

## **АЛГОРИТМ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВИРОБНИЧО - ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ ПІДПРИЄМТСТВ.**

Система управління матеріальними потоками в газовій промисловості характеризується як комплексна і достатньо автономна складна штучно створена система. В такій якості систему характеризують: загальна ціль системи; функції, що реалізують ціль; потоки засобами яких виконуються функції; структура, яка обмежує і направляє потоки» [13]. Дослідження систем управління матеріальними потоками підприємств дало змогу визначити всі ефективні методи розрахунку динамічних процесів необхідних, для створення систем оптимального керування процесами переміщення матеріального потоку. Зазначеним питанням займались Мокін Б.І., Камінський В.В., Т.В. Данько, Я. С. Підстригача, Флэтчер К., Я.Д. Плоткіна, Д. Сааті, Н.І. Чухрай.

Питання використання математичних моделей для формування, аналізу та функціонування організаційних структур управління матеріальними та інформаційними потоками, обслуговуючих та виробничих підсистем ГРП з точки зору логістичної концепції освітлені недостатньо.

Метою статті є використання математичних моделей для обґрунтування руху потоку, який складається з нелінійних одновимірних рівнянь газової динаміки, які пов'язують параметри потоку в кожному сегменті, та нелінійних умов спряження цих параметрів на межі сусідніх сегментів, що враховують дію ГРП станцій на матеріальний потік. При використанні математичних моделей у виробничо-логістичному ланцюзі потоки піддаються перетворенням, що змінюють значення їх класифікаційних ознак. Це означає, що для побудови загальної моделі матеріальних потоків, необхідно мати набір «локальних» моделей перетворень потоків як зберігають їх приналежність певного класу, так

і переводять їх в інші класи. Саме тому виникає необхідність побудови моделей та алгоритмів зазначених перетворень для алгоритмів моделей, включених у функціонально-структурний базис пропонованої системи моделювання матеріальних потоків на підприємстві і розподілених за своїм призначенням на групи.

При формальному описі алгоритмів моделей будемо представляти їх у вигляді блоків, за допомогою яких будемо формувати структурні схеми більш складних моделей перетворення потоків.

*Модель генерації потоку G.* Описує точку початку каналу, по якому переміщається матеріальний потік в даному виробничо-логістичному ланцюзі.

Модель дозволяє задавати потоки з необхідними характеристиками на вході виробничо-логістичного ланцюга.

*Модель декомпозиції потоку D.* Описує процедуру розкладу (декомпозиції) неоднорідного потоку на кілька вихідних потоків, серед яких можуть бути як однорідні, так і неоднорідні .

*Модель поглинання потоку S.* Описує точку закінчення каналу, по якому переміщається матеріальний потік. Модель поглинання, як і модель генерації потоку, по суті, не відображає будь-яких реальних перетворень і вони потрібні для зручності формального опису виробничо-логістичних ланцюгів, які завжди мають початкову і кінцеву точки. Такими «точками» можуть бути, відповідно, «постачальник сировини» і «споживач продукції», або «склад сировини» і «склад готової продукції».

Блок використовується для логічного завершення зображення структурної схеми моделі складного потоку і алгоритму для своєї реалізації не вимагає

*Модель розподілу (дистрибуції) потоку DIS.* Описує процедуру розподілу по декількох каналах вхідного однорідного потоку, що надходить по одному каналу. Прикладом є перетворення вхідного однорідного потоку деякого ресурсу між різними напрямками його використання.

*Модель складання потоків SUM.* Описує перетворення декількох вхідних потоків (однорідних або неоднорідних) в один сумарний вихідний потік, що переміщається далі по одному каналу. Логіка даного перетворення достатньо проста: партія матеріалу, що надійшла на вхід по будь-якому каналу, далі переміщається по загальному каналу без будь-яких якісних змін.

