

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

**ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
В УПРАВЛІННІ РОЗГАЛУЖЕНИМИ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

Монографія

Вінниця
ВНТУ
2014

УДК 681.513.54+681.518

ББК 32.965.7

П75

Автори:

В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 4 від 28.11.2013 р.).

Рецензенти:

Р. Н. Квєтний, доктор технічних наук, професор

Л. І. Тимченко, доктор технічних наук, професор

П75 **Прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами** : монографія / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко, М. М. Байас. — Вінниця : ВНТУ, 2014. — 216 с.
ISBN 978-966-641-569-4

В монографії розглядається розвиток та удосконалення методів прийняття рішень при управлінні розгалуженими технологічними процесами. Запропонована методологія прийняття рішень в управлінні розгалуженими технологічними процесами в умовах невизначеності. Розроблено модель таких процесів у вигляді невизначених графів та неоднорідну марковську модель взаємного впливу операцій. Подано підходи до прогнозування в умовах комбінованої невизначеності. Розроблено методи координації рішень. Запропоновано інформаційну технологію прийняття рішень та наведено приклади її практичного застосування при управлінні низкою розгалужених технологічних процесів.

УДК 681.513.54+681.518

ББК 32.965.7

ISBN 978-966-641-569-4

© В. Дубовой, Г. Дерман, І. Пилипенко, М. Байас, 2014

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1 РОЗГАЛУЖЕНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ	8
1.1 Типи технологічних процесів	8
1.2 Методи моделювання РТП	11
1.2.1 Класифікація моделей РТП	11
1.2.2 Моделі РТП в умовах визначеності.....	14
1.2.3 Моделі РТП в умовах невизначеності.....	20
1.3 Задачі управління РТП.....	35
2 АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	40
2.1 Формалізація понять теорії прийняття рішень.....	40
2.1.1 Узагальнена постановка задачі прийняття рішень	40
2.1.2 Типи задач прийняття рішень	43
2.1.3 Метрика у просторі рішень	45
2.1.4 Багатокритеріальні задачі ПР	51
2.2 Прийняття рішень в умовах невизначеності	55
2.2.1 Статистичні методи прийняття рішень	59
2.2.2 Ігрові методи прийняття рішень	61
2.2.3 Експертні методи прийняття рішень	70
3 РОЗВИТОК ТА УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННЯ РТП	75
3.1. Оцінювання узагальненого ризику РТП	75
3.1.1 Узагальнений ризик в умовах комбінованої невизначеності	76
3.1.2 Еквівалентність реалізацій РТП в умовах невизначеності	82
3.2 Методологія прийняття рішень в управлінні РТП.....	83
3.2.1 Принципи прийняття рішень в управлінні РТП.....	83
3.2.2 Невизначений граф як модель РТП	83
3.2.3 Неоднорідна марковська модель РТП.....	87
3.3 Прогнозування як основа методу прийняття рішень при управлінні РТП.....	97
3.3.1 Підходи до прогнозування РТП.....	97
3.3.2 Прогнозування в умовах комбінованої невизначеності	100
3.3.3 Визначення доцільної глибини прогнозування.....	101

4 КООРДИНАЦІЯ РІШЕНЬ ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РТП	102
4.1 Задачі координації рішень	102
4.2 Методи координації рішень	106
4.3 Розвиток методів координації рішень локальних інтелектуальних систем управління РТП	112
4.3.1 Вибір структури системи управління.....	113
4.3.2 Координація стану пов'язаних підпроцесів.....	115
4.3.3 Оцінка невизначеності координації.....	118
5 СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ РТП	126
5.1 Алгоритм прийняття рішень щодо управління РТП за критерієм мінімального ризику	126
5.2 Початкові дані для моделювання РТП.....	137
5.3 Концептуальна модель ІТ ПР РТП	140
6 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ КЕРУВАННІ РТП	150
6.1 Прийняття рішень при управлінні циклічними РТП.....	150
6.1.1 Особливості задач управління циклічними РТП	150
6.1.2 Структура інформаційної технології прийняття рішень при управлінні циклічними РТП.....	151
6.1.3 Прийняття рішень в процесах обробки овочів.....	159
6.2 Прийняття рішень в процесах розвитку інформаційних систем	166
6.2.1 Розвиток технічних систем як РТП	166
6.3 Прийняття рішень в процесах захисту рослин.....	179
6.3.1 Захист рослин як РТП	179
6.3.2 Прогнозування захисту рослин з використанням ГІС.....	180
6.3.3 Реалізація ІТ прийняття рішень щодо захисту рослин.....	187
ПІСЛЯМОВА.....	196
ЛІТЕРАТУРА	197

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

$\beta(x)$	– узагальнююча функція
$\mu(x)$	– функція належностей
$\delta[]$	– дельта-функція
$R(d, X)$	– вирішальна функція
$M(X, d)$	– модель системи
Ω	– область значень
D	– простір рішень
d	– рішення
$f(x)$	– щільність розподілу ймовірності
G	– граф РТП
R	– міра втрат (ризик)
S	– множина підсистем (вершин графа)
X	– вектор даних
Y	– вектор стану
АСУ	– автоматизована система управління
ЗР	– захист рослин
ІАСУ	– інтегрована автоматизована система управління
ІС	– інформаційна система
ІТ	– інформаційна технологія
КІС	– корпоративна інформаційна система
ЛСУ	– локальна система управління
МАІ	– метод аналізу ієрархій
НЛ	– нечітка логіка
ППР	– підсистема прийняття рішень
ПР	– прийняття рішення
РІС	– розвиток інформаційної системи
РТП	– розподілений технологічний процес
РЦТП	– розгалужено-циклічні технологічні процеси
C	– втрати (витрати)
СА	– системний аналіз
САК	– система автоматичного керування
СППР	– система підтримки прийняття рішень
СУ	– система управління
ТО	– технологічна операція
ТП	– технологічний процес
ТПР	– теорія прийняття рішень
ТСР	– теорія статистичних рішень
УФН	– узагальнююча функція невизначеності
Ф	– оператор перетворення функцій невизначеності

ВСТУП

Одним з найскладніших типів технологічних процесів є розгалужені процеси. Проблема управління такими процесами є актуальною в зв'язку з їх поширенням у промисловості. Особливістю управління ними є те, що в кінці кожної операції такого процесу приймаються рішення щодо переходів до наступної стадії та вибір гілки процесу у місцях його розгалуження. Традиційні підходи до прийняття рішень (теорія ігор, теорія статистичних рішень, нечіткий висновок тощо) не дозволяють у повній мірі врахувати вплив структури процесу і взаємну залежність окремих рішень, нерозв'язаним залишається питання обґрунтування критеріїв, стратегій, методів та алгоритмів прийняття рішень в умовах комбінованої стохастичної та нечіткої невизначеності.

Основною моделлю багатостадійного технологічного процесу, що розгалужується, в умовах невизначеності є невизначений граф. Відомі стохастичні та нечіткі графи. Відповідні моделі розглянуто в [19]. Але задачі оптимізації і прийняття рішень на графах з комбінованою стохастичною і нечіткою невизначеністю не досліджувалися, що призводить до зниження ефективності управління такими процесами.

Задачі прийняття оптимальних рішень актуальні в багатьох галузях науки і техніки вже протягом значного проміжку часу, що викликає до них постійний інтерес. Однією з головних причин цього є проблема врахування факторів, що несуть в собі певну невизначеність. Ця невизначеність може мати різне походження, різний характер інформації щодо невизначених обставин прийняття рішень, відрізнятися своїм ступенем. В переважній більшості задач вхідні величини містять стохастичну або нечітку невизначеність. Якщо стохастична невизначеність, як правило, пов'язана з використанням даних, отриманих в процесі вимірювання, або накопичених протягом певного часу [1–3] то основною причиною нечіткої невизначеності є використання експертних оцінок та функцій належності. На сьогоднішній день існують методи, які дозволяють враховувати невизначеність певного типу. Одним з найбільш розповсюджених методів прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності є теорія статистичних рішень [4–6]. Головними методами прийняття рішень на основі нечітких даних є

методи нечіткої логіки та штучного інтелекту, які сьогодні активно використовуються для створення експертних систем підтримки прийняття рішень [7–14].

Разом з тим існує великий клас задач прийняття рішень, який значною мірою залишається поза увагою дослідників – задачі прийняття рішень в умовах комбінованої стохастичної та нечіткої невизначеності [15–18]. Існують два головних підходи до спільної обробки стохастичних та нечітких даних. Вони передбачають або подання стохастичних даних у нечіткому вигляді (за допомогою функцій належності), або подання нечітких даних як випадкових величин (за допомогою функцій густини розподілу ймовірностей). Але ці підходи не мають належного обґрунтування через розбіжності в аксіоматичних системах теорії ймовірностей і нечіткої математики. Це зумовлює доцільність постановки і розв’язання задачі прийняття рішень в умовах комбінованої невизначеності, яка розглянута у монографії.

Матеріал монографії підготовлений на основі спільних робіт усіх співавторів, проте розділ 4 підготовлений переважно М. М. Байас, підрозділ 3.2.3 і 6.1 – І. В. Пилипенко, підрозділ 3.2.2 і 6.2 – Г. Ю. Дерман, загальна редакція виконана В. М. Дубовим. Автори також висловлюють подяку О. С. Сольському, спільні роботи з яким стали основою підрозділу 6.3.

1 РОЗГАЛУЖЕНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

В основі організації виробництва лежить технологічний процес, який є частиною виробничого процесу. Виробничий процес – це сукупність технологічних процесів (дій), в результаті яких вихідні матеріали і напівфабрикати перетворюються в готові вироби.

Технологічний процес (ТП) – це послідовна зміна форми, розмірів, властивостей матеріалів і напівфабрикатів з метою отримання деталі або виробу у відповідності з технічними вимогами [1]. Одночасно технологічний процес складається з окремих елементів (окремих стадій). В свою чергу стадії розподіляються на операції.

Операція – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці і характеризується сталістю предмета праці, засобів праці і характером дії на предмет праці [2].

1.1 Типи технологічних процесів

Технологічні процеси класифікуються за такими ознаками:

- за властивостями сировини, які змінюються в процесі її перероблення;
- за способом організації;
- за кратністю обробки;
- за напрямом рухів об'єктів праці (теплових, сировинних, інформаційних та інших потоків);
- за основними рушіями (чинниками), які спричиняють і прискорюють технологічні процеси.

Існує багато класифікацій технологічних процесів, зокрема в [21] розглядаються типи алгоритмічних процесів, до яких можна віднести більшість технологічних процесів.

Класифікація технологічних процесів зображена на рис. 1.1.

1. За характером якісних змін сировини (за властивостями сировини) технологічні процеси підрозділяються на фізичні, біологічні, хімічні, фізико-хімічні [3].

При фізичних процесах переробки сировини проходять зміни розмірів, форми та фізичних властивостей сировини. При цьому внутрішня будова і склад речовини не змінюється. Хімічні процеси характеризуються зміною не тільки фізичних властивостей, але і агрегатного стану, хімічного складу і т. д. Такий розподіл процесів є умовним, часто важко провести чітку межу між ними, оскільки найчастіше одночасно відбуваються зміни різних якісних характеристик.

