

3. Игольников Г.Л. Понятие инвестиционной привлекательности. – М.: АНК ИЛ, 2008
4. Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. / Антология экономической классики. Эконом – М., 1993 г.
5. Конторович С.П. Управление инвестиционной привлекательностью предприятия // Вестник финансовой академии. – 2007. - №9 – С.19-21, с. 25
6. Методология и инструментарий управленческого учета, анализа и аудита инвестиционной деятельности коммерческих организаций : монография / под общ. ред. А.И. Кривцова. – Самара: Самарский институт (филиал) РГТЭУ, 2012. – 400 с
7. Научно-внедренческая компания «Позиция». Инвестиционная привлекательность. – 2008. Режим доступа: www.pozmetod.ru, свободный
8. Сухова Д.В. Анализ финансово-хозяйственной деятельности предприятия. – 2009. Режим доступа: www.inventech.ru, свободный
9. Шнайдер В.В. Значение экономического анализа для планирования и осуществления инвестиционной деятельности // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. – Самара: Самарский гос. ун-т путей сообщения. - 2009 Вып. 5(17). – Том 1. -156 с.
10. http://pnk.kzuploads...standarty_finansovoy_otch-etnosti
11. Шнайдер В.В. Инвестиционная привлекательность в публичной отчетности // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2009. № 6. С. 49-51.
12. Крамин Т.В., Леонов В.А. Определение приоритетов управления инвестиционной привлекательностью региона и их учет в рамках реализации крупных спортивных мероприятий // Актуальные проблемы экономики и права. 2012. № 1. С. 39-45.
13. Шнайдер О.В., Шнайдер В.В. Условия инвестиционной привлекательности как фактор финансово-хозяйственного благополучия // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2009. № 7. С. 225-229.
14. Леонов В.А. Повышение инвестиционной привлекательности региона в результате подготовки и проведения крупных спортивных мероприятий // Актуальные проблемы экономики и права. 2012. № 1. С. 46-50.
15. Шнайдер О.В., Шнайдер В.В., Локтионов Е.Г. Взаимосвязь инвестиционной привлекательности и финансового состояния, с позиций перспективности развития организации // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2009. № 7. С. 229-233.

CONDITIONS OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS AS A FACTOR OF FINANCIAL AND ECONOMIC WELL-BEING

© 2013

V.V. Schneider, candidate of economic sciences, associate professor of the department «Economy and management»
Togliatti branch of Moscow State University Food Production, Togliatti (Russia)

Annotation: Today attract real investments in the economy - the question of its survival. Activity of large industrial enterprises is impossible without attraction of additional funds from investors, which in turn pursue only one goal - to preserve and increase temporarily the free capital.

Keywords: real investment; capital; the economy; investment attractiveness.

УДК 519.7

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ МОДЕЛИ

© 2013

О.В. Шестопал, старший преподаватель кафедры «Физика, математика и информатика»
Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Тирасполь (Молдова)

Аннотация: В статье описывается подход к расчету информационной емкости для оценки качества модели технологического процесса. Данный подход основан на классическом понятии энтропии с учетом особенностей методов моделирования пассивных данных.

Ключевые слова: энтропия; модель; технологический процесс; информационная емкость; методы пассивного эксперимента.

Одним из подходов к изучению сложного объекта является системно-структурный подход, который базируется на полном или частичном знании взаимосвязей протекающих процессов. Структурные особенности сложного объекта исследования, которые чаще всего имеют иерархическую структуру, являются своего рода ограничениями, уменьшают неопределенность исходной модели, то есть несут дополнительную информацию. Для оценки количества информации, а, следовательно, и реального выигрыша, который можно из нее получить, наиболее перспективным направлением является использование энтропийной меры. В ряде работ [1; 2; 3; 4] рассматриваются вопросы структурной сложности объекта управления, однако, количественная оценка сложности системы на основе энтропийной меры в основном используется для определения степени организованности систем безотносительно к задачам управления и принятия решения. Это позволяет сделать вывод, что анализ информационного обеспечения при создании систем автоматизированного управления сложным объектом до конца не проведен.

В частности, недостаточно полно рассмотрены вопросы о том, какое количество информации несет апри-

орное знание структуры объекта исследования и как ее применять для организации управления и корректировки режимов функционирования объекта.

