

УДК 330.46

## ОЦЕНКА УПОРЯДОЧЕННОСТИ СОСТОЯНИЙ И ПРИНЦИП ДОСТАТОЧНОСТИ В АНАЛИЗЕ ПОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

С.В. Чупров

Байкальский государственный университет экономики и права, г. Иркутск

E-mail: chuprov@isea.ru

*С позиций теории систем предлагается метод детерминированной оценки упорядоченности состояний производственной системы. На базе кибернетической концепции разнообразия состояний системы с привлечением параметров их неоднородности и нерегулярности формулируется принцип достаточности, выражающий закономерность изменения меры упорядоченности и неупорядоченности состояний производственной системы.*

**Ключевые слова:**

*Детерминированная оценка, поведение, принцип достаточности, производственная система, разнообразие состояний.*

**Key words:**

*Adequacy principle, determinate evaluation, diversity of states, performance, productive system.*

Осуществляемые институциональные и инновационные преобразования подвергает современные производственные системы (ПС) динамическим «перегрузкам», вследствие чего деятельность таких систем претерпевает кардинальные перестройки и перспективы их деятельности зависят от возможности, как освоения нарастающего разнообразия состояний, так и их обуздания перед лицом угрозы потери управляемости. Логично поэтому, что исследование предпосылок и природы устойчивого поведения ПС проводится в широком спектре областей знания — от естественно-научных до экономических. Между тем ныне с всплеском интереса к теории катастроф и синергетическим закономерностям предметом углубленного анализа стали процессы неординарного поведения ПС с присущими им нелинейными явлениями.

Эволюция ПС, как известно, может быть подчинена какому-либо порядку, либо, наоборот, носить в какой-то степени произвольный, хаотический характер. В первом варианте в последовательности состояний станет больше предсказуемых и типичных состояний, во втором меньше. Поэтому разнообразие состояний системы в обоих вариантах будет иным, и упорядочение их будет означать сокращение разнообразия состояний за счет уменьшения «шума». На фоне энтропийного оценивания состояний системы их разнообразие также трактовалось в терминах статистического подхода и связывалось с неопределённостью поведения этой системы. Вводимая в систему информация ограничивала шум и разнообразие её состояний, в результате чего функционирование системы становилось гораздо определённое и упорядоченное.

Однако измерение количества информации, находящейся в заданной комбинации состояний ПС и лишенной потому случайной закономерности, должно выполняться детерминированными параметрами. Трудность же состоит в том, что объективизация параметров осложняется индивидуальным восприятием их аналитиками и привнесением доли произвола в формализуемые ими

функциональные зависимости. И, хотя субъективный подход обычно ассоциируется с потерей строгости, его формальные приемы, как показывает практика, могут быть вполне математическими и конструктивными по своим выводам.

Действительно, факторы среды отнюдь не всегда подчиняются стохастическим закономерностям и могут быть детерминированными по характеру действия. Например, часто предсказуемы или заранее известны номенклатура подлежащих изготовлению изделий, объем и трудоемкость их производства. Привлечение в этом случае вероятностного инструментария к анализу уже сложившейся комбинации состояний ПС (речь не идет об устранении влияния на нее случайных возмущений) придает иную трактовку описываемому явлению и потому встречает методологические возражения.

С позиций теории систем упорядоченная структура более «кристаллизована», нежели неупорядоченная, поскольку имеет больше взаимодействующих элементов и тем самым обладает способностью к согласованным состояниям. Благодаря этому ПС больше оказывают непосредственное влияние друг на друга и ограничивают разнообразие возможных состояний, что повышает их однородность и организованность поведения ПС. В самом деле, в процессе труда образуется пространственно-временная структура производства: в комбинации средств и предметов труда складывается маршрут перемещения предметов по рабочим местам, время выполнения деталей операций на рабочих местах, межоперационное время прослеживания изделий и т. д. Причем разнообразие состояний эволюционирующих ПС характеризуется не только количеством этих состояний, но и их индивидуальными особенностями, в том числе продолжительностью состояний и мерой их ритмичности. Поэтому оцениванию подлежит также степень сходства состояний по длительности и размерности их чередования, которые обуславливают упорядоченность работы ПС и количество информации, заключенное в последовательности ее состояний.

