

Информационный анализ и синтез организационной структуры уникального проекта методами классической теории управления

Александр Н. Десятириков	¹	n.n.tolstih@sozvezdie.su
Юрий Б. Нечаев	²	nechaev_ub@mail.ru
Елена Н. Десятирикова	³	science2000@ya.ru
Артем Ю. Шестопалов	⁴	

¹ ЗАО «ОФС «Связьстрой-1 ВОКК», ул. Заводская, 1, индустриальный парк «Масловский», Новоусманский р-он, Воронежская обл., Россия

² Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия

³ Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, Воронеж, 394000, Россия

⁴ АО «ВЦКБ «Полус», Краснодарская ул., 16Б, Воронеж, 394019, Россия

Аннотация. Формирование организационной структуры уникального проекта (не имеющего прототипов) относится к общей проблеме оптимизации управления процессами в необратимых системах различного типа. При этом увеличение размерности системы требует построения моделей не только частных ситуаций предметной среды, но и моделей, учитывающих характер динамики изменения параметров процесса управления на всем горизонте планирования. В статье рассмотрена задача с позиции теории информации, позволяющей наиболее абстрактным способом (не ограничиваясь рамками определенной предметной области) провести моделирование и оптимизацию структуры системы управления сложным, не имеющим аналогов проектом. Информация в экономической системе неоднородна, вероятностна и имеет различные количественные характеристики, в разной степени используемые при моделировании сложных процессов управления. Проблема синтеза структуры организационной системы управления включает выбор числа уровней и подсистем, а также принципов организации управления; синтез структуры системы сбора, передачи и обработки информации; решение вопросов, связанных с оптимизацией иерархии построения системы, обеспечивающей эффективное выполнение функций управления и достижение поставленных целей. В задачах анализа и синтеза организационной структуры уникальных проектов использован аппарат передаточных функций классической теории управления. Моделирование организационной структуры проведено на максимально абстрактном уровне в терминах теории информации. Предложена методика оптимизации организационной структуры с учётом принципа информационной ценности ресурсов системы управления. Представление процесса управления как переходного процесса (динамического процесса преобразования информации) позволяет согласовать динамические характеристики аппаратных средств системы управления и человеческого фактора, оперирующего в ней.

Ключевые слова: классическая теория управления, системный анализ, теория информации, программно-целевой подход, организационная структура, уникальный проект

Information analysis and synthesis of the organizational structure of the unique project in the classical control theory

Aleksandr N. Desyatirikov	¹	n.n.tolstih@sozvezdie.su
Yuriy B. Nechaev	²	nechaev_ub@mail.ru
Elena N. Desyatirikova	³	science2000@ya.ru
Artem Yu. Shestopalov	⁴	

¹ CJSC "OFS "Svyazstroy-1 VOKK", Zavodskaya str., 1, Industrial Park Maslovskiy, Voronezhskaya region, Russia

² Voronezh state university, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394018, Russia

³ Voronezh state technical university, Moscow av., 14, Voronezh, 394000, Russia

⁴ JSC "VTsKB" Polus, Krasnodonskaya str., 16B, Voronezh, 394019, Russia

Abstract. The formation of the organizational structure of a unique project (without prototypes) refers to the general problem of optimizing the management of processes in irreversible systems of various types. At the same time, an increase in the dimension of the system requires the construction of models not only for particular situations of the objective environment, but also for models that take into account the nature of the dynamics of changes in the parameters of the management process throughout the planning horizon. The article considers the problem from the perspective of information theory, which allows the most abstract method (not limited to a specific subject area) to carry out modeling and optimization of the structure of a control system with a complex, unparalleled project. Information in the economic system is heterogeneous, probabilistic, and has various quantitative characteristics, used to varying degrees in the modeling of complex management processes. The problem of synthesizing the structure of an organizational management system includes the choice of the number of levels and subsystems, as well as the principles of management organization; synthesis of the structure of the system for collecting, transmitting and processing information; addressing issues related to optimizing the hierarchy of the system, ensuring the effective performance of management functions and the achievement of goals. In the tasks of analysis and synthesis of the organizational structure of unique projects, the apparatus of the transfer functions of the classical control theory is used. The organizational structure was modeled at the most abstract level in terms of information theory. The proposed method of optimizing the organizational structure, taking into account the principle of the information value of the resources of the management system. The representation of the management process as a transitional process (a dynamic process of information transformation) allows to reconcile the dynamic characteristics of the control system hardware and the human factor operating in it.

Keywords: control theory, system analysis, information theory, program-target approach, organizational structure, unique project

Для цитирования

Десятириков А.Н., Нечаев Ю.Б., Десятирикова Е.Н., Шестопалов А.Ю. Информационный анализ и синтез организационной структуры уникального проекта методами классической теории управления // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 463–470. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-463-470

For citation

Desyatirikov A.N., Nechaev Yu.B., Desyatirikova E.N., Shestopalov A.Yu. Information analysis and synthesis of the organizational structure of the unique project in the classical control theory. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 463–470. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-4-463-470

Введение

Задача формирования организационной структуры уникального проекта (не имеющего прототипов) относится к общей проблеме оптимизации управления процессами в необратимых системах различного типа (термодинамических, биологических, социально-экономических и др.). При этом увеличение размерности системы требует построения моделей не только частных ситуаций предметной среды, но и моделей, учитывающих характер динамики изменения параметров процесса управления на всем горизонте планирования. Известны различные способы представления ситуационных систем управления, реализующие как эвристические рекомендации [1], так и модельный аппарат с элементами оптимизации [2], а также с использованием нечетких динамических семантических сетей [3]. Мы предлагаем рассматривать соответствующую задачу с позиций теории информации, позволяющей наиболее абстрактным способом (не ограничиваясь рамками определенной предметной области) провести моделирование и оптимизацию структуры системы управления сложным, не имеющим аналогов проектом. Однако для наглядности изложения в дальнейшем будем говорить об управлении социально-экономическими системами, что, несомненно, актуально и обусловлено возникновением и реализацией новых организационных механизмов и другими факторами, требующими разработки и внедрения научно-технических основ построения организационных систем управления, адекватных современным условиям и требованиям общественной жизни.

Проблема синтеза структуры организационной системы управления включает выбор числа уровней и подсистем, а также принципов организации управления; синтез структуры системы сбора, передачи и обработки информации; решение вопросов, связанных с оптимизацией иерархии построения системы, обеспечивающей эффективное выполнение функций управления и достижение поставленных целей. Кроме того, необходимо предусмотреть активный характер управляющей системы и разработать систему стимулирования ее активных элементов. Отсюда возникает (дополнительно) задача разработки единого критерия качества функционирования системы управления.

В свою очередь, организационные системы управления характеризуются сложностью, обусловленной большим числом входящих в них элементов и выполняемых ими функций, высокой степенью связности элементов, территориальной распределенностью и иерархичностью

построения, тесным взаимодействием функциональных подсистем, слабой формализуемостью алгоритмов выбора управленческих решений, необходимостью реализации принципов программно-целевого управления и большими объемами перерабатываемой информации.

Под структурой организационной системы управления понимается форма распределения задач и полномочий по принятию решений между ЛПР или структурными подразделениями, составляющими организационную систему [2]. Структура дерева целей обычно является основой проектирования организационной структуры системы управления проектом, где *иерархия* целей определяет ранжирование сообщений и режим их передачи, а *формулировка* целей и критериев содействует проектированию наиболее содержательных показателей учета и отчетности.

Технология построения дерева целей и критериев методически обеспечивает организацию функционирования экономико-информационной управляющей системы и состоит в следующем [4]: первый уровень выражает обычно общую глобальную цель реализации крупного проекта, а второй, третий и четвертый уровни – общие социально-политические, экономические и другие цели и критерии. На первых четырех уровнях, следовательно, группируется информация о целях и критериях. Начиная с четвертого уровня, детализация проблем управления проектом доходит до программ конкретных мероприятий, осуществляемых комплексами подсистем. Это означает, что на четвертом–шестом уровнях происходит организация (упорядочение) информации о средствах достижения целей высших уровней – общих целей проекта. Ниже шестого уровня производится дальнейшая дезагрегация информации – ставятся отдельные конкретные задания по отраслям производства и конкретным подразделениям управляемых экономических структур, вплоть до формулировки конкретных работ, осуществляемых элементарными структурными подсистемами экономической системы для достижения общих целей. Таким образом, на нижнем уровне иерархии управляющей системы решаются конкретные прикладные задачи, причем доля задач, решаемых в автоматическом режиме, достаточно высока. При повышении уровня управления в иерархии СУ БЭС возрастает доля задач информационно-справочного обслуживания процесса управления, а также увеличивается степень использования комплекса программ, решающих задачи поддержки процесса управления на основе знаний в реальном масштабе времени [5].

Использование в управлении информационных технологий требует наличия информационных критериев оптимального функционирования системы управления (СУ). Эффективность функционирования СУ можно оценить с привлечением информационных показателей целевой и технологической эффективности СУ, которые будут введены ниже. Неоптимальность функционирования СУ характеризуется относительным значением некоторого «ущерба» (последствиями от недостижения целей в единицу времени, выражающимися в возможном уменьшении степени достижения вышестоящих по иерархии целей) из-за неполного достижения цели при всех возможных ситуациях, встречающихся в системе.

В литературе по системному анализу рассмотрение зависимости достижения целей от достижения подцелей ведется на деревьях целей, основой построения которых является поуровневая детализация целей на подцели. Все подцели одной цели в отношении их влияния на цель можно разбить на две группы – определяющие и дополняющие. Определяющая подцель – это подцель, полное недостижение которой приводит к полному недостижению цели, а полное достижение цели возможно только при полном достижении каждой из этих подцелей, т. е. достижение таких подцелей является необходимым условием достижения цели. Кроме того, необходимым условием достижения цели при всех достигнутых подцелях является эффективная работа узла управления, ответственного за достижение цели. Дополняющая подцель – это такая подцель, полное

недостижение которой приводит к частичному недостижению цели (достаточные условия достижения цели).

Результаты и обсуждение

При анализе процессов функционирования совокупность целей и подцелей в большинстве случаев не удастся представить как «чистые» деревья, поскольку картина осложняется присутствием перекрестного влияния подцелей и обратного влияния достижения целей на достижение подцелей, а также наличием узлов управления, ответственных за достижение целей и подцелей.

Учет характера связей дерева целей удобно проводить следующим образом. Пусть задана цель d , находящаяся на $(m + 1)$ -м уровне иерархии целей, и n ее подцелей на m -м уровне (рисунок 1). Достижение цели d обеспечивается функционированием узла управления β . Положим, качество работы узла управления определяется только четырьмя показателями:

- 1* – преобразующими свойствами используемого алгоритма Φ^T (мощностью алгоритмов, применяемых в решении поставленных задач управления);
- 2* – количеством полезной осведомляющей информации, поступающей на вход узла управления I_o ;
- 3* – информационной эффективностью J^{1T} ;
- 4* – относительной мощностью исполнительных органов узла управления, или, что то же самое, – информационной производительностью J^{2T} .

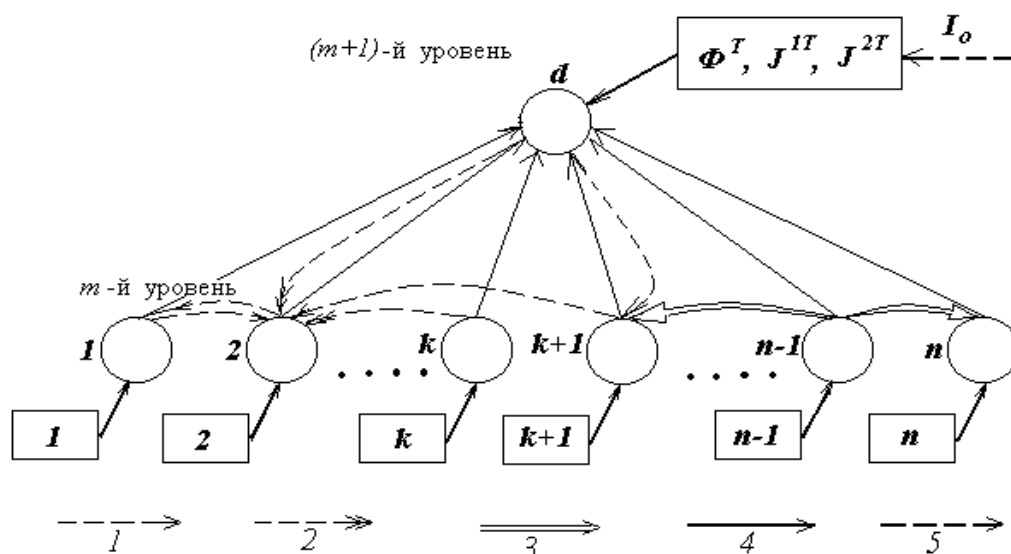


Рисунок 1. Метод построения иерархии целей: О – цели и подцели; □ – узлы управления; 1 – стимулирующие воздействия; 2 – тормозящие воздействия; 3 – компенсация за счет избыточной упорядоченности; 4 – управляющая информация; 5 – осведомляющая информация

Figure 1. A method of constructing a hierarchy of objectives: О – goals and subgoals; □ – management nodes; 1 – stimulating effect; 2 – inhibitory effects; 3 – payment due to excessive orderliness; 4 – management; 5 – inquire information

Достижение подцелей, в свою очередь, обеспечивается нижележащими «своими» подцелями. Таким образом, множество дуг графа дерева целей соответствует множеству отношений условий достижения целей верхних уровней. Так, например, цель $d^{(m-1)}$ достигается, если достигнуты цели $k_1^{(m)}, k_2^{(m)}, k_k^{(m)}, k_{n-1}^{(m)}, k_n^{(m)}$. Каждая из соответствующих им дуг на дереве целей характеризуется параметром значимости γ таким, что $\sum_{n_1=1}^{N_1^m} \gamma_{n_1}^m = 1$.

Это значит, что сумма стимулирующих дуг в вершине графа равна единице, что достигается соответствующей их нормировкой. Коэффициенты значимости определяющих целей (индекс n_1) на m -уровне дерева целей образуют матрицу «цели–средство» $Q^m = |q_{n_1}^m|$, сумма элементов каждой строки которой равна 1. Определение весовых коэффициентов системы целей иерархически упорядоченных операций может оказаться полезным при распределении ресурсов или финансировании на этапе формирования организационной системы управления.

Между целями и подцелями существует три вида связи: прямая (сверху вниз по иерархии), обратная и перекрестная (между подцелями на одном уровне иерархии). В свою очередь, эти связи могут быть: положительные (стимулирующие), вызывающие изменение неорганизованности того же знака; отрицательные (тормозящие), вызывающие изменение неорганизованности противоположного знака; компенсационные, вызывающие уменьшение неорганизованности противоположного знака; компенсационные, вызывающие уменьшение неорганизованности за счет избыточной организованности в других частях системы.

Введем в рассмотрение коэффициент организации z_{β} , который, очевидно, является функцией степени ответственности β -й подсистемы управления за достижение цели d (обозначим a_1) и четырех эквивалентных показателей $1^* - 4^*$:

$$z_{\beta} = f(a_1, \Phi^T, I_o, J^{IT}, J^{2T}).$$

Значение a_1 характеризует степень ответственности подсистемы управления за достижение d -цели. При $a_1 = 0$ цель – простое следствие связанных с ней подцелей: она достигается всякий раз, когда достигаются связанные с ней подцели без участия данной подсистемы управления. При $a_1 = 1$ подсистема управления несет полную ответственность за достижение цели d . Во всех промежуточных случаях исключение из процесса управления β -й подсистемы управления не влечет за собой полного недостижения

d -цели. Случай, когда $J^{IT} = 1$ и $J^{2T} = 1$, соответствует идеальной реализации потенциальных возможностей алгоритма Φ^T (методик принятия решения). Подсистема управления может обладать большими внутренними ресурсами, позволяющими ей компенсировать частично или полностью недостижение подцелей. Это будет соответствовать случаю, когда информационная надежность функционирования системы управления (формула (1) $J^{2T} = 1$ и, следовательно, при $J^{IT} = 1$ и $J^{2T} = 1$ $z_{\beta} > 1$).

Таким образом, задача оптимизации структуры управления сводится к максимизации организованности с учетом принципа информационной ценности. Другими словами, информационный ресурс $\sum_i I_{n_i}$ ($i = 1 \div 5$) СУ следует использовать оптимальным образом и только для переработки наиболее ценной (качественной) информации I_o , на основе которой действительно возможна выработка оптимальных (при заданных ограничениях на количество информации \mathfrak{I}_o) управляющих решений I_{np} , ведущих к достижению целей управления L_o :

$$\sum I_n \Rightarrow I_o \rightarrow I_{np}(L_o) \mid \mathfrak{I}_o.$$

Принцип информационной ценности позволяет учесть затраты информационного ресурса при определении эффективности функционирования системы управления проектом. При этом в качестве меры информации выступает вероятностная мера целесообразности управления, предложенная А.А. Харкевичем [6]:

$$I = \ln \frac{p_1}{p_0},$$

где p_0, p_1 – вероятности достижения цели управления до и после получения СУ информации соответственно.

Полученная информация может быть пустой, т. е. не изменять вероятности достижения цели, и в этом случае ее мера ценности равна нулю. В других случаях полученная информация может изменять положение дела в худшую сторону, т. е. уменьшать вероятность достижения цели, и тогда она будет дезинформацией. Это означает, что в общем случае при проектировании организационной структуры проекта необходимо учесть активный характер соответствующей системы и решать задачу стимулирования. Задача стимулирования заключается в назначении такой системы стимулирования, при которой активный элемент (АЭ) выбирает наиболее благоприятное для вышестоящего элемента управления действие. Решение данной задачи состоит в определении множества возможных действий АЭ для множества возможных систем стимулирования, выделении среди них действий,

доставляющих максимум целевой функции (это множество называется множеством реализуемых действий), после чего ищется система стимулирования, которая реализует наиболее благоприятное для центра действие [7].

Пользуясь описанной моделью, можно анализировать связи в иерархии целей и определять степень достижения целей на основании известных данных о достижении подцелей, а также степень целенаправленности функционирования системы путем построения иерархии целевой неорганизованности. Иерархия целевой неорганизованности системы представляет собой достаточно полную оценку целенаправленного функционирования всей многоуровневой системы.

После того как получены оценки степени целенаправленности, можно переходить к отысканию путей для уменьшения неорганизованности функционирования системы в отношении целей управления. При этом исходят из того, что величина неорганизованности на любом уровне зависит от следующих основных факторов:

- количественных и качественных показателей информации, используемой в управлении;
- показателей эффективности алгоритмов переработки информации с точки зрения управляющих воздействий и наблюдения за режимом;
- показателей реализуемости алгоритмов в структуре управления и условий информационной стыковки ЛПР и технических средств системы управления.

Качество процесса управления во многом определяется своевременностью принятия решений. Учитывая, что (по условиям задачи) скорость принятия решения не зависит от квалификации органов управления, а определяется лишь структурой системы управления, получим информационные критерии оптимальности структуры СУ.

Вообще говоря, в широком смысле понятие эффективности является интегральной характеристикой системы управления, зависящей от всех ее свойств, обеспечивающих выполнение главных целей функционирования экономической системы. Показатель эффективности СУ является многокомпонентным вектором, и эффективность управления представляет собой наиболее актуальную в экономических системах компоненту этого вектора — особенно в условиях высокой степени информатизации управления.

При определении интегральной технологической эффективности большой системы управления с известной структурой вполне применимы правила действий над передаточными функциями, используемыми в теории управления [8]. Поэтому основным здесь является

вопрос информационного описания единичного элемента (локального узла) управления.

Для отдельных подсистем большой системы управления определен ряд информационных показателей технологической эффективности i -го информационного узла СУ [9].

• Коэффициент рациональности использования информационного ресурса, или, другими словами, коэффициент информационно-технологической эффективности i -й подсистемы управления:

$$J_i^{1T} = \frac{\Phi_i^T}{\Phi_i^T + I_i}, \quad 0 < J_i^1 < 1,$$

где I_{ni} — количество преобразующей информации, содержащееся в i -й подсистеме и определяющее информационные, материальные и энергетические затраты данной структурной подсистемы СУ на преобразование содержательной информации; Φ_i^T — мера технологического эффекта, получаемого от данного узла СУ в результате выполнения работы информационно-управленческого типа.

Информационная производительность i -й подсистемы СУ:

$$J_i^{2T} = \frac{\Phi_i^T}{\tau},$$

где τ — среднее время между моментами принятия решений в i -й подсистеме.

Информационная надежность функционирования i -й подсистемы

$$J_i^{3T} = \Phi_i^T / H(I_i), \quad 0 < J_i^3 \leq 1; \quad (1)$$

очевидно, $J_i^{3T} = \max \{J_i^{3T}\} = 1$ в случае отсутствия дестабилизирующих факторов.

Имея в виду вероятностный характер величин в (1), для сложной многоуровневой системы управления большим проектом при последовательном принятии решений на каждом из n уровней иерархии обработки информации в n -подсистемах в целом показатель информационной надежности всей СУ имеет вид

$$J^{3T} = \prod_{i=1}^n J_i^{3T} < \min \{J_i^{3T}\}.$$

Это означает, что при абсолютной централизации управления адаптационные возможности структур управления обратно зависят от сложности иерархической СУ, и для улучшения жизнеспособности проекта часть функций управления должна быть делегирована от высших руководящих органов на нижестоящие уровни системы управления.

Применим ту же цепь рассуждений для обсуждения целевой эффективности СУ. Управление проектом как целенаправленный процесс имеет конечным итогом такое преобразование осведомляющей информации I_0 в информацию принятия решения I_{np} (а с учетом исполняющей решения подсистемы – в управляющую информацию I_y), которое обеспечило бы заданную траекторию всей системы в целом. По-прежнему пользуемся общим видом функционала эффективности, имеем в виду, что целевая эффективность каждой подсистемы, находящейся на некотором уровне иерархии СУ проектом, также является функционалом вида

$$\Phi_i^H = \Phi_i^H(\phi_i \langle I_{i-1}, I_i, Z_i \rangle)$$

и определяется как комбинаторная мера разнообразия общесистемного тезауруса Ю. Шрейдера:

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{ц}} &= \max \{I_z(I_0, T)\} = \\ &= \max \{\ln[T(O_m / T)]\}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi^T(f) &= \sum_i p(m_i^l) \ln[p(m_i^l)] - \sum_k p(m_{i-1}^k) \sum_l p(m_i^l | m_{i-1}^k) \ln[p(m_i^l | m_{i-1}^k)] = \\ &= H(I_i) - \sum_k p(m_{i-1}^k) p(m_i^l | m_{i-1}^k) H(I_i | m_{i-1}^k) = H(I_i) - \sum_k p(m_{i-1}^k) H(I_i | m_{i-1}^k). \end{aligned} \quad (2)$$

Выражение (2) представляет собой информационную меру технологической эффективности функционирования каждой из штатных единиц элемента управления.

В таких обозначениях можно говорить о следующих информационных показателях целевой эффективности i -й подсистемы СУ.

Производительность i -й подсистемы управления (с точки зрения целевой функции имеет смысл информационно-преобразующей способности подсистемы):

$$J_i^{1...} = \frac{\Phi_i^{...}}{\tau},$$

где τ – среднее время принятия решения в подсистеме управления.

Информационная обеспеченность процесса управления:

$$\begin{aligned} J^{2...} &= \frac{I_{\text{цк}}^{...}}{I_z(T)} = \frac{\Phi^{...} + I_0 + I_z(T)}{I_z(T)} = \\ &= 1 + \frac{\Phi^{...} + I_0}{I_z(T)}, \end{aligned}$$

где $I_{\text{общ}}$ – общее количество информации, которое находится в i -й подсистеме; $I^{(0)}$ – количество информации в информационной базе i -й подсистемы.

где $I_z(M, T)$ – количество семантической информации в СУ, зависящее от тезауруса T системы управления и объема поступающей в СУ информации I_0 .

Степень управляемости в данной подсистеме управления, а значит и ее технологическая эффективность определяется состоянием функционала Φ^T , представляющего собой информацию связи двух величин m_{i-1}^k и m_i^l (где $m_{i-1}^k \in I_{i-1}$ и $m_i^l \in I_i$ – составляющие исходного и преобразованного информационных потоков).

Вид такого функционала известен ([10], стр. 187):

$$\Phi^T(f) = \ln \frac{p(m_{i-1}^k, m_i^l)}{p(m_{i-1}^k) \cdot p(m_i^l)} = H(m_i^l) - H(m_i^l | m_{i-1}^k),$$

где $H(\cdot)$ – шенноновское количество информации.

Усредним по всем парам m_{i-1}^k , m_i^l сообщений в исходном I_{i-1} и преобразованном I_i информационных массивах (ИМ):

Коэффициент информационного усиления:

$$J^{3...} = \frac{I_{\text{цк}}^{...}}{\Phi^{...}} = \frac{\Phi^{...} + I_0 + I_z(T)}{\Phi^{...}} = 1 + \frac{I_z(T) + I_0}{\Phi^{...}}.$$

Заключение

Информация в экономической системе неоднородна, вероятностна и имеет различные количественные характеристики, в разной степени используемые при моделировании сложных процессов управления. Так, преобразование информации в каждой подсистеме СУ протекает во времени. При этом преобразующий функционал Φ^H вполне характеризует свойства алгоритма по отношению к решению частной целевой задачи элемента СУ, но никак не определяет динамику процесса управления в СУ проектом. Учет динамических свойств локальной системы управления необходим при синтезе распределенной структуры СУ. Кроме того, представление процесса управления как переходного процесса (динамического процесса преобразования информации) позволяет согласовать динамические характеристики аппаратных средств СУ и человеческого фактора, оперирующего в ней.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Desyatirikova E.N., Belousov V.E., Fedosova S.P., Ievleva A.A. DSS design for risk management of projects // 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies". St. Petersburg: IEEE, 2017. P. 492–495. doi: 10.1109/ITMQIS.2017.8085869
- 2 Chernenkaya L.V., Desyatirikova E.N., Belousov V.E., Chepelev S.A. et al. Optimal planning of distributed control systems with active elements // 2017 IEEE 2nd International Conference on Control in Technical Systems. St. Petersburg: IEEE, 2017. P. 39–42. doi: 10.1109/CTSYS.2017.8109482
- 3 Mager V.E., Belousov V.E., Desyatirikova E.N., Tzaregorodtceva O.V. et al. Modeling the Inverse Problem of Knowledge Synthesis for a Flexible Production System // 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). Moscow: IEEE, 2018. P. 1117–1120. doi: 10.1109/ElConRus.2018.8317286
- 4 Лутченко Т.В., Нечаев Ю.Б., Шестопалов А.Ю. Модель формирования стратегии развития предприятия, входящего в интегрированную структуру ОПК // Теория и техника радиосвязи. 2016. № 4. С. 108–114.
- 5 Пашченко Ф.Ф., Чернышев К.Р. Методы и системы управления и идентификации на основе знаний // АиТ. 2000. № 2. С. 3–28.
- 6 Харкевич А.Л. О ценности информации // Проблемы кибернетики. Вып. 4. М.: Физматгиз, 1960. С. 53–57.
- 7 Коргин Н.А. Задачи стимулирования и обменные схемы // АиТ. 2001. № 10. С. 147–153.
- 8 Десятириков А.Н., Гасилов В.В., Десятирикова Е.Н. Информационный подход к синтезу организационной структуры уникального проекта // Системы управления и информационные технологии. 2006. Т. 23. № 1.2. С. 237–241.
- 9 Ловцов Д.А. Информационные показатели эффективности функционирования АСУ сложными динамическими объектами // АиТ. 1994. № 12. С. 143–150.
- 10 Стратонович Р.Л. Теория информации. М.: Сов. Радио. 1975. 424 с.
- 11 Рзун И.Г., Старкова Н.О. Формирование модели управления брендом региона // Вестник НГИЭИ. 2016. № 9 (64). С. 54–64.
- 12 Хорев А.И., Овчинникова Т.И., Пахомов А.И., Кобелева С.В. Методические подходы к анализу экономической безопасности инновационно-инвестиционных проектов в продовольственном комплексе // Вестник ВГУИТ. 2013. № 4 (58). С. 241–254.

REFERENCES

- 1 Desyatirikova E.N., Belousov V.E., Fedosova S.P., Ievleva A.A. DSS design for risk management of projects. 2017 International Conference "Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies". St. Petersburg, IEEE, 2017. pp. 492–495. doi: 10.1109/ITMQIS.2017.8085869
- 2 Chernenkaya L.V., Desyatirikova E.N., Belousov V.E., Chepelev S.A. et al. Optimal planning of distributed control systems with active elements. 2017 IEEE 2nd International Conference on Control in Technical Systems. St. Petersburg, IEEE, 2017. pp. 39–42. doi: 10.1109/CTSYS.2017.8109482
- 3 Mager V.E., Belousov V.E., Desyatirikova E.N., Tzaregorodtceva O.V. et al. Modeling the Inverse Problem of Knowledge Synthesis for a Flexible Production System. 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus). Moscow, IEEE, 2018. pp. 1117–1120. doi: 10.1109/ElConRus.2018.8317286
- 4 Lutchenko T.V., Nechaev Yu.B., Shestopalov A.Yu. Model of formation of the development strategy of the enterprise, which is included in the integrated structure of the defense industrial complex. *Teoriya i tekhnika radiosvyazi* [Theory and technology of radio communication]. 2016. no. 4. pp. 108–114. (in Russian).
- 5 Pashchenko F.F., Chernyshev K.R. Methods and systems of management and identification based on knowledge. *AiT* [AiT]. no. 2. pp. 3–28. (in Russian).
- 6 Kharkevich A.L. On the value of information. *Problemy kibernetiki* [Problems of Cybernetics. Issue 4]. Moscow, Fizmatgiz, 1960. pp. 53–57. (in Russian).
- 7 Korgin N.A. Incentive tasks and exchange schemes. *AiT* [AiT]. 2001. no. 10. pp. 147–153. (in Russian).
- 8 Desyatirikov A.N., Gasilov V.V., Desyatirikova E.N. Informational approach to the synthesis of the organizational structure of a unique project. *Sistemy upravleniya i informacionnye tekhnologii* [Control Systems and Information Technologies]. 2006. vol. 23. no. 1.2. pp. 237–241. (in Russian).
- 9 Lovtsov D.A. Information indicators of the effectiveness of the functioning of automated control systems of complex dynamic objects. *AiT* [AiT]. 1994. no. 12. pp. 143–150. (in Russian).
- 10 Stratonovich R.L. *Teoriya informacii* [Information theory]. Moscow, Sov. Radio, 1975. 424 p. (in Russian).
- 11 Rzun I.G., Starkova N.O. Formation of the model of brand management in the region. *Vestnik NGIEI* [Herald NGIEI]. 2016. no. 9 (64). pp. 54–64. (in Russian).
- 12 Khorev A.I., Ovchinnikova T.I., Pakhomov A.I., Kobeleva S.V. Methodical approaches to the analysis of economic security of innovation and investment projects in the food industry. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2013. no. 4 (58). pp. 241–254. (in Russian).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Н. Десятириков к.э.н., руководитель проекта, ЗАО «ОФС «Связьстрой-1 ВОКК», ул. Заводская, 1, промышленный парк «Масловский», Новоусманский р-он, Воронежская обл., Россия, n.n.tolstih@sozvezdie.su

Юрий Б. Нечаев д.ф.-м.н., профессор, кафедра информационных систем, Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, г. Воронеж, 394018, Россия, nechaev_ub@mail.ru

Елена Н. Десятирикова д.э.н., профессор, кафедра систем управления и информационных технологий в строительстве, Воронежский государственный технический университет, Московский пр-т, 14, Воронеж, 394000, Россия, science2000@ya.ru

Артем Ю. Шестопалов заместитель начальника, АО «ВЦКБ «Полус», Краснодарская ул., 16Б, Воронеж, 394019, Россия

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Александр Н. Десятириков консультация в ходе исследования

Юрий Б. Нечаев консультация в ходе исследования

Елена Н. Десятирикова обзор литературных источников по исследуемой проблеме, выполнила расчёты

Артем Ю. Шестопалов написал рукопись, корректировал её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 02.08.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.08.2018

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Aleksandr N. Desyatirikov Cand. Sci. (Econ.), project manager, CJSC "OFS "Svyazstroy-1 VOKK", Zavodskaya str., 1, Industrial Park Maslovskiy, Voronezhskaya region, Russia, n.n.tolstih@sozvezdie.su

Yuriy B. Nechaev Dr. Sci. (Phys.-Math.), professor, information systems department, Voronezh state university, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394018, Russia, nechaev_ub@mail.ru

Elena N. Desyatirikova Dr. Sci. (Econ.), professor, management systems and information technologies in construction department, Voronezh state technical university, Moscow av., 14, Voronezh, 394000, Russia, science2000@ya.ru

Artem Yu. Shestopalov deputy chief, JSC Polus, Krasnodonskaya str., 16B, Voronezh, 394019, Russia

CONTRIBUTION

Aleksandr N. Desyatirikov consultation during the study

Yuriy B. Nechaev consultation during the study

Elena N. Desyatirikova review of the literature on an investigated problem, performed computations

Artem Yu. Shestopalov wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 8.2.2018

ACCEPTED 8.20.2018