

Ленингр. отд-ние, 1988. – 222 с. 7. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. – М. : Наука, 1978. – 351 с.

Bibliography (transliterated): 1. Bilous'ko, Ja. K., et al. *Ekonomichni aspekti derzhavnoi tehnicnoi politiki v agropromislovomu kompleksi*. Kiev: NNC «Institut agrarnoi ekonomiki», 2005. Print. 2. Gukov, Ja. S. et al. *Koncepcija perspektivnogo rozvitku tehnicnogo servisu APK Ukraini*. Glevaha: NNC IMESG, 2004. Print. 3. Sidorchuk, L. L. "Analiz prichinno-naslidkovih zv'jazkiv mizh podijami u proekti zbirannja rannih zernovih." *Visn. Lvivs'kogo derzhavnogo agrarnogo universitetu: Agroinzhenerni doslidzhennja*. No. 11. 2007. 26–29. Print. 4. Sidorchuk, O. and Burilko A. "Naukovo-metodichne obruntuvannja potrebi sil'skogospodars'kih pidpriemstv u tehnicni." *Tehnika APK*. No. 10–11. 2004. 7–8. Print. 5. Sidorchuk, O. V., Triguba A. M. and Malanchuk O.V. "Ocenka cennostej servisnyh programm agrarnogo proizvodstva." *MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture*. Lublin, Vol.15. No. 4. 2013. 147–152. Print. 6. Al'janah, I. N. *Modelirovanie vychislitel'nyh sistem*. Leningrad: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1988. Print. 7. Buslenko N. P. *Modelirovanie slozhnyh sistem*. Moskov: Nauka, 1978. Print.

Поступила (received) 25.11.2014

УДК 519.2

И. П. ГАМАЮН, д-р техн. наук, проф. НТУ «ХПИ»;
О. Н. БЕЗМЕНОВА, асп. НТУ «ХПИ»

ПОЛУЧЕНИЕ РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВА ПАРАМЕТРОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СТЕПЕНИ СВЯЗИ

Рассмотрены вопросы, связанные с представлением сложной системы в виде совокупности слабо связанных между собой подсистем. Для оценки степени связи между параметрами, характеризующими систему, использован информационный показатель, базирующийся на энтропии по Шеннону. Предложен показатель степени связи между подмножествами. Сделаны выводы о свойствах предложенного показателя. Обоснован алгоритм отыскания решения задачи.

Ключевые слова: система, подсистемы, параметры, степень связи, информационный показатель, энтропия по Шеннону, алгоритм.

Введение. Современный период развития экономики Украины можно характеризовать как период, переходный от государственной плановой системы к рыночной. Особенностью настоящего периода является процесс интеграции экономики Украины в европейскую экономическую систему. Этот достаточно сложный и длительный процесс требует принципиальных реформ в области экономики, политики и социальных взаимоотношений. Одной из особенностей переходного периода следует считать высокую степень неопределенности в различных вариантах развития общества,

связанную, прежде всего с непрерывно меняющейся рыночной конъюнктурой, а также с установившимися традициями развития приоритетных отраслей в высокоразвитых странах, диктующих мировую экономическую и социальную политику. В этих условиях важную роль приобретает внедрение математических методов в управление процессами, протекающими в экономике, технике, а также социальных системах. Одно из центральных положений здесь занимают вопросы обеспечения достойного уровня жизни населения, что во многом определяется развитием медицины.

Совершенствование методов диагностики в социальных системах предполагает разработку адекватных математических моделей всех их подсистем. Решение проблемы математического моделирования в данном случае сопряжено с рядом принципиальных затруднений, связанных с величиной и сложностью исследуемой системы.

Постановка задачи получения разбиения множества параметров.

При построении математических моделей больших и сложных систем естественно идти по пути представления этой системы в виде совокупности подсистем. При этом целесообразным следует считать такое представление системы, чтобы связь между параметрами, вошедшими в различные подсистемы, была в какой-то мере минимальной. В этом случае возможно построение математических моделей, описывающих отдельные подсистемы, с последующим объединением полученных подмоделей в единую модель на основе учета тех связей, которые были отброшены при формировании подсистем.

Рассмотрим множество параметров $S = \{X_j \mid j = \overline{1, n}\}$, описывающих некоторый объект, над которым произведено m наблюдений. В ходе каждого наблюдения фиксируются значения параметров $X_j, j = \overline{1, n}$, причем множества значений каждого из параметров дискретны. Необходимо построить разбиение $\overline{S} = \{S_k \mid k = \overline{1, K}\}$ множества S на заданное число подмножеств таких, что степень связи между параметрами внутри подмножеств $S_k, k = \overline{1, K}$ максимальна.

