І.О. Александров, д-р екон. наук, проф.,
Г.П. Бурук, м.н.с.

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ, ЦІНА, ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Обґрунтовано підхід щодо оцінки конкурентоспроможності продукції із урахуванням екологічної складової з використанням теорії нечіткої логіки. Встановлено взаємозв'язок між конкурентоспроможністю, ціною та фінансовими результатами та апробовано на підприємствах сільськогосподарського машинобудування.

The methodical approach to an estimation of competitiveness of production taking into account an ecological component on the basis of the theory of indistinct logic. Intercommunication is set between a competitiveness, price and financial results, and approved on the enterprises of agricultural engineer.

Ключові слова: сталий розвиток, споживацькі потреби, конкурентоспроможність, підприємницька діяльність.

Keywords: steady development, consumer necessities, competitiveness, entrepreneurial activity.

Перехід від стратегії "кінця труби" до "сталого розвитку" [1] є основним пріоритетом розвинених країн та країн що розвиваються (їх число складає 179). Визначено, що сталий розвиток є процесом гармонізації продуктивних сил, забезпечення задоволення необхідних потреб суспільства за умов збереження і поетапного відновлення цілісності природного середовища, створення можливостей для рівноваги між його потенціалом і потребами людей усіх поколінь. У зв'язку з цим Європейський союз та Світова організація торгівлі висувають вимоги щодо допуску на ринки ISO сертифіковану продукцію, тому міжнародні стандарти ISO серії 9000[1], 14000[2], EMAS[3], виступає гарантом відповідності продукції підприємств екологічним нормативам. Це свідчить про те, що для суб'єктів господарювання набуває особливої актуальності встановлення зв'язків між рівнем конкурентоспроможності промислової продукції з врахуванням екологічної складової, ціни та загальних фінансових результатів.

В економічній літературі існує багато досліджень цієї проблеми, наприклад відомих вчених М. Портера, Ф. Котлера, А.Е. Воронкової, Г.Н. Скударя, Р.А. Фатхудінова, В.Н. Осипова, М.Г. Долінської, Е.А. Горбашко [2-10], та ін. В їх працях екологічна складова не чітко відокремлена, тому кількісна оцінка залежності рівня конкурентоспроможності від екологічної складової значно умовна, основним недоробком є те, що вони ефективні у разі, коли показники конкурентоспроможності

[1] ISO 9000 – система управління якістю продукції та послуг.
[2] ISO 14000 – система управління навколишнім природним середовищем на підприємстві.
[3] EMAS – система екологічного менеджменту та аудиту.

продукції чітко вимірюються або набувають конкретного значення. У разі, якщо споживачі характеризують свої потреби в нечітких висловлюваннях[4], де інформація інтерпретується невизначеним[5], достовірність оцінки конкурентоспроможності продукції значно знижується.

Таким чином, *метою* статті є розробка основ управління конкурентоспроможності промислової продукції з врахуванням екологічної складової в умовах нечітких споживацьких потреб та встановлення зв'язків між конкурентоспроможністю, ціною та фінансовими результатами. Під нечіткими споживацькими потребами слід розуміти потреби, які представлені у вигляді висловлювань, де інформація про них інтерпретується невизначено.

Наявність різних видів невизначеності в системі споживацьких потреб обумовлює необхідність удосконалення оцінки конкурентоспроможності продукції зі застосуванням теорії нечіткої логіки, яка дозволяє: адекватно врахувати наявні види невизначеності; моделювати поступову зміну властивостей об'єкту; будувати невідомі функціональні залежності у вигляді якісних зв'язків.

Оцінку конкурентоспроможності промислової продукції з врахуванням екологічної складової пропонується здійснювати одним з найбільш поширених методів теорії

[4] Нечітким висловлюванням називається розповідне речення, що виражає закінчену думку, відносно якої слід судити про її істинність або помилковість лише з деякою мірою ймовірності. Головною відмінністю елементарного нечіткого висловлювання від елементарного висловлювання математичної логіки є факт, що безліч значень істинності елементарних висловлювань в класичній математичній логіці складається з двох елементів: {"істина", "хибно"}, або {0, l}, при цьому значенню "істина" відповідає цифра **1** або буква **I**, а значенню "хибно" цифра **0** або буква **X**. У нечіткій логіці міра істинності елементарного нечіткого висловлювання набуває значення із замкнутого інтервалу [0, 1], причому 0 і 1 є граничними значеннями міри істинності і збігаються із значеннями "хибно" і "істина" відповідно [11, с.659].

