

С.П. Вислоух

Інформаційні технології
в задачах технологічної
підготовки приладо- та
машинобудівного
виробництва

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

С. П. Вислоух

**Інформаційні технології
в задачах технологічної підготовки
приладо- та машинобудівного
виробництва**

Монографія

Київ
НТУУ «КПІ»
2011

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУУ «КПІ»
(Протокол № 5 від 11.05.2011 р.)

Рецензенти:	<i>В. М. Шарпов</i> , д-р техн. наук, проф., Черкаський державний технологічний університет
	<i>В. А. Пасічник</i> , д-р техн. наук, проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
	<i>Б. В. Лупкін</i> , д-р техн. наук, проф., Навчально-консультаційний пункт з дистанційної освіти Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»
Відповідальний редактор	<i>Г. С. Тимчик</i> , д-р техн. наук, проф., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Вислоух С. П.

B53 Інформаційні технології в задачах технологічної підготовки приладо- та машинобудівного виробництва: моногр. / С. П. Вислоух. – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 488 с. – Бібліогр. в кінці розділів. – 300 пр.
ISBN 978-966-622-445-6

Наведено результати наукових досліджень, що полягають в підвищенні ефективності технологічної підготовки виробництва на основі використання сучасних інформаційних технологій, можливостей методів багатовимірного статистичного аналізу, математичного та імітаційного моделювання й оптимізації.

Подано методики підвищення інформативності початкової інформації під час розв'язання технологічних задач, використання методів класифікації та розпізнавання образів, математичного моделювання й оптимізації. Розглянуто автоматизовані системи дослідження оброблюваності матеріалів різанням, моделювання й оптимізацію роботи виробничих технологічних систем та автоматизованого проектування технологічних процесів.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, студентів і аспірантів вищих навчальних закладів.

УДК 681.2.002:658.512.4:004
ББК 34.5-5-05

ISBN 978-966-622-445-6

© С. П. Вислоух, 2011
© НТУУ «КПІ» (ФАКС), 2011

Вступ	8
Розділ 1 Сучасний стан інформаційних технологій при розв'язанні технологічних задач в приладо- та машинобудуванні	10
1.1. Сучасні погляди на інформаційну технологію і її вплив на життєвий цикл виробів	10
1.2. Технологія як об'єкт проектування	12
1.3. Вимоги сучасного виробництва до автоматизації технологічного проектування	17
1.4. Технологічний зміст функціональних залежностей автоматизованого проектування	18
1.5. Математичне моделювання об'єктів технологічних систем	21
1.6. Математичне моделювання технології складання виробів	29
1.7. Оптимізація технологічних параметрів	32
Висновки до розділу та задачі досліджень	35
Перелік посилань до розділу 1	39
Розділ 2 Підвищення інформативності початкової інформації при розв'язанні технологічних задач	52
2.1. Зниження розмірності інформаційних масивів методами факторного аналізу	52
2.2. Зниження розмірності інформаційних масивів методом компонентного аналізу	59
2.3. Багатовимірне шкалування	69
Висновки до розділу	84
Перелік посилань до розділу 2	87
Розділ 3 Класифікація та розпізнавання образів в задачах технологічної підготовки виробництва	90
3.1. Кластерний аналіз технологічної інформації	91
3.2. Дискримінантний аналіз технологічної інформації	102
3.3. Використання методів дискримінантного аналізу для дослідження технологічних характеристик конструкційних матеріалів	107
3.4. Класифікація шляхом зниження розмірності	117
3.5. Використання методів багатовимірного статистичного аналізу для визначення оброблюваності конструкційних матеріалів	121
3.5.1. Методика визначення оброблюваності конструкційних матеріалів методами багатовимірного статистичного аналізу	123
3.5.2. Визначення реальної оброблюваності конструкційного матеріалу	126
3.5.3. Визначення відносної оброблюваності конструкційних матеріалів	133
3.6. Автоматизована система обробки технологічної інформації методами багатовимірного статистичного аналізу	139
Висновки до розділу	140

