

УДК 330.142.26

## ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ОБОРОТНИХ КОШТІВ ЕНЕРГОПОСТАЧАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ

М. Петченко

*Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського*

*З метою підвищення ефективності системи управління оборотними коштами підприємств паливно-енергетичного комплексу України розроблені підходи моделювання щодо оптимізації оборотних коштів енергопостачальних підприємств в умовах невизначеності та нестабільності. Визначені і обґрунтовані блоки управління активами підприємства та сформований комплексний підхід до управління ними.  
Ключові слова: енергопостачальні підприємства, управління, оптимізація, принципи, оборотні кошти, моделювання, нечітка логіка.*

**Актуальність проблеми.** В умовах ринкової економіки енергопостачальні підприємства зацікавлені в підтримці ритмічності та стабільності функціонування. Важливою частиною в системі управління підприємства був та залишається механізм управління оборотними коштами. Саме створення принципів досконало – адаптивного механізму з управління оборотними коштами та застосування його в практичній діяльності для енергопостачальних підприємств являється досить актуальною проблемою у сьогоднішні.

**Постановка проблеми.** Проблеми прийняття рішень для підприємств в складних економічних умовах займає в даний час особливе місце. Математичні методи застосовуються для опису та аналізу складних економічних, управлінських та інших систем. В теорії оптимізації існує ціла сукупність підходів та методів за допомогою яких можливо ефективно приймати рішення коли параметри відомі та фіксовані, або коли параметри – випадкові величини, однак з відомими законами розподілу. Однак, в сучасних умовах функціонування енергопостачальних підприємств для досягнення поставлених цілей вирішуються задачі в яких враховуються параметри що не піддаються формальному описанню. Тому традиційні підходи та методи у сучасних умовах є не достатньо придатними для вирішення питань з ефективного управління оборотними коштами, оскільки вони не в змозі описати виникаючі невизначеності та не мають спеціалізовану направленість.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Актуальним проблемам удосконалення управління оборотними коштами підприємства і застосуванню підходів та методів з моделювання економічно - фінансових та інших процесів присвячені роботи вчених-економістів: Макаренко О.І., Редіна Н.І., Грабарчук С.С., Рудакова О.В., Шатунов А.Н., Недосекин А. О., Кравець П.В., Мелихов, А. Н., Захарова В.Н., Хорошевского В.Ф., Чарльз Генри Эдвардс та інші автори.

**Метою статті є** розробка принципів моделювання з метою оптимізації процесу адаптивного управління оборотних коштів енергопостачальних підприємств в умовах невизначеності.

**Виклад основного матеріалу.** Теорія нечітких множин в наш час має досить широке застосування. Засновником теорії у 1965 році став професор Лотфі Заде [1], але у діяльності вітчизняних підприємств ці методи використовуються обмежено та мають загальний характер. Не існує адаптивних підходів до побудови моделі з ефективного управління оборотними коштами енергопостачальних підприємств.

Підвищення ефективності системи управління оборотними коштами енергопостачальних підприємств містить значний обсяг функціональних особливостей, проте, обов'язковим є і системний підхід в окресленій площині. Саме системний підхід є універсальним інструментом пізнавальної діяльності та розглядає будь-які економічні явища як штучну систему, що формується внаслідок поєднання окремих елементів (кожен з яких не володіє властивостями цілого). Таким чином, системний підхід до управління оборотними коштами підприємств повинен бути спрямований на пізнання та конструювання всієї сукупності їх оптимальних характеристик, що забезпечать їх ефективність як складної динамічної цілісності.

В роботі розглянуто особливості оптимізації фінансування оборотних активів підприємства, що підпорядковано цілям забезпечення необхідної потреби у фінансових ресурсах за їх оптимальної структури. Таким чином, процес оптимізації спрямований на: обсяг поточного фінансування оборотних коштів з урахуванням сформованого фінансового циклу підприємства; структуру джерел фінансування оборотних коштів.

