

С. А. Кудж

Многоаспектность рассмотрения сложных систем

Статья анализирует эволюцию понятия сложная система. Показано что системный анализ имеет корни в кибернетике. В статье описаны разные аспекты рассмотрения сложной системы. Каждый аспект дает модель сложной системы. Описаны характерные признаки системы: подсистемы, связи, элементы, состояние и взаимодействие.

Ключевые слова: философия информации, сложная система, системный анализ, модели системы, свойства системы, признаки системы.

S. A. Kudzh

Multidimensionality consideration of complex systems

Article analyses the evolution of the concept of a complex system. It is shown that systematic analysis has roots in cybernetics. The article examines different aspects of the review of a complex system. Every aspect of the model of a complex system. Describes the characteristic features of the system: the subsystem, communication, elements, status and interaction.

Keywords: philosophy of information, complex system, system analysis, system model, system properties, signs of the system.

Философия — наука обобщающая достижения в других науках и наука, которая является источником возникновения новых научных направлений. Философия способствует интеграции наук, организации взаимосвязей и взаимодействию между различными научными направлениями [1].

В 30-е годы двадцатого столетия философия явилась источником возникновения обобщающего направления, названного теорией систем. Основоположником этого направления считается биолог Л. фон Берталанфи.

Важный вклад в становление теории систем внес в начале XIX века (еще до Л. фон Берталанфи) А.А.Богданов. Однако, в силу исторических причин предложенная им всеобщая организационная наука тектология не нашла распространения и практического применения.

В нашей стране первоначально теорию систем активно развивали философы, ими были разработаны концептуальные основы, терминологический аппарат, исследованы закономерности функционирования и развития сложных систем, поставлены другие проблемы, связанные с философскими и общенаучными основами системных исследований.

Однако поскольку философская терминология не всегда легко применяется в практической деятельности, то дальнейшее развитие теории систем было связано с формализацией и «технологизацией» [2] этого направления. В 60-е

годы при постановке и исследовании сложных проблем проектирования и управления довольно широкое распространение получил термин «системотехника».

Применительно к задачам управления пространство получил термин «кибернетика», введенный М.А.Ампером (от «kiber» — кормчий, рулевой, управляющий чем-то), принятый для названия новой «науки об управлении в живых организмах и машинах» Н.Винером [3].

Долгое время в СССР кибернетика не признавалась наукой. С 1959 в СССР была поставлена комплексная проблема «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. Председателем научного совета по комплексной проблеме «Кибернетика» был назначен Аксель Иванович Берг. Он возглавлял координацию исследований по кибернетике. Именно он внес значительный вклад в становление в СССР бионики, технической кибернетики, структурной лингвистики, искусственного интеллекта.

А.И. Берг развивал точку зрения, согласно которой кибернетика была не просто системой наук, а являлась методом познания окружающего мира. Она требовала нового стиля инженерного и научного мышления, но создавала при этом источник новых идей и технических решений.

Кибернетика для А.И. Берга являлась объединяющим началом, теоретического и методологического синтеза, охватывавшего проблемы

знания, математики, теории познания, психологии (когнитологии) мировоззренческие и пр.

Аксель Иванович определял кибернетику как комплексное научное направление, исследующее сложные системы в аспекте управления и информационных потоков и решающую при этом проблему оптимизации протекающих в них процессов. При этом А.И. Берг фактически выходил за пределы этого определения, поддерживая в качестве «кибернетических» направлений структурную лингвистику и математические модели в науке о живой природе, и математические методы в праве и социологии, и «кибернетику культуры».

Однако в настоящее время термин кибернетика используется в более узком смысле как одно из направлений теории систем, занимающееся процессами управления техническими объектами. А для обобщения дисциплин, связанных с исследованием и проектированием сложных систем, используется термин системные исследования, иногда используется термин системный подход.

Наиболее конструктивным из направлений системных исследований в настоящее время считается системный анализ, который появился в связи с задачами военного управления в 1948 г. Этот термин используется также неоднозначно [2]. В одних работах системный анализ определяется как «приложение системных концепций к функциям управления, связанным с планированием». В других — термин «системный анализ» употребляется как синоним термина «анализ систем».

К числу задач, решаемых теорией систем, относят: построение структуры системы; организация взаимодействия между подсистемами и элементами; учет влияния внешней среды; выбор оптимальной структуры системы; выбор оптимальных алгоритмов функционирования системы.

Теория систем развивается в двух направлениях [4, 5]. Первое направление — феноменологический подход (иногда называемый причинно-следственным или терминальным). Это направление связано с описанием любой системы как некоторого преобразования входных воздействий (стимулов) в выходные величины (реакции).

