей матеріалу. Подібне отождоження в дисперсному матеріалі ускладнюється через брак єдиної думки про те, що потрібно розуміти під часткою такого середовища. Класичне уявлення про частку в механіці дисперсних середовищ полягає в отождоженні її з твердими мінеральними зернами різної дисперсності. Виникає такий парадокс: кожна частка середовища — це по суті тверде тіло, що деформується. Оскільки кожна дискретна частка взаємодіє із сусідніми, розподіл напружень у ній неоднорідний. Тому, щоб спростити математичне описування механічної поведінки дисперсних матеріалів, будемо використовувати для відповідних параметрів просторове усереднення по твердій та рідкій фазах.

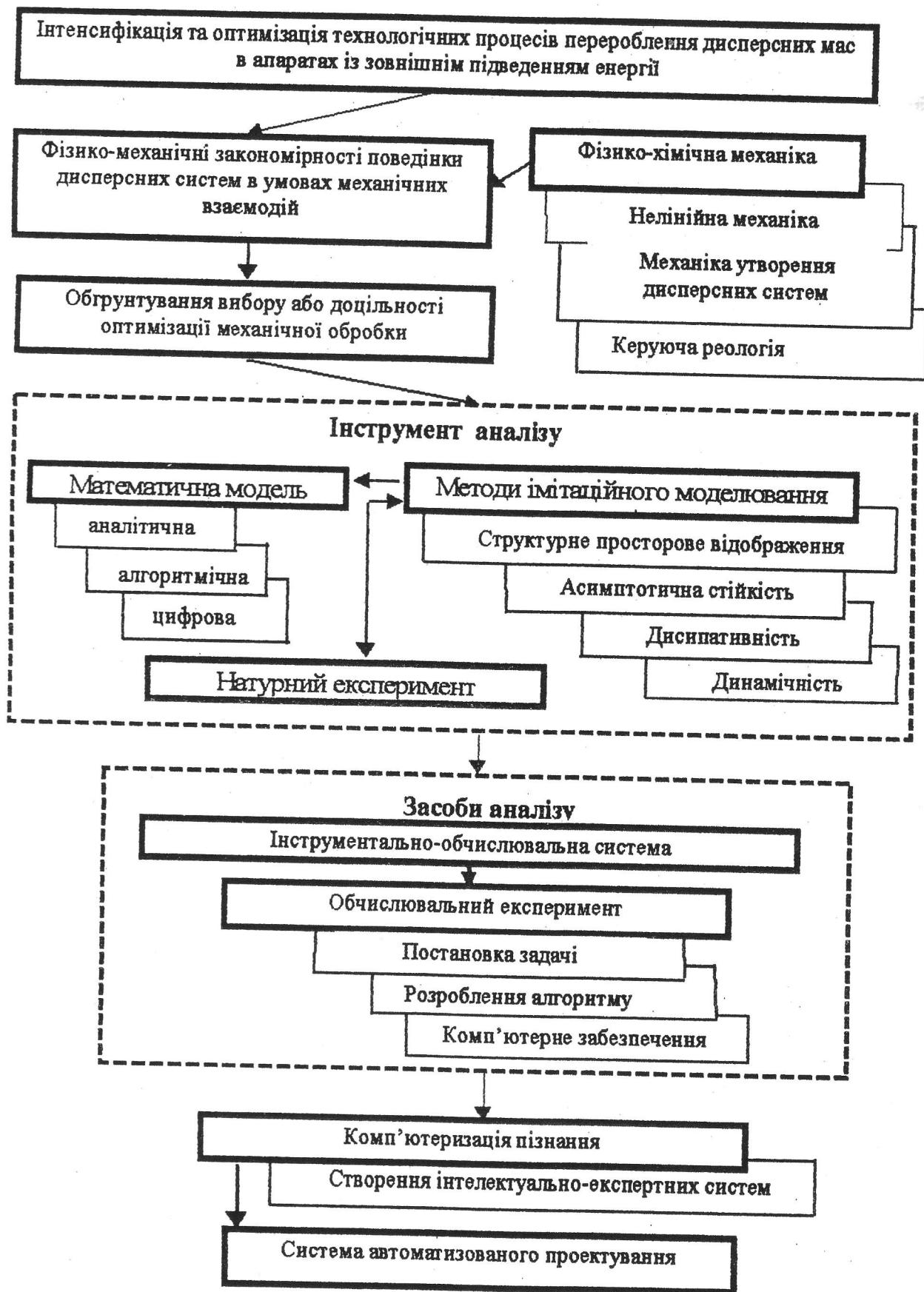


Рис. 1



Рис. 2

В основу аналітичної моделі покладено рівняння, що описують процеси формування дисперсних середовищ в умовах ізотермічного силового навантаження. Алгоритмічна модель складається з таких основних частин:

- розв'язок сформульованої задачі оснований на принципі розкріплення проекційно-сітковими методами: кінцевих елементів за просторовими змінними та кінцевих різниць за часовим аргументом;
- обчислювальні алгоритми, які реалізують найтипівші реологічні процеси переробки дисперсних матеріалів: пресування, екструзії, штампування, формозміни та масопереносу пружно-в'язко-пластичних мас.

Розроблені алгоритми реалізовані у вигляді програмного обчислювального комплексу PLAST-002 (цифрова модель) [2]. Програмний комплекс призначено для моделювання нерівноважних процесів деформування дисперсних двофазних структур при відомому законі навантаження в режимі пружно-в'язко-пластичної поведінки твердої фази. Схему функціонування програмної системи PLAST-002 зображено на рис. 3.

