

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 658:655

Н. Э. Трусевич

Белорусский государственный технологический университет

ОЦЕНКА УРОВНЯ СИСТЕМНОСТИ ЛИНЕЙНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

Статья посвящена исследованию линейных организационных структур управления с использованием теории информации. Описаны рассмотренные в работе структуры. Приведены основные показатели линейных структур управления и формулы, их связывающие.

Для исследования организационных структур в работе использованы системная, собственная и взаимная сложности, сопряженные коэффициенты, а также количество информации по модифицированной формуле Хартли, коэффициенты эмерджентности Хартли и Шеннона.

Произведен расчет информационных характеристик линейных организационных структур с разным количеством уровней в системе управления и при различных нормах управляемости. По рассчитанным значениям информационных характеристик были построены и проанализированы графики. Наиболее эффективными являются схемы с наименьшим количеством звеньев управления. Но для того, чтобы управление было эффективным, должен выполняться принцип необходимого разнообразия — разнообразие системы управления должно быть не меньше разнообразия объекта управления.

Количественная оценка дает возможность для заданного количества элементов подбирать структуры с необходимым уровнем системности. Результаты могут быть использованы для нахождения оптимального расположения звеньев структуры и иерархических связей между ними. Методика исследования может быть применена для других видов организационных структур управления.

Ключевые слова: организационная структура, система управления, сравнительный анализ, теория информации, формула Хартли, формула Шеннона, коэффициент эмерджентности.

N. E. Trusevich

Belarusian State Technological University

EVALUATION OF THE LEVEL OF SYSTEMICITY OF LINEAR ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF CONTROL OF THE METHODS OF THE INFORMATION THEORY

The article is devoted to the study of linear organizational management structures using information theory. The structures considered in this work are described. The main indicators of linear control structures and their formulas are given.

To study organizational structures, the system, intrinsic, mutual complexity, conjugate coefficients, as well as the amount of information on the modified Hartley formula, the emergence coefficients of Hartley and Shannon were used in the work.

The calculation of information characteristics of linear organizational structures with different number of levels in the control system and under different controllability standards is made. Based on the calculated values of information characteristics, graphs were constructed and analyzed. The most effective schemes are those with the least number of control links. At the same time, in order for management to be effective, the principle of necessary diversity must be fulfilled — the diversity of the management system should be no less than the variety of the management object.

Quantitative estimation makes it possible for a given number of elements to select structures with the required level of systemic character. The results can be used to find the optimal arrangement of structural links and hierarchical relationships between them. The research method can be applied to other types of organizational management structures.

Key words: organizational structure, control system, comparative analysis, information theory, Hartley formula, Shannon formula, emergence rate.

Введение. Определение качества функционирования большой системы, выбор оптимальной структуры из ряда возможных, построение системы в соответствии с поставленной перед ней целью – основная проблема при проектировании современных производственных систем. В современном мире большую роль играет информация и связанные с ней операции: получение информации, ее передача, переработка, хранение и т. п. В связи с усложнением науки, техники, экономики и других отраслей значение правильного управления ими возрастает, и поэтому возрастает значение информации [1, 2]. Применение теоретико-информационного подхода с позиций использования основных идей теории информации в ряде случаев позволяет получить новые теоретические результаты и ценные практические рекомендации.

Основная часть. Линейные структуры — одни из простейших по форме структур управления. Линейная структура управления обеспечивает прямое воздействие на объект управления и сосредоточение у руководителя всех функций управления. Наиболее часто рассматриваемым объектом управления в прикладной теории управления является организация. Под организацией понимается сознательное объединение действий людей, преследующих достижение определенных целей. Большинство реально используемых линейных структур являются, как правило, иерархическими, что объясняется сложностью объектов управления [3]. Но для того, чтобы управление было эффективным, должен выполняться принцип необходимого разнообразия (принцип Эшби) — разнообразие системы управления должно быть не меньше разнообразия объекта управления [4].

Рассмотренные в работе линейные структуры являются «правильными» графами. Термин «правильный» применяется в том смысле, что в данных схемах количество объектов управления строго соответствует суммарной норме управляемости на нижнем уровне системы управления. По этой причине приведенные в табл. 1 показатели связаны между собой простыми зависимостями.

Количество объектов управления Q зависит от нормы управляемости λ и числа уровней управления M :

$$Q = \lambda^M. \quad (1)$$

В формуле (1) предполагается, что норма управляемости λ одинакова на всех уровнях управления.

Число звеньев управления n_m на некотором уровне управления m , находим по формуле

$$n_m = \lambda^{m-1}. \quad (2)$$

Общее количество звеньев управления в системе N определим так:

$$N = \sum_{m=1}^M n_m = \sum_{m=1}^M \lambda^{m-1}. \quad (3)$$

Системы управления, описываемые формулами (1)–(3), можно считать идеальными. В таких системах все звенья загружены работой в строгом соответствии со своими нормами управляемости. Схемы систем управления являются симметричными. Естественно, что в реальных системах управления такая ситуация встречается крайне редко.

Таблица 1

Основные показатели линейных структур управления

Норма управляемости λ	Количество уровней M	Число звеньев N	Число звеньев на последнем уровне n_M	Число объектов Q
2	3	7	4	8
2	4	15	8	16
2	5	31	16	32
3	3	13	9	27
3	4	40	27	81
4	3	21	16	64
5	2	6	5	25
6	2	7	6	36

В работе проанализированы идеальные линейные структуры управления с различным количеством уровней M и нормой управляемости λ . Значение M изменялось от 2 до 9, а λ — от 2 до 6.

Примеры таких линейных структур управления, где $\lambda = 2$, $M = 3$ и $M = 4$, приведены на рис. 1, а, б. На рис. 1, в, г показаны схемы, где $M = 3$, а $\lambda = 3$ и $\lambda = 4$.

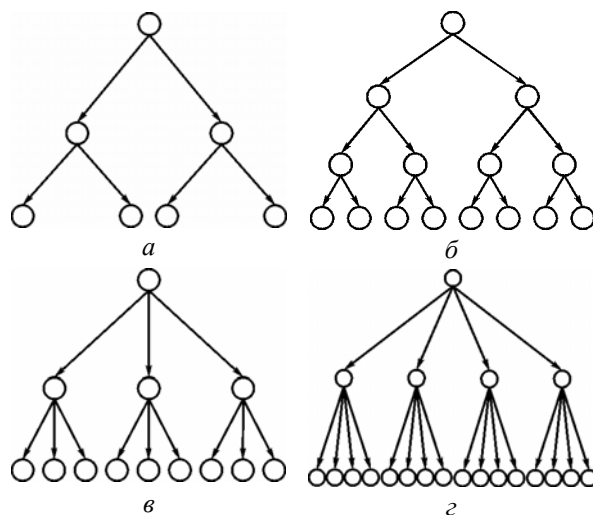


Рис. 1. Линейные организационные структуры управления:

а — $M = 3$, $\lambda = 2$; б — $M = 4$, $\lambda = 2$;
в — $M = 3$, $\lambda = 3$; г — $M = 3$, $\lambda = 4$

Сложность системы управления можно охарактеризовать следующими параметрами (сложностями): системной C_c ; собственной C_o и взаимной C_b .

Системная сложность определяется по формуле [5]

$$C_c = \log_2 n_M, \quad (4)$$

где n_M — количество звеньев управления на нижнем уровне; M — количество уровней в системе управления.

Собственная сложность определяется по формуле [6]

$$C_o = \sum_{i=1}^N \log_2 \lambda_i, \quad (5)$$

где N — количество звеньев в системе управления; λ_i — норма управляемости некоторого звена i .

Соотношение, определяющее взаимосвязь системной, собственной и взаимной сложности системы [5]:

$$C_c = C_o + C_b. \quad (6)$$

Системная сложность C_c представляет собой суммарную сложность (содержание) элементов системы вне связи их между собой. Собственная сложность C_o представляет содержание системы как целого (например, сложность ее использования). Взаимная сложность C_b характеризует степень взаимосвязи элементов в системе (т. е. сложность ее устройства, схемы, структуры) [5].

При различной сложности элементов сравнительный анализ с использованием оценок C может дать неверный результат. Поэтому пользуются относительными характеристиками, приведенными к собственной сложности.

Разделив члены выражения (6) на C_o , получим два сопряженных коэффициента:

$$\alpha = -C_b / C_o; \quad (7)$$

$$\beta = C_c / C_o, \quad (8)$$

где $\beta = 1 - \alpha$.

Коэффициент α характеризует степень целостности, связности, взаимозависимости элементов системы. Для организационных структур величина α может быть интерпретирована как характеристика устойчивости, управляемости, степени централизации управления.

Коэффициент β характеризует самостоятельность, автономность частей в целом, степень использования возможностей элементов. Для организационных структур β можно назвать коэффициентом использования элементов в системе.

Количество информации I_X , характеризующей схему управления, определяется по классической формуле Хартли [7, 8]:

$$I_X = \log_2 n_M. \quad (9)$$

В работе [5] предложено системное обобщение классической формулы Хартли (9):

$$I_{XЛ} = \log_2 n_M^\phi = \log_2 \sum_{m=1}^M C_{n_M}^{n_m}, \quad (10)$$

где ϕ — коэффициент эмерджентности Хартли, характеризующий уровень системной организации структуры; m — текущий уровень в системе управления; n_m — количество звеньев на уровне m ; $C_{n_M}^{n_m}$ — число сочетаний из n_M по n_m .

В работах [9, 10] показано, что $I_{XЛ}$ зависит от количества уровней в системе управления. Однако для схем, различных по структуре, но имеющих одинаковое количество звеньев на уровнях, показатель $I_{XЛ}$ одинаков. Таким образом, показатель в виде (10) не в полной мере характеризует структуру схем управления.

Для исправления данного недостатка необходимо модифицировать формулу (10):

$$I_{XM} = \log_2 \left[n_M + \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{n_m} C_{n_M}^{\lambda_{m_i}} \right]. \quad (11)$$

Учитывая уравнения (9) и (11), получим следующее выражение для коэффициента эмерджентности Хартли:

$$\phi = \frac{\log_2 \left[n_M + \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{n_m} C_{n_M}^{\lambda_{m_i}} \right]}{\log_2 n_M}. \quad (12)$$

В 1948 г. Клодом Шенноном предложена ставшая классической формула для измерения суммарного количества информации, содержащейся в последовательности из n_M символов, каждый из которых встречается в последовательности n_i раз. Она имеет вид [11]

$$I = - \sum_{i=1}^{n_M} p_i \log(p_i), \quad (13)$$

где p_i — вероятность появления элемента на нижнем (базовом) структурном уровне.

Если события появления символа равновероятны, то p_i вычисляется по формуле

$$p_i = 1 / n_i. \quad (14)$$

С учетом (11) формула (10) приводится к виду

$$I = \log(n_M). \quad (15)$$

Поскольку (15) и (9) совпадают, то это является указанием на то, что формула Хартли выступает частным случаем формулы Шеннона (13) [11].

В работе [12] предложено системное обобщение формулы Шеннона, которое позволяет учитывать не только количество элементов на базовом структурном уровне, но и систему их организации на более высоких уровнях. Обобщенная формула имеет вид

$$I_S = \sum_{u=1}^M \log\left(\sum_{i=1}^{n_u} n_i^u\right). \quad (16)$$

По аналогии с коэффициентом эмерджентности Хартли в работе [12] предложен коэффициент эмерджентности Шеннона E_S . Он пред-

ставляет собой отношение (16) к (15). Но при его расчете учитывается относительная информация, т. е. информация, приходящаяся на один базовый или структурный элемент. Окончательная формула имеет следующий вид:

$$E_S = \frac{\frac{1}{N} \log(N) + \sum_{u=1}^M \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_u} n_i^u} \log\left(\sum_{i=1}^{n_u} n_i^u\right)}{\frac{1}{N} \log(N)}. \quad (17)$$

Для анализа линейных организационных структур были рассчитаны информационные характеристики по формулам (3)–(9), (11), (12), (17). Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Информационные характеристики линейных структур управления

Параметр	M							
	2	3	4	5	6	7	8	9
$\lambda = 2$								
N	3	7	15	31	63	127	255	511
C_c , бит	1	2	3	4	5	6	7	8
C_o , бит	1	3	7	15	31	63	127	255
C_b , бит	0	-1	-4	-11	-26	-57	-120	-247
α	0	0,333	0,571	0,733	0,839	0,905	0,945	0,969
β	1	0,667	0,429	0,267	0,161	0,095	0,055	0,031
I_X , бит	1	2	3	4	5	6	7	8
I_{XM} , бит	2,322	5,524	8,741	11,867	14,933	17,966	20,983	23,992
φ	2,322	2,762	2,914	2,967	2,987	2,994	2,998	2,999
E_S	1,946	3,493	6,279	11,168	19,774	35,073	62,552	112,373
$\lambda = 3$								
N	4	13	40	121	364	1 093	3 280	9 841
C_c , бит	1,585	3,17	4,755	6,34	7,925	9,51	11,095	12,68
C_o , бит	1,585	6,34	20,605	63,399	191,78	576,926	1 732	5 199
C_b , бит	0	-3,17	-15,85	-57,059	-183,856	-567,417	-1721	-5186
α	0	0,5	0,769	0,9	0,959	0,984	0,994	0,998
β	1	0,5	0,231	0,1	0,041	0,016	0,006404	0,002439
I_X , бит	1,585	3,17	4,755	6,34	7,925	9,51	11,095	12,68
I_{XM} , бит	2,807	10,105	16,836	23,299	29,679	36,032	42,377	48,718
φ	1,771	3,188	3,341	3,675	3,745	3,789	3,82	3,842
E_S	2,057	4,093	8,942	20,848	50,952	128,834	333,969	882,062
$\lambda = 4$								
N	5	21	85	341	1 365	5 461	21 840	87 380
C_c , бит	2	4	6	8	10	12	14	16
C_o , бит	2	10	42	170	682	2 730	10 920	43 690
C_b , бит	0	-6	-36	-162	-672	-2718	-10910	-43670
α	0	0,6	0,857	0,953	0,985	0,996	0,999	1
β	1	0,4	0,143	0,047	0,015	0,004396	0,001282	0,0003662
I_X , бит	2	4	6	8	10	12	14	16
I_{XM} , бит	3,17	15,223	25,687	35,795	45,821	55,828	65,83	75,83
φ	1,585	3,806	4,281	4,474	4,582	4,652	4,702	4,739
E_S	2,077	4,586	12,19	36,463	116,962	391,473	1348	4732

Параметр	M							
	2	3	4	5	6	7	8	9
$\lambda = 5$								
N	6	31	156	781	3 906	19 530	97 660	488 300
C _с , бит	2,322	4,644	6,966	9,288	11,61	13,932	16,253	18,575
C _о , бит	2,322	13,932	71,98	362,221	1 813	9 069	45 350	226 800
C _в , бит	0	-9,288	-65,014	-352,933	-1 802	-9 056	-45 330	-226 700
α	0	0,667	0,903	0,974	0,994	0,998	1	1
β	1	0,333	0,097	0,026	0,006402	0,001536	0,0003584	0,00008192
I _X , бит	2,322	4,644	6,966	9,288	11,61	13,932	16,253	18,575
I _{XM} , бит	3,459	20,651	35,091	49,118	63,068	77,004	90,936	104,868
φ	1,49	4,447	5,038	5,288	5,432	5,527	5,595	5,645
E _S	2,078	5,068	3,388	59,578	238,16	994,897	4 276,000	18 750,000
$\lambda = 6$								
N	7	43	259	1 555	9 331	55 990	335 900	2 016 000
C _с , бит	2,585	5,17	7,755	10,34	12,925	15,51	18,095	20,68
C _о , бит	2,585	18,095	111,153	669,505	4 020	24 120	144 700	868 300
C _в , бит	0	-12,925	-103,399	-659,165	-4 007	-24 100	-144 700	-868 300
α	0	0,714	0,930	0,985	0,997	0,999	1	1
β	1	0,286	0,07	0,015	0,003215	0,000643	0,000125	0,00002381
I _X , бит	2,585	5,17	7,755	10,340	12,925	15,51	18,095	20,68
I _{XM} , бит	3,7	26,320	44,953	63,133	81,242	99,339	117,434	135,529
φ	1,432	5,091	5,797	6,106	6,286	6,405	6,49	6,554
E _S	2,074	5,552	20,718	91,683	439,664	2 203,000	11 350,000	59 710,000

Для анализа полученных результатов по вышеприведенным значениям информационных характеристик были построены графики, приведенные на рис. 2–7.

Как влияет норма управляемости и количество уровней на общее количество звеньев системы, показано на рис. 2. Можно отметить, что при использовании логарифмической оси все графики, не зависимо от норм управляемости, с увеличением M и N возрастают линейно. Однако для графика с нормой управляемости $\lambda = 2$ прирост не столь заметен, а для $\lambda = 6$ — график резко возрастает.

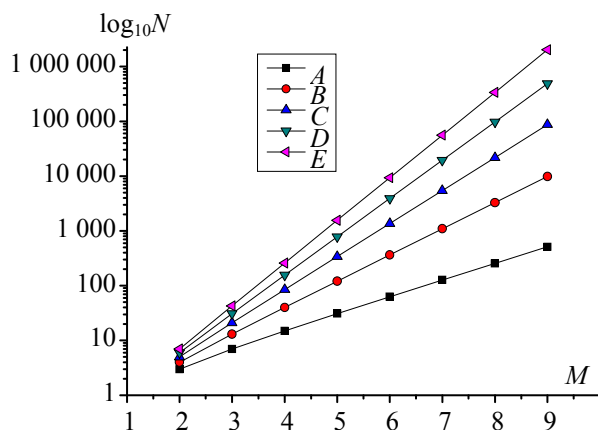


Рис. 2. Графики зависимости количества звеньев в системе управления N от количества уровней M при различных нормах управляемости λ : A — $\lambda = 2$; B — $\lambda = 3$; C — $\lambda = 4$; D — $\lambda = 5$; E — $\lambda = 6$

Графики зависимости собственной сложности от количества уровней в системе управления приведены на рис. 3. Как видно, с увеличением количества уровней собственная сложность системы возрастает. При этом чем больше норма управляемости, тем быстрее возрастает собственная сложность системы при увеличении количества уровней.

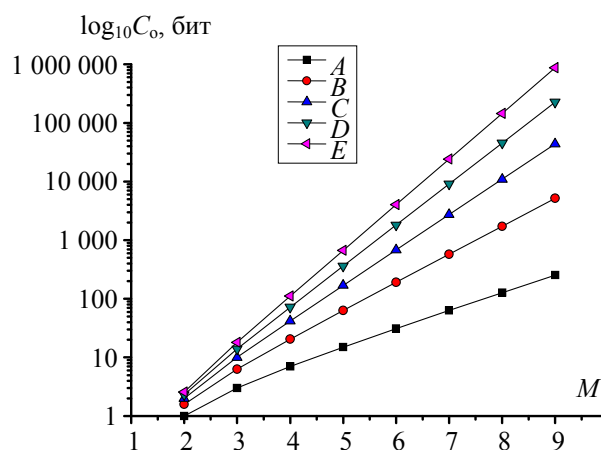


Рис. 3. Графики зависимости собственной сложности C_o от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ : A — $\lambda = 2$; B — $\lambda = 3$; C — $\lambda = 4$; D — $\lambda = 5$; E — $\lambda = 6$

На рис. 4 приведены графики зависимости сопряженных коэффициентов α и β от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ . Из рисунка видно, что графики для α при различных значениях λ выходят из одной точки ($\alpha = 0$) и при увеличении M до 4 резко возрастают. В дальнейшем при изменении M от 4 до 9 значение коэффициентов α монотонно увеличивается до 1. При $M > 4$ чем больше λ , тем медленнее происходит рост коэффициентов α .

Графики для сопряженного коэффициента β , приведенные на рис. 4, являются симметричным отображением графиков для α относительно горизонтальной оси $y = 0,5$. Таким образом, графики сопряженного коэффициента β при различных значениях λ выходят из одной точки ($\beta = 1$) и при возрастании M сначала резко убывают. Далее при $M > 4$ значения коэффициентов β плавно уменьшаются и постепенно достигают наименьшего значения ($\beta = 0$).

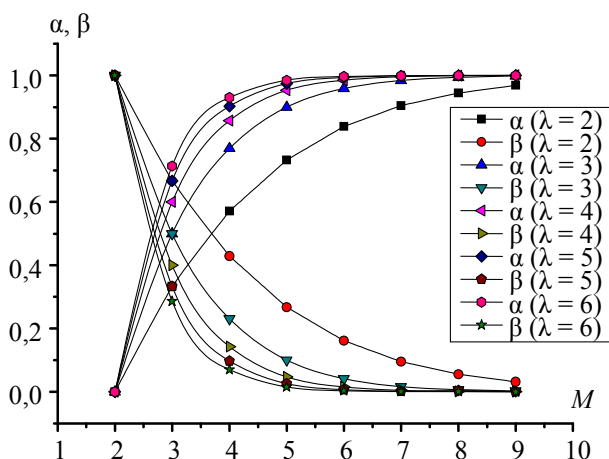


Рис. 4. Графики зависимости сопряженных коэффициентов α и β от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ

Сопоставив структуры с использованием расчетов приведенных коэффициентов, можно сделать следующие выводы. По мере увеличения числа уровней степень целостности существенно возрастает. Чем более сложной и многоуровневой становится организационная структура предприятия, тем в большей мере она будет работать «сама на себя» [13].

На рис. 5 показаны графики зависимости количества информации по модифицированной формуле Хартли $I_{ХМ}$ от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ . Как видно, все пять графиков начинают расти почти из одной точки. График с нормой управляемости $\lambda = 2$ имеет незначительный рост от 2,322 до 23,992. С увеличением

значения λ от 2 до 6 графики начинают возрастать более заметно в прямолинейной зависимости. При $\lambda = 6$ максимальное значение точки равно 135,529.

При возрастании количества уровней в системе управления растет чувствительность значения количества информации по модифицированной формуле Хартли от λ . При изменении λ меняется угол наклона прямой, при $\lambda = 2$ угол наклона минимальный, а при $\lambda = 6$ — максимальный.

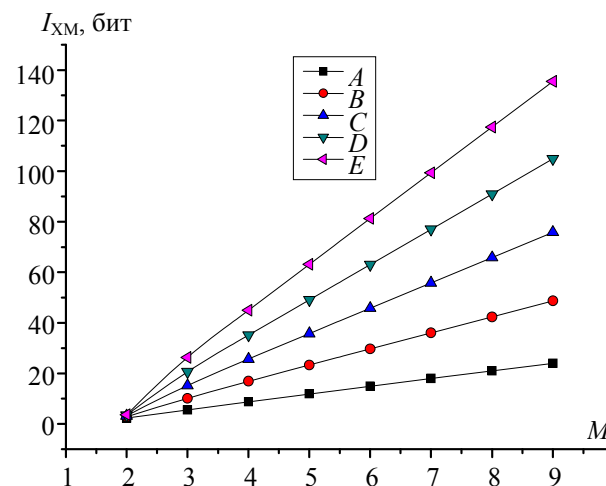


Рис. 5. Графики зависимости количества информации по модифицированной формуле Хартли $I_{ХМ}$ от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ :
A — $\lambda = 2$; B — $\lambda = 3$;
C — $\lambda = 4$; D — $\lambda = 5$; E — $\lambda = 6$

Графики зависимости коэффициента эмерджентности Хартли ϕ от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ приведены на рис. 6. График для схем с нормой управляемости, равной 2, плавно растет при увеличении M . Графики для схем с нормой управляемости λ от 3 до 6 резко возрастают до значения $M = 3$, затем рост становится незначительным и практически линейным.

Графики зависимости коэффициента эмерджентности Шеннона E_S от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости, приведенные на рис. 7, выходят практически из одной точки и при использовании логарифмической оси, с увеличением M возрастают в почти прямолинейной зависимости. При увеличении количества уровней в системе управления и нормы управляемости коэффициент эмерджентности Шеннона возрастает более заметно. Чем больше количество уровней в системе управления, тем более существенное влияние оказывает норма управляемости λ на E_S .

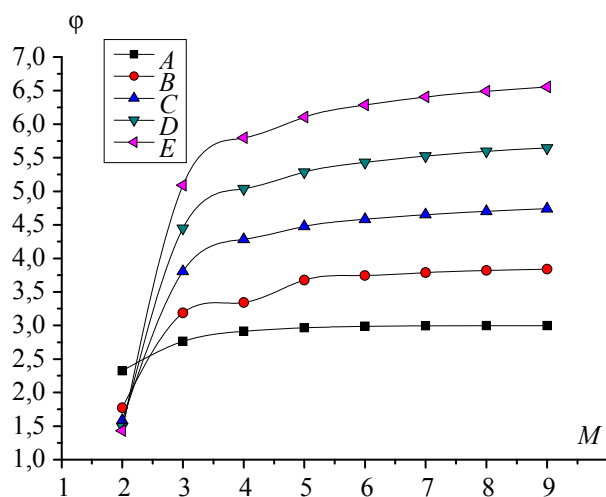


Рис. 6. Графики зависимости коэффициента эмерджентности Хартли ϕ от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ :

$A — \lambda = 2$; $B — \lambda = 3$; $C — \lambda = 4$; $D — \lambda = 5$; $E — \lambda = 6$

Заключение. В современных экономических условиях управленческая деятельность во всех ее проявлениях, включая анализ функций, структур и процессов управления, становится самостоятельным объектом анализа. Непрерывное совершенствование форм и методов управления в условиях реформирования экономики, а также технический прогресс в сфере материального производства и средств обработки информации делают актуальным проблему оптимизации организационных структур управления. Практическая значимость данной работы заключается в углубленном исследовании организационных структур и совершенствовании на этой основе методов организацион-

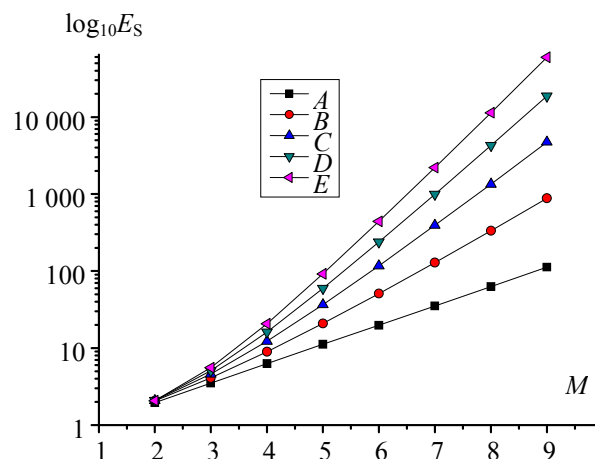


Рис. 7. Графики зависимости коэффициента эмерджентности Шеннона E_S от количества уровней в системе управления M при различных нормах управляемости λ :

$A — \lambda = 2$; $B — \lambda = 3$; $C — \lambda = 4$;

$D — \lambda = 5$; $E — \lambda = 6$

ного проектирования сложных развивающихся систем. Это позволит выполнять сравнительный анализ и оценку структур для формирования оптимального вида.

Полученные результаты согласуются с известным положением [14], что наиболее эффективными являются схемы с наименьшим количеством звеньев управления. Однако использование структур с небольшим количеством звеньев не всегда оправдано, поскольку необходимо учитывать сложность объекта управления. Таким образом, данное исследование дает возможность для заданного количества элементов разрабатывать структуры с максимальным уровнем системности.

Литература

1. Стратонович Р. Л. Теория информации. М.: Советское радио, 1975. 424 с.
2. Могилевский В. Д. Методология систем. М.: Экономика, 1999. 251 с.
3. Ничипорович С. А., Кулак М. И., Трусевич Н. Э. Организационное управление в полиграфической промышленности. Смоленск: Русич, 2004. 336 с.
4. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушкин А. А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2003. 368 с.
5. Волкова В. Н., Денисов А. А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: СПбГПУ, 2003. 520 с.
6. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Медяк Д. М. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы. Минск: Белорусская наука, 2007. 419 с.
7. Луценко Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами. Краснодар: КубГАУ, 2002. 605 с.
8. Луценко Е. В., Коржаков В. Е. Количественные меры уровня системности и степени детерминированности в рамках СТИ // Вестник Адыгейского государственного университета. 2006. № 4. С. 169–177.
9. Трусевич Н. Э., Бабурко Е. П., Кулак М. И. Количественная оценка уровня системности организационных структур управления // Труды БГТУ. 2016. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 72–76.

10. Трусевич Н. Э., Бабурко Е. П. Сравнительный анализ организационных структур управления: информационный подход // Скоринские чтения 2016: книга как феномен культуры, искусства, технологии: материалы II Международного форума, Минск, 6–7 сент. 2016 г. / Белорусский государственный технологический университет. Минск, 2016. С. 264–268.

11. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 830 с.

12. Луценко Е. В. Количественная оценка уровня системности на основе меры информации К. Шеннона (конструирование коэффициента эмерджентности Шеннона) // Научный журнал КубГАУ, 2012, № 79 (05). С. 1–57.

13. Волкова В. Н., Денисов А. А. Теория систем и системного анализа. М.: Юрайт, 2014. 616 с.

14. Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем. М.: Наука, 1982. 200 с.

References

1. Stratonovich R. L. *Teoriya informatsii* [Information theory]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1975. 424 p.

2. Mogilevskiy V. D. *Metodologiya sistem* [Methodology of systems]. Moscow, Ekonomika Publ., 1999. 251 p.

3. Nichiporovich S. A., Kulak M. I., Trusevich N. E. *Organizatsionnoe upravlenie v poligraficheskoy promyshlennosti* [Organizational management in the printing industry]. Smolensk, Rusich Publ., 2004. 336 p.

4. Anfilatov V. S., Emel'yanov A. A., Kukushkin A. A. *Sistemnyy analiz v upravlenii* [System analysis in management]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2003. 368 p.

5. Volkova V. N., Denisov A. A. *Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza* [Basics of theory and systems analysis]. St. Petersburg, SPbGPU Publ., 2003. 520 p.

6. Kulak M. I., Nichiporovich S. A., Medyak D. M. *Metody teorii fraktalov v tekhnologicheskoy mekhanike i protsessakh upravleniya: poligraficheskie materialy i processy* [Methods of fractal theory in the process mechanics and control processes: printing materials and processes]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2007. 419 p.

7. Lutsenko E. V. *Avtomatizirovannyi sistemno-kognitivnyy analiz v upravlenii aktivnymi ob'ektami* [An automated system-cognitive analysis in the management of active objects]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2002. 605 p.

8. Lutsenko E. V., Korzhakov V. E. Quantitative measures of a level of systematization and a degree of determinancy within the framework of STI. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta* [The Bulletin of the Adygea State University], 2006, no. 4, pp. 169–177 (In Russian).

9. Trusevich N. E., Baburko E. P., Kulak M. I. Quantitative assessment of systemic organizational structures of management. *Trudy BGTU* [Proceeding of BSTU], 2016, no. 9: Publishing and Printing, pp. 72–76 (In Russian).

10. Trusevich N. E., Baburko E. P. Comparative analysis of organizational management structures: information approach. *Skorinovskie chteniya 2016: kniga kak fenomen kul'tury, iskusstva, tekhnologii: materialy II Mezhdunarodnogo foruma* [Scorina readings 2016: book like a phenomenon of culture, art, technology: materials of the International forum], Minsk, 2016, pp. 264–268 (In Russian).

11. Shannon K. *Raboty po teorii informatsii i kibernetike* [Work on information theory and cybernetics]. Moscow, Izd-vo inostrannoy literatury Publ., 1963. 830 p.

12. Lutsenko E. V. Quantification of level of a system, based on information measures of K. Shannon (building rate of emergence of Shannon). *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific journal of the KubSAU], 2012, no. 79 (05), pp. 1–57 (In Russian).

13. Volkova V. N., Denisov A. A. *Teoriya sistem i sistemnogo analiza* [Theory of systems and systems analysis]. Moscow, Yurayt Publ., 2014. 616 p.

14. Tsvirkun A. D. *Osnovy sinteza struktury slozhnykh sistem* [Fundamentals of synthesis of the structure of complex systems]. Moscow, Nauka Publ., 1982. 200 p.

Информация об авторе

Трусевич Надежда Эдуардовна — кандидат экономических наук, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: trusevich@belstu.by

Information about the author

Trusevich Nadezhda Eduardovna — PhD (Economics), Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: trusevich@belstu.by

Поступила 15.08.2017