П. Кравець, Р. Киркало пропонують застосовувати моделі, сформовані за методом нечіткої логіки, що корисні за відсутності точних математичних даних щодо функціонування штучної економічної системи. Моделі нечіткої логіки ґрунтуються на неточних та суб'єктивних експертних знаннях про предметну область без формалізації їх у вигляді традиційних математичних моделей, що дозволяє їм отримати низьку суттєвих переваг у порівнянні з традиційними математичними моделями (у т.ч. і кореляційно-регресійними) [3]:

1) можливість вирішення питань узгодження суперечливих критеріїв прийняття рішень, тобто створення логічних регуляторів систем (множини надають змогу застосовувати лінгвістичний опис складних процесів, встановлювати нечіткі відношення між поняттями, прогнозувати поведінку системи, формувати множину альтернативних дій, виконувати формальний опис нечітких правил прийняття рішень);

2) при застосування систем штучного інтелекту (з інтегрованою нечіткою логікою моделі дозволяють сформувати системи керування оптимізацією оборотних коштів та системами підтримки прийняття рішень (за наявності контролерів нечіткої логіки, що дозволяють використовувати інтегровані знання експертів, які за структурою подання наближаються до розмовної мови і описуються за допомогою лінгвістичних змінних та нечітких множин). Так, основною програмою у яку вбудована сукупність функцій, що дозволяють створювати моделі із застосуванням нечітких множин є Matlab.

Основою моделей нечіткої логіки є нечіткі множини, тому, для опису об'єктів використовують поняття нечіткої і лінгвістичної змінних. Так, нечітка змінна характеризується трійкою  $\langle a, X, A \rangle$ , що узагальнює:  $a$  - найменування змінної,  $X$  -

область визначення (або площину міркувань)  $a$ ,  $A$  - нечітку множину на  $X$ , що характеризує обмеження (тобто  $m(A(x))$ ) на значення нечіткої змінної  $a$ .

Лінгвістична змінна характеризується п'ятіркою  $\langle b, T, X, G, M \rangle$ , що узагальнює:  $b$  - окремі лінгвістичні змінні;  $T$  - множину значень лінгвістичних змінних або базова терм-множина (яка, у сутності є іменами нечітких змінних); областю визначення кожної  $b \in X$ ;  $G$  - синтаксична процедура, що дозволяє оперувати елементами терм-множини  $T$  (через генерування нових  $T$ -значень або термів); розширена терм-множина  $TIG(T)$  (де  $G(T)$ ) - множина генерованих  $T$ -значень або термів;  $M$  - семантична процедура з перетворення нових термів  $b$ , утворених  $G$ , у  $A$  (нечітку множину).

Слід зазначити, що для мінімізації вхідних символів  $b$  для всіх значень логістичної змінної  $a$  для позначення  $A$  користуються одним символом.

Нечіткі висловлювання, утворені з висловлень видів  $\langle b \in b' \rangle$ ,  $\langle b \in mb' \rangle$ , потребують введення модифікаторів-союзів:

- 1) «І»;
- 2) «АБО»;
- 3) «ЯКЩО»;
- 4) «ТОДІ»;
- 5) «ЯКЩО»;
- 6) «ТОДІ»;
- 7) «ІНАКШЕ».

При цьому, якщо значення  $b$  відповідають  $A(X)$ , можна ототожнювати модифікатор "дуже" з операціями "CON або доповнення", а союзи "І", "АБО" з операціями "перетинання (нечітке "І"  $bb'$ ) або  $A(x)bb'(x) = \min(Mb(x), Mb'(x))$  і "об'єднання (нечітке "АБО")" або  $A(x) = \max(Mb(x), Mb'(x))$  над нечіткими множинами [2, 5].

Процес моделювання оборотних коштів, який базується на використанні теорії нечіткої логіки, пропонуємо виконувати наступним чином [8]:

- визначення вхідних змінних (параметрів) моделі;
- визначення межі зміни вхідних змінних (параметрів);
- вибір методу побудови функцій належності.
- створення бази знань;
- формалізація бази знань у вигляді нечітких логічних висловлювань (висновків).

Визначення вхідних змінних повинно бути підпорядковано завданням розробки моделі. Ефективне управління оборотними активами підприємства з урахуванням завдань забезпечення стабільного розвитку підприємства, максимізації прибутку, зміцнення позиції на ринку, повинно складатися з наступних блоків:

- 1) управління діловою активністю;
- 2) управління платоспроможністю та ліквідністю;
- 3) управління рентабельністю.

При цьому повинен бути сформований комплексний підхід до управління даними блоками, тому що підвищення показників платоспроможності під час росту величини окремих груп оборотних активів сприяє зниженню показників рентабельності та ділової активності при інших незмінних даних (рис. 1).

Розглянемо та обґрунтуємо побудову кожного блоку управління оборотними активами.