[5] Категорія невизначеності в рамках сучасної методології системного моделювання характеризує наступні аспекти модельних уявлень.

- неясність або нечіткість границь системи, наприклад, використання дихотомічних ознак "високий - низький", "великий - маленький", "дорогий - дешевий", "молодий - старий" і подібних до них для визначення складу елементів.
- неоднозначність семантики окремих термінів, які використовуються при побудові концептуальних моделей систем. Йдеться про властивість природним мовам полісемії або неоднозначності сенсу понять (ігральний автомат і автомат як стрілецька зброя, географічна карта місцевості і ігральна карта, стріла баштового крану і стріла, пущена з лука, замок дверей і середньовічний замок).
- неповнота модельних уявлень про деяку складну систему, особливо у зв'язку з вирішенням проблем, що слабо формалізуються. В цьому випадку сама спроба побудувати адекватну модель складної системи або наочної області стикається з принциповою неможливістю врахувати всі релевантні особливості вирішуваної проблеми.
- суперечність окремих компонентів модельних уявлень або вимог, яким повинна задовольняти модель складної системи. Так, наприклад, умова вирішити проблему за мінімальний час і з мінімальними фінансовими витратами містить в собі елемент протиріччя. Елементи протиріч містяться в законодавчих актах і є предметом юридичної практики.
- невизначеність настання тих або інших подій, що відносяться до можливості знаходження системи оригінала в тому або іншому стані в майбутньому. Йдеться про те, що аналіз процесу поведінки системи не дає підстав для однозначної відповіді на питання: "Чи знаходитиметься система оригінал в деякому стані у момент часу, який відноситься до її майбутнього?" Цей аспект невизначеності часто називають стохастичним, оскільки він традиційно досліджувався засобами теорії ймовірності і математичної статистики [11, с.713].

нечіткої логіки[6] (рис.1). Він використовується у багатофакторному аналізі, багатокритеріальній оцінці, у тому числі конкурентоспроможності продукції на підставі її діагностики.



Рис.1. Схема реалізації методу Мандані

Основні поняття нечіткої логіки в застосуванні методу Мандані.

Формування системи правил методу Мандані. В теорії нечіткої логіки використовуються правила, в яких умови і висновки сформульовані в термінах нечітких лінгвістичних висловлювань (термів). Сукупність таких правил називається системою правил і найчастіше представлена у формі структурованого тексту: якщо "умова **А**" то "висновок **А**".

[6] У загально теоретичному вигляді метод Мандані викладено у [10, с.202]

Для формування системи правил методу Мандані необхідно визначити правила, та їх умови, за якими поєднуються вхідні і вихідні лінгвістичні змінні: $R = \{r_1, r_2, ..., r_n\}$, вхідні лінгвістичні змінні: $V = \{b_1, \cdots b_2, ..., b_n\}$, та вихідні лінгвістичні змінні: $W = \{w_1, w_2, ..., w_n\}$.

Фазифікація є процедурою знаходження кількісних значень функцій належності нечіткої логіки на основі вихідних даних. Метою етапу фазифікації є встановлення відповідності між чисельним значенням окремої вхідної змінної системи нечіткого виводу і значенням функції приналежності відповідного терму вхідної лінгвістичної змінної.

Агрегування є процедурою визначення міри істинності умов по кожному з правил системи нечіткого виводу. При цьому для визначення результату нечіткої кон'юнкції ($\wedge$) або зв'язки "**І**" використовується формула 1, а для визначення результату нечіткої диз'юнкції - зв'язки "**АБО**" використовується формула 2.

Кон'юнкцією нечітких висловів А (робоче середовище - низький) і В (коефіцієнт корисної дії - середній) називається бінарна логічна операція, результатом якої є нечіткий вислів, істинність якого визначається кон'юнкцією терму **Т** (1).

$$T(A \wedge B) = \min\{T(A), T(B)\} \qquad (1)$$

Диз'юнкцією нечітких висловів А або В називається бінарна логічна операція, результатом якої є нечіткий вислів, істинність якого визначається диз'юнкцією терму **Т** (2):

$$T(A \vee B) = \max\{T(A), T(B)\} \qquad (2)$$

Активізація підвисновків системи правил є процес знаходження міри істинності всіх умов системи $B'' = \{b_1'', b_2'', ..., b_n''\}$ і значень вагових коефіцієнтів F_i для кожного правила. Якщо висновок правила є нечітким висловлюванням вигляду 1) або 2), то міра його істинності дорівнює алгебраїчному добутку b_i'' відповідного значення на ваговий коефіцієнт F_i. Якщо, висновок складається з декількох підвисновків вигляду 3), причому лінгвістичні змінні в підвисновках попарно не дорівнюють один одному, то міра істинності кожного з підвисновків дорівнює алгебраїчному добутку відповідного значення на ваговий коефіцієнт F.