*Модель композиції потоків COM.* Описує ситуацію, коли вихідний потік формується з декількох вхідних за більш складним, ніж при сумуванні, правилами. Прикладом такого правила може слугувати формування партій вихідного потоку за заздалегідь заданою «рецептурою», тобто дотримання в одиниці об'єму партії вихідного потоку встановлених об'ємних співвідношень між вхідними компонентами. Логіка перетворення в цьому випадку трохи складніша: партія матеріалу певного обсягу з'являється на виході в деякий момент тільки в тому випадку, якщо обсяги всіх вхідних компонентів до цього моменту досягли заданих значень.

*Модель вибору SEL.* Описує процедуру вибору деяких з вхідних потоків для подальшого їх переміщення по вихідних каналах. Окремим випадком є вибір одного виду матеріалу з множини взаємозамінних матеріалів, що надійшли на вхід. Процедура вибору, наприклад, має місце при комплектації партії поставок при допустимих за договором поставки замінах окремих позицій.

*Модель об'ємного зміни потоку K.* Описує зміну кількості матеріалу на виході перетворювача по відношенню до його кількості на вході. Ступінь зміни можна охарактеризувати коефіцієнтом  $k$ , який може бути як постійною величиною (як правило, менше одиниці), так і змінною, що залежить від тих чи інших чинників (часу, обсягу матеріалу на вході). Об'ємна зміна відбувається, наприклад, на всіх стадіях технологічного процесу виробництва.

*Модель акумулювання потоку A.* Описує процес накопичення (акумулювання) матеріалу в деякій ланці логістичного ланцюга (у ланці зберігання - складі). Дане перетворення відповідає тільки одній складській операції - прийому матеріалу на склад. Ємність складу може бути прийнятою

як обмеженою, так і необмеженою величиною. Перетворення придатне не тільки для опису процесів накопичення матеріалу на складі.

Відзначимо, що на виході даного блоку матеріальний потік відсутній: модель описує лише накопичення матеріалу, який надходить на вхід. Його подальше переміщення описується іншою моделлю. Вихід моделі акумулювання потоку можна трактувати як інформацію про поточний запас матеріалу.

*Модель об'ємної нормалізації потоку  $VN$ .* Формує за заданими правилами з вхідного потоку з довільним обсягом партій матеріалу вихідний потік партій з фіксованим заданим об'ємом. Величина партій для такого потоку визначається, як правило, технічними або технологічними умовами протікання процесу. Зокрема, модель може бути використана для опису операцій вилучення матеріалів зі складу. Нормативний обсяг партії вихідного потоку виступає в ролі керуючого параметра.

*Модель регуляризації потоку  $TN$ .* Описує процес перетворення нерегулярного вхідного потоку в регулярний (або квазірегулярний). Така регуляризація відбувається, наприклад, при надходженні на склад матеріалів у випадкові моменти часу та запуску партій у виробництво регулярно, наприклад, до початку кожної зміни.

*Модель часового зсуву (затримки) потоку  $T$ .* Реалізує затримку вихідного потоку щодо вхідного на задану величину і дозволяє моделювати тривалість технологічних або організаційних операцій у виробничо-логістичному ланцюгу. Введення цього перетворення підвищує зручність опису функціональних перетворень потоків, які, як було вже зазначено, завжди пов'язані зі зміщенням в часі вихідних потоків щодо вхідних.

Для зручності викладу прийнятий набір моделей назвемо функціонально-структурним базисом. Процедура моделювання матеріального потоку включає кілька етапів:

- побудова з локальних моделей, що належать базису, загальної функціонально-структурної моделі розглядуваного виробничо-логістичного ланцюга;

- налаштування параметрів локальних моделей для забезпечення адекватності опису реальних перетворень потоків і при необхідності завдання початкових значень вихідних змінних в окремих ланках ланцюга;

- моделювання за допомогою імітації потоків на вході ланцюга (моделі генерації потоків) руху партій по каналах ланцюга з урахуванням перетворень у всіх його ланках.

Останній етап дозволяє багаторазово відтворити в модельному варіанті процеси переміщення партій матеріалів в ланцюгу при різних значеннях налаштованих параметрів, в тому числі параметрів, що відображають правила прийняття «локальних» управлінських рішень в окремих ланках. Відповідно, для кожного прогону моделі можуть бути розраховані ті чи інші оціночні показники процесу: величини запасів різних видів, простої устаткування, запізнювання щодо планових термінів поставок, порушення комплектації та інші показники. За результатами моделювання можуть бути сформульовані рекомендації щодо зміни характеристик виробничо-логістичного ланцюга, націлені на поліпшення значень прийнятих оціночних показників.