Примем допущение, что неоднородность состояний ПС происходит от сближения величин масштабов (трудоемкости) производства изделий разных типов, когда отсутствие превалирования какого-либо из них снижает стабильность состояний ПС, и по мере выравнивания масштабов производства изделий беспорядочность и неоднородность состояний становятся все больше. В простейшем варианте производства изделий единственного типа нет необходимости в какой-либо оценке разнообразия состояний: оно и так одно, поскольку изготавливаемые изделия одинаковы и разнообразие состояний отсутствует. Ситуация осложняется, если ПС занята изготовлением изделий двух и более типов. Пусть, например, ПС выпускает изделия пяти типов, но в одном случае масштабы их производства близки (сравните площади квадратов на рис. 1, отражающие величины масштабов производства изделий  $I_1$ – $I_5$ ), а в другом различаются и притом значительно (рис. 2).

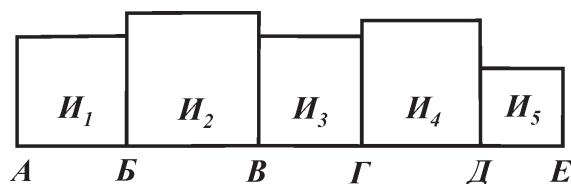


Рис. 1. Изготовление изделий примерно равных масштабов производства

В первом случае не превалирует ни одно из изделий, масштабы их производства соизмеримы по величине, и поэтому состояния ПС неоднороднее, чем во втором случае (там преобладает производство изделия  $I_1$  и потому неоднородность состояний меньше). Но неоднородность состояний кибернетический подход [1. С. 179] не анализирует: ведь количество состояний ничем не обнаруживает качественное отличие одной последовательности состояний от другой. Не оспаривая того, что количество разнообразия в обоих случаях может быть одно и то же, слагаемые этого количества могут иметь разную величину. Настоящий вывод вытекает как из теоретических соображений о различии между вариантами, так и практических: специфики управления такими ПС. Если в первом случае управление должно поддерживать по возможности строгое чередование состояний через рассчитанный период времени и свести к минимуму перерывы в производственном процессе, то во втором обеспечить сопряжение различных состояний и выдержать равномерность загрузки мощностей ПС.

Возникает мысль провести анализ разнообразия и упорядоченности состояний ПС в аспекте не только числа различных состояний, но и взвешивания их по времени, т. е. длительности пребывания ПС в определенном состоянии. При производстве изделий только одного типа однородность состояний максимальна, тогда как их неоднородность —

минимальна, и в отсутствии иных состояний их разнообразие равно нулю. С изготовлением изделий двух типов появляется разнообразие состояний, и рост числа типов ведет к увеличению этого разнообразия. Причем, чем продолжительнее ПС занята производством однотипных изделий, тем однородность состояний больше, а их неоднородность меньше. Выравнивание масштабов производства изделий влечет за собой снижение однородности и повышение неоднородности состояний ПС.

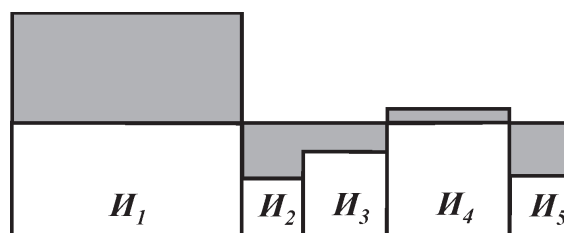


Рис. 2. Изготовление изделий, масштабы производства которых заметно отличаются

Если эти доводы выглядят убедительными, правомерно потребовать, чтобы оценки однородности и неоднородности состояний отвечали им. *Во-первых*, они должны учитывать влияние числа типов изготавливаемых изделий в ПС, и *во-вторых*, наряду с этим сообщать о мере разброса величин масштабов производства различных изделий. Желательно также оговорить минимальное и максимальное значения показателей однородности и неоднородности, установив интервал изменения их величин, скажем, от 0 до 1, чтобы можно было судить о том, насколько далеки эти значения от своего минимального или максимального предела.

Обобщим приведенные рассуждения и укажем на требования к искомым функциям, которые введем для измерения степени однородности и неоднородности состояний ПС:

а. Аргументами функций служат число типов и относительные масштабы (трудоемкости) производства изделий, изготовлением которых занята данная ПС;

б. При изготовлении в ПС изделий одного типа значение функции неоднородности состояний этой системы минимально, а однородности — максимально;

с. С наращиванием числа типов изготавливаемых изделий и выравниванием масштабов их производства величина функции неоднородности состояний ПС возрастает (рис. 1) и становится максимальной (для заданного числа типов изделий), когда масштабы производства изделий всех типов совпадают. Соответственно, значение функции однородности состояний ПС в этом случае уменьшается и в пределе становится минимальным при изготовлении изделий разных типов одинакового масштаба производства;

д. Предельные значения функций однородности и неоднородности состояний ПС положительны и ограничены интервалом от 0 до 1.