Информационный показатель степени связи. Пусть результаты наблюдений над некоторым объектом представлены в виде матрицы наблюдений $U = [x_{ij}]_{m \times n}$, i -я строка которой содержит результаты i -го наблюдения над множеством S параметров объекта, а j -й столбец составляют реализации параметра X_j в m наблюдениях.

Для оценки степени связи при качественной оценке параметров, как правило, используются показатели, основанные на критерии согласия χ^2 Пирсона и называемые обычно коэффициентами взаимной сопряженности. Таковыми являются коэффициент Пирсона, коэффициент Чупрова, коэффициент Крамера [1].

Если интерпретировать каждый из параметров $X_j, j = \overline{1, n}$, как дискретную случайную величину, m реализаций которой расположены в j -м столбце матрицы наблюдений U , то связь между любыми двумя из них X_j, X_l можно оценивать величиной взаимной информации, которая устанавливает, на сколько знание значения одного из параметров уменьшает неопределенность значения другого:

$$I(X_j : X_l) = H(X_j) - H_{X_l}(X_j), \quad (1)$$

где $H(X_j)$ – величина, оценивающая неопределенность значения параметра X_j при отсутствии информации о значении X_l ; $H_{X_l}(X_j)$ – неопределенность случайной величины X_j при известном X_l . Оценивая величину неопределенности шенноновской энтропией [2] и пользуясь ее свойствами [3], получаем следующую формулу для определения величины взаимной информации:

$$I(X_j : X_l) = H(X_j) + H(X_l) - H(X_j, X_l), \quad (2)$$

где $H(X_j), H(X_l)$ – энтропии, а $H(X_j, X_l)$ – совместная энтропия случайных величин X_j, X_l . При этом статистические оценки энтропии вычисляются так:

$$H(X_q) = -\frac{1}{m} \sum_r a_r \log_2 \frac{a_r}{m}, \quad q \in \{j, l\}, \quad (3)$$

$$H(X_j, X_l) = -\frac{1}{m} \sum_t b_t \log_2 \frac{b_t}{m}, \quad (4)$$

где a_r – количество наблюдений с одним и тем же r -м значением параметра X_q , b_t – количество наблюдений с одной и той же t -й парой значений параметров X_j, X_l .

Величина взаимной информации симметрична и неотрицательна, причем $I(X_j : X_l) = 0$ только при независимости X_j и X_l .

Информация между всеми параметрами множества S определяется выражением

$$I(X_1 : X_2 : \dots : X_n) = \sum_{j=1}^n H(X_j) - H(X_1, X_2, \dots, X_n). \quad (5)$$

Здесь $H(X_j)$ – энтропия X_j ; $H(X_1, X_2, \dots, X_n)$ – совместная энтропия параметров $X_j, j = \overline{1, n}$, вычисляемая по формуле

$$H(X_1, X_2, \dots, X_n) = -\frac{1}{m} \sum_s c_s \log_2 \frac{c_s}{m}, \quad (6)$$

где c_s – количество наблюдений с одним и тем же s -м набором значений параметров $X_j, j = \overline{1, n}$.

Можно доказать, что для того, чтобы параметры $X_j, j = \overline{1, n}$ были независимыми, необходимо и достаточно выполнение условия

$$I(X_1 : X_2 : \dots : X_n) = 0. \quad (7)$$

Оценка степени связи для множеств параметров. Пусть имеется разбиение $\overline{S} = \{S_k \mid k = \overline{1, K}\}$ множества S . Рассмотрим, как в этом случае распределяются связи между параметрами.

Введем обозначения: $H(S_k)$ – совместная энтропия параметров, образующих подмножество S_k ; $I(S_k)$ – взаимная информация между параметрами, составляющими подмножество S_k ; $H(S_1, S_2, \dots, S_k)$ – совместная энтропия разбиения; $I(S_1 : S_2 : \dots : S_k)$ – взаимная информация между всеми элементами разбиения \overline{S} множества S .

Если множество S разбито на K подмножеств S_k , то

$$I(X_1 : X_2 : \dots : X_n) = \sum_{k=1}^K I(S_k) + I(S_1 : S_2 : \dots : S_k). \quad (8)$$

Таким образом, исходная задача отыскания разбиения, максимизирующего степень связи между элементами внутри подмножеств, эквивалентна задаче нахождения разбиения такого, что степень связи между подмножествами минимальна:

$$I(S_1 : S_2 : \dots : S_k) \rightarrow \min. \quad (9)$$

Пусть $A = \{l_j \mid j = \overline{1, n}\}$ – множество имен индексов, соответствующих параметрам $X_j, j = \overline{1, n}$, а D_k – его подмножества, соответствующие подмножествам $S_k, k = \overline{1, K}$. Обозначим также через $\sum_B(\bullet)$ операцию суммирования по всем возможным значениям индексов, входящих во множество $B \subseteq A$. Тогда

$$I(S_1 : S_2 : \dots : S_k) = - \sum_A p_A \log_2 \frac{\prod_{k=1}^K \sum_{A \setminus D_k} p_A}{p_A}. \quad (10)$$

Пусть $\overline{S} = \{S_k \mid k = \overline{1, K}\}$ и $\overline{S}' = \{S'_k \mid k = \overline{1, K}\}$ – два разбиения такие, что $S_k \neq S'_k$ при $k \in \tilde{K}$ и $S_k = S'_k$ при $k \notin \tilde{K}$, где \tilde{K} – некоторое подмножество множества $\{k \mid k = \overline{1, K}\}$.

Можно доказать, что разбиение \overline{S}' характеризуется меньшим значением критерия качества разбиения (10), нежели разбиение \overline{S} , при выполнении следующего условия:

$$\sum_A p_A \log_2 \frac{\prod_{k \in \tilde{K}} \sum_{A \setminus D'_k} p_A}{\prod_{k \in \tilde{K}} \sum_{A \setminus D_k} p_A} > 0. \quad (11)$$

Соотношение (11) было использовано в алгоритме поиска разбиения, удовлетворяющего критерию качества (9).

Выводы. Таким образом, задача выделения групп тесно связанных между собой параметров, описывающих некоторую сложную социально-экономическую или техническую систему, может решаться как задача группировки параметров с использованием в качестве показателя степени связи, построенного на основе шенноновской энтропии. На основе предложенного показателя сформирован критерий, в соответствии с которым синтезирован алгоритм, ориентированный на формирование последовательности разбиений множества параметров с уменьшением значения критерия качества разбиения.

Список литературы: 1. *Елисеева И. И.* Статистические методы измерения связей / *И. И. Елисеева.* – Л. : Изд-во Ленингр. гос. ун-та, 1982. – 136 с. 2. *Шеннон К.* Математическая теория связи / *К. Шеннон* // Работы по теории информации и кибернетике / пер. *С. Карпов.* – М. : Изд-во иностранной литературы, 1963. – С. 243–382. 3. *Яглом А. М.* Вероятность и информация / *А. М. Яглом, И. М. Яглом.* – М. : Наука. – 1973. – 512 с.

Bibliography (transliterated): 1. *Eliseeva, I. I.* *Statisticheskie metody izmerenija svyazej.* Leningrad: Izd-vo Leningr. gos. un-ta, 1982. Print. 2. *Shannon, C.* "Matematicheskaja teorija svyazi." *Raboty po teorii informacii i kibernetike.* Trans. *S. Karpov.* Moscow: Izd-vo inostrannoju literatury, 1963. 243–382. Print. 3. *Jaglom, A. M.* and *I. M. Jaglom.* *Verojatnost' i informacija.* Moscow: Nauka, 1973. Print.

Поступила (received) 12.12.2014

УДК 005.8

И. Н. КАДЫКОВА, канд. экон. наук, доц., ХНУГХ им. А.Н.Бекетова,
Харьков

И. В. ЧУМАЧЕНКО, д-р. техн. наук, проф., ХНУГХ им. А.Н.Бекетова,
Харьков

РОЛЬ ИНСТИТУТА ДОВЕРИЯ В УПРАВЛЕНИИ КОММУНИКАЦИЯМИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Авторы предлагают расширение классификации проектов в отношении социальных проектов по признаку масштабности влияния их продуктов на общество. Раскрывается инновационность социально-формирующих проектов. Определена роль института доверия в построении действенной системы коммуникаций социального проекта.

Ключевые слова: управление коммуникациями, институт доверия, социальный проект, инновации.

Введение. Большая часть академической литературы по управлению проектами оперирует некой усредненной категорией «проект», предписывая применение универсального набора методов и инструментов. В научных публикациях же все чаще говорят о том, что на практике проекты во многом отличаются [1]. Многие исследователи уделяют внимание вопросам управления инновационными проектами, среди которых, В.Н. Бурков, С.Д. Бушуев, В.И. Воропаев, Л.Н. Драгун, И.В. Кононенко, К.В. Кошкин, П.Р. Левковец, В.В. Морозов, А.А. Павлов, Ю.Н. Тесля, С.К. Рамазанов, В.А. Рач, М.Л. Разу, Х. Решке, А.И. Рыбак, В.Д. Шапиро и другие. Однако в литературе практически отсутствуют работы, в которых объектом исследования были бы проекты социального спектра. Поэтому в статье уделено внимание инновационному характеру социальных проектов, при