Моделі представленого функціонально-структурного базису реалізовані у вигляді програмних модулів, що допускають побудову загальної моделі виробничо-логістичного ланцюга довільної конфігурації. Як приклад, розглянемо процедуру побудови моделі фрагмента логістичної системи газорозподільного підприємства. Фрагмент включає відділи опрацювання вхідних потоків матеріалів, зберігання, комплектації і запуску партій матеріалів у виробництво. Перелік функцій даного фрагмента логістичної системи і використовувані для їх опису локальні моделі з зазначенням основних алгоритмів, наведені в табл. 1.

Модель даного фрагмента виробничо-логістичної системи формується із зазначених у таблиці локальних моделей шляхом їх послідовного з'єднання в

належному порядку. Програмна реалізація моделі являє собою імітаційну систему, що дозволяє за заданими для локальних блоків параметрами управління та виглядом моделі вхідних потоків розраховувати характеристики потоків у будь-якій точці даної логістичної системи.

Таблиця 1

### Опис блоків функціонально-структурного базису логістичної системи

Функція	Локальна модель	Алгоритм	Управління
Відвантаження матеріалів (функція постачальника)	Модель генерації потоку (G)	$Y=Y(t,u)$ 1) Y- детерм ф-я 2) Y - стохаст ф-я	$U=u(t,A)$ A - вектор параметрів
Приймання партій матеріалів від різних постачальників	Модуль поєднання потоків (SUM), часового зміщення (T)	$Y(t+\tau_{sum})=\Sigma X(t)$	Визначення і врахування пріоритетів (постачальників, видів сировини)
Сортування вхідного потоку	Моделі декомпозиції (D), часового зміщення (T)	$Y_i(t+\tau_D)=P[X(t)]$ , P- оператор виділення і-го потоку матеріалу з належною якістю	Визначення правил сортування
Вхідний контроль якості і вибірка по кожному виду матеріалів	Моделі декомпозиції (D), часового зміщення (T)	$Y_i(t+\tau_D)=P[X(t)]$ , P- оператор виділення і-го потоку матеріалу з належною якістю	Визначення показників якості (критеріїв вибірки)
Приймання на склад і зберігання матеріалів	Модель акумулювання потоку (A), часового зміщення (T)	$Y(t+\tau_A)=Y(t-1)+X(t)$ , $Y(0)=Y_0$	
Формування однокомпонентних партій матеріалів	Моделі обсягової нормалізації потоку (VN), часове зміщення (T)	$(X_i(t)>V_{норм})\rightarrow Y(t+\tau_{VN})=V_{норм}$	Визначення нормативного обсягу партій матеріалів ( $V_{норм}$ )
Формування однокомпонентних партій із заданою структурою (комплектація)	Моделі композиції (COM), обсягова нормалізація потоку (VN), часове зміщення (T)	$(X_i(t)>X_{i0})\rightarrow(Z_i=1)$ , $(X_i(t)>X_{i0})\rightarrow(Z_i=0)$ , $Z=Z_1QZ_2Q\dots Z_n$ $Y(t+\tau_{com})=ZXV_{норм}$	Визначення структури багатокомпонентної партії ( $X_{10}, X_{20}, X_{30}$ ) і її нормативного обсягу

Наведемо простий приклад розрахунку, прийнявши такі вихідні дані. Підприємство отримує від двох постачальників три види матеріальних ресурсів: A, B, C (обсяги поставок вимірюються в деяких умовних натуральних одиницях). На виході фрагмента логістичної системи формуються партії двох видів:  $p_1$ , що включає ресурс A і має нормативний обсяг п'ять одиниць, і  $p_2$ , що включає ресурси B і C в рівних пропорціях і має нормативний обсяг чотири (2

+2) одиниці. Шкала часу прийнята дискретною, затримки, пов'язані з обробкою потоків у кожному локальному блоці прийняті однаковими і рівними одній одиниці модельного часу. Моделі вхідних потоків прийняті у вигляді часових рядів з випадковими значеннями обсягів партій ресурсів. Результати моделювання наведені в табл. 2.