Исходя из этого, в монографии [2. С. 421–436] представлен вывод формулы, удовлетворяющей этим требованиям<sup>1</sup>:

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2, \quad (1)$$

где  $q_{ij}$  – масштаб (трудоемкость) производства изделий (заготовок, деталей, узлов, сборочных единиц, готовых изделий)  $i$ -го типа в  $j$ -й ПС ( $ПС_j$ ),

нормо-часы;  $q_j = \sum_{i=1}^{n_j} q_{ij}$  – масштаб (трудоемкость)

производства изделий всех  $n_j$  типов в  $ПС_j$  нормо-часы;  $n_j$  – число изготавливаемых или обрабатываемых типов изделий в  $ПС_j$ , единиц.

Докажем, что функция  $h_j$  (1) действительно подчиняется требованиям  $a$ – $d$  и может быть использована для оценки последовательности состояний  $ПС_j$ , с точки зрения их однородности и упорядоченности.

Но прежде уместно дать наглядную геометрическую интерпретацию  $h_j$ . Ее математическое выражение (1) представляет собой сумму удельных масштабов производства  $\frac{q_{ij}}{q_j}$ , возведенных во вторую

степень, и если по горизонтали (рис. 1) отложить отрезки ( $AB$ ,  $BB$ ,  $BG$  и т. д.), равные значениям  $\frac{q_{ij}}{q_j}$ ,  $i = \overline{1, n_j}$ , то площадь отдельного квадрата будет

численно равна  $\left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2$ , а сумма площадей

$\sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2$  всех  $n_j$  квадратов – значению  $h_j$ .

Проведем анализ свойств функции  $h_j$ , для чего, прежде всего, найдем область ее изменения.

По математическому выражению  $h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2$

видно, что значение  $h_j$  всегда положительно и ее максимальное значение равно единице. Ведь

сумма всех дробей  $\sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} = 1$ , и ее квадрат поэтому

также  $\left( \sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = 1$ . Сравнивая это выражение с  $h_j$  (1), убеждаемся, что

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = \left[ \left( \frac{q_{1j}}{q_j} \right)^2 + \left( \frac{q_{2j}}{q_j} \right)^2 + \dots + \left( \frac{q_{n_j j}}{q_j} \right)^2 \right] \leq \left( \sum_{i=1}^{n_j} \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = 1,$$

и потому значения  $h_j$  не превышают единицу. Максимум  $h_j=1$  приходится на число типов изделий  $n_j=1$ , когда  $q_{1j}=q_j$  и

$$h_j = \left( \frac{q_{1j}}{q_j} \right)^2 = \left( \frac{q_j}{q_j} \right)^2 = 1.$$

Вместе с тем при равенстве масштабов производства изделий всех типов  $q_{1j}=q_{2j}=\dots=q_{n_j j}=q_{nj}$  имеем

$\frac{q_{ij}}{q_j} = n_j^{-1}$ , и отсюда:

$$h_j = \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{q_{ij}}{q_j} \right)^2 = n_j^{-1}.$$

Очевидно, при этом условии и непрерывном увеличении числа типов изделий

( $n_j \rightarrow \infty$ ) значение функции  $h_j = n_j^{-1} \rightarrow 0$ .

Вывод: показатель  $h_j$  оценивает степень однородности и упорядоченности состояний  $ПС_j$ , имея максимум

$$h_{j\max} = 1 \quad (2)$$

при производстве изделий одного типа ( $n_j=1$ ) и уменьшая свое значение (до бесконечно малых)

$$h_{j\min} = n_j^{-1} \rightarrow 0 \quad (3)$$

по мере наращивания числа типов изготавливаемых изделий, но одинакового масштаба производства. Такое значение функции  $h_j$  будет минимальным при заданном числе  $n_j$  типов изделий, что в итоге свидетельствует о соблюдении требований ( $a$ ) – ( $d$ ) в отношении функции однородности состояний.

На этом основании примем, что параметр  $R_{0j}$  однородности состояний  $ПС_j$  численно определяется величиной  $h_j$ , т. е.

$$R_{0j} = h_j. \quad (4)$$

Если упорядоченность состояний ПС характеризует их однородность, и в формальном отношении их показатели  $h_j$  и  $R_{0j}$  совпадают (4), то обратный по смыслу показатель неупорядоченности состояний сообщает об их неоднородности. Резонно поэтому, сохраняя единый подход к оценке и анализу разнообразия состояний  $ПС_j$ , признать и тождественность понятий неупорядоченности и нео-

<sup>1</sup>По виду функция (1) совпадает с индексом Херфиндала, который иногда в литературе называют индексом Херфиндала–Хиршмана; в ряде работ отечественных экономистов этот показатель предложен для оценки уровня специализации производства.