Управління діловою активністю оборотних активів повинно базуватися на прискоренні їх оборотності на всіх стадіях руху. Враховуючи особливості руху

оборотних коштів енергопостачальних підприємств та його принципові відмінності від інших галузей відбувалася побудова основних принципів моделювання.

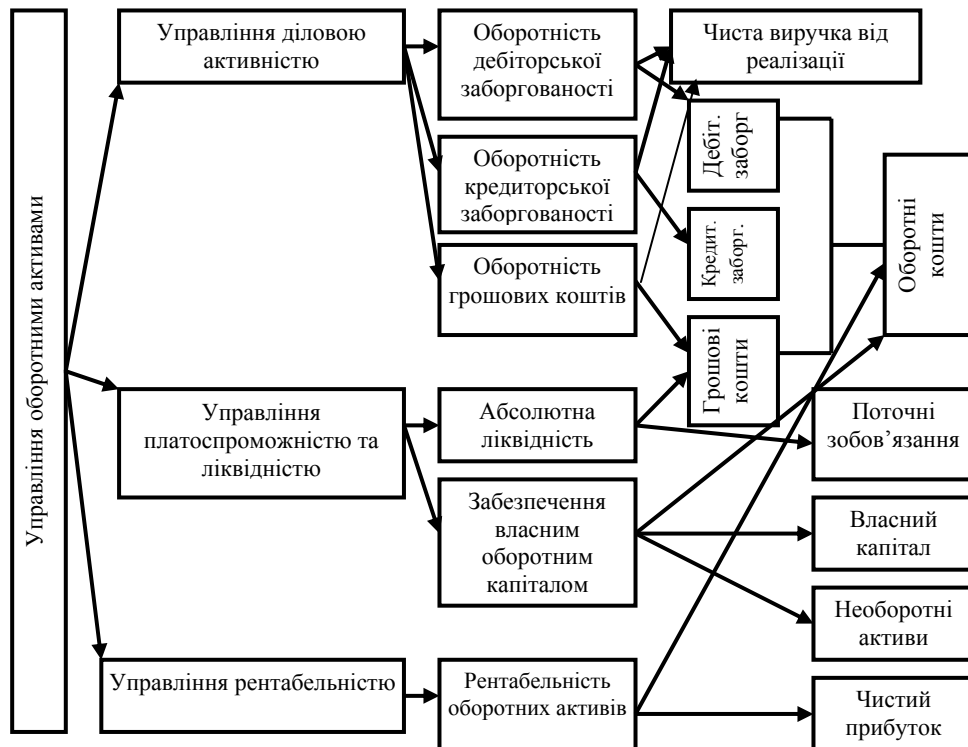


Рис. 1. Блоки управління оборотними активами підприємства

Отже, під час вдосконалення управління оборотними коштами треба приділяти увагу показникам оборотності кредиторської заборгованості, дебіторської заборгованості, грошових коштів. Прискорення оборотності зазначених показників дозволить зменшити потребу в оборотних коштах, скоротити комерційний цикл.

Блок управління ліквідністю та платоспроможністю повинен включати показники, які характеризують загрозу кризового стану підприємства.

Показник абсолютної ліквідності пропонується включити до моделі, адже він є найбільш жорстким критерієм платоспроможності, а показник забезпечення власними оборотними активами відображає не тільки платоспроможність підприємства, а й його фінансову стійкість, незалежність від зовнішніх джерел формування оборотних активів.

Не менш важливим є включення у модель показника рентабельності оборотних активів, який характеризує ефективність їх використання.

Таким чином, набір із шести показників  $X = \{X_i\}$ , які, на нашу думку, здійснюють найістотніший вплив на оцінку стану оборотних активів підприємства й оцінюють його різні сфери, повинен включати наступні коефіцієнти:

$X_1$  – коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості (відношення чистого виторгу від реалізації до середньої за період величини кредиторської заборгованості);

$X_2$  – коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (відношення чистого виторгу від реалізації до середньої за період величини дебіторської заборгованості);

$X_3$  – коефіцієнт оборотності грошових коштів (відношення чистого виторгу від реалізації до середньої за період величини грошових коштів);

$X_4$  – коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами (відношення чистого оборотного капіталу до оборотних активів);

$X_5$  – коефіцієнт абсолютної ліквідності (відношення суми коштів до короткострокових пасивів);

$X_6$  – рентабельність оборотних активів (відношення чистого прибутку до середньої за період вартості оборотних активів).