Результати практичного використання ІТП [3,4,5] свідчать про високу ефективність запропонованих методологічних розробок у разі використанні їх у проектувальній практиці процесів і апаратів харчових виробництв. Запропонована ІТП використовується в учбовому процесі в дисциплінах "Використання математичних моделей технологічних процесів у розрахунках технологічного обладнання", "Системи автоматизованого проектування технологічного обладнання". Це дає можливість значно підвищити ефективність опанування студентами сучасними методами проектування технологічного обладнання переробних виробництв.

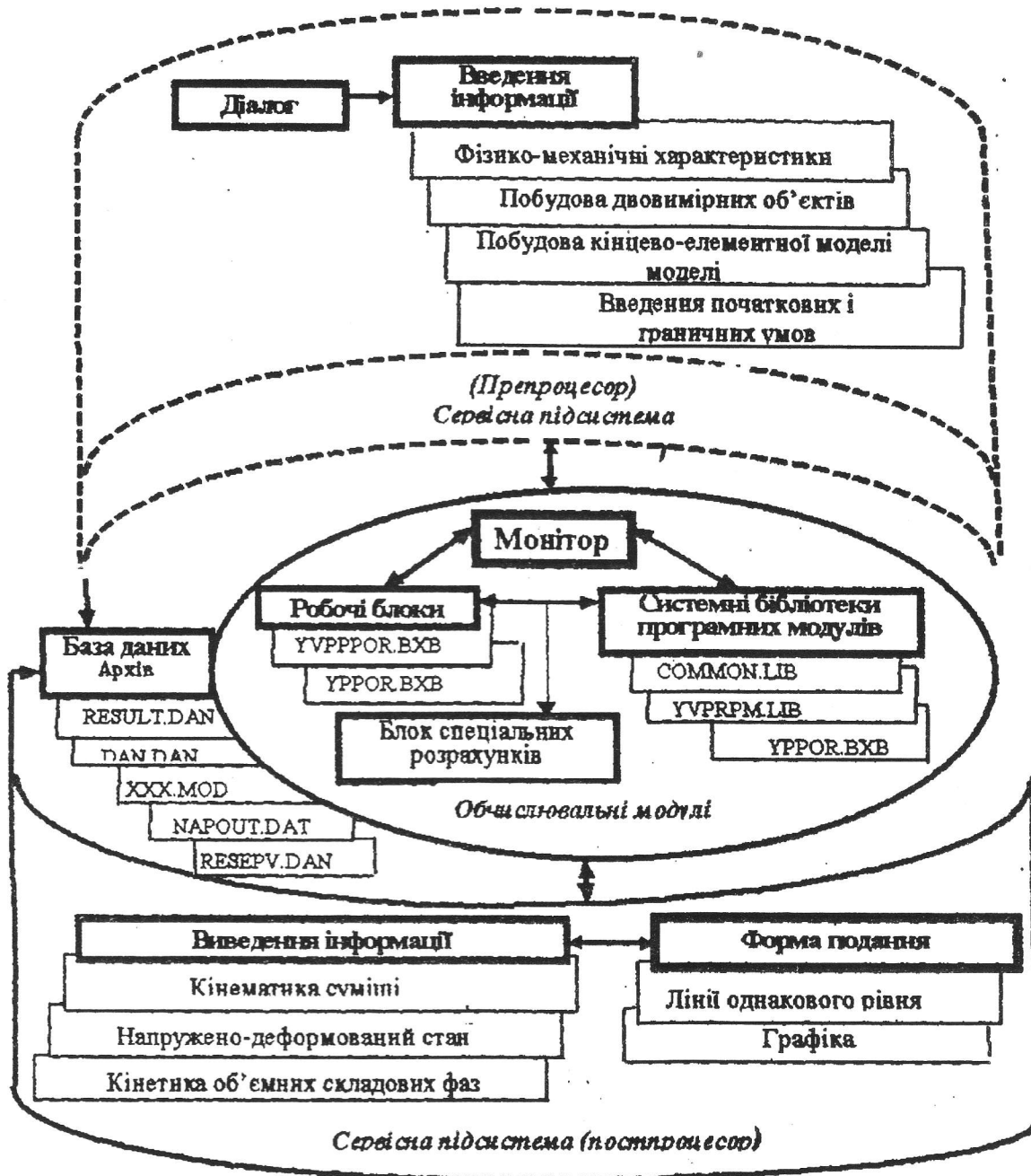


Рис. 3

#### Література

1. Штефан Є.В. Моделивання поведінки дисперсних систем у нерівноважних процесах харчових виробництв // Наук. пр. УДУХТ. — 2000. — №8. — с.63-66.
2. Штефан Є.В., Гайдуков В.В., Зеленюк О.Є Розробка універсальної обчислювальної системи для розрахунку процесів та апаратів харчової промисловості // Міжнар. наук.-техн. конф. "Розробка та впровадження нових технологій та обладнання у харчову та переробну галузі АПК": Тези доп. — К.: КТІХП, 1993. — С. 648.
3. Штефан Є.В., Заєць Ю.О., Крамар В.Г. Математичне моделювання процесу пресування бурякової стружки // Міжнар. наук.-техн. конф. "Розроблення та впровадження прогресивних ресурсоощадних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість": Тези доп. — К.: УДУХТ, 1997. — С.38.
4. Некоз С.А, Пушанко Н.Н., Штефан Е.В., Гейфт Р. Исследование процесса продавливания фарша через отверстие решетки мясорезающего волчка // Конструирование й эксплуатация машин — Білосток: Політехніка Білостоцька, — 1998. — Вип.5. — С.238-246.
5. Литовченко І.М., Штефан Є.В. Моделивання кінетики руху робочих органів у хлібному тісті: Тези доп. Всеукр. наук.-техн. конф. "Розробка та впровадження прогресивних технологій та обладнання у харчову та переробну промисловість". — К.: УДУХТ, 1995. -С.334.