Второе направление развития теории систем — разработка теории сложных целенаправленных систем [6, 7]. В этом направлении описание системы производится с позиций достижения ее некоторой цели или выполнения некоторой функции.

В настоящее время нет строгого единства в определении понятия «система». Это обусловлено с одной стороны полисемией и многоаспектностью этого понятия. С другой стороны это «человеческая слабость» применения догмы одномерности [8] — попытки сложное или общее

понятие разъяснить только с помощью одного определения.

Именно многоаспектность понятия «система» приводит к множеству определений в зависимости от аспекта рассмотрения и выбора доминирующих признаков в этом понятии [9].

В первых определениях системы говорится о том, что система — это элементы и связи (отношения) между ними. Например, основоположник теории систем, Людвиг фон Бергаланфи определял систему как комплекс взаимодействующих элементов или как совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой. А.Холл определяет систему как множество предметов вместе со связями между предметами и между их признаками.

Позднее в определениях системы появляется понятие цели. Так, в «Философском словаре» система определяется как «совокупность элементов, находящихся в отношениях и связях между собой определенным образом и образующих некоторое целостное единство».

В последнее время в определение понятия системы наряду с элементами, связями и их свойствами и целями [10] начинают включать наблюдателя [11], хотя впервые на необходимость учета взаимодействия между исследователем и изучаемой системой указал один из основоположников кибернетики У.Р.Эшби.

М.Месарович и Я.Такахара в книге «Общая теория систем» считают, что система — «формальная взаимосвязь между наблюдаемыми признаками и свойствами» [12].

Таким образом, в зависимости от количества учитываемых факторов, степени обобщения, аспекта рассмотрения, уровня исследований и других факторов трактовку понятия «система» можно представить в разных формах [13]. Рассмотрим понятие система с учетом разных аспектов рассмотрения.

1. Аспект целостности Система есть нечто целое:

$$S=A(1,0)$$

Это определение выражает факт существования и целостность. Двоичное суждение $A(1,0)$ отображает наличие (1) или отсутствие (0) этих качеств.

2. Аспект множественности элементов Система есть организованное множество (Темников Ф.Е.):

$$S=(\text{орг}, M),$$

где орг — оператор организации; М — множество.

3. Аспект множественности свойств и отношений. Система есть множество вещей, свойств и отношений (Уемов А.И.):

$$S=(\{t\}, \{n\}, \{r\}),$$

где t — вещи, n — свойства, r — отношения.

4. Аспект структурности. Система есть множество элементов, образующих структуру и

обеспечивающих определенное поведение в условиях окружающей среды:

$$S=(\varepsilon, ST, BE, E),$$

где ε – элементы, ST – структура, BE – поведение, E – среда.

5. Аспект взаимодействия системы через входы и выходы. Система есть множество входов, множество выходов, множество состояний, характеризуемых оператором переходов и оператором выходов:

$$S=(X, Y, Z, H, G),$$

где X – входы, Y – выходы, Z – состояния, H – оператор переходов, G – оператор выходов. Это определение учитывает все основные компоненты, рассматриваемые в автоматике.

6. Аспект самоорганизации. Это определение оперирует понятиями модели F, связи SC, пересчета R, самообучения FL, самоорганизации FQ, проводимости связей CO и возбуждения моделей JN:

$$S=(F, SC, R, FL, FO, CO, JN).$$

Данное определение удобно при нейрокибернетических исследованиях.

7. Аспект управления [14]. Если определение 5 дополнить фактором времени и функциональными связями, то получим определение системы, которым обычно оперируют в теории автоматического управления:

$$S=(T, X, Y, Z, \Omega, V, \eta, \varphi),$$

где T – время, X – входы, Y – выходы, Z – состояния, Ω – класс операторов на выходе, V – значения операторов на выходе, η – функциональная связь в уравнении $y(t_2)=\varphi(x(t_1), z(t_1), t_2)$, φ – функциональная связь в уравнении $z(t_2)=\varphi(x(t_1), z(t_1), t_2)$.

8. Аспект организации. Для организационных систем [15] удобно в определении системы учитывать следующее:

$$S=(PL, RO, RJ, EX, PR, DT, SV, RD, EF),$$

где PL – цели и планы, RO – внешние ресурсы, RJ – внутренние ресурсы, EX – исполнители, PR – процесс, DT – помехи, SV – контроль, RD – управление, EF – эффект.

Последовательность определений можно продолжить [15], но главная идея состоит в том, что чем больше аспектов рассмотрения тем больше параметров описания появляется в определении системы.

В качестве базового определения понятия системы в литературе по теории систем часто рассматривается следующее: система – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство [4].