Таблиця 2

**Результати моделювання матеріальних потоків**

Момент модельного часу t	Склад і об'єм партії від постачальника 1	Склад і об'єм партії від постачальника 2	Сумарні поставки від двох постачальників	Потік ресурсу А	Потік ресурсу В	Потік ресурсу С	Запас ресурсу А	Запас ресурсу В	Запас ресурсу С	Форм. партії запуску р1	Форм. партії запуску р2
1	A-1, B-2	A-2, B-1, C-1		0	0	0	0	0	0		
2	0	0	A-3, B-3, C-1	0	0	0	0	0	0		
3	A-2	A-1, B-1, C-2	0	3	3	1	0	0	0		
4	0	0	A-3, B-1, C-2	0	0	0	3	3	1		
5	B-3	A-1, B-2, C-1	0	3	1	2	3	3	1		
6	A-1, B-1	0	A-1, B-5, C-1	0	0	0	6	4	3		
7	A-1, B-2	A-2, B-2	A-1, B-1	1	5	1	1	2	1		4
8	0	0	A-3, B-4	1	1	0	2	7	2	5	
9	B-2	B-2, C-2	0	3	4	0	3	5	0		
10	A-3, B-1	0	B-2, C-2	0	0	0	6	9	0		4
11	0	A-2, C-2	A-3, B-1	0	4	2	1	9	0		
12	0	0	A-2, C-2	3	1	0	1	13	2	5	
13	A-2	B-2, C-2	0	2	0	2	4	12	0		
14	B-2	0	A-2, B-2, C-2	0	0	0	6	12	2		4
15	0	A-1, B-1, C-2	B-2	2	2	2	1	10	0		
16			A-1, B-1, C-2	0	2	0	3	12	2	5	4
17				1	1	2	3	12	0		
18				0	0	0	4	13	2		4
19				0	0	0	4	13	2		

За результатами моделювання можуть бути проведені різні види аналізу. Зокрема, в даному прикладі виявляється невиправдано великий обсяг запасу ресурсу В: всього 43,5% отриманого у розглянутий період ресурсу цього виду запущено у виробництво (для порівняння: ресурсу А - 79%, ресурсу С - 83,3%).

Це дає підстави переглянути графіки поставок різних видів ресурсів для забезпечення раціональних запасів і, отже, величини необхідних оборотних коштів. Відзначимо, що побудова за допомогою запропонованої методики більш складних моделей потоків, що відображають їх різні перетворення в логістичній системі підприємства, відкриває можливості для більш тонких і різноманітних процедур аналізу.

Викладена вище методика моделювання перетворень потоків у виробничо-логістичних системах дозволяє одержати оцінки очікуваних вихідних потоків за певних заданих параметрах вхідних потоків. Для кожного варіанта вихідного потоку можуть бути розраховані показники, прийняті в якості критеріїв оцінки планів: сумарні втрати через порушення термінів виконання контрактів і рівень ритмічності (рівномірності) виконання контрактів. При проведенні серії розрахунків можна встановити область зміни вихідних оцінок планів при варіюванні в певних межах характеристик вхідних потоків сировини. Такими характеристиками можуть бути обсяги партій сировини і характеристики варіації цієї величини, інтервали між поставками (наприклад, середнє значення і оцінка варіації). На підставі аналізу результатів такого розрахунку можуть бути встановлені значення нормативів, що регламентують роботу виробничо-логістичних систем.

Моделювання функціонування виробничо-логістичної системи в повному обсязі може бути проведено за запропонованою методикою, але представляє значні технічні труднощі. Пояснимо порядок вирішення цієї задачі з використанням умовних даних, обсяг яких достатній для ілюстрації роботи алгоритму.