днородности состояний, показатели которых обозначим соответственно  $h_j'$  и  $R'_{0j}$ .

Напомним, что по принятому соглашению мера неоднородности снижается до нуля при изготовлении изделий одного типа и стремится к максимуму (единице) при увеличении числа типов и выравнивании масштабов производства изделий. Уместно предположить, что уровень  $R'_{0j}$  неоднородности состояний  $ПС_j$  связан с показателем однородности  $h_j$  состояний, и поскольку их изменение имеет противоположный (разнонаправленный) характер, можно записать

$$R'_{0j} = a_j - h_j,$$

где  $a_j$  — некоторая постоянная.

Для поиска величины  $a_j$  воспользуемся оговоренными выше условиями о том, что в частном случае при производстве изделий одного типа ( $n_j=1$ ) неоднородность состояний минимальна (требование  $b$ ) и имеет нулевое значение (требование  $d$ ). Отсюда для случая  $n_j=1$  предыдущее выражение можем приравнять нулю:

$$R'_{0j} = a_j - h_j = 0,$$

откуда вытекает  $a_j=h_j$ . В продолжение заметим: в соответствии с (2) в рассматриваемой ситуации при  $n_j=1$  величина  $h_j=1$  ввиду чего окончательно находим, что значение  $a_j=1$  и тем самым для функции неоднородности  $R'_{0j}$  состояний  $ПС_j$  приходим к формуле:

$$R'_{0j} = 1 - h_j. \quad (5)$$

Понятно, что показатель  $R'_{0j}$  удовлетворяет необходимым условиям, поскольку вывод его формулы преследовал цель найти адекватное требованиям (а), (b), (d) математическое выражение, и они учтены выше. Для проверки выполнимости требования (c) обратимся к формуле расчета наибольшего значения  $R'_{0j}$ .

Согласно (5), максимуму  $R'_{0j}$  отвечает минимальная величина вычитаемого  $h_j$ , которая по (3) равна  $n_j^{-1}$ , и, потому

$$R'_{0j} = 1 - h_{j\min} = 1 - n_j^{-1}.$$

Как видим, с нарастанием числа типов изготавливаемых изделий ( $n_j \rightarrow \infty$ ) и выравниванием масштабов их производства, как только что было установлено (3),  $h_j=n_j^{-1} \rightarrow 0$  и поэтому возрастает  $R'_{0j} \rightarrow 1$ , стремясь (для заданного числа  $n_j$  типов изделий) к своему максимальному значению (требование c).

Наконец, отметим немаловажное обстоятельство. Принимая во внимание выражения (4) и (5), обнаруживаем ожидаемое свойство, которое формализует взаимосвязь показателей  $R_{0j}$  и  $R'_{0j}$ :

$$R'_{0j} = 1 - h_j = 1 - R_{0j}$$

или

$$R_{0j} + R'_{0j} = 1. \quad (6)$$

Словом, сумма величин показателей однородности и неоднородности состояний ПС является неизменной и равна единице.

В разрезе упорядоченности состояний ПС выше было констатируемо, что утрачивание порядка в системе проистекает из-за нарастания неоднородности состояний, и с этой точки зрения последняя есть не что иное, как неупорядоченность поведения системы. Следуя такому пониманию и определению (4), выражение (6) можно записать в терминах упорядоченности  $h_j$  и неупорядоченности  $h_j'$  состояний  $ПС_j$ :

$$h_j + h_j' = 1. \quad (7)$$

Повторяя предыдущее равенство в математическом отношении, полученное выражение придает количественную форму характеру изменения упорядоченности и неупорядоченности состояний ПС. Смысл ее прост: совокупная величина упорядоченности и неупорядоченности состояний системы всегда постоянна, их показатели  $h_j$  и  $h_j'$  охвачены однозначной зависимостью и дополняют друг друга до единицы.

В практическом отношении равенство (7) полезно тем, что освобождает от необходимости в вычислении одного из показателей ( $h_j$  или  $h_j'$ ), когда известен другой (соответственно  $h_j'$  или  $h_j$ ). Для определения величины какого-либо из них (например,  $h_j'$ ) достаточно располагать значением парного с ним показателя (в данном случае  $h_j$ ), дополняющего  $h_j'$  до единицы. Поэтому такое правило можно назвать *принципом достаточности*, который, благодаря свойству постоянства суммы показателей упорядоченности и неупорядоченности состояний ПС позволяет обойтись знанием лишь одного из них. По существу, в статистическом подходе принят близкий по содержанию негэнтропийный принцип информации Л. Бриллюэна [3. С. 34], утверждающий, что при введении в систему информации ее энтропия уменьшается, а негэнтропия увеличивается на одну и ту же величину количества вводимой информации. И поскольку с философских позиций информация выражает упорядоченное отражение, а шум — неупорядоченное, свойство постоянства количества информации и шума было представлено как закон сохранения отражения в замкнутой системе [4].