2. За способом організації технологічні процеси поділяються на дискретні, безперервні і комбіновані [4].

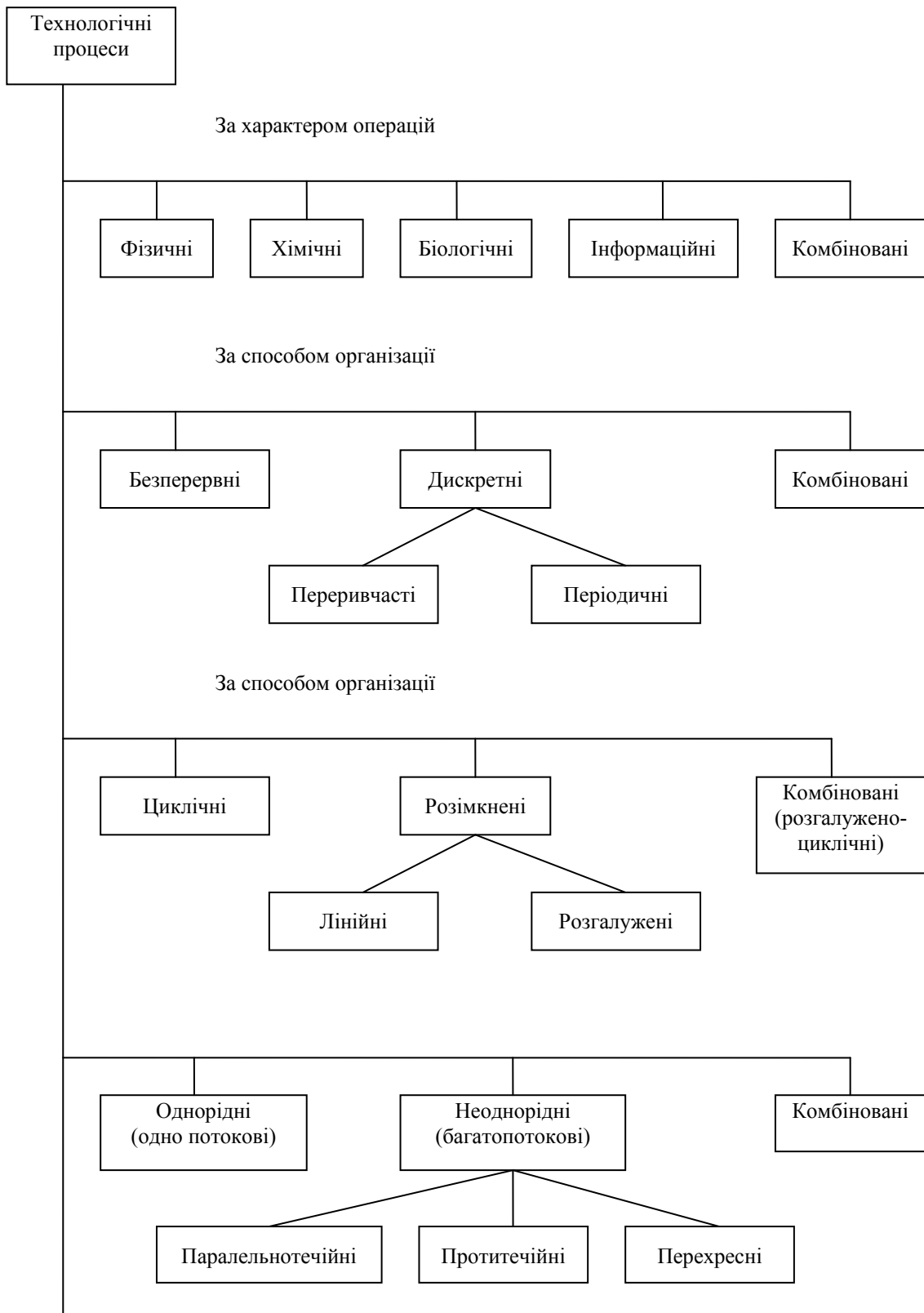


Рисунок 1.1 – Класифікація технологічних процесів

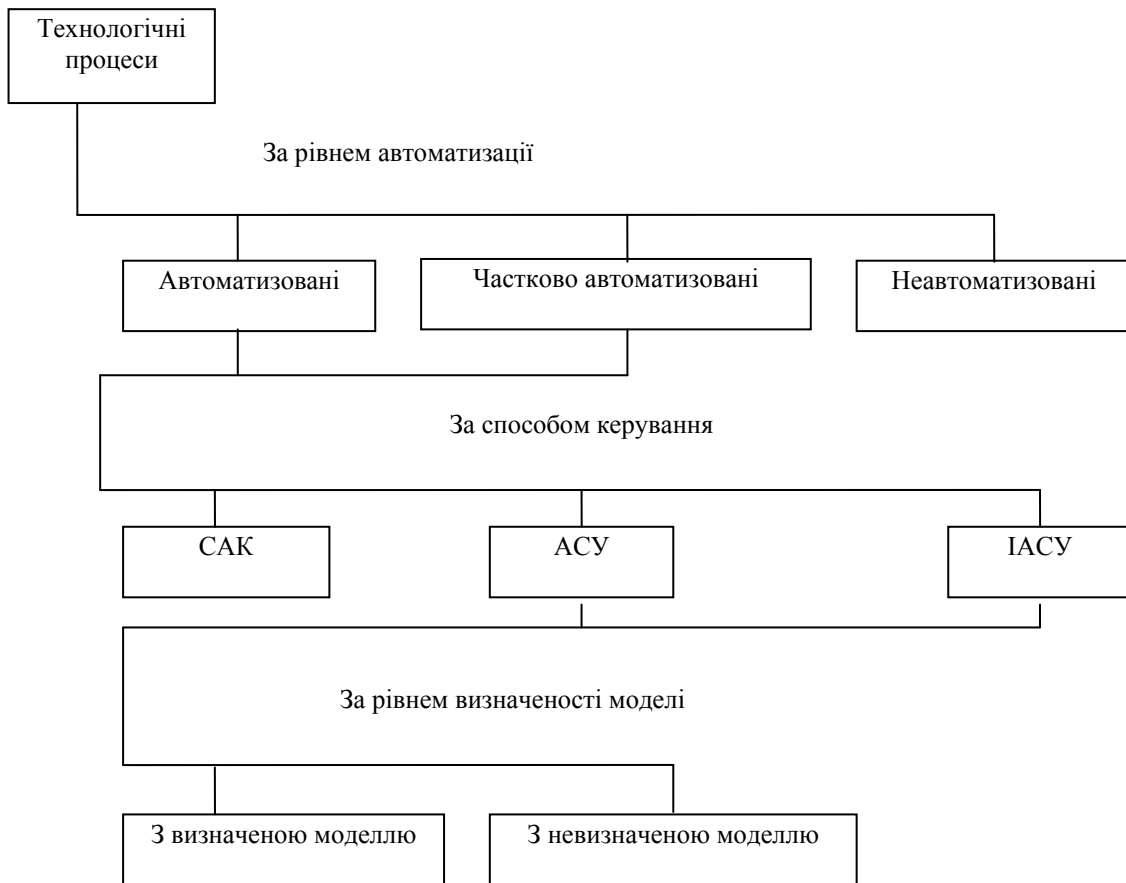


Рисунок 1.1 (продовження) – Класифікація технологічних процесів

Дискретні (періодичні) – це процеси, в яких цикл виробництва нової продукції не розпочинається, доки не завершився цикл виробництва попередньої продукції.

Безперервні процеси – це процеси з потоком вхідної сировини (безперервним або окремими порціями) і потоком готової продукції. Усі стадії процесу відбуваються одночасно в різних зонах.

Комбіновані процеси – поєднання стадій дискретних і безперервних процесів.

3. За кратністю обробки технологічні процеси поділяють на циклічні (кругові), із розімкненим ланцюгом (відкриті) і комбіновані [5].

Процеси із розімкненим ланцюгом – процеси одноразової обробки сировини.

Циклічні процеси характеризуються тим, що певні операції або стадії процесу повторюються багатократно або над одною і тією ж порцією сировини, або ж сировина, яка не була повністю перероблена, разом із порцією свіжої сировини повертається на початок процесу. Таким чином, частина сировини циркулює в замкненому циклі.

При комбінованій (змішаній) схемі одна із реагуючих речовин (або допоміжні матеріали) може циркулювати (одержання сірчаної кислоти нітрозним способом).

4. За характером потоків сировини технологічні процеси розділяються на процеси з однорідними і з неоднорідними потоками. Типовим прикладом процесів з неоднорідними потоками є теплові процеси, в яких можна виділити потік речовини і потік тепла.

5. За напрямом руху потоків технологічні процеси є паралельнотечійними, протичійними (зустрічними), перехресними [6].

6. За кінцевим станом технологічні процеси поділяються на скінченні, тобто такі, в яких можна визначити певний кінцевий стан, і нескінченні. Прикладом останніх є процеси землеробства, які є циклічними з нескінченною кількістю циклів, бізнес-процеси тощо.

7. За рівнем автоматизації розрізняють часткову, повну і комплексну автоматизацію технологічних процесів. Автоматизація здійснюється за допомогою систем автоматичного керування (САК), автоматизованих систем управління (АСУ ТП) та інтегрованих багаторівневих автоматизованих систем (ІАСУ).

АСУ і ІАСУ функціонують на основі моделі технологічного процесу. Принциповим для вибору методів та алгоритмів автоматизації є рівень невизначеності характеристик моделі РТП і умов його виконання.

1.2 Методи моделювання РТП

Моделі технологічних процесів є основою побудови АСУ ТП. Різноманітність таких моделей зумовлена різноманітністю як самих технологічних процесів, так і аспектів їх розгляду. З огляду на напрямок цього дослідження зосередимось на аналізі моделей розгалужених технологічних процесів (РТП).

1.2.1 Класифікація моделей РТП

Класифікація моделей РТП відрізняється додатковими класифікаційними ознаками: тип невизначеності складових вектора вхідних даних РТП, рівень і тип невизначеності параметрів і структури РТП, тип невизначеності складових вектора результатів РТП, форма подання невизначених даних, наявність субмоделі евристичної складової у загальній моделі управління РТП, спосіб моделювання алгоритму управління РТП.

Схема класифікації зображена на рис. 1.2.

Вербальні моделі використовують словесний опис РТП. Такі моделі часто використовують на початковому етапі моделювання.