Нечіткі лінгвістичні висловлювання:

1) "$\beta \in \alpha$", де β – найменування лінгвістичної змінної, α – значення лінгвістичної змінної, якому відповідає окремий лінгвістичний терм із базового терм-множини Т лінгвістичної змінної β ;
2) "$\beta \in \nabla\alpha$", де ∇ – модифікатор, який відповідає таким словам, як: "Дуже", "Більш чи меньш", "Набагато більше" та іншим, які можуть бути отримані лінгвістичною змінною;
3) Якщо "$\beta_1 \in \alpha$" ТО "$\beta_2 \in \alpha$" І/АБО "$\beta_3 \in v$", де $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3$. Нечітке висловлення "$\beta_1 \in \alpha$" представляє собою умову правила нечіткої продукції, а нечітке висловлення: "$\beta_2 \in \alpha$" І/АБО "$\beta_3 \in v$" – підзаключення даного правила.

Таким чином, знаходяться всі значення c_k мір істинності підвисновків для кожного з правил R_k, що входять в дану базу правил Р системи нечіткого виводу. Ці значення позначимо через $C = \{c_1, c_2, \ldots, c_q\}$, де q – загальна кількість підвисновків в базі правил. Після знаходження множини $\mathbf{C}$ визначаються функції належності кожного з підвисновків для даних вихідних лінгвістичних змінних методом min-активизації, що розраховується (3):

$$\mu'(y) = \min \{c_i, \mu(y)\}, \qquad (3)$$

де $\mu(y)$ – функція належності терму, який визначається значенням деякої вихідної змінної, заданої на універсумі Y.

Акумуляція висновків системи правил є процесом знаходження функції належності для кожної з вихідних лінгвістичних змінних множини. Метою акумуляції є об'єднання або акумулювання всіх мір істинності висновків (підвисновків) для здобуття функції належності кожній з вихідних змінних. Коли відомі значення істинності всіх підвисновків для кожного з правил, що входять в дану систему правил Р, у формі сукупності нечіткої множини: $\mathbf{C_1}, \mathbf{C_2}, \ldots, \mathbf{C_q}$, де q - загальна кількість підвисновків в системі правил, послідовно розглядається кожен з вихідних лінгвістичних змінних $w \in W$, і відповідні нечіткі множини $\mathbf{C_{j1}}, \mathbf{C_{j2}}, \ldots, \mathbf{C_{jq}}$. Результат акумуляції для вихідної лінгвістичної змінної w_j визначається як об'єднання нечіткої множини, за формулою 4 [10].

Об'єднанням двох нечіткої безлічі A і B є деяка третя нечітка множина D, задана на цьому універсумі X, функція належності якого визначається (4):

$$\mu_D(x) = \max \{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \qquad \forall x \in X \qquad (4)$$

Етап акумуляції вважається закінченим, коли для кожного з вихідних лінгвістичних змінних будуть визначені підсумкові функції належності нечіткої множини та їх значень, тобто сукупність нечіткої множини: $C_1, C_2, \ldots, C_s$, де s − загальна кількість вихідних лінгвістичних змінних в системі правил.

Дефазифікація вихідних змінних є процедурою знаходження звичайного чіткого значення для кожного з вихідних лінгвістичних змінних множини. Метою дефазифікації є отримання кількісного значення для кожної з вихідної змінної, використовуючи результати акумуляції всіх вихідних лінгвістичних змінних.

Результат дефазифікації для вихідної лінгвістичної змінної визначається у вигляді кількісного значення, що отримується методом центру тяжіння (5).

$$y = \frac{\int_{\min}^{\max} x \times \mu(x) dx}{\int_{\min}^{\max} \mu(x) dx}, \qquad (5)$$

де y – результат дефазифікації; x – змінна, яка відповідає вихідній лінгвістичній змінній w; $\mu(x)$ – функція належності нечіткої множини відповідної вихідний змінної w

після етапу акумуляції; min і max – ліва і права точки інтервалу носія нечіткої множини вихідної змінної w.