Для певного фінансового показника, який характеризує стан оборотних коштів,  $X_i$  повна множина сформульованих його значень розбивається на п'ять підмножин:

„Дуже низький рівень показника”;

„Низький рівень показника”;

„Середній рівень показника”;

„Високий рівень показника”;

„Дуже високий рівень показника”.

Визначили базові множини й підмножини станів результуючих показників:

множину станів оборотних коштів підприємства  $E$  розбиваємо на п'ять підмножин:

- „Критичний стан оборотних коштів”;

- „Неблагополучний стан оборотних коштів”;

- „Середній стан оборотних коштів”;

- „Нормальний стан оборотних коштів”;

- „Благополучний стан оборотних коштів”;

відповідні ступені ефективності формування та використання оборотних коштів  $G$  (значення  $G$  коливається у діапазоні  $[0;1]$ ) у множині  $E$  сформуємо наступним чином:

$G_1$  – „Неефективне формування та використання оборотних коштів”;

$G_2$  – „Низька ефективність формування та використання оборотних коштів”;

$G_3$  – „Середній стан ефективності формування та використання оборотних коштів”;

$G_4$  – „Нормальний стан ефективності формування та використання оборотних коштів”;

$G_5$  – „Ефективне формування та використання оборотних коштів”.

Структуру моделі формування та використання оборотних коштів енергопостачального підприємства представимо у вигляді так званого „дерева логістичного висновку”, яке показує логістичні зв'язки між прогнозованим показником  $\{g\}$  та чинниками  $\{x_1 \dots x_n\}$ , що впливають на цей прогнозний показник  $\{g\}$ , при дотриманні наступних співвідношень:

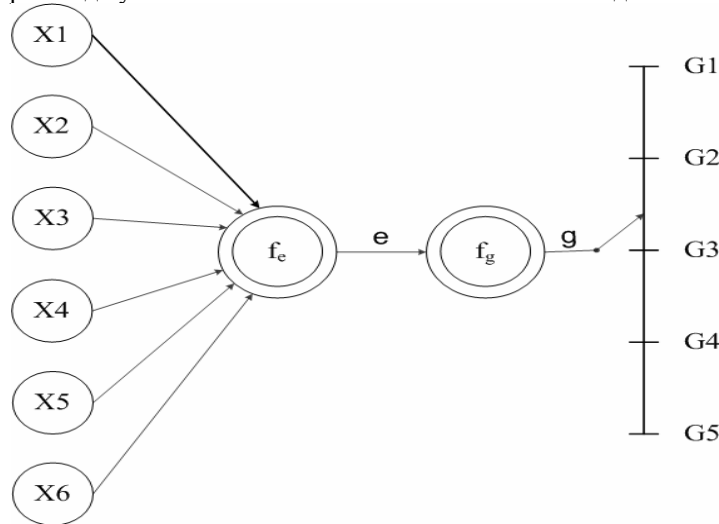
$$g = F_g(e);$$

$$e = F_e(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6). \quad (1)$$

Структура моделі формування та використання оборотних коштів енергопостачального підприємства буде мати вигляд, наведений на рис. 2.

В процесі роботи проведена класифікація рівня параметра та встановлення поточного значення  $g$  показника ступеня ризику  $G$  як критерію поділу на підмножини.

Відповідно до цього здійснюється класифікація поточних значень  $x$  показників  $X_i$  як критерію поділу повної множини значень показників на підмножини.



**Рис. 2. Структура нечіткої моделі формування та використання оборотних коштів енергопостачального підприємства**

Існуючі методи побудови функцій належності поділяються на прямі та непрямі. До прямих методів віднесено методи, де ступені належності лінгвістичних змінних до певної нечіткої множини визначають безпосередньо експерти, а непрямі методи використовують додаткові обчислення для зниження впливу на якість прогнозу суб'єктивних моментів, що вносяться експертами. Використання непрямих методів доцільне лише при наявності якісних змінних (параметрів).

Оскільки в моделі формування та використання оборотних коштів енергопостачального підприємства усі вхідні змінні (параметри) кількісно вимірюються, тому при побудові функцій належності використовуються прямі методи та дана модель виступає нечіткою моделлю типу Мамдані.

База знань моделі типу Мамдані розбиває простір факторів, які впливають на зони з розмитими межами, всередині яких функція відгуку приймає нечітке значення. Кількість таких нечітких зон дорівнює числу правил.

