

*Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет ім. В. Стефаника
Представництво "Польська Академія Наук" в Києві
Вінницький національний технічний університет
Центр математичного моделювання ІППММ
ім. Я.С.Підстригача НАН України
AGH науково-технологічний університет
ім. Ст.Сташіца, Польща
Лудзький університет, Польща
Інститут кібернетики НАН України
Національний авіаційний університет
Фінансово-економічний інститут Таджикистану
Економічна академія "Д.А.Ценов", Болгарія
Штуттгартський університет, Німеччина
Харківський національний університет радіоелектроніки
НДІ інтелектуальних комп'ютерних систем THEU та ІК НАН України
Новий університет Лісабона, Португалія
Бакинський державний університет, Азербайджан
Об'єднаний інститут проблем інформатики НАН Білорусі
Інститут інженерів з електротехніки
та електроніки (IEEE), Українська секція
Асоціація "Інформаційні технології України"
Громадська організація "Івано-Франківський ІТ кластер"*

"ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ"

**матеріали
міжнародної науково-практичної конференції**

**20-25 травня 2019 року
Івано-Франківськ**

**"INFORMATION TECHNOLOGIES AND COMPUTER MODELLING"
proceedings
of the International Scientific Conference
2019, May, 20th to 25th
Ivano-Frankivsk**

Івано-Франківськ - 2019

УДК (004:004.2/004.9+007):33/37+51+621
ББК 22.17 32.81
I-74 Т

Науковий редактор: докт. техн. наук, проф. Л.Б. Петришин
(AGH University of Science and Technology, Прикарпатський національний університет ПНУ)

Матеріали статей опубліковані в авторській редакції

"Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання"; матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Івано-Франківськ, 20-25 травня 2019 року. – Івано-Франківськ: п. Голіней О.М., 2019. –с.

Збірка містить матеріали статей Міжнародної науково-практичної конференції з проблем інформаційних технологій в технічних системах, в соціумі, освіті, медицині, економіці та екології; теорії інформації, кодування та перетворення форми інформації; технологій цифрової обробки інформації; захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах; математичного та імітаційного моделювання систем.

УДК
(004:004.2/004.9+007):33/37+51+621
ББК 22.17 32.81
I-74 Т

ISBN

© ПНУ ім. В. Стефаника та автори, 2019

Системний Підхід до Оцінювання Стану Закладу Вищої Освіти

Борис Мокін, Олена Слободянюк, Ольга Войцеховська
кафедра системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки
Вінниця, Україна
borys.mokin@gmail.com, olenas8@gmail.com, olgav1085@gmail.com

System Approach to Evaluation of the Higher Education Institution Status

Borys Mokin, Olena Slobodianiuk, Olga Voytsehovska
dept. of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics
Vinnytsia, Ukraine
borys.mokin@gmail.com, olenas8@gmail.com, olgav1085@gmail.com

Анотація—Показано, що оцінювання стану закладів вищої освіти в публікаціях у наукових журналах та монографіях в основному спрямовані на виявлення залежностей певних координат стану цих закладів, яким надано статус критеріальних, від однієї чи кількох інших координат, яким надано статус керувальних чи збудуючих, в умовах ігнорування впливу багатьох інших його координат та, як правило, без врахування змін цих керувальних чи збудуючих координат у часі, тобто, з використанням описових чи математичних моделей цих залежностей в просторі автоматів Мура, що приводить до надання переваги статичним характеристикам оцінювання стану цих закладів та ігнорування їх динамічних характеристик. Для подолання цього недоліку досліджень стану закладу вищої освіти в доповіді запропоновано використовувати системний підхід як ідеологію і системний аналіз як метод та визначено усі складові цих процесів на перших двох етапах застосування методу, тобто, заклад вищої освіти виділено як об'єкт дослідження із навколишнього середовища і сформовано усі точки їх контактів, в яких визначено 15 впливів навколишнього середовища на заклад вищої освіти та 12 впливів закладу вищої освіти на навколишнє середовище. Показано, як будувати математичні моделі оцінювання стану закладу вищої освіти в просторі автоматів Мілі, тобто, з використанням залежностей, в яких усі змінні є функціями часу. В якості критеріїв запропоновано використати імідж закладу вищої освіти та затрати, що забезпечують його функціонування, перший із яких необхідно максимізувати, а другий – мінімізувати, використовуючи максимінну або мінімаксну стратегії.

Abstract—The paper shows that evaluation of higher education institutions status in publications in scientific journals and monographs is mainly targeted at revealing dependencies of particular coordinates of status of these institutions, which have been granted a status of criterion, from one or several other coordinates, which have been granted a status of managing or exciting, in conditions ignoring the influence of many other its

coordinates and, as a rule, without taking into account the changes in these managing or exciting coordinates in time, that is, using descriptive or mathematical models of these dependencies in the space of Moore machine, leading to a preference for static characteristics for evaluating the status of these facilities and ignoring their dynamic characteristics. To overcome this drawback of research on the higher education institution status, the report suggests using the system approach as ideology and system analysis as a method and identifying all the components of these processes in the first two stages of the method application, that is, a higher education institution is distinguished as an object of research from environment and all the points of their contacts have been formed, in which 15 environmental impacts on higher education institutions and 12 influences of the higher education institution on environment are identified. It is shown how to construct mathematical models for evaluating the higher education institution status in the space of Mealy machines, that is, using dependencies in which all variables are time functions. As a criterion, it is proposed to use the higher education institution image and the costs that ensure its functioning, the former of which is to be maximized, and the latter is to minimize using maximin or minimax strategies.

Ключові слова—заклад вищої освіти; системний підхід; математична модель; автомат Мура; автомат Мілі; критерій оцінки; імідж; затрати; максимінна стратегія; мінімаксна стратегія.

Keywords—higher education institution; system approach; mathematical model; Moore machine; Mealy machine; evaluation criterion; image; cost, maximin strategy; minimax strategy.

I. ВСТУП

Задачам оцінювання стану закладів вищої освіти (ЗВО) науковцями, як вітчизняними так і закордонними, приділялось багато уваги в усі часи. Тож і публікацій з результатами розв'язання цих задач теж уже є чимало. Беруть участь в розв'язанні цих задач і науковці

Вінницького національного технічного університету (ВНТУ) в рамках програм досліджень університетської науково-дослідної лабораторії проблем вищої школи (НДЛ ПВШ), спільної з Національною академією педагогічних наук України (НАПНУ).

Кілька публікацій, які містять в собі результати досліджень, виконаних науковцями ВНТУ за планами НДЛ ПВШ, у вигляді монографій та наукових статей за останні 10 років, для прикладу, приведені у «Списку використаної літератури».

Аналізуючи ці публікації, бачимо, що роботи [1], [2], [3] присвячені фінансовому забезпеченню ЗВО, робота [4] присвячена стимулюванню професорсько-викладацького складу ЗВО до підвищення наукового рівня, роботи [5], [6] присвячені ролі методичного забезпечення навчального процесу, роботи [7], [8] присвячені моделюванню процедур організації навчального процесу та засвоєння знань, тобто, кожна із цих публікацій висвітлює дослідження за окремою темою, метою якої було вивчення тих чи інших характеристик стану ЗВО, і, як правило, без оцінювання їх взаємного впливу.

Аналогічну картину можна спостерігати, аналізуючи і численні публікації інших науковців в сотнях наукових журналів та монографій з педагогічних та суміжних з ними наук, наприклад, в монографії [9], в якій здійснено спробу використати для дослідження процесів у ЗВО ідеологію теорії катастроф.

Але, як показано, наприклад, в роботі [1], вивчення окремих характеристик стану ЗВО, як і намагання покращити ці окремо взяті характеристики без врахування взаємного впливу на них інших характеристик стану ЗВО, дуже часто не відповідає реальності. А тому для оцінювання стану такої складної системи, якою є ЗВО, необхідно використовувати системний підхід, згідно з ідеологією якого, викладеною, наприклад, в роботі [1], необхідно під час оцінювання стану складної системи одночасно враховувати усі його основні характеристики та їх взаємний вплив. Адаптації ідеології цього підходу для оцінювання стану ЗВО і присвячена ця наша доповідь.

II. ВІКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Викладення результатів дослідження ми почнемо з того, що, спираючись на роботу [1], нагадаємо, що алгоритм методу теоретичного дослідження складної системи, який прийнято називати системним аналізом, включає в себе 5 етапів, а саме: 1) постановка задачі, формулювання мети і завдань дослідження та критеріїв оцінювання його результатів; 2) виокремлення об'єкта дослідження із навколишнього середовища, визначення точок, ліній чи поверхонь їх контактів та формування множини змінних, що характеризують процеси в об'єкті і контактні сигнали, та множини їх обмежень; 3) синтез та ідентифікація математичних моделей процесів в об'єкті дослідження та моделей сигналів, якими обмінюються об'єкт дослідження з навколишнім середовищем; 4) дослідження процесів в об'єкті з використанням синтезованих математичних моделей, критеріїв та обмежень; 5) оптимізація процесів у випадку виявлення при їх дослідженні відхилення якихось

характеристик чи параметрів від тих значень, що приводять до критеріальних оптимумів чи виводять за межі обмежень.

Оскільки наша доповідь присвячується лише питанню адаптації ідеології системного підходу для оцінювання стану ЗВО, то в ній ми обмежимося розглядом лише перших двох етапів системного аналізу цього стану.

Постановку задачі нашого дослідження та його мету відповідно до вимог першого етапу системного аналізу ми уже сформулювали вище, тож одразу перейдемо до вибору критеріїв оцінки результатів, в якості яких ми пропонуємо використати імідж ЗВО та затрати для ні його функціонування. Обидва ці критерії є інтегральним і перший із них вимагає максимізації, а другий мінімізації, тобто, при розв'язанні поставленої задачі стратегія може бути або максимінною, або мінімаксною.

Другий етап системного аналізу оцінювання стану ЗВО починається з виділення ЗВО як об'єкта дослідження (ОД) із навколишнього середовища (НС) та визначення точок їх контакту, яких, як легко бачити з рис. 1, налічується 27.

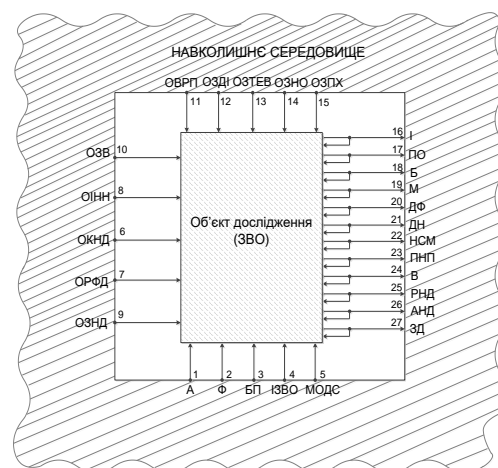


Рис. 1. Геометрична інтерпретація виділення ЗВО як ОД з НС та ідентифікація точок їх взаємодії

На рис. 1: А – абітурієнти, Ф – фінанси, БП – бази практики, ІЗВО – інші ЗВО згідно з договорами про співпрацю, МОДС – міжнародні організації, з якими є договори про співпрацю, ОКНД – організації, що генерують керівні та нормативні документи, ОРФД – організації, що здійснюють ревізію фінансової діяльності, ОІНН – організації, що здійснюють інспекцію навчальної і наукової діяльності, ОЗНД – організації, що замовляють наукові дослідження, ОЗВ – організації, що замовляють або беруть на роботу випускників, ОВРП – організації, що вводять нові або ремонтують існуючі площі, ОЗДІ – організації, що забезпечують новими джерелами інформації, ОЗТЕВ – організації, що забезпечують теплом, електроенергією та водою, ОЗНО – організації, що забезпечують новим обладнанням, ОЗПХ – організації забезпечення харчами студентів і життєздатності обладнання, І – імідж ЗВО, ПО – профорієнтація за межами ЗВО, Б – бакалаври, М – магістри, ДФ – доктори філософії, ДН – доктори наук, НСМ – наукові статті і монографії, ПНП

– підручники, навчальні посібники та інші навчальні матеріали, В – винаходи, РНД – результати наукових досліджень, АНД – апробація наукових досліджень, ЗД – звітні документи.

Направленість стрілок на рис.1 вказує на те, в яких контактних точках з 1-ої по 15-у НС здійснює вплив на ОД, а в яких - з 16-ї по 27-у ОД здійснює вплив на НС. Вважатимемо впливи НС на ОД вхідними сигналами і позначимо їх символами $x_i, i = 1, 2, \dots, 15$. Суть цих сигналів розкрита в таблиці 1.

TABLE I. ПЕРЕЛІК ТА ЗМІСТ ВХІДНИХ ВЕЛИЧИН

Символ вхідної величини	Зміст вхідної величини
x_1	Рівень шкільної підготовки абітурієнтів
x_2	Обсяг фінансування ЗВО
x_3	Рівень забезпеченості ЗВО базами практики
x_4	Рівень співпраці з іншими ЗВО
x_5	Рівень співпраці з міжнародними організаціями
x_6	Рівень відповідності функціонування ЗВО вимогам керівних та нормативних документів
x_7	Рівень відповідності функціонування ЗВО вимогам фінансового контролю та банківської системи
x_8	Рівень відповідності функціонування ЗВО вимогам органів інспекції якості підготовки фахівців
x_9	Обсяг наукових досліджень, що виконуються у ЗВО
x_{10}	Обсяг замовлення випускників ЗВО
x_{11}	Рівень відповідності площ для навчального і наукового процесів та підрозділів, що їх забезпечують, нормативним вимогам
x_{12}	Рівень забезпечення ЗВО джерелами інформації
x_{13}	Рівень забезпечення приміщень ЗВО тепловою та електричною енергією, водою та засобами водовідливу
x_{14}	Рівень забезпечення ЗВО сучасним лабораторним та комп'ютерним обладнанням
x_{15}	Рівень забезпечення ЗВО продуктами харчування, підтримки обладнання та приміщеннями санітарно-гігієнічного обслуговування

А впливи ОД на НС вважатимемо вихідними сигналами і позначимо їх символами $y_j, j = 16, 17, \dots, 27$. Суть цих сигналів розкрита в таблиці 2.

Із рис.1 витікає, що стрілки вихідних сигналів мають і зворотні відгалуження, спрямовані назад до ОД, що надає їм одночасно і статус додаткових вхідних. Наприклад, вихідний сигнал y_{18} , що характеризує компетентність бакалаврів, окрім впливу на НС завдяки частині бакалаврів, які після закінчення ЗВО одразу йдуть працювати, здійснює вплив і на ОД, оскільки від нього залежить і вихідний сигнал y_{19} , який характеризує компетентність тієї частини випускників ЗВО, які випускаються з нього магістрами.

При формальному підході до синтезу математичних моделей, що зв'язують сигнали $x_i, i = 1, 2, \dots, 15$ нашого ОД з його вихідними сигналами $y_j, j = 16, 17, \dots, 27$, наприклад, для y_{24} – це

$$y_{24} = f(x_2, x_4, x_9, x_{12}, x_{14}, y_{19}, y_{20}, y_{21}, y_{22}, y_{24}, y_{25}, y_{26}), \quad (1)$$

складається хибне уявлення, що маємо справу з автоматом Мура [10], який кожному набору значень вхідних сигналів ставить у відповідність конкретне числове значення вихідної величини, задане у той же момент часу, тобто, з автоматом, що не має пам'яті. Саме такий підхід і має місце як у більшості публікацій у педагогічних наукових журналах, так і практично в усіх дискусіях у соціальній мережі Facebook з питань якості підготовки фахівців у ЗВО, в яких фактор пам'яті, до уваги не береться, а здійснюється прив'язка до якихось конкретизованих значень цих параметрів, наприклад, розглядається залежність якості підготовки бакалаврів від балу ЗНО абітурієнтів чи кількості годин, що відводиться на ту чи іншу навчальну дисципліну, або від кількості публікацій викладача цієї дисципліни в наукометричних базах.

TABLE II. ПЕРЕЛІК ТА ЗМІСТ ВИХІДНИХ ВЕЛИЧИН

Символ вихідної величини	Зміст вихідної величини
y_{16}	Імідж ЗВО за матеріалами ЗМІ та зовнішніх організацій
y_{17}	Рівень профорієнтації спеціальностей ЗВО його працівниками
y_{18}	Рівень компетентності бакалаврів, підготовлених у ЗВО
y_{19}	Рівень компетентності магістрів, підготовлених у ЗВО
y_{20}	Рівень компетентності докторів філософії, підготовлених у ЗВО
y_{21}	Рівень компетентності докторів наук, підготовлених у ЗВО
y_{22}	Науковий рівень статей і монографій, опублікованих працівниками ЗВО
y_{23}	Ступінь відповідності сучасним вимогам підручників, навчальних посібників та методичних розробок, що створені працівниками ЗВО
y_{24}	Ступінь відповідності світовому рівню винаходів, створених працівниками ЗВО
y_{25}	Ступінь задоволеності результатами наукових досліджень, виконаних працівниками ЗВО, їх замовників
y_{26}	Рівень апробації результатів наукових досліджень, виконаних працівниками ЗВО
y_{27}	Рівень доступності усіх звітних матеріалів про функціонування ЗВО для його працівників, ЗМІ та контролюючих органів

Але, якщо подивитись на приведену в нашій доповіді структурну схему ЗВО, то легко переконатись у тому, що в ній міститься багато підрозділів, які вносять суттєві затримки в навчальний та науковий процеси, а тому математичні моделі, що зв'язують вхідні і вихідні сигнали в цьому ОД, обов'язково повинні містити в собі координату часу t , тобто, замість використання узагальненої моделі, що має вигляд (1), необхідно синтезувати конкретні математичні моделі зв'язку між цими ж сигналами, виходячи з узагальненої математичної моделі

$$y_{24} = f(x_2, x_4, x_9, x_{12}, x_{14}, y_{19}, y_{20}, y_{21}, y_{22}, y_{24}, y_{25}, y_{26}, t), \quad (2)$$

що містить в собі час і переводить наш ОД в клас автоматів Мілі [10], які кожному набору вхідних сигналів ставлять у відповідність певні набори змінних стану, визначених для цікавого нам моменту часу, і уже на розширеній множині вхідних сигналів та змінних стану визначають значення вихідних сигналів.

А для оцінювання ролі студентів, які є основними суб'єктами навчального процесу, та їх стосунків з викладачами в нашій доповіді приведена розгорнута структурна схема узагальненого структурного блоку, що характеризує навчально-науковий процес (НПП). Із цієї структурної схеми НПП ще більш прозоро проступає необхідність системного аналізу оцінювання стану ЗВО на основі ідеології автоматів Мілі, доповненої іншими ідеологемами, обумовленими іншими факторами, як то затримками в часі проходження вхідних сигналів та втратою частини інформації в процесі її засвоєння студентом та в проміжках часу між черговим її сприйняттям. І саме на основі цієї ідеології та відповідних ідеологем необхідно на третьому етапі системного аналізу синтезувати необхідну для реалізації цього методу дослідження множину математичних моделей, котрі зв'язуватимуть між собою вхідні сигнали нашого ОД з його змінними стану, які у взаємодії формуватимуть вихідні сигнали, якими наш ОД збудує НС. І, як показано в роботах [1], [2], для синтезу цих математичних моделей необхідно використовувати і диференціальні рівняння, і інтегральні, і різницеві, і регресійні, і операторні перетворення Лапласа, Фур'є та z-перетворення, і наближені методи розв'язання нелінійних рівнянь різних класів, і ймовірностну інтерпретацію кривих забування інформації, і синергетичне підсилення процесів засвоєння знань, і теорію лінгвістичної змінної та нечіткі бази знань в разі відсутності кількісних вимірів інформації, і теорію катастроф, як це показано для окремих складових процесу оцінювання стану ЗВО в роботі [9], і нейронні та нейронечіткі мережі, як це використано в роботі [11] для моделювання процесів за відсутності можливостей кількісного оцінювання частини їх параметрів, і теорію секвенцій, викладену в роботі [10] та застосовану для спрощення процедури моделювання автоматів Мілі.

Але синтезом та ідентифікацією математичних моделей, які реалізуються на третьому етапі системного аналізу з використанням математичного апарату, згаданого вище, та оцінюванням стану ЗВО з використанням цих моделей і обмежень на змінні, множина яких задається нормативними документами, і здійснюється на четвертому етапі системного аналізу, ми будемо займатись уже в наступній нашій публікації, а дану доповідь, аби не переобтяжувати її, на цьому і завершимо.

ВИСНОВКИ

В роботі показано, що оцінювання стану закладів вищої освіти і по-сьогодні в основному спрямовані на виявлення залежностей якості підготовки фахівців у цих закладах від однієї чи кількох координат цього процесу в умовах ігнорування впливу багатьох інших його координат, а у переважній більшості і без врахування їх змін у часі, тобто, з використанням математичних моделей цих залежностей в просторі автоматів Мура. Також запропоновано для

оцінювання стану закладів вищої освіти використовувати системний підхід як ідеологію і системний аналіз як метод та визначено усі складові цих процесів на перших двох етапах застосування методу, в результаті чого склад вищої освіти виділено як об'єкт дослідження із навколишнього середовища і сформовано усі точки, в яких цей об'єкт дослідження здійснює контакти з навколишнім середовищем, та здійснена їх конкретизація. Показано, що для того, щоб математичні моделі процесів функціонування закладів вищої освіти представляли ці процеси в просторі автоматів Мілі, їх необхідно синтезувати з використанням рівнянь і операторів, одним із ключових параметрів в яких виступає час; запропоновано в якості критеріїв оцінки результатів використати такі інтегральні критерії як імідж закладу вищої освіти та затрати, необхідні для забезпечення його функціонування, перший із яких вимагає максимізації, а другий вимагає мінімізації, тобто, при розв'язанні поставленої задачі з їх використанням стратегія може бути або максиміальною, або мінімальною.

ЛІТЕРАТУРА REFERENCES

- [1] Б. І. Мокін, та О. Б. Мокін, *Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник, 2-е видання, змін. та доп.* ВНТУ, Вінниця, 2015 [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://mokin.com.ua/pedagogical/posibn/6504.html#WODckWe_4fU.
- [2] Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, та О. Б. Мокін, *Математичні методи ідентифікації динамічних систем: навчальний посібник.* МОН України, ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ. – 2010.
- [3] Н. С. Гончарук, Ю. В. Мокіна, та Б. І. Мокін, *Математичні моделі для прогнозування та управління процесами надходження грошових коштів від платних послуг вищих навчальних закладів.* Вінниця, Україна: ВНТУ, 2015.
- [4] Ю. В. Мокіна, та Б. І. Мокін, *Математичні моделі в системах управління ефективністю діяльності професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів.* Вінниця, Україна: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008.
- [5] Б. І. Мокін, О. Б. Мокін, О. М. Мензул, та В. М. Мізерний, «Математична модель прогнозу рівня кваліфікації, яку отримає кожний студент в результаті освоєння робітничої професії. Частина 1: формалізація, структурізація і параметризація задачі.» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №5, с. 125-129. 2012.
- [6] О. В. Слободянюк, В. Б. Мокін, та Б. І. Мокін, *Формування вмінь студентів з інженерної і комп'ютерної графіки в умовах дистанційного навчання.* Вінниця, Україна: ВНТУ, 2016.
- [7] Б. І. Мокін, Ю. В. Мокіна, та А. В. Пислярова, «Структура синергетичної взаємодії викладачів і студентів університету на рівні кафедр і академічних груп.» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №4, с. 102-109. 2009.
- [8] Б. І. Мокін, та О. Б. Мокін, «Підвищення ступеня адекватності моделі процесу забування знань.» *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, №4, с. 116-121. 2013.
- [9] Л. М. Приснякова, *Системный анализ поведения личности.* Днепропетровск, Украина: Издатель Овсянников Ю.С., 2007.
- [10] В. Н. Захаров, *Автоматы с распределенной памятью.* М., Россия: Энергия. 1975.
- [11] Ю. И. Митюшкин, Б. И. Мокин, и А. П. Ротштейн, *Soft Computing: идентификация закономерностей нечеткими базами знаний: монография.* Винница, Украина: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2002.