Прийmemo за основу план постачання продукції, побудований за наведеним вище алгоритмом. Припустимо, що підприємство реалізує три види а,б,с продукції (робіт, послуг). Обсяги реалізації продукції (робіт, послуг) за контрактами представлений у табл. 3.

*Таблиця 3*

**Обсяги реалізації продукції (робіт, послуг) за контрактами**



Код контракту (заявки)	Обсяг поставки по заявці	Склад продукції (робіт, послуг)	Код контракту (заявки)	Обсяг доставки по заявці	Склад продукції (робіт, послуг)
A1	0,15	a-0.15	F4	0,3	c-0.3
A2	0,25	a-0.1 b-0.15	F5	0,25	b-0.25
A3	0,4	a-0.2 b-0.2	F6	0,2	a-0.2
A4	0,2	a-0.1	F7	0,1	b-0.1
A5	0,1	c-0.1	F8	0,4	c-0.4
A6	0,55	b-0.3 c-0.25	F9	0,5	a-0.3 b-0.2
B1	0,7	a-0.4 b-0.3	G1	0,75	a-0.2 b-0.1 c-0.45
B2	0,5	b-0.3 c-0.2	H1	0,55	b-0.25 c-0.3
B3	0,25	c-0.25	H2	0,3	a-0.3
B4	0,1	a-0.1	I1	0,6	a-0.3b-0.3
B5	0,1	b-0.1	J1	0,5	b-0.2c-0.3
C1	1	a-0.4 b-0.4 c-0.2	K1	0,3	c-0.3
D1	0,75	a-0.35 c-0.4	L1	0,1	a-0.1
D2	0,5	b-0.3 c-0.2	M1	0,15	b-0.15
D3	0,4	a-0.1 c-0.3	N1	0,4	a-0.2 c-0.2
E1	0,65	a-0.3 b-0.35	O1	0,2	c-0.2
E2	0,4	b-0.15c-0.25	P1	0,45	a-0.2 b-0.25
F1	0,7	a-0.2 b-0.2 c-0.3	P2	0,35	b-0.2 c-0.15
F2	0,55	b-0.25 c-0.3	P3	0,2	b-0.2
F3	0,4	a-0.2 b-0.2	P4	0,35	b-0.1 c-0.25
			Загальний відносний об'єм контрактів	15,6	a-4.5 b-5.5 c-5.6
			Норматив постачання (виконання)	1,3	

За даними цієї таблиці і побудованому плану постачання (виконання) на аналізований період часу неважко розрахувати потреби в запасах продукції. Значення потреб вказані в табл.4 і 5.

Для ілюстрації принципу роботи алгоритму обмежимося імітацією потоків на виході виробництва та накопичення запасів продукції. Для імітації використаний генератор випадкових чисел, який видає числа, рівномірно розподілені на інтервалі  $[0,1]$ .

*Таблиця 4*

### **Формування потреб у запасах продукції**

Дати по нормативних термінах	Контракти	Необхідність в запасах продукції <i>a</i>	Необхідність в запасах продукції <i>b</i>	Необхідність в запасах продукції <i>c</i>
4	A5,D1,J1	$0+0,35+0=0,35$	$0+0+0,2=0,2$	$0,1+0,4+0,3=0,8$
6	A1,D2,E1	$0,15+0+0,3=0,45$	$0+0,3+0,35=0,65$	$0+0,2+0=0,2$
8	I1.P1,P2	$0,3+0,2+0=0,5$	$0,3+0,25+0,2=0,75$	$0+0+0,15=0,15$
11	F1,F2	$0,2+0=0,2$	$0,2+0,25=0,45$	$0,3+0,3=0,6$
13	C1,N1	$0,4+0,2=0,6$	$0,4+0,0=0,4$	$0,2+0,2=0,4$
15	G1,H1	$0,2+0=0,2$	$0,1+0,25=0,35$	$0,45+0,3=0,75$
18	A3,F3,F4,M1	$0,2+0,2+0+0=0,4$	$0,2+0,2+0+0,15=0,55$	$0+0+0,3+0=0,3$
20	A2,A4,K1,O1,L1,P3	$0,1+0,2+0+0+0,1+0=0,4$	$0,15+0+0+0+0+0,2=0,35$	$0+0+0,3+0,2+0+0=0,5$
22	B2,F5,F7,P4	$0+0+0+0=0$	$0,3+0,25+0,1+0,1=0,75$	$0,2+0+0+0,25=0,45$
25	A6,B3,D3,F6	$0+0+0,1+0,2=0,3$	$0,3+0+0+0=0,3$	$0,25+0,25+0,3=0,8$
27	B1,B5 F9	$0,4+0+0,3=0,7$	$0,3+0,1+0,2=0,6$	$0+0+0=0$
29	E2,H2 F8 B4	$0+0,3+0+0,1=0,4$	$0,15+0+0+0=0,15$	$0,25+0+0,4+0=0,65$