Перелік посилань до розділу 3	144
Розділ 4 Математичне моделювання параметрів технологічних систем	148
4.1. Основи побудови математичних моделей	148
4.2. Декомпозиція технологічних об'єктів	149
4.3. Чисельні методи моделювання	151
4.3.1. Інтерполяція функцій	151
4.3.2. Апроксимація функцій методом найменших квадратів	155
4.4. Експериментально-статистичні методи побудови математичних моделей	158
4.4.1. Планування експериментів	158
4.4.2. Регресійний аналіз	161
4.5. Моделювання параметрів з використанням методів теорії подібності та аналізу розмірностей	164
4.6. Фрактальний аналіз технологічної інформації	173
4.7. Індуктивні методи самоорганізації моделей	183
4.7.1. Синтез математичних моделей за допомогою методів групового врахування аргументів	183
4.7.2. Нечіткий метод групового врахування аргументів	191
4.7.3. Використання нечіткого методу групового врахування аргументів для моделювання та прогнозування технологічних параметрів ..	194
4.8. Моделювання технологічних параметрів шляхом використання штучних нейронних мереж	203
4.8.1. Нейронні мережі як спосіб дослідження інформації	203
4.8.2. Побудова та використання штучних нейронних мереж пакету MatLab для розв'язання технологічних задач	207
4.8.3. Побудова та використання штучних нейронних мереж системи NeuroSolutions для розв'язання технологічних задач	216
Висновки до розділу	219
Перелік посилань до розділу 4	222
Розділ 5 Оптимізація технологічних параметрів	230
5.1. Рекомендації з використання методів параметричної оптимізації	230
5.2. Метод опуклого нелінійного математичного програмування	239
5.3. Метод ковзаючого допуску	241
5.4. Метод направленої випадкової пошуку з самонавчанням	244
5.5. Метод стохастичного математичного програмування	248
5.6. Багатокритеріальна оптимізація технологічних параметрів	253
Висновки до розділу	260
Перелік посилань до розділу 5	261
Розділ 6 Моделювання та оптимізація роботи виробничих технологічних систем	265
6.1. Основи структурної та параметричної оптимізації виробничих систем	265
6.2. Вибір методу моделювання виробничих систем	271
6.3. Дискретна оптимізація технологічних систем	272

6.4. Структурно-логічний метод моделювання та оптимізації роботи виробничих систем	274
6.4.1. Побудова математичних моделей виробничих систем	274
6.4.2. Система математичного моделювання та оптимізації завантаження технологічного обладнання	279
6.5. Моделювання роботи виробничих систем за допомогою мереж Петрі	283
6.5.1. Мережі Петрі як засіб моделювання роботи виробничих систем	285
6.5.1.1 Мережі Петрі та особливості їх використання для опису складних систем	285
6.5.1.2. Задачі моделювання виробничих систем за допомогою мереж Петрі	286
6.5.2. Автоматизована система моделювання завантаження технологічного обладнання	292
Висновки до розділу	303
Перелік посилань до розділу 6	304
Розділ 7 Автоматизоване визначення оброблюваності конструкційних матеріалів різанням	308
7.1. Вибір методу і розробка алгоритму одержання математичних моделей	309
7.2. Методика визначення оброблюваності матеріалів різанням	314
7.3. Алгоритм визначення оброблюваності матеріалів різанням	323
7.4. Автоматизована система отримання математичних моделей та визначення оброблюваності матеріалів різанням	325
7.5. Практичне використання автоматизованої системи визначення оброблюваності різанням конструкційних матеріалів	331
7.5.1. Визначення відносної оброблюваності матеріалів	331
7.5.2. Визначення реальної оброблюваності матеріалів	333
Висновки до розділу	334
Перелік посилань до розділу 7	336
Розділ 8 Автоматизоване проектування технології механічної обробки корпусних деталей	338
8.1. Розробка інформаційної моделі деталі	339
8.1.1. Аналіз інформаційних зв'язків у системах технологічного проектування	339
8.1.2. Формалізація опису оброблюваної деталі	343
8.2. Розробка структурної схеми інформаційної моделі деталі	346
8.3. Розробка методу дослідження інформаційної моделі деталі	349
8.4. Математичне забезпечення автоматизованої системи проектування технології виготовлення корпусних деталей	350
8.5. Програмне забезпечення автоматизованої системи	355
8.6. Методика автоматизованого проектування маршрутної технології виготовлення корпусних деталей	355
8.7. Автоматизоване проектування операційної технології обробки	