Достовірність та практичне значення методу оцінки конкурентоспроможності промислової продукції з урахуванням екологічної складової, зв'язків ціни, фінансових результатів, що виконано на основі теорії нечіткої логіки доведено на прикладі шестеренних насосів НШ10Г-3 ВАТ "Гідросила", та його конкурентів на ринку України - ВАТ "Вінницький завод тракторних агрегатів", корпорації "Bosch RexrothAG" й "Caproni". Реалізація процесу нечіткої оцінки конкурентоспроможності промислової продукції з урахуванням екологічної складової здійснена в середовищі MATLAB за допомогою спеціального пакету розширення Fuzzy Logic Toolbox.

Опис вхідних і вихідних змінних. У якості критеріїв оцінки конкурентоспроможності шестеренного насосу НШ10Г-3 використовуються показники, які об'єднані за групами якості (f_{y1}), комерційності (f_{y2}), екологічності (f_{y3}) і ціни (f_{y4}). На підставі досліджень системи споживчих переваг отримані дані, що характеризують найгірші, дуже низькі, низькі, середні, високі, дуже високі, найкращі значення показників конкурентоспроможності продукції.

Формування системи правил для застосування методу Мандані. Оцінка конкурентоспроможності промислової продукції з врахуванням екологічної складової (q_Q) реалізована за допомогою чотирьох систем виводу конкурентоспроможності продукції за групами показників і зображено на рис. 2. Сформована система правил для оцінки конкурентоспроможності продукції з урахуванням екологічної складової.

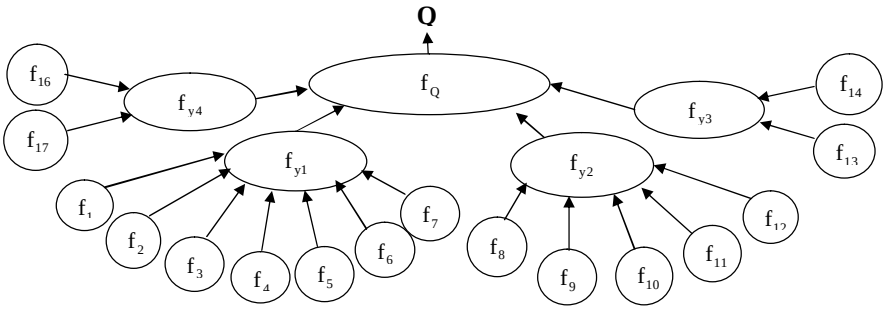


Рис.2. Ієрархічне дерево виводу конкурентоспроможності шестеренного насосу

Фазифікація. Лінгвістична змінна задається за допомогою показників $\{f_i, t_i, U, M\}$, де f_i – назва змінної (показники конкурентоспроможності продукції); t_i – терм змінної; U – універсальна множина; M – семантичні правила, які визначають функції належності термів. Побудова функцій належності термів здійснюється за допомогою параметричного підходу [10]. Для опису термів, що характеризують властивості показників конкурентоспроможності продукції використовуватимуться функції належності представлені у табл. 1.

Агрегування. Для визначення міри істинності умов і підумов по кожному з системи правил використовується операція логічної кон'юнкції для відображення зв'язки "І"($\wedge$) (1) і логічної диз'юнкції для нечітких висловів з зв'язкою "АБО" ($\vee$) (2).

Активізація підвисновків системи правил відбувається за методом min-активізації (3).

Акумуляція всіх мір істинності висновків для здобуття функції приналежності кожній з вихідних змінних здійснюється за допомогою операції об'єднання нечіткої множини за (4).

Таблиця 1. Функції належності та алгоритми їх розрахунку

Вид функції належності	Алгоритм розрахунку
Трикутна	$\mu(x)=\begin{cases}0, x \le a\\ \frac{x-a}{b-a}, a \le x \le b\\ \frac{c-x}{c-b}, b \le x \le c\\ 0, c \le x\end{cases}$
Трапецієвидна	$\mu(x)=\begin{cases}0, & x \le a\\ \frac{x-a}{b-a}, & a \le x \le b\\ 1, & b \le x \le c\\ \frac{d-x}{d-c}, & c \le x \le d\\ 0, & c \le x\end{cases}$
Z-образні	$\mu(x)=\begin{cases}1, & x \le a\\ 1-2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2, & x \prec a \le \frac{a+b}{2}\\ 2\left(\frac{b-x}{b-a}\right)^2, & \frac{a+b}{2} \prec x \prec b\\ 0, & b \le x\end{cases}$
S-образні	$\mu(x)=\begin{cases}0, & x \le a\\ 2\left(\frac{x-a}{b-a}\right)^2, & x \prec a \le \frac{a+b}{2}\\ 1-2\left(\frac{b-x}{b-a}\right)^2, & \frac{a+b}{2} \prec x \prec b\\ 1, & b \le x\end{cases}$

Дефазифікація. Використовуючи результати акумуляції всіх вихідних лінгвістичних змінних знаходимо кількісне чітке значення кожному з вихідних

лінгвістичних змінних за допомогою методу центру тяжіння (5), при цьому значення вихідної змінної дорівнює абсцисі центру тяжіння площі, обмеженій графіком кривої функції належності відповідної вихідний змінної.

У таблиці 2 наведено вхідні значення показників конкурентоспроможності шестеренного насосу НШ10Г-3 та його конкурентів та вихідні результуючі значення показника конкурентоспроможності отриманий за методом Мандані (рис. 3).

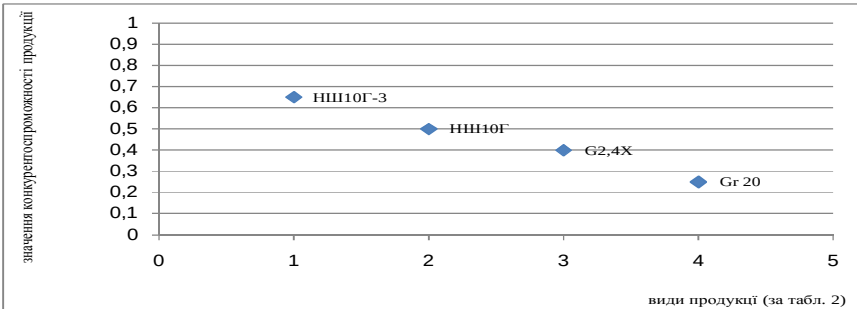


Рис.3. Конкурентоспроможність шестеренних насосів

Таблиця 2. Розрахункові значення конкурентоспроможності шестеренних насосів

№	Групи f_{yi}	Показники f_i	Значення показників (F_i)			
			НШ10Г-3	НШ10Г	G2,4X	Gr 20
f_1	Якості	Робоче середовище, од.	5	5	2	2
f_2		Коефіцієнт корисної дії, не менше	0,75	0,7	0,9	0,83
f_3		Строк експлуатації, кількість років	5	3	20	10
f_4		Маса, кг	2,5	2,8	2,3	2,5
f_5		Ремонтопридатність, бали	8	5	2	2
f_6		Надійність роботи насосів, кількість циклів, тис.	765	558	1440	1005
f_7		Номінальна потужність, кВт, (не більше)	8,4	8,2	9	8,3
f_8	Комер-ційності	Наявність сервісних центрів, од.	124	82	15	10
f_9		Наявність дилерсько – дистриб'юторських пунктів, од.	450	250	32	24
f_{10}		Доступність, днів	1	1	30	30
f_{11}		Рекламна кампанія, бали	9	7	5	3
f_{12}		Імідж, бали	8	5	10	5
f_{13}	Екологіч-ності	Попадання масел на землю, м3/2000т. ц.	26,14	35,84	19,44	23,88
f_{14}		Рівень звукової потужності, дБА	85	90	75	77
f_{15}	Ціни	Ціна, грн.	63,021	69	3574,1	2492
f_{16}		Ціна масла, грн.	5	5	12	12
Q		Конкурентоспроможність продукції	0,65	0,5	0,4	0,25

В результаті оцінки конкурентоспроможності продукції з урахуванням екологічної складової методом Мандані доведено, що найбільший рівень конкурентоспроможності має шестерений насос НШ10Г-3 (Q=0,65), більш низький рівень - НШ10Г ВАТ "Вінницький завод тракторних агрегатів" (Q=0,5). Значно поступається конкурентоспроможністю вітчизняним товаровиробникам продукція корпорації "Bosch RexrothAG" и "Caproni", про що свідчать відповідні показники (Q=0,4, Q=0,25). За показниками якості та екологічності насоси G2,4X і Gr 20 набагато більше відповідають споживацьким потребам, але ціна в десятки разів більше за вітчизняну продукції. В умовах домінування цінової конкуренції в Україні вирішальне значення має ціна, що істотно знижає рівень конкурентоспроможності продукції іноземних товаровиробників.