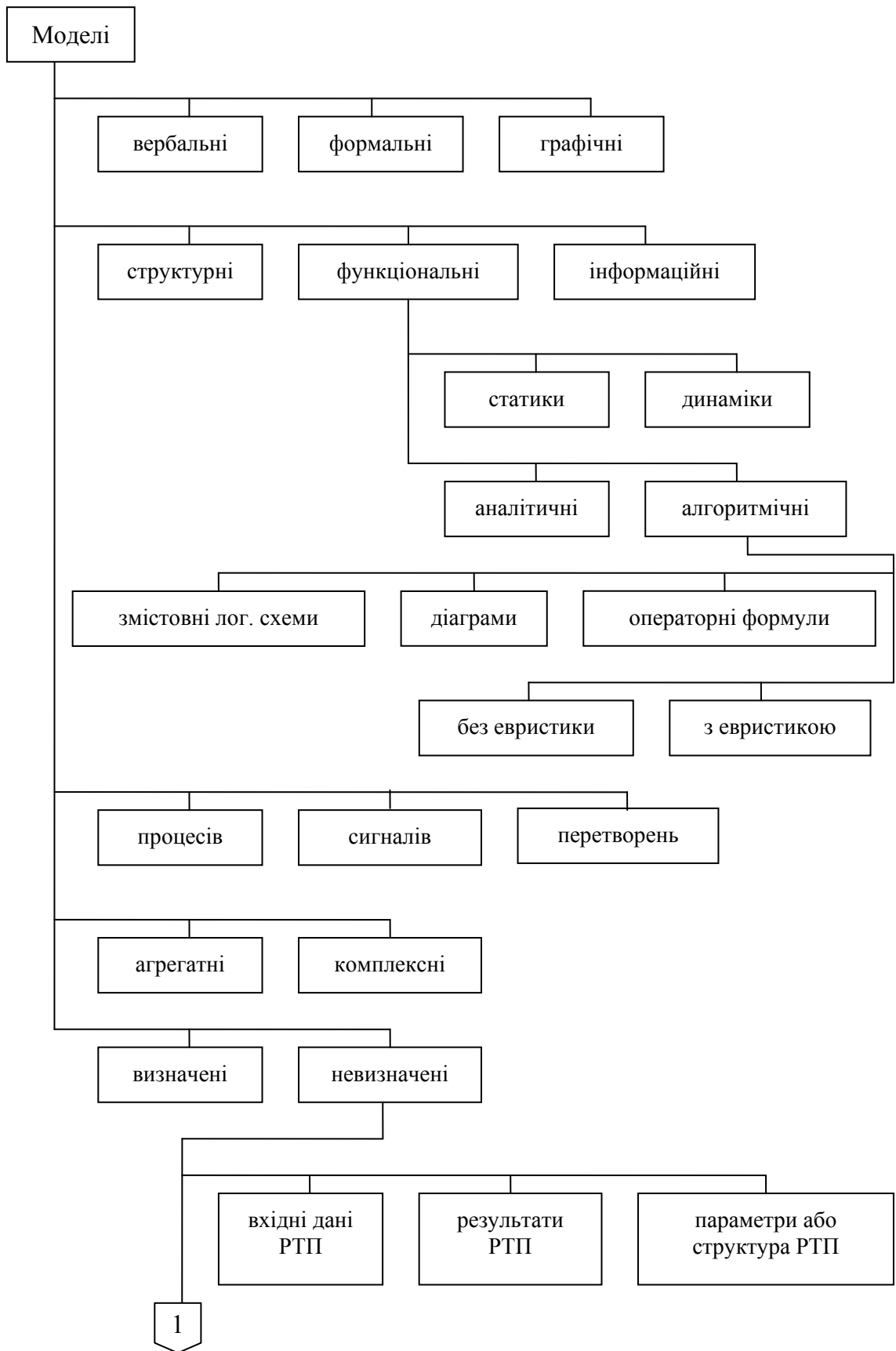


Рисунок 1.2 – Класифікація методів та засобів моделювання розгалужених технологічних процесів

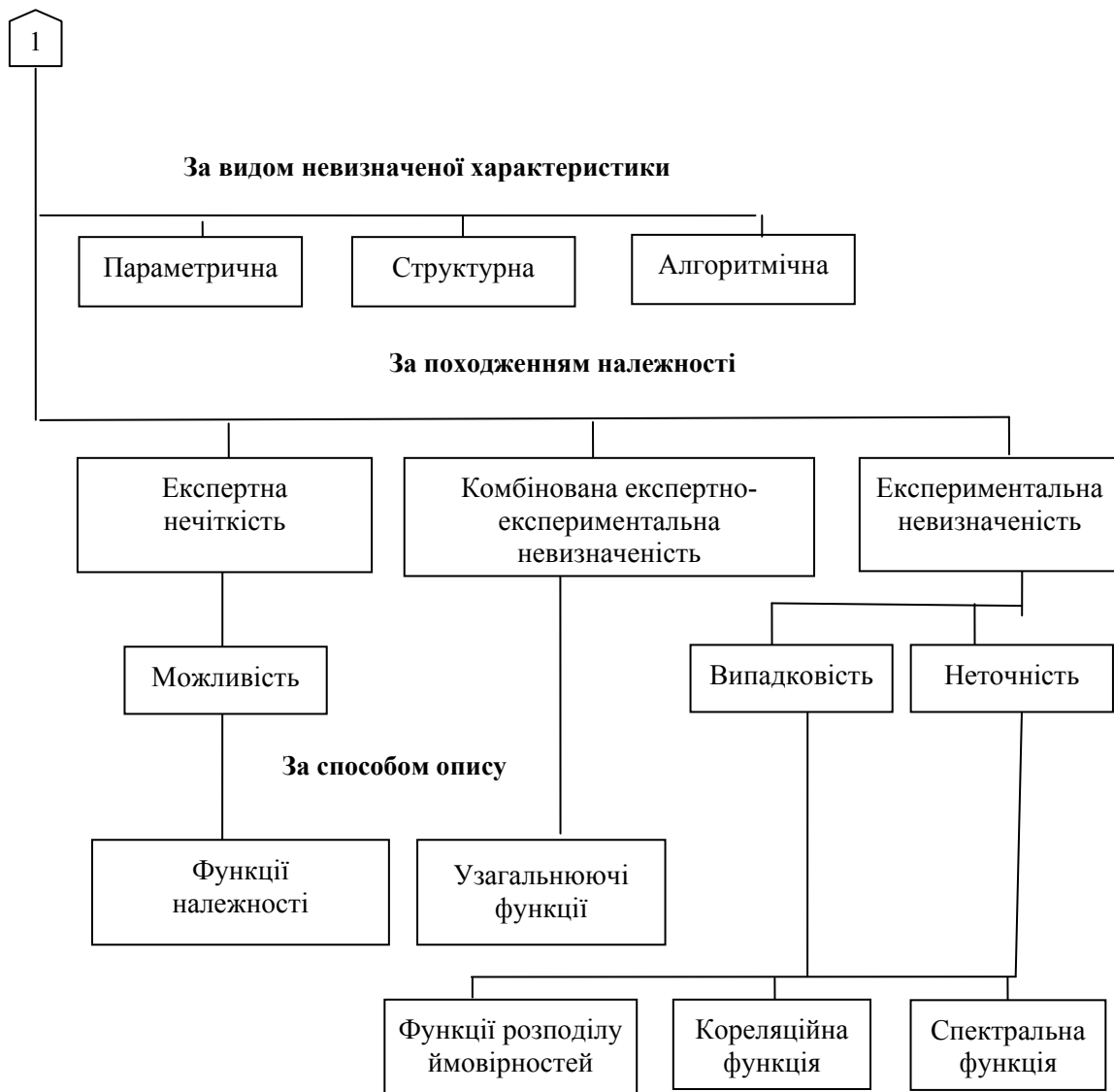


Рисунок 1.2 (продовження) – Класифікація методів та засобів моделювання розгалужених технологічних процесів

Формальні моделі використовують опис РТП у вигляді формул і подаються системою математичних співвідношень.

Графічна модель зображує РТП у наочному вигляді. До графічних моделей відносяться різноманітні схеми, які складають конструкторську документацію (електричні, гідравлічні, пневматичні, механічні, схеми програм і даних тощо), графіки, креслення форми об'єктів у різник проекціях, плани і карти тощо.

Структурна модель подає РТП з точки зору його складу та взаємозв'язку частин (технологічних операцій та підпроцесів) між собою та з зовнішнім середовищем. *Зв'язки* між елементами можуть бути: фізичні; логічні; інформаційні.

Функціональні моделі описують процеси, що відбуваються в ході виконання РТП.

Інформаційна модель – система даних про РТП та опис потоків даних в процесі його функціонування.

Моделі статички відображують стан та функціонування РТП без врахування в один окремий момент часу. Як правило, вони подаються у вигляді функціональних залежностей, рівнянь та систем рівнянь.

Моделі динаміки відображують зміни у часі. Моделі динаміки багатші за моделі статички, оскільки останні можуть розглядатися як окремий випадок для певного фіксованого моменту часу. Відповідно і форм подання моделей динаміки значно більше (диференціальні рівняння, операторні рівняння, спектральні подання тощо).

В [21] наведена класифікація моделей алгоритмічних процесів. Зокрема, процеси розділені на регулярні (визначені) і нерегулярні (невизначені).

1.2.2 Моделі РТП в умовах визначеності

Основою комплексу моделей РТП є **структурна модель**. В [21] в основу класифікації базових алгоритмічних структур покладено розташування операцій контролю по відношенню до основних технологічних операцій. Таким чином виділено структури: послідовна, α -диз'юнкція, зворотна α -ітерація, багатократна робота, робота–контроль–добробка, робота з вибіркоким контролем і добробою.

Аналіз існуючих моделей структур РТП показує, що з точки зору процесів прийняття рішень структури РТП можуть бути розкладені на підпроцеси з базовими структурами, показаними на рис. 1.3.

Базові структури складаються з трьох типів елементів:

- власне підпроцес, позначений на рис. 1.3 овалом;
- контроль стану і прийняття рішення, позначений на рис. 1.3 прямокутником;
- розгалуження і злиття паралельних потоків.

Кожен підпроцес в свою чергу може бути розкладений на аналогічні елементи і структури. Таким чином будується структура процесу будь-якої складності.

Рішення, що приймаються на кожному етапі, розділяються на 3 типи (відповідно позначені на рис. 1.3):

1. Двохальтернативне рішення: продовжувати або припинити виконання підпроцесу.
2. Двохальтернативне рішення: перейти до виконання одного з двох підпроцесів.
3. Трьохальтернативне рішення: продовжити виконання підпроцесу, повторити виконання підпроцесу або завершити виконання підпроцесу.