типових поверхонь деталей	357
Висновки до розділу	364
Перелік посилань до розділу 8	365
Розділ 9 Автоматизація проектування технології механоскладальних робіт в приладобудуванні	368
9.1. Технологічні основи автоматизації проектування технології механоскладальних робіт в приладобудуванні	368
9.1.1. Задачі, розв'язувані при автоматизації проектування технології механоскладальних робіт	368
9.1.2. Формалізація процесу проектування технології складання виробів приладобудування	370
9.2. Технологічні особливості складання виробів приладобудування....	373
9.2.1. Класифікація та групування виробів приладобудування	374
9.2.2. Створення інформаційної моделі виробу	375
9.3. Моделювання технології складання приладів	377
9.3.1. Інформаційні зв'язки в технологічних процесах складання виробів приладобудування	377
9.3.2. Інформаційна модель технологічного процесу складання	378
9.3.3. Алгоритм технологічного поділу складальної одиниці на складові елементи	383
9.3.4. Формування порядку складання виробу	384
9.4. Автоматизована система проектування технології складання виробів приладобудування	386
9.4.1. Структурна схема системи	388
9.4.2. Функціональна схема системи проектування	388
9.4.3. Інформаційне забезпечення системи	391
9.4.4. Математичне забезпечення системи	395
9.4.5. Програмне забезпечення системи	395
9.4.6. Методичне забезпечення системи	397
9.4.7. Віртуальне складання виробу та формування вихідної технологічної документації	405
Висновки до розділу	406
Перелік посилань до розділу 9	407
Висновки	411
Додатки	413
Додаток А. Значення факторів та головних компонент, що дозволяють знизити розмірність масивів початкової інформації без зменшення їх інформативності	413
Додаток Б. Значення коефіцієнтів класифікаційних функцій, що отримані методом дискримінантного аналізу	418
Додаток В. Алгоритм неформальних дій при отриманні математичних моделей методами планування експериментів	423
Додаток Г. Аналіз пакетів програм, що реалізують штучні нейронні мережі	429
Додаток Д. Схеми алгоритмів, що моделюють роботу дільниці механічної	

обробки деталей	433
Додаток Е. Мережі Петрі, що моделюють роботу дільниці механічної обробки деталей по стану в різний час від початку обробки партії деталей....	441
Додаток К. Інформаційні масиви автоматизованої системи проектування маршрутно-технології виготовлення корпусних деталей	444
Додаток Л. Структура інформаційних масивів системи „ТехноМастер”.....	456
Додаток М. Інформаційне забезпечення системи „ТехноМастер”	463
Додаток Н. Робота проектувальника в системі АСПТ МСР „ТехноМастер”	474

Наукове видання

Вислоух Сергій Петрович

**Інформаційні технології
в задачах технологічної підготовки
приладо- та машинобудівного
виробництва**

Монографія

*В авторській редакції
Надруковано з оригінал-макета замовника*

Темплан 2011 р., поз. 3-1-010

Підп. до друку 30.08.2011. Формат 60×84¹/₁₆. Папір офс. Гарнітура Times.
Спосіб друку – ризографія. Ум. друк. арк. 28,37. Обл.-вид. арк. 47,17 Наклад 300 пр. Зам. № 11-286.

НТУУ «КПІ» ВПІ ВПК «Політехніка»
03056, Київ, вул. Політехнічна, 14, корп. 15
тел. (44) 406-81-78