Итак, резюме. Проведенное исследование разнообразия состояний ПС выявило неполноту кибернетического описания ее поведения, из-за чего для характеристики упорядоченности состояний ПС оказалось конструктивным введение параметра однородности состояний, учитывающего не только количество типов изготавливаемых в ПС изделий, но и ее загрузку во времени. Для ПС справедлив принцип достаточности, согласно которому общая величина упорядоченности и неупорядоченности ее состояний не меняется и численно всегда равна единице, что имеет аналогию и в статистической трактовке поведения системы.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эшби У.Р. Введение в кибернетику: пер. с англ. — М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1959. — 432 с.
2. Чупров С.В. Теория управления и устойчивость производственных систем. — Иркутск: Изд-во БГУЭП, 2007. — 440 с.
3. Бриллюэн Л. Научная неопределённость и информация: пер. с англ. — М.: Мир, 1966. — 271 с.
4. Новик И.Б. Негэнтропия и количество информации // Вопросы философии. — 1962. — № 6. — С. 118–128.

Поступила 30.03.2011 г.

УДК 331.1;65.015.1

## ОЦЕНКА ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

А.П. Добровинский, Ю.В. Демьяненко

Томский политехнический университет

E-mail: dap@tpu.ru

На основе обзора литературных источников показан общий подход к количественной оценке человеческого капитала в организации. Рассмотрены практические методы оценки человеческого капитала с возможными способами их реализации в деятельности коммерческих организаций.

### Ключевые слова:

Человеческий капитал, методология, методы оценки, количественная оценка, эффективность организации.

### Key words:

The human capital, methodology, estimation methods, quantitative estimation, efficiency of the organization.

Концепция человеческого капитала играет центральную роль в современном экономическом анализе. В настоящее время остро стоит вопрос разработки единой теории количественной оценки человеческого капитала.

Современное общество представляет собой сложную социально-экономическую систему и процессы, формирующие в нашей стране рыночный механизм, наполняют новым содержанием понятие «человеческий капитал». Для современных организаций, проблема использования человеческих ресурсов представляет сложную экономическую задачу, поэтому внимание к оценке человеческого капитала, как важнейшего ресурса, обеспечивающего конкурентоспособность современной организации, значительно возросло в последние десятилетия. Целью данного исследования является систематизация теории и практики оценки человеческого капитала в организации, актуальность которой определяет важное прикладное значение данного исследования.

В монографии [1] приведено следующее определение: «Человеческий капитал представляет собой человеческий фактор в организации; это объединенные вместе интеллект, навыки и специальные знания, которые придают организации отличительный характер. Люди — это те элементы организации, которые способны учиться, изменяться, вводить новое и создавать дух творчества и которые, если их должным образом мотивировать, могут обеспечить организации долгую жизнь».

Исходным положением теории человеческого капитала является постулат о том, что челове-

ческий капитал это накопленная, благодаря инвестициям, величина благ, которая приносит прибыль ее владельцу. Следовательно, имеется взаимосвязь между физическим здоровьем, достигнутым уровнем образования и качеством обучения, а также заработной платой и объемом производственного опыта. Сравнительный анализ определений в литературных источниках «человеческого капитала» позволяет выделить его основные свойства.

*Во-первых*, человеческий капитал не отделим от его носителей — работников отдельной организации или населения региона или страны. *Во-вторых*, физиологические свойства и природные способности человека, получаемые наследственным путем, являются базовой частью человеческого капитала, называемой отдельными авторами капиталом здоровья. Другая его часть в виде знаний, умений и навыков является приобретенной в результате затрат самого человека и общества. *В-третьих*, данный капитал, как и другие виды капитала, может быть использован в сфере общественного производства и является одним из факторов повышения эффективности последнего. *В-четвертых*, данный капитал используется его носителями для получения дохода, поэтому увеличение дохода мотивирует индивидуумов на увеличение своего интеллектуального потенциала путем образования и повышения квалификации. Другими словами, для того, чтобы процесс воспроизводства человеческого капитала носил заверченный характер, должна быть установлена связь между величиной приобретенной части данного капитала и доходом человека.