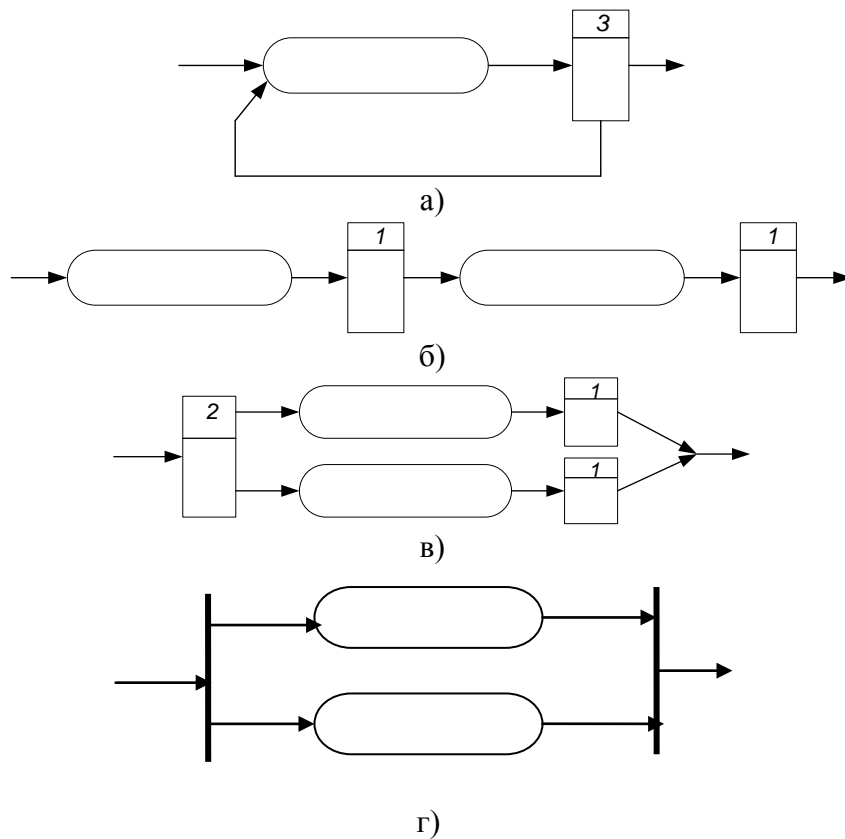


Рисунок 1.3 – Базові структури підпроцесів РТП:
 а) циклічна; б) послідовна; в) розгалужена; г) паралельнотечійна

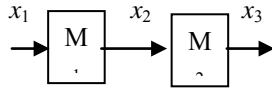
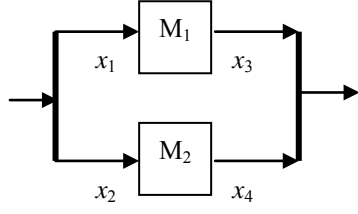
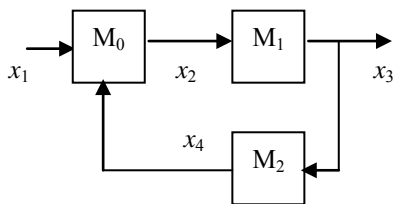
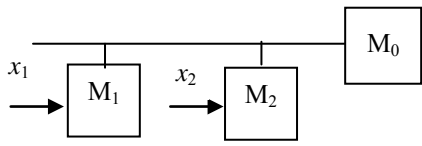
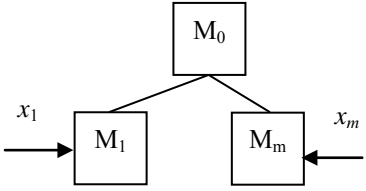
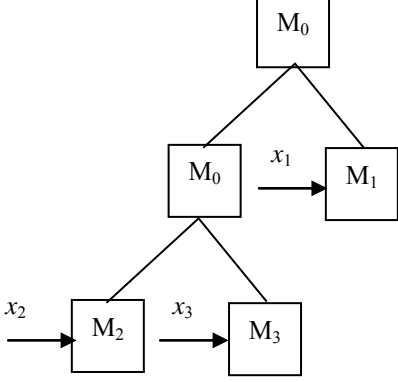
Результати виконання кожного підпроцесу впливають на всі наступні рішення і підпроцеси. Ця залежність може бути формалізована у вигляді системи рівнянь

$$\begin{cases} \bar{X}_{вих.i} = F_i(\bar{X}_{вх.i}, t_i); \\ d_i = R_i(\bar{X}_{вих.i}, t_i); \\ s_{ij} = D(d_i); \\ \bar{X}_{вх.s_{ij}} = \bar{X}_{вих.i}; \end{cases} \quad i = 1 \dots n, \quad (1.1)$$

де N – кількість підпроцесів; $\bar{X}_{вх.i}$ – вектор вхідних характеристик i -го підпроцесу; $\bar{X}_{вих.i}$ – вектор вихідних характеристик i -го підпроцесу; d_i – рішення, яке приймається по завершенню i -го підпроцесу; s_{ij} – елемент матриці переходів між підпроцесами, який реалізується в результаті вибору рішення d_i ; t_i – час виконання i -го підпроцесу; R_i – вирішальна функція.

Крім базових структур (послідовної, розгалуженої і циклічної) розглядаються такі, для яких через принципову нелінійність, викликану застосуванням логічних, евристичних, дискретно-асинхронних алгоритмів управління, не може бути здійснена декомпозиція на базові структури. Розширений набір базових структур наведений у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Базові структури РТП

Тип базової структури	Схема
Послідовне виконання РТП	
Паралельне виконання РТП	
Циклічне виконання РТП	
РТП з лінійною системою координації управління	
РТП з радіальною системою координації управління	
РТП з ієрархічною системою координації управління	

Продовження табл. 1.1

Тип базової структури	Схема
РТП з ітераційною системою координації управління	
РТП з нечіткою системою координації управління	
РТП з системою координації управління методом чіткого оцінювання	

Якщо РТП включає окрім операцій над матеріальними і енергетичними потоками ще й інформаційні процедури (контрольно-вимірювальні операції, операції обробки даних тощо), то зручною формою моделі РТП є **алгоритмічна модель**.

Зміст дій, які передбачає алгоритмічна модель, суттєво залежить від того, які процеси у системах вона описує. Розрізняють алгоритмічні моделі обробки даних, алгоритмічні моделі вимірювання та збору вимірювальної інформації, алгоритмічні моделі передавання даних (протоколи зв'язку), алгоритмічні моделі взаємодії з людиною-оператором тощо.

В залежності від особливостей задачі алгоритмічні моделі можуть подаватися у різних формах.

Блок-схеми є зручним засобом зображення алгоритмічних. Блок-схема – графічне зображення РТП у вигляді схеми зв'язаних між собою за допомогою стрілок (ліній переходу) блоків – графічних символів, кожний з яких відповідає одній операції.

Мережі Петрі — математичний апарат для моделювання динамічних дискретних систем. Мережа Петрі є дводольним орієнтованим графом, який складається з вершин двох типів — позицій і переходів, зв'язаних між собою дугами.

Змістовні логічні схеми алгоритмів (ЛСА) крім множин функціональних $\{A_i\}$ і логічних $\{w_i\}$ операторів, які використовуються в алгоритмічній алгебрі, містять оператори, які визначають специфічні операції РТП. Окрім літерних позначень у ЛСА використовують символи, якими позначається порядок виконання.

Алгоритмічні моделі можуть бути подані у *алгебраїчній формі* [7]. Наведемо основні означення алгоритмічної моделі за допомогою нотації Бекуса–Наура:

$\langle \text{алгоритмічна модель} \rangle$	$::= \langle \text{ідентифікатор} \rangle ! A(B) \langle \text{блок} \rangle A(E)$
$\langle \text{ідентифікатор} \rangle$	$::= M \langle \text{номер} \rangle$
$\langle \text{блок} \rangle$	$::= \langle \text{ідентифікатор} \rangle ! \langle \text{пусто} \rangle ! \langle \text{елемент} \rangle ! [\langle \text{блок} \rangle \langle \text{блок} \rangle]$
$\langle \text{елемент} \rangle$	$::= \langle \text{перетворення} \rangle ! \langle \text{умова} \rangle ! \langle \text{знак} \rangle$
$\langle \text{перетворення} \rangle$	$::= E \langle \text{номер} \rangle (\langle \text{операція} \rangle ; \langle \text{вхідні дані} \rangle ; \langle \text{результати} \rangle)$
$\langle \text{умова} \rangle$	$::= w \langle \text{номер} \rangle (\langle \text{логічний вираз} \rangle ; \langle \text{вхідні дані} \rangle) \langle \text{знак переходу} \rangle$
$\langle \text{знак} \rangle$	$::= \langle \text{знак переходу} \rangle ! $
$\langle \text{знак переходу} \rangle$	$::= \langle \text{номер} \rangle ! \langle \text{номер} \rangle$
$\langle \text{операція} \rangle$	$::= \langle \text{пусто} \rangle ! \langle \text{тип операції} \rangle : [\langle \text{зміст операції} \rangle]$
$\langle \text{тип операції} \rangle$	$::= \langle I \rangle ! \langle S \rangle ! \langle C \rangle ! \langle T \rangle ! \dots$
$\langle \text{вхідні дані} \rangle$	$::= \langle \text{пусто} \rangle ! (\langle \text{ім'я} \rangle : [\langle \text{тип} \rangle] ! \langle \text{значення вхідного даного} \rangle)$
$\langle \text{результати} \rangle$	$::= \langle \text{пусто} \rangle ! (\langle \text{ім'я} \rangle : [\langle \text{тип} \rangle])$

Примітки:

1. Службові символи нотації: <, > – межі синтаксичної конструкції; ::= – «це»; ! – «або»; ... – «інші»; [...] – необов'язкові елементи.
2. \lfloor < номер > – перехід вперед; \rfloor < номер > – перехід назад.
3. < S > – вимірювальні операції; < C > – обчислювальні операції; < T > – операція передачі; < M > – операція перетворення матеріалів; < P > – операція перетворення енергії; < I > – операція перетворення інформації.
4. Невизначені змінні позначаються іменами довжиною не більше 4 символів.
5. C: $I(x * g)$ – позначення інтегро-диференціального (динамічного) перетворення у формі інтеграла Дюамеля, де x – вхідна функція, g – ядро перетворення (імпульсна перехідна функція динамічного перетворення),
6. { (,), пропуск } – роздільники.
7. Апаратна або програмна реалізація при необхідності явного опису позначається індексами h і s відповідно біля знака операції: $E(on_{hs}();())$.
8. Пустий оператор позначається $E()$.

Приклади типових записів наведені у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Приклади типових записів алгоритмічної моделі

Запис алгоритмічною мовою	Алгебраїчна форма (R-форма)	Коментар
Перевірка умови і розгалуження <code>if (a) then n1 else n2</code>	$w_1(a) / \lfloor n_1 M_{n2} / \rfloor n_3 M_{n1} M_{n3}$	a – логічна змінна, $n_1 \in N$ – номер оператора алгоритму, до якого здійснюється перехід при істинному значенні a , $n_2 \in N$ – при помилковому, N – нумерована множина операторів алгоритму
Обчислення функції <code>p2=N(p1)</code>	$E(C : N(p_1); (p_1); (p_2))$	p_1 – вихідні дані; p_2 – результат обчислення; N – формула обчислення
Ініціалізація констант <code># define p2, p1</code>	$E(C; (p_1); (p_2))$	p_1 – значення константи; p_2 – ім'я константи
Затримка delay (τ)	$E(C : I(p_1 * \delta(t - \tau)); (p_1); (p_2))$	τ – час затримки
Вимірювання <code>import (&p1)</code> <code>p2=N(p1)</code> <code>p3=ε</code>	$E(S : N, g; (p_1); (p_2, p_3))$	p_1 – вимірювана величина; p_2 – результат вимірювання; p_3 – похибка вимірювання; N – рівняння перетворення; g – динамічна характеристика перетворення
Введення експертних даних <code>scan (&p1, &p2);</code> <code>p3=(p1+p2)/2;</code> <code>p4=(p2-p1)/√12</code>	$E(I : Ex; (p_1, p_2); (p_3, p_4))$	p_1, p_2 – ліва та права границі оцінки експерта; p_3 – середнє значення; p_4 – СКВ

1.2.3 Моделі РТП в умовах невизначеності

Оскільки РТП переважно здійснюються в умовах неповної або обмежено достовірної інформації щодо умов їх реалізації, то природним кроком є перехід до моделей в умовах невизначеності. В умовах невизначеності застосовують як імовірно-статистичні моделі, так і нечіткі методи аналізу даних.