Под системой, понимается объект свойства, которого не сводятся без остатка к свойствам составляющих его дискретных элементов. Интегративное свойство системы обеспечивает ее целостность, качественно новое образование по сравнению с составляющими ее частями [16].

Любой элемент системы можно рассматривать как самостоятельную систему, как правило, более низкого порядка. Каждый элемент системы описывается своей функцией. Под функцией понимается присущие живой и костной материи вещественно-энергетические и информационные отношения между входными и выходными процессами. Если такой элемент обладает внутренней структурой, то его называют подсистемой, такое описание может быть использовано при реализации методов анализа и синтеза систем.

Это нашло отражение в одном из принципов системного анализа – законе системности, говорящим о том, что любой элемент может быть либо подсистемой в некоторой системе либо, подсистемой среди множества объектов аналогичной категории. Элемент всегда является частью системы.

При описании системы целесообразно применять наиболее значимые компоненты, влияющие на ее функционирование и сформулировать рабочие описание системы. Поэтому важно рассмотреть основные понятия, характеризующие строение и функционирование систем.

Структура. Структура является определяющей характеристикой системы. Это понятие происходит от латинского слова «structure», означающего строение, расположение, порядок. Структура отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами и их группами (компонентами, подсистемами), которые мало меняются при изменениях в системе и обеспечивают существование системы и ее основных свойств. Структура – это совокупность элементов и связей между ними. Структура может быть представлена графически, в виде теоретико-множественных описаний, матриц, графов и других языков моделирования структур.

Стереотипно структуру часто представляют в виде иерархии. Это обусловлено сложившейся традицией иерархического управления в человеческом обществе. Иерархия – это упорядоченность компонентов по степени важности. Между уровнями иерархической структуры могут существовать взаимоотношения строгого подчинения компонентов (узлов) нижележащего уровня одному из компонентов вышележащего уровня, т.е. отношения так называемого древовидного порядка. Такие иерархии называют сильными или иерархиями типа «дерева». Они имеют ряд особенностей, делающих их удобным средством представления систем управления. Однако могут быть связи и в пределах одного уровня иерархии. Один и тот же узел нижележащего уровня может быть одновременно подчинен нескольким узлам вышележащего уровня. Такие структуры называют иерархическими структурами «со слабыми связями». Между уровнями иерархической структуры могут существовать и более сложные взаимоотношения, например,

типа «страт», «слоев», «эшелонов». Примеры иерархических структур: энергетические системы, АСУ, государственный аппарат.

Однако в настоящее время широко используют другие структуры [7, 15]. Наибольший интерес представляют сетевые структуры, которые привели к понятиям структурного и бесструктурного управления [17].

Подсистема. Подсистема является подобием системы. Система может быть разделена на подсистемы, как самые крупные ее части. Затем последовательным расчленением она делится на более мелкие части вплоть до элементов. Возможность деления системы на подсистемы связана с вычленением совокупностей взаимосвязанных элементов, способных выполнять относительно независимые функции, подцели, направленные на достижение общей цели системы. Названием «подсистема» подчеркивается, что такая часть должна обладать свойствами системы с одной стороны, но не обладать свойством эмерджентности всей системы

Элемент. Под элементом принято понимать простейшую неделимую часть системы. Таким образом, элемент — это предел деления системы с точек зрения решения конкретной задачи и поставленной цели. Систему можно расчленить на элементы различными способами в зависимости от формулировки цели и ее уточнения в процессе исследования. Однако существенным упущением теории систем является отсутствие исследований в области критериев делимости и неделимости систем. В последнее время выполнен ряд работ в этом направлении [18, 19, 20]. В частности, в работах [21, 22] доказана возможная неоднородность элементов. При этом важным понятием является системно образующий элемент.

Связь. Понятие «связь» входит в определение системы наряду с понятием «элемент» и обеспечивает возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Эта сущность характеризует по разному строение и функционирование системы.

Связь характеризуется направлением, силой и характером (или видом). По первым двум признакам связи можно разделить на направленные и ненаправленные, сильные и слабые, а по характеру — на связи подчинения, генетические, равноправные (или безразличные), связи управления. Связи можно разделить также по месту приложения (внутренние и внешние), по направленности процессов в системе в целом или в отдельных ее подсистемах (прямые и обратные). Связи в конкретных системах могут быть одновременно охарактеризованы несколькими из названных признаков.

Важную роль в системах играет понятие «обратной связи». Это понятие, легко иллюстрируемое на примерах технических устройств, не всегда можно применить в организационных си-

стемах. Исследованию этого понятия большое внимание уделяется в кибернетике, в которой изучается возможность перенесения механизмов обратной связи, характерных для объектов одной физической природы, на объекты другой природы. Обратная связь является основой саморегулирования и развития систем, приспособления их к изменяющимся условиям существования.