А враховуючи те, що значення кожної лінгвістичної змінної буде визначено експертами, тому доцільне використання трапецієвидної функції, в якій верхня основа трапеції відповідає повній впевненості експерта в правильності своєї класифікації, а нижня – впевненості в тому, що жодні інші значення інтервалу  $[0,1]$  не потрапляють у обрану нечітку підмножину.

Для трапецієвидної функції належності носієм нечіткого числа  $\tilde{x}_i$  виступає інтервал  $[x_{i0}, \bar{x}_{i0}]$ , а ядром -  $\underline{x}_{i1}(\bar{x}_{i1})$  (рис. 3).

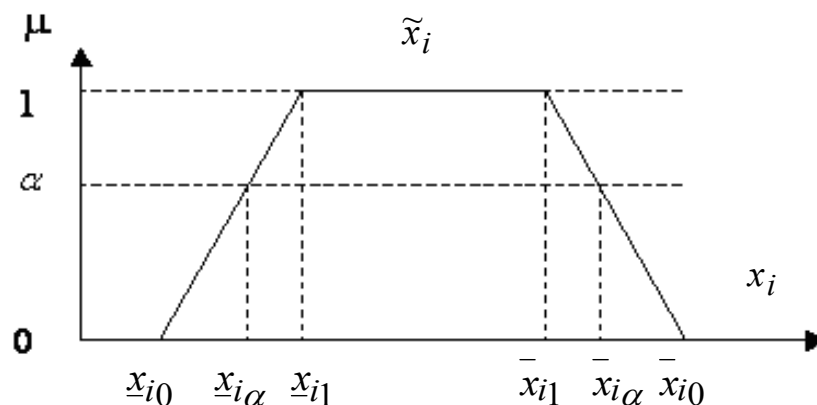


Рис 3. Лінгвістична змінна (параметр)  $\tilde{q}$  з трапецієвидною функцією належності

Операція дефазифікації виступає необхідним елементом ідентифікації нелінійних залежностей за допомогою налагодження (навчання) нечіткої бази знань.

Оскільки операції дефазифікації входять до критеріїв якості налагодження (навчання) нечіткої моделі, тому і виникає необхідність вибору такого методу, який забезпечить найкращі показники швидкості та точності виконання процедури налагодження.

Згідно досліджень Кравець П., Киркало Р. [3] найчастіше використовується метод центра тяжіння (або обчислення обриси центра тяжіння фігури об'єднання усічених множин для кожного з нечітких правил  $\varphi$ ), за наступним алгоритмом:

$$\varphi = \left( \sum [S_i \times \varphi 1] \right) / \sum S_i \tag{2}$$

де:

$\varphi 1$  - значення центра тяжіння і-тої елементарної фігури;

$S_i$  - значення центра тяжіння і-тої елементарної фігури, що може мати вигляд трапеції або прямокутника.

При цьому для розрахунку  $\varphi$  об'єднання усічених множин доцільним є їх розбивання на елементарні фігури за розрахунками відповідного центра тяжіння за кожною з них.

Вищенаведена специфіка, на нашу думку, дозволить сформувати гнучку модель для визначення ефективності оптимізаційних рішень з управління оборотними коштами енергопостачального підприємства із вбудованими у неї логістичними регуляторами.

Крім того, існування контролерів нечіткої логіки - знань експертів виражених за допомогою лінгвістичних змінних, які описані нечіткими множинами дозволяє сформувати системи управління оптимізацією оборотних коштів та системами підтримки прийняття управлінських рішень у визначеній площині.

**Висновки.** Наведені вище положення створюють можливість для розробки комплексної моделі ефективного управління оборотними коштами, що ґрунтується на нечітких множинах за допомогою Matlab, у яку вбудована функція Fuzzy logic toolbox.

Узагальнюючи вищевикладене, можливо сформулювати принципи моделювання оборотних коштів, побудованих на нечіткій логіці:

підвищення ефективності системи управління оборотними коштами з врахуванням галузевих особливостей функціонування енергопостачальних підприємств, що обумовлюється навчанням розробленої моделі саме на даних підприємств окресленої галузі;

вирішення питань узгодження суперечливих критеріїв прийняття рішень (підвищення рентабельності оборотних коштів, ділової активності, платоспроможності та ліквідності підприємства) на основі запропонованого набору показників, які використано автором для побудови моделі управління оборотними коштами енергопостачального підприємства: коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості; коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості; коефіцієнт оборотності грошових коштів; коефіцієнт забезпеченості оборотних активів власними коштами; коефіцієнт абсолютної ліквідності; рентабельність оборотних активів;

застосування нечіткої моделі типу Мамдані обґрунтовується використанням вхідних змінних (вищезазначених показників), які мають кількісний вимір;

інтерпретованість, прозорість, швидкість та точність моделі;

досить висока якість прогнозу результуючого показника - ефективності системи управління оборотними коштами.