У роботі [8] для аналізу циклічного процесу обґрунтовано його математичну модель у вигляді циклічного випадкового процесу, що уможливило адаптацію статистичних методів аналізу та прогнозування цих процесів до змін ритму (темпу) їх коливання.

У роботі [9] досліджується проблема ефективного планування в системах з мережним представленням технологічних процесів й обмеженими ресурсами. Обґрунтовується використання ієрархічних моделей планування.

У [10] розглядається моделювання технологічних процесів за допомогою нейронних мереж.

У роботі [11] описано можливості організації контролю за реалізацією технологічного процесу виробництва у реальному часі за допомогою системи прийняття рішень. Розглянуто технологію управління надійністю обладнання виробничої системи і контролю виходу індикаторів системи за допустимі межі змін.

У роботі [12] обґрунтовується актуальність використання імітаційних моделей ймовірнісних технологічних процесів небезпечних виробництв (ТПНВ). Пропонується спосіб формалізації відображення ТПНВ на основі застосування процедури Монте-Карло і методика конструювання їх імітаційних моделей.

Окрему операцію РТП можна зобразити у вигляді найпростішої схеми, яка зображена на рис. 1.4.

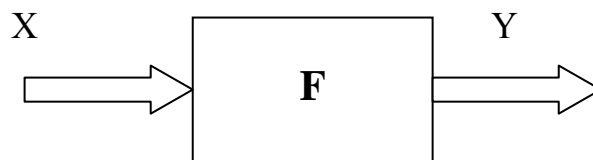


Рисунок 1.4 – Узагальнена схема операції РТП

На рис. 1.4 позначено: X – вхідні впливи і сировина операції; Y – результати виконання операції; F – перетворення вхідної сировини на результати з урахуванням вхідних впливів. Очевидно, X і Y – це процеси у часі.

В умовах стохастичної (експериментальної) невизначеності найповнішою характеристикою випадкового процесу є його багатовимі-

ЛІТЕРАТУРА

Вступ

1. Захаров И. П. Неопределенность измерения: общие подходы к составлению бюджета неопределенности / И. П. Захаров // Украинський метрологічний журнал – 2004. – № 2. – С. 10–15.
2. Захаров И. П. Теория неопределенности в измерениях : учеб. пособие / И. П. Захаров, В. Д. Кукуш – Харьков : Консум, 2002. – 256 с.
3. Guide to the Expression of uncertainty in Measurement. – ISO / IEC Guide 98 : 1993. – Geneva, 1993. – 105 p.
4. Вилкас Э. И. Решения : теория, информация, моделирование / Э. И. Вилкас, Е. З. Майлинас. – М. : Радио и связь, 1981. – 328 с.
5. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения / М. Де Гроот – М. : Мир, 1974. – 436 с.
6. Теория прогнозирования и принятия решений / под ред. С. А. Саркисяна. – М. : Высшая школа, 1977. – 351 с.
7. Caicong Wu. Decision-making modeling method based on artificial neural network and data envelopment analysis / Wu Caicong, Chen Xiuwan, Yang Yinsheng // Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS '04 : IEEE International, 20-24 Sept. 2004 : thesis. – 2004. – V. 4. – P. 2435–2438.
8. Jumarie G. Expert systems and fuzzy systems : A new approach to possibility-probability conversion / G. Jumarie. – Kybernetes, 1993. – P. 21–36.
9. Martel R. J. Information optimization for decision making / R. J. Martel, J. J. Sudano // Aerospace and Electronics Conference, NAECON 1997 : Proceedings of the IEEE, 14–17 July 1997 : thesis. – 1997. – V. 1. – P. 45–461.
10. Ozen T. Modelling the variation in human decision making / T. Ozen Garibaldi, J. M. Musikasawan // Fuzzy Information. Processing NAFIPS '04 : IEEE Annual Meeting, 27–30 June 2004 : thesis. – 2004. – V. 2. – P. 617–622.
11. Turban E. Decision Support Systems and Expert Systems / E. Turban. – New York : Macmillan. – 1988. – 544 p.
12. Yingxu Wang. Formal description of the cognitive process of decision making / Wang Yingxu, Liu Dong, G. Ruhe // Cognitive

Informatics : Proceedings of the Third IEEE International Conference, 16–17 Aug. 2004 : thesis. – P. 124–130.

13. Dynamic decision making with an objective function based on fuzzy preferences / Y. Yoshida, M. Yasuda, J. Nakagami, M. Kurano // Fuzzy Systems. – 2004. – V. 2. – P. 777–782.

14. Zimmermann H.-J. Fuzzy Set Theory and Its Applications / H.-J. Zimmermann. – Kluwer, Academic Publisher, Dordrecht, Boston, MA, 1991. – 2nd ed. – 315 p.

15. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 170 с.

16. Дубовой В. М. Использование обобщенной вычислительной модели в интеллектуальных системах управления / В. М. Дубовой, О. В. Глонь // Вісник Технологічного університету Поділля. – 2002. – Т. 1(41), № 3. – С. 122–125.

17. Дубовой В. М. Властивості моделей інформаційних систем в умовах невизначеності / В. М. Дубовой, О. В. Глонь // Матеріали III міжнародної конференції ІОН–2002. – Том 2. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002. – С. 410–412.

18. Klir G. J. Uncertainty-Based Information : Elements of Generalized Information Theory / G. J. Klir, M. J. Wierman // Studies in Fuzziness and Soft Computing, – 1998. – Volume 5. – P. 2345–246.

19. Ротштейн А. П. Нечеткая надежность алгоритмических процессов / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба. – Винница : Континент–ПРИМ, 1997. – 142 с.

Розділ 1

1. Дичковська О. В. Системи технологій галузей народного господарства : навчальний посібник / О. В. Дичковська. – К. : ІСДО, 1995. – 312 с.

2. Васильева И. Н. Экономические основы технологического развития / И. Н. Васильева. – М. : Банки и биржи, 1985. – 215 с.

3. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М. : ВладДар, 1993. – 126 с.

4. Теліженко О. М. Системи технологій промисловості : навчально-методичний посібник для самостійного вивчення дисципліни / О. М. Теліженко. – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2011. – 40 с.

5. Асаль Р. Роботы и автоматизация производства / Р. Асаль ; пер. с англ. М. Ю. Евстигнеева и др. – М. : Машиностроение, 2001. – 448 с.
6. Основы химической технологии / под ред. И. П. Мухленова. – М. : Высш. школа, 1991. – 463 с.
7. Дубовой В. М. Оптимізація підсистем збору даних АСУТП в умовах комбінованої невизначеності : монографія / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – 169 с.
8. Горкуненко А. Б. Математичне моделювання та статистичний сумісний аналіз взаємопов'язаних економічних циклічних процесів / А. Б. Горкуненко, А. М. Луцків, С. А. Лупенко. – Вісник ХНУ, 2011. – № 1. – С. 137–143.
9. Згуровський М. З. Ієрархічне планування в системах, що мають мережне представлення технологічних процесів й обмежені ресурси, як задача прийняття рішень / М. З. Згуровський, О. А. Павлов // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2009. – № 3. – С. 70–75.
10. Бахметова Н. А. Моделирование технологических процессов с помощью нейронных сетей / Н. А. Бахметова, С. В. Токарев // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 2. – С. 139–140.
11. Смородін В. С. Регулювання функціонування технологічного процесу виробництва за допомогою системи прийняття рішень / В. С. Смородін // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2008. – № 2. – С. 77–86.
12. Севастьянов П. В. Имитационное моделирование технологических процессов в транспортно-сбытовой логистике при нечетких исходных данных / П. В. Севастьянов, В. И. Вальковский // Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция, 1999. – № 2–3. – С. 79–83.
13. Нечеткий взвод – Режим доступа : http://sernam.ru/book_gen.php?id=21.
14. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 170 с.
15. Аверкин А. Н. Триангулярные нормы в системах искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, В. В. Костерев // Известия Академии наук. Теория и системы управления. – 2000. – № 5. – С. 106–109.
16. Umkehrer E. A General Framework for Comparing Uncertainty Theories / E. Umkehrer, K. Schill // Proceedings of ISUMA-NAFIPS'95. – P. 613–618.

17. Нгуен М. Х. Моделирование приближенных рассуждений с помощью нечетко-значной вероятностной логики // Изв. РАН. тех. кибернетика. – 1993. – № 5. – 216 с.

18. Дубовой В. М. Формалізація перетворень алгоритмічних моделей систем керування в умовах невизначеності / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – Т. 1 (68), № 4, Ч. 1. – С. 54–57.

19. Теория управления социалистическим производством : учебник / Под ред. О. В. Козловой. – М., 1979. – С. 206.

20. Бейко І. В. Методи внутрішньої точки в алгоритмах оптимального керування процесами із розподіленими параметрами / І. В. Бейко, О. В. Щирба // Системний аналіз та інформаційні технології : матеріали Міжнародної науково-технічної конференції SAIT 2011 : 23–28 травня 2011 р. : тези доповідей. – К.: ННК «ПСА» НТУУ «КП», 2011. – С. 53–54.

21. Ротштейн А. П. Нечеткая надежность алгоритмических процессов / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба – Винница : Континент-ПРИМ, 1997. – 142 с.

Розділ 2

1. Хемди А. Таха. Теория игр и принятия решений / А. Таха Хемди // Введение в исследование операций. – М. : Вильямс, 2007. – 7-е изд. – С. 549–594.

2. Петросян Л. А. Теория игр : учеб. пособие для ун-тов / Л. А. Петросян, Н. А. Зенкевич, Е. А. Семина. – М. : Высшая школа, Книжный дом «Университет», 1998. – 304 с.

3. О математических методах теории принятия решений / С. Ф. Рогов. – Режим доступа: www.mfua.ru/temp/file/konf_1/1_6.doc.

4. Бурков В. Н. Теория активных систем: состояние и перспективы / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков. – М. : СИНТЕГ, 1999. – 128 с.

5. Губко М. В. Теория игр в управлении организационными системами / М. В. Губко, Д. А. Новиков. – М. : Синтег, 2002. – 148 с.

6. Новиков Д. А. Курс теории активных систем / Д. А. Новиков, С. Н. Петраков. – М. : Синтег, 1999. – 108 с.