Таблиця 5

### Сумарні дані про необхідність в запасах продукції

Дати по нормативних термінах	Продукція <i>a</i>	Продукція <i>b</i>	Продукція <i>c</i>
4	0,35	0,2	0,8
6	0,45	0,65	0,2
8	0,5	0,75	0,15
11	0,2	0,45	0,6
13	0,6	0,4	0,4
15	0,2	0,35	0,75
18	0,4	0,55	0,3
20	0,4	0,35	0,5
22	0	0,75	0,45
25	0,3	0,3	0,8
27	0,7	0,6	0
29	0,4	0,15	0,65

Як було зазначено, процес моделювання організований у вигляді циклічної процедури. Множина контрактів і їх характеристики в процесі моделювання в даному прикладі не змінюються. До початку першого циклу розраховуються сумарні на період потреби в запасах продукції кожного виду,

які також не змінюються в процесі моделювання. До початку першого циклу задаються виробничі значення початкових запасів готової продукції кожного виду (в умовних відносних одиницях). До початку кожного чергового циклу генерується варіант вихідного потоку продукції, і встановлюються нові «початкові» (для наступного циклу) значення запасів.

Результати розрахунків дали підставу для розробки рекомендацій по вдосконаленню нормативної бази планування і управління матеріальними потоками на підприємстві.

Висновки. Розроблена методика опису матеріальний потоку на підприємстві, що дозволяє відобразити як різні правила перетворення потоків у ланках виробничо-логістичного ланцюга, так і алгоритми прийняття в цих ланках управлінських рішень. Головна ідея пропонованої методики полягає у виявленні на підставі емпіричного аналізу набору характерних для практики функціональних перетворень матеріальних потоків, формальному описі (алгоритмічному моделюванні) цих перетворень і реалізації отриманих моделей у вигляді програмних модулів. Модель конкретного матеріального потоку формується шляхом з'єднання програмних модулів в потрібній послідовності та їх належного налаштування. Відзначимо також, що потік асоціюється з певним каналом, по якому матеріальні об'єкти переміщуються у вигляді окремих партій.

Запропонований підхід до моделювання матеріальних потоків на підприємстві, основу якого складає набір моделей характерних перетворень потоків в ланках виробничо-логістичної системи підприємства. Набір моделей утворює функціонально-структурний базис, склад якого включає три групи моделей: перетворення структури потоків, їх об'ємних і часових характеристик. На основі даного підходу розроблена методика моделювання і дослідження потоків у виробничо-логістичних системах газорозподільних підприємств. Приведені описи функцій моделей, включених у функціонально-структурний базис, і алгоритми їх реалізації. Застосування методики моделювання показано на прикладі розрахунку нормативів запасів готової продукції.

Розроблено алгоритм імітаційного моделювання при обґрунтуванні значень нормативів планування і управління потоками ресурсів на підприємстві в рамках якого реалізується алгоритм планування постачання продукції, основна ідея якого полягає в попередньому впорядкуванні (ранжируванні) контрактів за певним правилом і почерговому виборі для кожного контракту термінів виконання, відповідних можливому мінімуму втрат через порушення умов контракту.

Практичні результати імітаційного моделювання матеріальних потоків виробничо-логістичних систем дозволили сформулювати відповідні рекомендації щодо вдосконалення процесу планування і управління потоками ресурсів на підприємстві.