Благодаря работам К. Хартли, Р. Шеннона, А.Н. Колмогорова, А.А. Харкевича [5; 6; 7; 4] информационный подход стал широко применяться для анализа сложных объектов и систем, причем иногда это применение было некорректно. Критические замечания, высказанные по этому поводу [5; 8], можно свести к трем группам.

1. Информационный подход базируется на энтропийной мере, которая определяется заранее выбранным базисом, а вопросы выбора соответствующего базиса и способы его квантования решаются в основном на эвристическом уровне.

2. Оценка энтропии невозможна без знания статистических свойств базиса и является плохой в статистическом смысле, так как ее функционал трудно оценивается. К тому же на практике, как правило, неизвестны априорные распределения исследуемых величин, а при определении законов распределения плотностей неизвестных случайных величин часто вносятся прикидочные расчеты и веса, которые, в конечном счете, вводят

субъективизм в оценку энтропийной меры.

3. Энтропия зависит от масштаба анализируемых величин, а ее характеристики базируются на частотной форме представления.

В связи с появлением работ Н.Н. Ченцова, Г. Уабы, С. Рейснера и др. [9; 10; 11; 12] информационный подход стал широко использоваться при анализе и синтезе сложных объектов исследования.

Это объясняется тем, что современные промышленные комплексы стали настолько сложными, переплетенными, разносторонними, что только информационный подход позволяет произвести адекватный анализ различных по своей природе объектов, а в качестве меры сложности (неопределенности) использовать энтропию. Вышеуказанные работы позволили по новому подойти к возможности оценивания распределения плотностей неизвестных случайных величин и отношения правдоподобия.

Как известно, для одного и того же объекта можно построить несколько адекватных математических моделей, причем необязательно с одним и тем же перечнем значимых факторов [13]. В силу адекватности все эти модели имеют право на существование, однако точность описания ими выходной величины различна. Предлагается о качестве модели судить по количеству информации, которое она может дать, т. е. об *информационной емкости модели*.

Представим исследуемый объект контроля в виде двух систем: системы входных факторов X и системы выходных показателей качества Y . В случае, когда не имеется математического описания взаимодействия этих систем, энтропии их равны $H(X)$ и $H(Y)$, а энтропия объединенной системы будет максимальной и равна $H(X, Y) = H(X) + H(Y)$. После получения сведений о характере взаимодействия обеих систем X и Y в виде математической модели $\hat{Y} = f(X)$ «остаточная» энтропия

представляет собой информацию

$$I_{\hat{Y} \rightarrow X} = H(X) + H(Y) - H(X, Y) \quad (1)$$

Энтропия объединенной системы (в данном случае математической модели) равна энтропии одной из ее составных частей плюс условная энтропия второй части относительно первой, т. е.

$$H(X, Y) = H(X) + H(\hat{Y} / X), \quad (2)$$

где $H(\hat{Y} / X)$ – условная энтропия модели системы \hat{Y} относительно X .

Подставив (2) в (1), получим выражение для полной информации о системе Y , содержащейся в системе X , с помощью модели системы Y :

$$I_{\hat{Y} \rightarrow X} = H(Y) - H(\hat{Y} / X) \quad (3)$$

Данное выражение означает, что количество информации, получаемое за счет знания характеристик взаимодействия (математических моделей) систем Y и X , равно разности двух энтропий: энтропии системы, состояние которой описывается случайной величиной Y с определенным рядом распределения (его можно представить в виде гистограммы опытных данных Y_1, \dots, Y_n , где Y_j – величина центра j -го разряда гистограммы, n – число разрядов), и условной энтропии модели системы Y при условии, что система X находится в состоянии Z_{ki}

т. е. каждый k -й эффект ($k = 1, m$), включенный в модель, находится в i -м состоянии ($i = 1, l$). При этом значение Z_{ki} есть величина центра i -го разряда гистограммы эффекта Z_k (под эффектом Z_k понимаются вошедшие в модель факторы, их квадраты, их парные взаимодействия и т. д.). С учетом эффектов и вероятностей формула примет вид (4):

$$I_{\hat{Y} \rightarrow X} = - \sum_{j=1}^n p(Y_j) \log_2 p(Y_j) + \quad (4)$$

$$+ - \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^l \sum_{j=1}^n q_k p(\hat{Y}_{kj} / Z_{ki}) p(\hat{Y}_{kj} / Z_{ki}) \log_2 p(\hat{Y}_{kj} / Z_{ki})$$

где
 $p(Y_j)$ – вероятность нахождения случайной величины Y в j -м состоянии;
 q_k – нормирующий множитель, характеризующий вероятность соответствующего состояния Y в Z_k ;
 $p(\hat{Y}_{kj} / Z_{ki})$ – условная вероятность того, что модель

системы Y примет значение \hat{Y}_{kj} при условии, что соответствующий эффект Z_k находится в состоянии Z_{ki} ;

$p(\hat{Y}_{kj} / Z_{ki})$ – условная вероятность того, что модель

системы Y примет значение \hat{Y}_{kj} при нахождении Z_k в состоянии Z_{ki} ;

l_k – количество состояний Z_k в совместном распределении (количество разрядов гистограммы);

n_k – количество состояний значений модели Y при совместном распределении с эффектом Z_k (также количество разрядов гистограммы).

Для практического использования выражения (4) необходимо установить порядок определения входящих в него вероятностей. Это можно сделать на основе теоремы Бернулли, которая позволяет заменять вероятности событий их частотами.

Нормирующий множитель q_k можно интерпретировать как нормированный вклад k -го эффекта в уменьшение энтропии системы, который зависит от степени влияния Z_k на Y и становится тем больше, чем больше это влияние. Степень тесноты связи между Z_k и Y , вообще говоря, отражена в найденной математической модели в виде величин коэффициентов регрессии b_j . Для любых ортогональных планов, у которых коэффициенты регрессии играют роль весов (модифицированный метод случайного баланса, практически любые планы активных экспериментов), можно записать

$$q_k = \frac{|b_k|}{\sum_{k=1}^m |b_k|}, \quad (5)$$

что и характеризует вклад фактора в относительных единицах.

Следует сказать, что точность оценки информационной емкости модели существенно зависит от числа разрядов гистограммы и двумерных таблиц распределения. Поэтому применение формулы (4) для методов планирования эксперимента в случае варьирования факторов на двух или трех уровнях дает более грубый результат, чем в случае непрерывного распределения факторов, что характерно для метода наименьших квадратов с предварительной ортогонализацией [14].

Все вышеизложенное можно продемонстрировать на примере расчета информационной емкости модели технологического процесса.

Модель $\hat{Y} = 83,8 + 3,016x_1 - 3,81x_4 + 3,3x_{17}$ была получена

с помощью модифицированного метода случайного баланса (ММСБ) на основе пассивных данных

Для расчета первого слагаемого уравнения (4) воспользуемся таблицей двумерного распределения (табл.1), в которой содержится количество попаданий первообразной выходной величины Y_j в соответствующий разряд.

Таблица 1
Распределение выходной величины Y_j

Центры разрядов	78,016	81,093	84,175	87,254	90,334	93,413
Кол-во попаданий N_j	5	6	3	8	1	2
Вероятность p_j	0,20	0,24	0,12	0,32	0,04	0,08

Вероятность $p(Y)$ в пределе определяется отношением N_j к общему количеству измерений $N=25$. Подставив полученные значения в первое слагаемое выражения (4) получим $H(Y)=2,33$ бит.

Для расчета второго слагаемого выражения (4) были построены двумерные распределения \hat{Y}_k в виде \hat{Y}_k по полученной модели с каждым фактором Z_k , входящим в эту модель.

Удобнее всего это делать с помощью серии промежуточных таблиц двумерного распределения.

Таблица 2
Двумерное распределение \hat{Y}_{ij}

Z_k		Центры разрядов \hat{Y}_{ij}						N_{ij}
		75,47	79,06	82,65	86,24	89,83	93,42	
Z_1	-1	1	3	0	3	0	0	7
	0	2	3	3	3	3	0	14
	1	0	0	1	0	2	1	4
Z_2	-1	0	0	0	3	4	1	8
	0	0	4	4	2	1	0	11
	1	3	2	0	1	0	0	6
Z_{17}	-1	3	4	1	1	0	0	9
	0	0	2	3	2	1	0	8
	1	0	0	0	3	4	1	8

Поскольку N_{ij} есть число на пересечении i -й строки и j -го столбца, а N_i есть сумма чисел N_{ij} в каждой i -й строке, то легко можно определить энтропию, величина которой заносится в соответствующий столбец итоговой таблицы.

Таблица 3
Расчет некоторых показателей для определения информационной емкости

Z_k		$H(\hat{Y}_i / Z_k)$	$H(\hat{Y}_j / Z_k)$	\hat{h}_k	g_k
Z_1	-1	-0,406			
	0	-1,291			
	1	-0,240	-1,94	3,016	0,298
Z_2	-1	-0,450			
	0	-0,802			
	1	-0,350	-1,60	3,815	0,377
Z_{17}	-1	-0,631			
	0	-0,610			
	1	-0,450	-1,69	3,299	0,326

Подставив полученные значения во второе слагаемое выражения (4) получим $H(\hat{Y}/X)=1,53$ бит. Затем по формуле (4) находим выигрыш в информации $I_{\hat{Y} \rightarrow X} = 2,33 - 1,53 = 0,8$ бит.

Тогда информационная емкость модели будет равна

$$\varepsilon = \frac{I_{\hat{Y} \rightarrow X}}{H(Y)} * 100\% = \frac{0,8}{2,33} * 100\% \approx 34\%$$

$\varepsilon = \frac{I_{\hat{Y} \rightarrow X}}{H(Y)} * 100\% = \frac{0,8}{2,33} * 100\% \approx 34\%$, что выражает отношение к

первоначальному экспериментальному распределению. Для ММСБ это достаточно хороший результат.

Следует сказать, что точность оценки информационной емкости модели существенно зависит от числа разрядов гистограммы и двумерных таблиц совместного распределения.

Поэтому применение формулы (4) для методов планирования эксперимента в случае варьирования факторов на двух или трех уровнях дает более грубый результат, чем в случае непрерывного распределения факторов. В перспективе необходимо исследовать устойчивость оценки информационной ёмкости при внесении грубых промахов в исходную выборку, что позволит судить о стабильности оценки качества математических моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Долгов Ю.А., Боршевич В.И., Сорокин Г.Ф. Информационный подход к моделированию технологических процессов. – Кишинев: Штиинца, 1984. – 172 с.
2. Растринин Л.А. Современные принципы управления сложными объектами. – М.: Сов. радио, 1980. – 232 с.
3. Рекомендации по методам оценки точности и стабильности при аттестации и совершенствовании технологических процессов: дополнение к ОСТ II 20.9902-86. – М.: 1988. – 28 с.
4. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука: Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 418 с.
5. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – 2-е изд., стер. – М.: Наука, 1988. – 208 с.
6. Коган А.М., Линник Ю.В., Рао С.Р. Характеризационные задачи математической статистики. – М.: Наука, 1972. – 656 с.
7. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К.Хартман, Э.Лецкий, В.Шефер и др.; Пер. с нем. – М.: Мир, 1977. – 552 с.
8. Пашковский Г.С. Задача оптимального обнаружения и поиска отказов в РЭА. – М.: Радио и связь, 1981. – 280 с.
9. Гейссер С. Распознавание: отнесение и разделение. Линейные аспекты // Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн. Райзина: Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – С.248 – 274.
10. Кендэлл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 899 с.
11. Уаба Г. Оптимальное сглаживание оценок плотности // Классификация и кластер / Под ред. Дж. Вэн. Райзина: Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. С. 352 – 382.
12. Ченцов В.П. Статистические решающие правила и оптимальные выводы. – М.: Наука, 1972. – 520 с.
13. Айвазян С.А., Енюков И.С. Мешалкин Л.Д. Принципиальная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных: Справочное издание. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 816 с.
14. Долгов Ю.А. Статистическое моделирование. – 2-е изд., доп. – Тирасполь. – 2011. – 349 с.

INFORMATION APPROACH TO THE QUANTITATIVE EVALUATION OF THE MODEL

© 2013

O.V. Shestopal, senior lecturer of the chair «Physics, Mathematics and Information Science»
Pridnestrovian Shevchenko State University, Tiraspol (Moldova)

Annotation: The paper describes an approach to the calculation of the information capacity to assess the quality of process models. This approach is based on the classic concept of entropy, taking into account the features of modeling techniques of passive data.

Keywords: entropy; model; process; information capacity; methods of passive experiment.