Наведені вище положення створюють можливість для розробки комплексної моделі ефективного управління оборотними коштами енергопостачального підприємства, що ґрунтується на нечітких множинах за допомогою Matlab, у яку вбудована функція Fuzzy logic toolbox. Окреслена функція дозволяє: формувати та змінювати характеристики нечіткі системи; вбудовувати нечітку підсистему в SimuLink при моделюванні нечіткої системи; формувати нечітку систему у вигляді процедури, що викликається з програми.

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений: пер с англ. / Л. Заде – М.: Мир, 1976. – 167 с.
2. Искусственный интеллект: в 3-х кн., Кн. 1, Системы общения и экспертные системы: Справочник / Под ред. В.Н. Захарова, В.Ф. Хорошевского.- М.: Радио и связь. – 1990. - 368 с.
3. Кравець П. Системи прийняття рішень з нечіткою логікою. / П. Кравець, Р. Киркало // Комп'ютерні науки та інформаційні технології. - Л. : Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2009. - с. 115-123
4. Мелихов, А. Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой [Текст] / А.Н.Мелихов, Л.С.Бернштейн, С.Я.Коровин. - М. : Наука, 1990.
5. Недосекин А. О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний : дис. на соискание учен. степени д-ра экон. наук : спец. 08.00.13 „Математические и инструментальные методы экономики” [Электронный ресурс] / А. О. Недосекин. – СПб, 2003. – 280 с. – Режим доступа: <http://www.sedok.narod.ru/fuzzy.html>. – Название с экрана.



6. Naeeni, A. F. Advanced Multi-Agent Fuzzy Reinforcement Learning. Master Thesis Computer Engineering, Nr: E3098D / Alireza Ferdowsizadeh Naeeni. – Dalarna University, Sweden, 2004. – 99 p.
7. Рудакова О.В., Шатунов А.Н. «Стабилизационная» модель управления оборотным капиталом предпринимательских структур // Электронный ресурс. Режим доступа: [http://www.gusnauka.com/27\\_NNM\\_2009/Economics/52983.doc.htm](http://www.gusnauka.com/27_NNM_2009/Economics/52983.doc.htm)
8. Системи фущі-керування /В.І. Архангельський, І.М. Богаєнко, Г.Г. Грабовський, М.О. Рюмшин. - К.: Техніка, 1997. - 208 с.
9. Чарльз Генри Эдвардс. Дифференциальные уравнения и проблема собственных значений: моделирование и вычисление с помощью Mathematica, Maple и MATLAB = Differential Equations and Boundary Value Problems: Computing and Modeling / Чарльз Генри Эдвардс, Дэвид Э. Пенни – 3-е изд. — М.: «Вильямс», 2007. – 560 с.

## PRINCIPLES OF MODELING OF CURRENT ASSETS-SUPPLYING COMPANIES

**M. Petchenko**

*Kremenchuk Mykhailo Ostohradskyi National University*

To improve the efficiency of management systems of circulating assets of enterprises of fuel and energy complex of Ukraine developed modeling approaches for optimizing working capital funds-supplying companies in conditions of uncertainty and instability. And validates the blocks asset management and a comprehensive approach to their management.

**Keywords:** power supplying companies, control, optimization, principles, current assets, modeling, fuzzy logic

## ПРИНЦИПЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ ЭНЕРГОСНАБЖАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**М. Петченко**

*Кременчугский национальный университет им. М.Остроградского*

С целью повышения эффективности системы управления оборотными средствами предприятий топливно-энергетического комплекса Украины разработаны подходы моделирования по оптимизации оборотных средств энергоснабжающих предприятий в условиях неопределенности и нестабильности. Определены и обоснованы блоки управления активами предприятия и сформирован комплексный подход к управлению ими.

**Ключевые слова:** энергоснабжающие предприятия, управление, оптимизация, принципы, оборотные средства, моделирование, нечеткая логика.