#### **Література:**

1. Баранець А.В. Управління матеріальними та фінансовими потоками підприємства на основі логістичного підходу: Дис. канд. екон. наук: 08.00.04. – Донецьк., 2007. – 197 с.
2. Благун І.С., Квасній Л.Г., Стефанишин Л.С. «Модель інтегрованої системи управління матеріальними потоками» збірник наукових праць «Моделювання регіональної економіки». - №2(12) 2008р.м Івано-Франківськ, С.3-11
3. Бобрівець С.В. Механізми підвищення ефективності управління газорозподільними підприємствами: Дис. канд. екон. наук: 08.06.01. – Львів. 2004. – 186 с.
4. Богаткин Г. К., Л. Ю. Фанов. Математическая модель оперативного прогнозирования газопотребления // Газовая промышленность. – 1997. - № 8. – 78 с.
5. Брыкин А.В., Пумаев В.А. Трансформация управления развитием промышленностью с учетом логистических подходов // Менеджмент в России и за рубежом.— 2007.— №5.— С. 41—49.
6. Василенко В. А., Ткаченко Т. І. Виробничий (операційний) менеджмент: Навч. посібник. — К.: ЦУЛ, 2003.

7. Ващенко Т.В. Математика фінансового менеджмента. – М.: Перспектива, 1996. – 82 с.
8. Математика и кибернетика в экономике. Словарь-справочник. Изд. 2-е перераб. - М.: Экономика, 1975. — 700с.
9. Нецветаев А.Г. Кризис угледобывающей отрасли и современная теория управления / А.Г. Нецветаев, Ю.Т. Рубаник, В.В. Михальченко - Кемерово: Кузбассвузиздат, 1998. – 92 с.
10. Крикавський Є.В. Формування економічного потенціалу підприємств на основі логістичних концепцій: Дис. д-ра екон. наук: 08.06.01. – Львів, 1997. – 418 с.
11. Кузько Н.Є. Моделювання логістичного ланцюга поставок/ Н.Є.Кузько//Вісник Національного університету "Львівська політехніка". — 2005. — №526 — С. 94-98.
12. Математичні методи та моделі прийняття рішень: Навчальний посібник / О. Т. Іващук, О. С. Башуцька. – Т: ТАНГ “Економічна думка”, 2004. – 237 с.
13. Окландер М.А. Формування логістичних систем підприємств: Дис.... д-ра екон. наук: 08.06.01. – Одеса, 2003. – 418 с.
14. Стефанишин Л.С. «Нелінійна парадигма стійкого розвитку інтегрованих структур бізнесу» збірник наукових праць «Моделювання регіональної економіки». – Івано-Франківськ. – №1(13), 2009. – С.43-50.

**Анотація :** Розроблена методика моделювання і дослідження потоків у виробничо-логістичних системах газорозподільних підприємств. Приведені описи функцій моделей, включених у функціонально-структурний базис, і алгоритми їх реалізації. Застосування методики моделювання показано на прикладі розрахунку нормативів запасів готової продукції.

**Ключові терміни:** логістична концепція, розподільчий центр, логістичні витрати, канали розподілу, логістичні системи управління запасами, логістичні завдання впровадження стратегій «гнучкого виробництва».

**Аннотация:** Разработана методика моделирования и исследования потоков в производственно-логистических системах газораспределительных предприятий. Приведенные описания функций моделей, включенных в функционально-структурный базис, и алгоритмы их реализации. Применение методики моделирования показано на примере расчета нормативов запасов готовой продукции.

**Ключевые термины:** логистическая концепция, распределительный центр, логистические затраты, каналы распределения, логистические системы управления запасами, логистические задачи внедрения стратегий «гибкого производства».

**Abstract:** The technique of modeling and research streams in production and logistic systems, gas distribution companies. The description of the function of models included in the functional and structural basis, and algorithms for their implementation. The use of modeling techniques illustrated by calculating the ratios of stocks of finished products.

**Key terms:** Logistics concept, distribution center, logistics costs, distribution channels, logistics inventory management, logistics task implementation strategy of "flexible production".