Состояние. Понятием «состояние» характеризуют мгновенную ситуацию системы. Состояние определяют обычно через ключевые параметры. Эти ключевые параметры могут относиться к системе в целом или к ее подсистемам и элементам. Состояние можно определить как множество существенных свойств, которыми система обладает в данный момент времени. Для информационных систем выделяют два класса состояний по информированности и по ситуации.

Взаимодействие. Взаимодействие — динамическая характеристика системы. Оно существует между ее подсистемами и элементами (внутреннее взаимодействие). Взаимодействие существует между системой, средой и окружающими ее другими системами (внешнее взаимодействие). В современных информационных системах и технологиях, а также при рассмотрении многих сложных систем, взаимодействие реализуется через информационное взаимодействие [23, 24].

В широком смысле информационное взаимодействие (Information interaction) [14] — процесс обмена любыми видами информации, который длительное время существует в человеческом обществе. Он приобретает новые формы и, по мере развития человечества, становится все более интенсифицированным. Следует разграничить информирование, воздействие и взаимодействие.

Под информированием понимают односторонний процесс передачи информации от объекта источника информации «А» к объекту получателю информации «В». Информирование переводит состояние объекта «В» по информированности из состояния неопределенности в состояние большей определенности. Но по существу это пассивный процесс. Пример, передача информации от приемника к получателю, чтение лекции преподавателем.

Под воздействием понимают [24] односторонний процесс передачи информационного воздействия (управляющей информации) от управляющего объекта «А» к управляемому объекту «В». Воздействие переводит состояние объекта «В» по ситуации [24] из состояния одной ситуации в состояние другой ситуации. Это активный процесс. Таким образом, любой объект может характеризоваться состоянием информированности и состоянием ситуативности. Состояние информированности можно отнести к внутреннему. Состояние ситуативности характеризуется

внешней ситуацией в которой находится объект и позицией объекта в этой ситуации [11].

Взаимодействие — это двухсторонний и, может быть, многоканальный процесс. Взаимодействие может переводить состояния обеих объектов по информированности и по ситуации в другие состояния. Это активный процесс.

Модель. Под моделью системы понимается описание системы, отображающее определенную группу ее сущностей, свойств или процессов. Создание модели системы позволяет предсказывать ее поведение в определенном диапазоне условий. Модель функционирования (поведения) системы — это модель, предсказывающая изменение состояния системы во времени, например: натурные (аналоговые), электрические, машинные на ЭВМ и др.

Устойчивость. Под устойчивостью понимается свойство системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием внешних возмущающих воздействий. Эта характеристика имеет сравнительные степени.

Жизненный цикл системы. Всякая система не существует бесконечно долго в условиях взаимодействия с окружающей средой. Она имеет период активного функционирования, период роста, период деградации. Эти периоды определяют жизненный цикл системы. По существу жизненный цикл связан с периодом активной функциональной деятельности системы.

Цель. Применение понятия «цель» и связанных с ним понятий целенаправленности, целеопределенности, вектора целей, матрицы целей — сдерживается трудностью их однозначного толкования в конкретных условиях. Это связано с тем, что процесс целеобразования и соответствующий ему процесс обоснования целей в организационных системах весьма сложен и не до конца исследован. Его исследованию большое внимание уделяется в психологии, философии, кибернетике. В практических применениях цель — это идеальное устремление, которое позволяет коллективу увидеть перспективы или реальные возможности, обеспечивающие своевременность завершения очередного этапа на пути к идеальным устремлениям. Однако именно цель служит основой определения эффективности функционирования любой системы.

Таким образом, понятие система эволюционирует. При этом, в зависимости от рассмотрения системы, выделяют главные и второстепенные ее характеристики. Это отражается на модели такой системы. Обобщенные понятия системы позволяют осуществлять междисциплинарный перенос знаний. Специализированные системы позволяют решать задачи предметно области, накапливать опыт. Этот опыт через обобщенное понятие переносится на другие системы и в итоге способствует развитию науки и познанию окружающего мира.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудж С.А. О философии информации // Перспективы науки и образования, 2013. – №6. – С.9-13.
2. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Волковой В.Н., Козлова В.Н. – М.: Высшая школа, 2004. – 616 с.
3. Винер Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. – 2-е издание. – М.: Наука, 1983.
4. Волкова В.Н., Денисов А.А. Основы теории систем и системного анализа: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Системный анализ и управление». – СПб.: СПбГТУ, 1997. – 510 с.
5. Хачатурова С.М. Математические модели системного анализа [Электронный ресурс]. – