



Рис. 1. Технологія обробки інформації з використанням інструментарію теорії нечітких множин

Безпосередньо пов'язаною з нормуванням праці при оцінюванні працівників є оцінка результатів праці робітників, що враховує кількісні й якісні параметри робіт, які виконуються, а також їх ритмічність. Причому, показники оцінки результатів праці можуть конкретизуватися в кожному структурному підрозділі. Отже, доцільно скористатися новими можливостями, що надає концепція нормування витрат і результатів праці, для впровадження у практику оцінювання персоналу методик визначення показників ефективності праці з використанням нечітко заданої інформації про нормативні та результуючі показники з праці.

Розглянуті підходи до оцінювання ефективності праці з врахуванням нечіткої природи показників, що на неї впливають, буде доцільним використовувати у автоматизованих системах нормування праці на підприємствах для забезпечення автоматизації процедур нечіткого оцінювання показників з праці та узагальнення отриманої інформації. Це дозволить удосконалити технологію обробки інформації для організації оперативного управління на підприємствах.

### Література

1. Дилигенский Н. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности : технология, экономика, экология / Н. Дилигенский, Л. Дымова, П. Севастьянов. – М. : Машиностроение-1, 2005. – 238 с.
2. Економіка праці і соціально-трудові відносини : навч. посібник / [В. М. Ковальов, В. С. Рижиков, О. Л. Єськов, І. М. Черненко, О. А. Атаєва]. – К. : Центр навч. л-ри, 2006. – 256 с.
3. Игумнов Б. Н. Системы нормирования производственной деятельности / Б. Н. Игумнов, Т. П. Загородная, С. Н. Барский. – Хмельницький : Поділля, 1997. – 388 с.
4. Колот А. М. Мотивація персоналу : підручник / А. М. Колот. – К. : КНЕУ, 2002. – 345 с.

УДК 519.23

П. М. ГРИГОРУК

Хмельницький національний університет

## ОЦІНКА ПОДІБНОСТІ ОБ'ЄКТІВ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

У статті розглядаються питання оцінки подібності об'єктів спостереження в багатомірному просторі ознак. Наведені метрики, на основі яких можна визначити подібність. Значна увага приділена особливостям опрацювання даних нечислової природи.

The questions of estimation of similarity of objects of supervision in multidimensional space of signs are examined in the article. Meashure on the basis of which it is possible to define similarity are resulted. Considerable attention is spared features workings of non-numeric data.

**Ключові слова:** міра подібності, шкала, відстань, дані нечислової природи.

Кожен незалежний учасник ринкових відносин самостійно вибирає для себе цілі функціонування, ухвалює рішення і несе відповідальність за їх виконання. Тому обґрунтування своїх дій і відстежування їх результативності – теж в його компетентності. Ухвалити ж обґрунтоване рішення можна тільки за наявності якісної інформації (що володіє всіма відомими характеристиками – достовірністю, актуальністю, повнотою, релевантністю тощо), ретельно проаналізованої і узагальненої у висновках. Причому інформація ця повинна доставлятися, оброблятися, аналізуватися і узагальнюватися на регулярній основі, постійно.

Базою для ухвалення рішень є статистична інформація. У найпростішому випадку статистичні дані – це значення деякої ознаки, властивої досліджуванім об'єктам. Вони можуть мати різну природу і бути як кількісними, так і представляти собою вказівку на категорію, до якої можна віднести об'єкт. В цьому випадку говорять про якісний характер ознаки, і відносять її до нечислових даних. Отже, нечислові статистичні дані – це категоризовані дані, вектори різнотипових ознак, бінарні відношення, множини, нечіткі множини тощо. Для них немає ніякого сенсу виконання звичних арифметичних операцій. Тому не має сенсу говорити, наприклад, про суму нечислових статистичних даних. Такі дані є елементами нечислових математичних просторів [1].

В процесі опрацювання даних методами багатомірної статистики часто виникає потреба у визначенні подібності об'єктів спостереження. На цьому ґрунтуються методи кластерного аналізу, багатомірного шкалювання, тощо. Проблема виявлення подібності, у тому числі і за нечисловими даними, досліджувалась в роботах вітчизняних і зарубіжних вчених В.В. Вітлінського, В.М. Гесця, К. Іберли, М. Жамбю, Т.С. Клебанової, М. Кендалла, Б.Г. Литвака, Б.Г. Міркіна, М.Б. Мучника, А.І. Орлова, Г.С. Розенберга, Г.В. Раушенбаха, А. Стьюарта, Ю.Н. Тюріна, О.І. Черняка та ін.

Статистична інформація є результатом проведення вимірювання. Під вимірюванням розуміють алгоритмічну операцію, яка ставить у відповідність даному спостережуваному стану об'єкту, процесу, явища певне позначення: число, номер або символ [2]. Завдяки такій відповідності результати вимірювань містять інформацію про об'єкт, що спостерігався, а кількість інформації залежить від ступеня повноти цієї відповідності і різноманітності варіантів. Потрібна інформація виходить з результатів вимірювання за допомогою їх перетворень обробки експериментальних даних.

Характер отриманих в результаті вимірювання даних значною мірою визначається шкалою, яку обрав дослідник. Під шкалою розуміють впорядковану четвірку  $\langle A, R, f, G \rangle$ , де  $A$  – сукупність об'єктів, що підлягають вимірюванню, разом зі системою відношень на цій сукупності;  $R$  – деяка формальна знакова система;  $f$  – правило, що приписує кожному об'єкту сукупності  $A$  значення множини  $R$ ;  $G$  – група допустимих перетворень. Фактично, вона визначає внутрішню характеристику шкали. На даний час найбільш поширеними є номінальна, порядкова, інтервальна шкали, шкала відношень, шкала різниць та абсолютна шкала [1]. Перших дві є неметричними шкалами, решта – числовими. В практиці досліджень також використовуються й інші типи шкал – Лайкерта, попарних порівнянь, семантичний диференціал та інші.

Метою вимірювань є боротьба з суб'єктивізмом дослідника при приписуванні чисельних значень реальним об'єктам. Вибір одиниць вимірювання залежить від дослідника, тобто є суб'єктивним. Статистичні висновки можуть бути адекватні реальності лише тоді, коли вони не залежать від того, якій саме одиниці вимірювання віддасть перевагу дослідник, тобто коли вони інваріантні щодо допустимого перетворення шкали.

Системний аналіз припускає виконання ряду методологічних вимог, одним з яких є цілісне вивчення об'єкту, тобто облік всіх ознак, які визначають його якісну і кількісну специфіку, збереження і розвиток в певних просторових і тимчасових межах. І тут виникає складна методична проблема вимірювання ідентичності. Її складність визначається наступними обставинами:

- кількість порівнюваних ознак може бути досить великою, вимірюватись десятками, а то й сотнями;
- об'єкти, що порівнюються, можуть розрізнятися кількістю виміряних і проаналізованих ознак; така ситуація має місце при опрацюванні анкетних даних, коли є пропущені або забраковані відповіді;
- частина ознак може мати кількісну природу, а частина – якісну;
- одні ознаки можуть бути виміряні в абсолютних величинах, інші у відносних;
- деякі ознаки можуть бути пов'язані між собою;
- частина ознак можуть бути скалярними (що не мають напрямку) величинами, а частина векторними (що мають напрям).

Розглянемо основні міри близькості, які можуть бути використані при використанні методів багатомірної статистики. Більшість з них по суті є мірами схожості або, навпаки, відмінності, або можуть бути зведені до них. В рамках формально-математичного підходу [3] існує велика кількість різноманітних мір близькості. Їх можна умовно підрозділити на чотири групи [4].

Перша група являє собою сукупність мір відстані. До другої відносять коефіцієнти асоціації, розраховані за таблицями асоціативності. Третя група складається з коефіцієнтів зв'язку. Четверту групу складають інформаційні міри.

У випадку опрацювання числових даних найбільш відомим є так званий геометричний підхід до вимірювання близькості, оснований на використанні евклідової відстані. Однак її застосування доцільне за умов, коли спостереження обираються з генеральної сукупності, що має багатомірний нормальний розподіл, показники взаємно незалежні і мають однакову дисперсію, і, крім того, однорідні за змістом і однаково важливі

для проведення аналізу. На практиці не всі умови виконуються одночасно, що обмежує застосування цієї метрики. Крім того, на результат істотно впливають одиниці виміру показників. Для зменшення їх впливу проводиться стандартизація показників, однак це погіршує диференціюючи властивості ознак.

Якщо крім взаємного розташування точок-об'єктів у багатомірному просторі потрібно врахувати і взаємозв'язок між показниками, використовується відстань Махаланобіса. В окремих випадках виправданим є застосування лінійної відстані, відстані Мінковського тощо.

Однак при аналізі схожості об'єктів доводиться оперувати поняттям не відстані між ними, а їх подібності, або відмінності. Перехід до такої міри можна здійснити за формулою:

$$\delta_{ij} = \frac{1}{1 + d_{ij}},$$

де  $\delta_{ij}$  – міра подібності об'єктів,  $d_{ij}$  – міра відстані.

В такому випадку, по-перше, отримана величина буде лежати в межах від 0 до 1, а, по-друге, зберігається інтуїтивне уявлення про подібність: найвища подібність у об'єкта до самого себе ( $\delta_{ij} = 1$ ), а зі збільшенням відстані між об'єктами значення міри подібності буде прямувати до нуля.

Міра відмінності об'єктів може бути виражена за допомогою простої залежності:

$$\gamma_{ij} = 1 - \delta_{ij}.$$

Деякі з метрик одразу дають значення відстані в діапазоні [0; 1]. До них відносять канберрівську метрику, метрику Брея-Кертіса тощо. Тоді перехід до міри подібності здійснюється за виразом:

$$\delta_{ij} = 1 - d_{ij}.$$

У випадку неметричних даних поняття відстані між об'єктами взагалі кажучи втрачає свій первинний зміст. Однак для таких показників можна оцінювати подібність між ними.

Частковим випадком неметричних даних є дані, виміряні за дихотомічною шкалою. Вони відображають наявність (1) або відсутність (0) деякої властивості у досліджуваного об'єкта. Розрахунок подібності об'єктів здійснюється за чотири клітинною таблицею асоціативності (табл. 1):

Таблиця 1

Таблиця асоціативності для двох об'єктів, виміряних за дихотомічною шкалою

Значення змінних	1	0
1	a	b
0	c	d

На даний час відомо близько п'ятдесяти різноманітних коефіцієнтів асоціації, що розраховуються за даними таблиці 1. Вибір конкретних коефіцієнтів залежить в першу чергу від мети дослідження. А оскільки формальних правил для вибору цілей немає, отже, не може бути і формальних правил для вибору відповідної міри схожості [5].

При опрацюванні неметричних даних останнім часом широкого застосування знайшли експертні методи визначення подібності об'єктів спостереження. Результатом їх роботи є матриці подібності, які відображають їх суб'єктивне сприйняття спостережених даних. Подальша обробка таких матриць здійснюється методами багатомірного шкалювання [6].

В загальному випадку при опрацюванні даних нечислової природи метрики вводяться на основі деякої системи аксіом. Наприклад, для простору ранжирувань така метрика виявилась лінійно пов'язаною з коефіцієнтом рангової кореляції Кендалла [7]. На даний час практично для кожного типу нечислових даних побудовано свою систему аксіом, з якої чисто математичними засобами можна вивести саме певну метрику.

Таким чином, вимірювання є найважливішим інструментом пізнання об'єктів і явищ навколишнього світу і грають істотну роль в дослідженні економічних процесів та явищ. Математична природа елементів вибірки в різних завданнях прикладної статистики може бути найрізною. Адекватне опрацювання результатів вимірювань істотно впливає на процес вироблення управлінських рішень.

### Література

1. Орлов А. И. Нечисловая статистика / А. И. Орлов. – М. : МЗ-Пресс, 2004. – 513 с.
2. Измерительные шкалы [Электронный ресурс]. – [http://modelling-process.ru/model\\_t5r2part1.html](http://modelling-process.ru/model_t5r2part1.html). – Назва з екрану.
3. Шитиков В. К. Количественная гидроэкология : методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.

4. Раушенбах Г. В. Меры близости и сходства / Г. В. Раушенбах // Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. – М. : Наука, 1985. – С. 169–202.
5. Андреев В. Л. Статистические методы классификационных построений в биогеографии и систематике / В. Л. Андреев / Иерархические классификационные построения в географической экологии и систематике. – Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1979. – С. 60–96.
6. Дейвисон М. Многомерное шкалирование. Методы наглядного представления данных / М. Дейвисон ; Пер. с англ. В. С. Каменского. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 175 с.
7. Кемени Дж. Кибернетическое моделирование. Некоторые приложения / Дж. Кемени, Дж. Снелл. – М. : Сов. радио, 1972. – 192 с.

УДК 330.115

В. А. ДИЛЕНКО

Одесский национальный политехнический университет

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

*В статье построены оптимизационные модели развития системы взаимосвязанных производителей, которые позволяют учитывать влияние внешних и внутренних инновационных факторов, представлять различные социально-экономические цели эволюции данной системы*

*The optimization models of development of a system of interrelated producers which allow to take into account the influence of external and internal innovation factors and represent different socio-economic objectives of the evolution of this system is built in the article.*

**Ключевые слова:** математическая модель, система производителей, развитие, инновационные факторы, социально-экономические цели

**Постановка проблемы.** Инновационные процессы являются важнейшим фактором развития современной экономики. Поэтому актуальным направлением в экономико-математическом моделировании является построение и анализ моделей инновационной деятельности, различных форм и путей ее реализации. При этом, учитывая высокую значимость исследования процессов влияния инноваций отдельных экономических субъектов на результаты функционирования взаимодействующих с ними, в том числе и в целом для всей их совокупности, особый интерес представляет построение математических моделей, отражающих инновационные процессы в системе технологически взаимосвязанных производителей (отраслей промышленности, крупных производственных предприятий и т.п.) и их воздействие на особенности достижения данной системой различных социально-экономических целей.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Несмотря на особую важность инновационных процессов в системе производителей для экономического развития, вопросам их математического моделирования и исследования посвящено крайне небольшое количество научных публикаций.

В статье [5] строится и анализируется оптимизационная модель развития экономики, в которой в явном виде представлены “старые” и “новые” (инновационные) производственные технологии. Для новых технологий вводятся свои, отвечающие им элементы модели – матрицы коэффициентов материальных затрат, формирования капитала, капиталоемкости производства и т.п. К недостаткам модели нужно отнести то, что технико-экономические параметры новых технологий остаются фиксированными в течение всего моделируемого периода. Фактически модель не отражает развитие технологий, производственных фондов и т.п. под влиянием инновационных процессов. По сути можно говорить только о моделировании двух заданных технологий одного и того же производственного процесса.

В работах [2, 3, 6] достаточно детально исследуется математическое моделирование внедрения различного вида производственных инноваций в системе производителей, вводятся и анализируются различные показатели результативности инновационной деятельности в системе производственно взаимосвязанных предприятий, формулируются оптимизационные модели рациональной организаций данной деятельности. Однако построенные в указанных работах математические модели относятся к классу статических и соответственно плохо отражают процессы инновационного развития.

**Целью статьи** является построение математических моделей оптимального развития системы взаимосвязанных производителей, которые позволяли бы учитывать влияние различных инновационных факторов и отражать различные социально-экономические цели данного развития.

**Основные результаты исследования.** Если не учитывать влияния инновационных процессов на развитие технологически взаимосвязанных производителей, то их функционирование можно описать в духе математической модели, приведенной в [5]