Висновки. На рис.4 представлена динаміка значень конкурентоспроможності шестеренних насосів, що засвідчує можливість метода теорії нечіткої логіки Мандані:

- оперувати нечіткими вхідними даними;
- нечіткій формалізації критеріїв оцінки та порівняння;
- проведення якісних оцінок як вхідних даних, так і вихідних результатів.

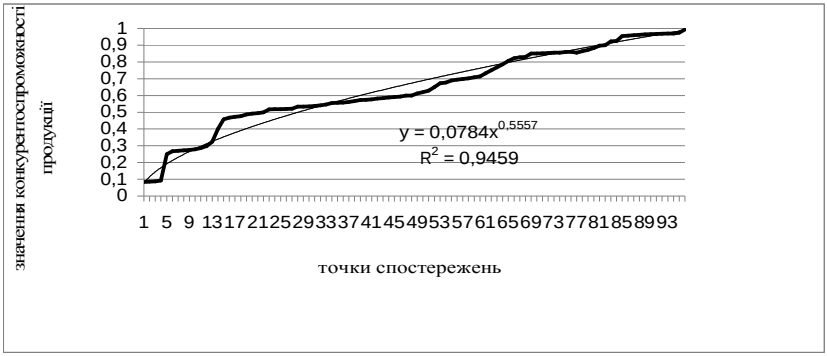


Рис.4. Динаміка конкурентоспроможності продукції в залежності від досліджуваних показників.

Недоліками методу є:

- система сильно ускладнюється залежно від збільшення характеристик конкурентоспроможності продукції, термів вхідних даних;
- необхідність формування великої системи знань;
- результат виводу слабо чутливий до невеликих змін значень показників конкурентоспроможності продукції усередині термів лінгвістичної змінної.

Література:

1. Концепція сталого розвитку України.-К.: НАН, Украины, Минэкобезопасности Украины, 1997.-17с.

2. Портер М.Е. Международная конкуренция / Портер М.Е. – М.: Международные отношения,1993.– 985 с.
3. Котлер Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер.– М.: Прогресс, 1990. – 1150 с.
4. Моделювання управління конкурентоспроможності підприємства: еколого-організаційний аспект: (Монографія) / А.Е. Воронкова, С.К. Рамазанов, О.В. Родіонов;– Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2005. – 368 с.
5. Скудар Г.М. Стратегія піднесення конкурентоспроможності підприємства: проблеми і складові успіху / Г.М. Скудар // Економіка України.− 2002. − № 6. − С.16-24.
6. Фатхутдинов Р.А. Управление конкурентоспособностью / Р.А. Фатхутдинов // Стандарты и качество. −2000. − № 10. − С. 10-13.
7. Осипов В.Н. Оценка конкурентоспособности продукции производственного назначения / Осипов В.Н., Диленко В.А., Стрелец А.А. – Одесса.: ИПРЭЭИ НАН Украины, 2001. – 152 с.
8. Долинская М.Г. Маркетинг и конкурентоспособность промышленной продукции / М.Г. Долинская, И.А. Соловьев – М.: Издательство стандартов, 1991. – 128 с.
9. Горбашко Е.А. Конкурентоспособность промышленной продукции / Горбашко Е.А. − Санк-Петербург: СПбУЭФ, 1991.−64 с.
10. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fIlzzyTECH/ А.В Леоненков.− СПб.: БХВ−Петербург, 2005. − 736 с.
11. Математический энциклопедический словарь / [гл. ред. Ю. В. Прохоров.].− М.: «Большая российская энциклопедия», 1995.−1011 с.
12. Заде. Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений/ Л. Заде.− Москва: «МИР».−1976.−162с.
13. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств/ Кофман А. − М.: Радио и связь.− 1982. − 432 с.
14. Бешелев С.Д. Математико-статистические методы экспертных оценок/ С.Д. Белешев, Ф.Г. Гурвич − М.: Статистика.− 1974.-159 с.
15. Основы теории нечетких множеств: Метод. указания / Сост. И.Л. Коробова, И.А. Дьяков.− Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003.− 24 с.
16. Малышев Н.Г. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР/ Н.Г. Малышев, Л.С. Берштейн, А.В. Боженюк − М.: Энергоатомиздат.−1991.−259 с.