7. Вол М. Анализ транспортных систем / М. Вол, Б. Мартин. – М. : Транспорт, 1981. – 516 с.

8. Антонов О. В. Оптимальное управление технологическими процессами с использованием комбинированных математических моде-

лей / О. В. Антонов, О. М. Проталинский // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. – № 02 – С. 29–31.

9. Вентцель Е. С. Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М. : Советское радио, 1972. – 552 с.

10. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход / Н. Кристофидес. – М. : Мир, 1978. – 432 с.

11. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пособие для студентов экон. спец. вузов / И. Л. Акулич – М. : Высш. шк., 1986. – 319 с.

12. Богуславский И. А. Прикладные задачи фильтрации и управления / И. А. Богуславский. – М. : Наука, 1983. – 400 с.

13. Новиков Д. А. Механизмы управления динамическими активными системами / Д. А. Новиков, И. М. Смирнов, Т. Е. Шохина. – М. : ИПУ РАН, 2002. – 124 с.

14. Губко М. В. Механизмы управления организационными системами с коалиционным взаимодействием участников / М. В. Губко. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 118 с.

15. Новиков Д. А. Механизмы стимулирования в многоэлементных организационных системах / Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – М. : Апостроф, 2000 – 184 с.

16. Новиков Д. А. Механизмы функционирования многоуровневых организационных систем / Д. А. Новиков. – М. : Фонд «Проблемы управления», 1999. – 150 с.

17. Губко М. В. Механизмы управления организационными системами с коалиционным взаимодействием участников / М. В. Губко. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 118 с.

18. Новиков Д. А. Механизмы функционирования организационных систем с распределенным контролем / Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – М. : ИПУ РАН, 2001. – 118 с.

19. Новиков Д. А. Стимулирование в социально-экономических системах (базовые математические модели) / Д. А. Новиков. – М. : ИПУ РАН, 1998. – 216 с.

20. Новиков Д. А. Институциональное управление организационными системами / Д. А. Новиков. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 584 с.

21. Новиков Д. А. Сетевые структуры и организационные системы / Д. А. Новиков. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 108 с.

22. Коргин Н. А. Неманипулируемые механизмы обмена в активных системах / Н. А. Коргин. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 126 с.

23. Новиков Д. А. Курс теории активных систем / Д. А. Новиков, С. Н. Петраков. – М. : Синтег, 1999. – 108 с.
24. Петраков С. Н. Механизмы планирования в активных системах: неманипулируемость и множества диктаторства / С. Н. Петраков. – М. : ИПУ РАН, 2001. – 135 с.
25. Бурков В. Н. Теория графов в управлении организационными системами / В. Н. Бурков, А. Ю. Заложнев, Д. А. Новиков. – М. : Синтег, 2001. – 124 с.
26. Губко М. В. Теория игр в управлении организационными системами / М. В. Губко, Д. А. Новиков. – М. : Синтег, 2002. – 148 с.
27. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман, О. Моргенштерн. – М. : Наука, 1970. – 707 с.
28. Кудрявцев Л. Д. Курс математического анализа : учеб. для студентов университетов и вузов / Л. Д. Кудрявцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1988. – 712 с.
29. Нельсон Р. Р. Эволюционная теория экономических изменений / Р. Р. Нельсон, С. Дж. Уинтер – М. : Дело, 2002. – 536 с.
30. Головченко В. Б. Комбинирование прогнозов с учетом экспертной информации / В. Б. Головченко, С. И. Носков // Автоматика и телемеханика. – 1992. – № 11. – С. 109–117.
31. Воронов А. А. Основы теории автоматического регулирования и управления : учеб. пособие для вузов / А. А. Воронов. – М. : Высш. школа, 1977. – 519 с.
32. Баранцева С. М. Ризикологія / С. М. Баранцева, Т. Б. Хлевицька. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – 44 с.
33. Дубовой В. М. Моделювання систем керування в умовах невідзначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2004. – 169 с.
34. Кузьмін О. Є. Обґрунтування господарських рішень і оцінка ризиків : навчальний посібник / О. Є. Кузьмін, Г. Л. Вербицька, О. Г. Мельник – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 212 с.
35. Івченко І. Ю. Моделювання економічних ризиків і ризикових ситуацій / І. Ю. Івченко – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 344 с.
36. Кини Р. Принятие решений при многих критериях : предпочтения и замещения / Р. Кини, Х. Райфа. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.
37. Зайченко Ю. П. Многокритериальные задачи принятия решений в нечётких условиях и методы их решения / Ю. П. Зайченко //

Системні дослідження та інформаційні технології. – 2002. – № 2. – С. 53–62.

38. Подиновский В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач : учеб. пособие для вузов / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин. – М. : Наука, 1982. – 250 с.

39. Жаке-Лагрез Э. Статистические модели и многокритериальные задачи принятия решений / Э. Жаке-Лагрез. – М. : Статистика, 1979. – 341 с.

40. Кини Р. Л. Принятие решений при многих критериях : предпочтения и замещения / Р. Л. Кини, Х. Райфа. – М. : Радио и связь, 1981. – 560 с.

41. Benson P. Multicriteria Optimization / Harold P. Benson, Matthias Ehrgott. – Springer, 2005. – 323 p.

42. Ehrgott M. Approximative Solution Methods for Multiobjective Combinatorial Optimization / M. Ehrgott, X. Gandibleux // TOP (Sociedad de Estadística e Investigación Operativa. – 2004. – 12(1). – 193 p.

43. Saaty Thomas L. Decision Making for Leaders : The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World / L. Thomas Saaty. – Pittsburgh, Pennsylvania : RWS Publications, 1990. – 292 p.

44. Андрейчиков А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 464 с.

45. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – 20-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища шк., 1986. – 283 с.

46. Дубовой В. М. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами : монографія / В. М. Дубовой, О. О. Ковалюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 190 с.

47. Воробьёв Н. Н. Теория игр для экономистов-кибернетиков / Н. Н. Воробьёв. – М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 272 с.

48. Оуэн Г. Теория игр / Г. Оуэн. – М. : Мир 1971. – 368 с.

49. Данилов В. И. Лекции по теории игр / В. И. Данилов. – М. : Российская экономическая школа, 2002. – 140 с.

50. Де Гроот М. Оптимальные статистические решения : пер. с англ. А. Л. Рухина / М. Де Гроот ; под ред. Ю. В. Линника, А. М. Кагана. – М. : Мир, 1974. – 436 с.

51. Закс Ш. Теория статистических выводов : пер. с англ. Е. В. Чепурина / Ш. Закс ; под ред. Ю. К. Беляева. – М. : Мир, 1975. – 716 с.

52. Репин В. Г. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем / В. Г. Репин, Г. П. Тартаковский. – М. : Советское радио, 1977. – 432 с.

53. Кузьмин И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В. Кузьмин, В. А. Кедрус. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища шк., 1986. – 283 с.

54. Шлезингер М. Десять лекций по статистическому и структурному распознаванию / М. Шлезингер, В. Главач. – К. : Наукова думка, 2004. – 342 с.

55. Наконечний С. І. Математичне програмування : навч. посіб. / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К. : КНЕУ, 2003. – 452 с.

56. Лапшин К. А. Игровые модели и принятие решений / К. А. Лапшин. – М. : Наука, 2001. – 145 с.

57. Донець Л. І. Економічні ризики та методи їх вимірювання : навчальний посібник / Л. І. Донець. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 312 с.

58. Фізико-математичні науки. Дослідження операцій. Задачі з умовами невизначеності та конфлікту. – Режим доступу : <http://referatu.com.ua/oldreferats/119/137324>.

59. Чемерис А. Методи оптимізації в економіці : навчальний посібник / Анатолій Чемерис, Ростислав Юринець, Орест Мищишин. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 150 с.

60. Касифікація ігор. – Режим доступу : http://old.ulstu.ru/people/SOSNIN/umk/Decisions_Support/metod.htm.

61. Теория игр. – Режим доступа : http://www.poker-wiki.ru/poker/Теория_игр.

62. Теория игр и стратегическое поведение / Кристиан Монте. – Режим доступа : <https://sites.google.com/a/economicus.org/economicus/kristian-monte-teoria-igr-i-strategicesкое-povedenie>.

63. Теория систем и системный анализ. Лекция 11 : Теория игр и принятие решений / И. Б. Родионов. – Режим доступа : <http://victor-safronov.narod.ru/systemsanalysis/lectures/rodionov/10.html>.

64. Елементи теорії ігор. Лекція 2 / О. П. Бесклінська. – Режим доступу : mathsciences.at.ua/-2.pps.

65. Дослідження операцій. Задачі з умовами невизначеності та конфлікту. – Режим доступу : <http://referatu.com.ua/oldreferats/119/137324>.

66. Донець Л. І. Економічні ризики та методи їх вимірювання : навчальний посібник / Л. І. Донець. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 312 с.

67. Вопросы анализа и процедуры принятия решений / под ред. И. Ф. Шахнова. – М. : Мир, 1976. – 231 с.
68. Воробьёв Н. Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры / Н. Н. Воробьёв. – М. : Наука, 1984. – 496 с.
69. Дюбин Г. Н. Введение в прикладную теорию игр / Г. Н. Дюбин, В. Г. Суздаль ; под ред. Н. Н. Воробьева. – М. : Наука, 1981. – 336 с.
70. Дубовой В. М. Моделювання систем керування в умовах невідзначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2004. – 169 с.
71. Kahnman D. Prospect Theory : an Analysis of Decisions under Risk / D. Kahnman, A. Tversky // *Econometrica*. – 1979. – № 47. – P. 263–292.
72. Kosko B. Fuzzy Systems as Universal Approximators / B. Kosko // *IEEE Trans. on Computers*. – 1994. – V. 43, № 11. – P. 1329–1333.
73. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / под ред. Д. А. Поспелова – М. : Наука, 1986. – 312 с.
74. Губко М. В. Лекции по принятию решений в условиях нечеткой информации / М. В. Губко. – М. : ИПУ РАН, 2004. – 37 с.
75. Зайченко Ю. П. Исследование операций : нечеткая оптимизация : учеб. пособие. – К. : Выща шк., 1991. – 191 с.
76. Miller G. A. The Magic Number Seven Plus or Minus Two : Some Limits on Our Capacity for Processing Information / G. A. Miller // *Psychological Review*. – 1956. – No. 63. – P. 81–97.
77. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии в идентификации : нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Винница : Континент-ПРИМ, 1999. – 300 с.
78. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С. Д. Штовба. – Режим доступа : <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1>.

Розділ 3

1. Аверкин А. Н. Триангулярные нормы в системах искусственного интеллекта / А. Н. Аверкин, В. В. Костерев // *Известия академии наук. Теория и системы управления*. – 2000. – № 5. – С. 116–128.
2. Асаи Д. Прикладные нечеткие системы / Д. Асаи, С. Вадата. – М. : Мир, 1993. – 368 с.
3. Hideo P. Fault Tree Analysis by Fuzzy Probability / P. Hideo // *IEEE Transactions on Reliability*. – 1983. – P. 45–457.

4. Костерев В. В. Агрегирование случайной и нечеткой информации в задачах анализа безопасности / В. В. Костерев // Научная сессия МИФИ, январь, 1999 г. : тезисы докладов. – Москва, 1999. – С. 84–86.

5. Костерев В. В. Агрегирование вероятностной и нечеткой информации в задачах оценки риска / В. В. Костерев, А. Н. Аверкин // Международная конференции по мягким вычислениям и измерениям SCM–99, 25–28 мая, 1999 г. : сборник докладов. – СПб, 1999. – С. 196–199.

6. Костерев В. В. Методы теории нечетких множеств в оценивании безопасности перевозок радиоактивных материалов / В. В. Костерев // IV Международный симпозиум по радиационной защите : тезисы докладов. – Обнинск, 1996. – С. 90–91.

7. Костерев В. В. Обработка нечеткой информации при оценке риска перевозки радиоактивных грузов / В. В. Костерев // МИФИ : тезисы докладов научной сессии, январь, 1998 г. – Москва, 1998. – С. 54–58.

8. Computer modelling for risk assessment of transportation using methods of fuzzy set theory / V.V . Kosterev, M. P. Panin, A. U. Maksimov, S. M. Gusev // Packaging and Transportation of Radioactive Materials : the 12th International Conference, May 10–15, 1998. – Paris, France.

9. Methods of Fuzzy Set Theory Applied to Railway Transportation Risk Assessment / V. V. Kosterev, M. P. Panin, A. N. Averkin, V. V. Boliatko // SCM–98 : международная конференции по мягким вычислениям и измерениям, 23–26 июня, 1998 г. : сборник докладов. СПб, 1998. – С. 112–115.

10. Воронов А. А. Теория автоматического управления : том 2 / А. А. Воронов – М. : Высшая школа, 1986. – 504 с.

11. Дубовой В. М. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2004. – 169 с.

12. Дубовой В. М. Спеціальні розділи математики : навчальний посібник / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко. – Вінниця : ВНТУ, 2007. – 165 с.

13. Дубовой В. М. Оптимізація параметрів СППР при управлінні розгалуженим технологічним процесом / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія : Третя Міжнародна науково–практична конференція, 29–31 травня 2012 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – С. 20–21.

14. Баруча-Рид А. Т. Элементы теории марковских процессов и их приложения / А. Т. Баруча-Рид. – М. : Наука, 1969. – 512 с.
15. Тихонов В. И. Марковские процессы / В. И. Тихонов, М. А. Миронов – М. : Советское радио, 1977. – 488 с.
16. Дубовой В. М. Задачі прийняття рішень щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, О. М. Циганенко // Системний аналіз та інформаційні технології : Міжнародна науково-технічна конференція SAIT 2011, Київ, 23–28 травня 2011р. : тези доповідей. – К. : ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2011. – С. 238.
17. Свешников А. А. Прикладные методы теории марковских процессов / А. А. Свешников. – М. : Лань, 2007. – 192 с.
18. Портенко Н. И. Марковские процессы / Н. И. Портенко, А. В. Скороход, В. М. Шуренков // Итоги науки и техн. Современ. пробл. матем. Фундам. направления. – ВИНТИ, 1989. – С. 5–248.
19. Дубовой В. М. Оцінювання ризику розгалужено-циклічних технологічних процесів / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, А. В. Денисов // Вісник ХНУ. – 2011. – № 6. – С. 165–168.
20. Дубовой В. М. Оптимізація підсистем збору даних АСУТП в умовах комбінованої невизначеності : монографія / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 180 с.
21. Дубовой В. М. Моделі прийняття рішень в управлінні розподіленими динамічними системами : монографія / В. М. Дубовой, О. О. Ковалюк. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 190 с.
22. Ханк Д. У. Бизнес-прогнозирование : пер. с англ. / Д. Э. Ханк, Д. У. Уичерн, А. Д. Райтс. – 7-е изд. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2003. – 656 с.
23. Sc. Power System Short-term Load Forecasting : thesis for Ph.d degree / M. Jingfei Yang // Germany, Darmstadt, Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universitat. – 2006. – 139 p. – Режим доступу : <http://habrahabr.ru/post/177633/>.
24. Байдаков А. Н. Прогнозные сценарии как необходимый компонент системы риск-менеджмента / А. Н. Байдаков, А. В. Назаренко, Д. В. Запорожец // Вестник АПК Ставрополя. – 2011. – №3(3). – С. 55–58.
25. Математическое моделирование технических систем / А. В. Усов [и др.]. – К. : Техніка, 1995. – 328 с.

26. Отличие сценарного планирования от сценарного прогнозирования / А. Г. Арсентьева // Международный молодежный научный форум «ЛОМОНОСОВ–2013» / Отв. ред. А. И. Андреев, А. В. Андриянов, Е. А. Антипов [и др.]. – М. : МАКС Пресс, 2013. – Режим доступа : http://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2013/2137/55803_f5e8.pdf.

27. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – М. : Мир, 1976. – 416 с.

28. Исмагилов И. И. Нечеткое прогнозирование количественных показателей сложных систем. Исслед. по информ. / И. И. Исмагилов, В. А. Зинкин // Отечество. – Казань, 2007. – № 11. – С. 49–56.

29. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. – М. : Телеком, 2007. – 288 с.

30. Аверкин А. Н. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д. А. Поспелова. – М. : Наука, 1986. – 312 с.

31. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М. : Мир, 1993. – 368 с.

32. Борисов А. Н. Принятие решений на основе нечетких моделей : примеры использования / А. Н. Борисов, О. А. Крумберг, И. П. Федоров. – Рига : Зинатне, 1990. – 184 с.

33. Dubovoy V. M. Uncertain graph as the model of branching technological proctss / V. M. Dubovoy, I. V. Pylypenko, G. Y. Derman / Nauka i studia, 2013. – № 17(85). – P. 27–33.

34. Дубовой В. М. Марковська модель прийняття рішень розгалужено-циклічними технологічними процесами / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, О. Д. Никитенко // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2012) : XI Міжнародна конференція : Вінниця, 9–11 жовтня 2012 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ. – 2012. – С. 17.

Розділ 4

1. Малинников В. В. Метод разложения в решении больших задач линейного программирования с блочной структурой / В. В. Малинников // Экономика и матем. методы. – 1971. – С. 733–736.

2. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М. : Мир, 1973. – 344 с.

3. Colson B. An overview of bilevel optimization / B. Colson, P. Marcotte, G. Savard // *Annals of Operations Research*. – 2007. – P. 235–256.
4. Егоров С. В. Технологические процессы как объекты управления / С. В. Егоров. – М. : Изд-во МЭИ, 1988. – 96 с.
5. Bayas M. M. Efficient Resources Allocation in Technological Processes Using an Approximate Algorithm Based on Random Walk / M. M. Bayas, V. M. Dubovoy // *International Journal of Engineering and Technology (IJET)*. – 2013. – V. 5, No. 5. – P. 4214–4218.
6. Алиев Р. А. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления / Р. А. Алиев, М. М. Либерзон. – М. : Радио и связь, 1987. – 208 с.
7. Benders J. Partitioning Procedures for Solving Mixed Variables Programming. Problems / J. Benders // *Numerische Mathematic*, 1962. – P. 238–252.
8. Bellman Richard. On the Theory of Dynamic Programming / Richard Bellman // *Proc Natl Acad Sci. – USA*, 1952. – P. 716–719.
9. Bristol-Myers Squibb. Nonlinear Programming, Theory and Algorithms / Bristol-Myers Squibb. – Crosby, P.B., 1979. – P. 98–157.
10. Ralphs T. K. Decomposition Methods / T. K. Ralphs, M. V. Galati // *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*. – Cochran, J., Ed., Wiley, 2010. – P. 45–62.
11. Generalized Benders Decomposition [Электронный ресурс] / A. M. Geoffrion. – 1972. – Режим доступа : <http://www.anderson.ucla.edu/faculty/art.geoffrion/home/docs/GBD.pdf>
12. Combined Heuristic Optimization Techniques for Global Minimization / K. Premalatha, A. M. Natarajan. – 2010. – Режим доступа : <http://core.kmi.open.ac.uk/download/pdf/922960.pdf>.
13. Bayas Sampedro Marcia. Efficient Resources Allocation in Technological Processes Using Genetic Algorithm / Marcia Bayas Sampedro, V. M. Dubovoy // *Middle-East Journal of Scientific Research*. – 2013. – 14 (1). – Режим доступа : 10.5829/idosi.mejsr.2013.14.1.16313.
14. Luhandjula M. K. Fuzzy optimization / M. K. Luhandjula // *An appraisal, Fuzzy Sets and Systems*. – 1989. – Vol. 30. – P. 257–282.
15. Trebi-Ollennu A. Multiobjective fuzzy genetic algorithm optimisation approach to nonlinear control system design / A. Trebi-Ollennu, B. A. White. – 1997. – P. 279–284.
16. Mahmoud M. S. Multinivel systems control and applications / M. S. Mahmoud. – 1977. – P. 34–45.

17. Форрестер Дж. Динамика развития города / Дж. Форрестер. – М. : Прогресс, 1974. – 214 с.
18. Алтунин А. Е. Исследование и разработка методов принятия решений в многоуровневых иерархических системах газовой промышленности / А. Е. Алтунин ; МИНХ и ГП им. И. М. Губкина. – М., 1979. – 24 с.
19. Jennings N. R. Coordination Techniques for Distributed Artificial Intelligence / N. R. Jennings // Foundations of Distributed Artificial Intelligence. – New York, 1996. – P. 187–210.
20. Durfee E. H. Practically Coordinating / E. H. Durfee // AI Magazine. – 1999. – 20(1). – P. 99–116.
21. Hunhns M. N. A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence / M. N. Hunhns, L. M. Stephens // Multiagent Systems and Societies of Agents. – The MIT Press, 1999. – P. 79–120.
22. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахара. – М. : Мир, 1973. – 344 с.
23. Ладанюк О. А. Автоматизированное управление взаимосвязанными подсистемами технологических комплексов пищевых производств / О. А. Ладанюк. – К., 1996. – 176 с.
24. Системна задача координації в технологічних комплексах неперервного типу / А. П. Ладанюк, Д. А. Шумигай, Р. О. Бойко. – Режим доступу : http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4444/1/Sh_3.pdf.
25. Батищев Д. И. Методы оптимального проектирования / Д. И. Батищев. – М. : Радио и связь, 1984. – 358 с.
26. Иванов В. В. Методы вычислений на ЭВМ : справочное пособие / В. В. Иванов. – К. : Наук. думка, 1986. – 584 с.
27. Дубовой В. М. Оптимізація підсистем збору даних АСУТП в умовах комбінованої невизначеності : монографія / В. М. Дубовой, О. Д. Никитенко. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2011. – 169 с.
28. Харкевич А. А. Теория преобразователей / А. А. Харкевич. – Госэнергоиздат, 1948. – 400 с.
29. Мамчур Е. А. Принцип простоты и меры сложности / Е. А. Мамчур, Н. Ф. Овчинников, А. И. Уемов. – М. : Наука, 1989. – 304 с.
30. Воронов А. А. Теория автоматического управления : в 2-х ч. Ч. I. Теория линейных систем автоматического управления / А. А. Воронов. – М. : Высшая школа, 1986. – 367 с.

31. Дубовой В. М. Моделирование систем управления в условиях незначимости : монография / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2004. – 169 с.

32. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии в идентификации : нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети / А. П. Ротштейн. – Вінниця : Континент-ПРИМ, 1999. – 300 с.

33. Bayas M. M. Efficient Resources Allocation in Technological Processes Using Genetic Algorithm / M. M. Bayas, V. M. Dubovoy // Middle-East Journal of Scientific Research. – 2013. – V. 14, No. 1. – P. 1–4.

34. Байас М. М. Resource allocation problem in the frame of distributed objects coordination using genetic algorithms / М. М. Байас // Системний аналіз та інформаційні технології : 15-а Міжнародна науково-технічна конференція SAIT 2013, Київ, 27–31 травня 2013 р. : тези доповідей. – К. : ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2013. – С. 31.

35. Дубовой В. М. Modeling the coordination of cleaning processes in a pasteurization line based on Petri Nets / В. М. Дубовой, М. М. Байас // Автоматика–2013 : XX Міжнародна конференція з автоматичного управління, 25–27 вересня 2013 р. : тези доповідей. – Миколаїв : НУК, 2013. – С. 288.

36. Дубовой В. М. Оценка влияния синхронизации параллельных технологических операций на эффективность разветвляющегося процесса / В. М. Дубовой, М. М. Байас // Автоматика–2013 : XX Міжнародна конференція з автоматичного управління, 25–27 вересня 2013 р. : тези доповідей. – Миколаїв : НУК, 2013. – С. 311.

37. Дубовой В. М. Информационные технологии в координации местных интеллектуальных систем в технологических процессах / В. М. Дубовой, М. М. Байас // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я : XXI міжнародна науково-практична конференція, 29–31 травня 2013 р. : тези доповідей. – Харків : НТУ «ХПІ». – С. 90.

38. Model based in random walk for coordination of a dairy plant / В. М. Дубовой, М. М. Байас // Fourth International Scientific Conference «Intelligence Systems in Industry and Education – 2013». – Режим доступу : http://ispo.elit.sumdu.edu.ua/files/theses/Bayas%20M.M._Dubovoy%20V.M.pdf.

Розділ 5

1. Дубовой В. М. Оптимізація параметрів СППР при управлінні розгалуженим технологічним процесом / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2012. – Т. 2, № 24. – С. 18–25.
2. Дубовой В. М. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця. – 2004. – 169 с.
3. Дубовой В. М. Архітектура інформаційної технології прийняття рішень при управлінні розгалужено-циклічними технологічними процесами / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Системний аналіз та інформаційні технології : 15-а Міжнародна науково-технічна конференція SAIT 2013, Київ, 27–31 травня 2013 р. : тези доповідей. – К. : ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2013. – С. 425–426.
4. Дубовой В. М. Использование адаптивной модели в системе управления разветвляющимся технологическим процессом / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко, А. В. Гедз // Обробка інформації в складних системах, інтелектуальне моделювання та керування : міжнародна конференція, 25–27 вересня 2013 р. : тезиси докладов. – Режим доступу : <http://conference.nuos.edu.ua/catalog/lectureDetail;jsessionid=c4bddf3f82e95e26085e3993da0f?lectureId=21065&conferenceId=19968&isProjectorView=false>.
5. Седжвик Р. Фундаментальные алгоритмы на С. Алгоритмы на графах / Р. Седжвик. – СПб. : ДиаСофтЮП, 2003. – 480 с.
6. Романовский И. В. Дискретный анализ / И. В. Романовский. – СПб. : Невский диалект, 2000. – 240 с.
7. Соммервил И. Инженерия программного обеспечения / И. Соммервил. – 6-е изд. – М. : Вильямс, 2002. – 624 с.
8. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования = Applying UML and Patterns : An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development / К. Ларман. – 3-е изд. – М. : Вильямс, 2006. – 736 с.
9. Грейди Буч. Язык UML. Руководство пользователя = The Unified Modeling Language user guide / Грейди Буч, Джеймс Рамбо, Айвар Джекобсон. – 2-е изд. – М., СПб. : ДМК Пресс, Питер, 2004. – 432 с.
10. Буч Г. UML. Классика CS / Г. Буч, А. Якобсон, Дж. Рамбо ; под общей ред. проф. С. Орлова. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 736 с.

Розділ 6

1. Баранов В. С. Технология производства продуктов общественного питания / В. С. Баранов. – М. : Экономика, 1982. – 399 с.
2. Кравець П. О. Методи розпаралелювання випадкового пошуку / П. О. Кравець // Lviv Polytechnic National University Institutional Repository. – 2003. – С. 163–177.
3. Сушков Ю. А. Об одном способе организации случайного поиска / Ю. А. Сушков // Автоматика и вычислительная техника. – 1974. – № 6. – С. 41–48.
4. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень / С. О. Субботін. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2008. – 341 с.
5. Дерман Г. Ю. Формалізація задачі прийняття рішень щодо розвитку корпоративних інформаційних систем в умовах невизначеності / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман. – Вісник ХНУ, 2012 – С. 147–151.
6. Дерман Г. Ю. Підхід до визначення рівня безпеки системи, що розвивається / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – № 1(23) – С. 4–9.
7. Дерман Г. Ю. Підхід до аналізу безпеки ієрархічних інформаційних систем, що розвиваються / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, О. М. Миколайчук // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганськ, 2012. – № 17 (188). – Частина 1. – С. 131–137.
8. Довідник із захисту рослин / Л. І. Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв [та ін.] ; за ред. М. П. Лісового. – К. : Урожай, 1999. – 744 с.
9. Популяционная динамика / Г. Ю. Ризниченко. – Режим доступа : <http://www.library.biophys.msu.ru/MathMod/PD.HTML>.
10. Лекции по математическим моделям в биологии : Ч. I / Г. Ю. Ризниченко – Режим доступа : <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/>.
11. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику / С. Д. Штовба – Режим доступа : <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/>.
12. Штовба С. Д. Влияние методов дефазификации на скорость настройки нечеткой модели / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба // Кибернетика и системный анализ. – 2002. – № 5. – С. 169–176.

13. Глонь О. В. Моделювання систем керування в умовах невизначеності : монографія / О. В. Глонь, В. М. Дубовой. – Вінниця : УНІВЕРСУМ–Вінниця, 2004. – 170 с.

14. Пилипенко І. В. Задачі прийняття рішень щодо управління розгалужено-циклічними технологічними процесами / І. В. Пилипенко, В. М. Дубовой, О. М. Циганенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 1. – С. 36–42.

15. Дубовой В. М. Прогнозування небезпеки враження рослин на основі моделі нечіткого висновку Мамдані–Заде з використанням геоінформаційної технології / В. М. Дубовой, О. С. Сольський // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2012. – № 1. – С. 110–115.

16. Сольський О. С. Прогнозирование численности вредителей с использованием нечеткой базы знаний / В. М. Дубовой, О. С. Сольський // Научно-теоретический и практический журнал. – 2013. – № 10(58). – С. 66–71.

17. Сольський О. С. Selection of effective plant protection products with the help of information technology / В. М. Дубовой, О. С. Сольський // Nauka i studia : techniczne nauki budownictwo I architektura nowoczesne informacyjne technologie. – 2013. – № 21(89). – Р. 49–56.

18. Пилипенко І. В. Модель розвитку корпоративної ІС в умовах невизначеності / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, І. В. Пилипенко // Системний аналіз та інформаційні технології : 15-а Міжнародна науково-технічна конференція : тези доповідей. – К. : ННК «ІПСА» НТУУ «КПІ», 2013. – 516 с.

19. Мальований В. В. Структурно-логічний аналіз процесу розвитку корпоративної інформаційної системи / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, В. В. Мальований // Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації : Четверта Міжнародна науково-практична конференція, 23–25 квітня 2013 р. : тези доповідей. – Вінниця : Едельвейс і К, 2013. – С. 262–264.

20. Дерман Г. Ю. Пошук оптимальної стратегії розвитку інформаційної системи / Г. Ю. Дерман // Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту ISDMCI'2013 : міжнародна наук. конф. : тези доповідей. – Херсон : ХНТУ, 2013. – С. 449–451.

21. Пилипенко І. В. Information technology of decision-making in the management of branched-cyclic technological processes / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Новости передовой науки – 2013 : VIII Міжна-

родна науково-практична конференція : тези доповідей. – София : Бял ГРАД-БГ, 2013. – Т. 56. – С. 11–13.

22. Пилипенко І. В. Оцінювання ризику технологічного процесу обробки овочів / В. М. Дубовой, І. В. Пилипенко // Вісник ХНУ. – 2013. – № 1015 – С. 449–451.

23. Дерман Г. Ю. Формалізація задачі прийняття рішень щодо розвитку корпоративних інформаційних систем в умовах невизначеності / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман // Вісник ХНУ. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – № 18. – С. 147–151.

24. Дерман Г. Ю. Ігровий підхід до прийняття рішень щодо розвитку ІС / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2012) : XI Міжнародна конференція, 9–11 жовтня 2012 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ. – 2012. – С. 96–97.

25. Сольський О. Прогнозування небезпеки враження рослин засобами геоінформаційної технології / В. Дубовой, О. Сольський // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2012) : XI Міжнародна конференція, 9–11 жовтня 2012 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ. – 2012. – С. 94.

26. Дерман Г. Математична модель процесу накопичення ресурсів інформаційною системою / В. Дубовой, В. Шелест, Г. Дерман // Контроль і управління в складних системах (КУСС-2012) : XI Міжнародна конференція, 9–11 жовтня 2012 р. : тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ. – 2012. – С. 95.

27. Шелест В. С. Integrity loss model for large-scale information networks систем / В. М. Дубовой, Г. Ю. Дерман, В. С. Шелест // Automatics – 2012 : XIX Міжнародна конференція з автоматичного управління, 26–28 вересня 2012 р. : тези доповідей. – К. : НУХТ, 2012. – С. 410–411.

Наукове видання

**Дубовой Володимир Михайлович
Дерман Галина Юрївна
Пилипенко Інна Віталіївна
Байас Марсія Марісоль**

**ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ
В УПРАВЛІННІ РОЗГАЛУЖЕНИМИ
ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

Монографія

Редактор С. Малішевська

Оригінал-макет підготовлено І. Пилипенко

Підписано до друку 16.05.2014 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Друк різнографічний. Ум. др. арк. 12,47
Наклад 300 (1-й запуск 1–75) прим. Зам № В2014-20

Вінницький національний технічний університет,
КІВЦ ВНТУ,
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Тел. (0432) 59-85-32.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

Віддруковано ФОП Барановська Т. П.
21021, м. Вінниця, вул. Порики, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4377 від 31.07.2012 р.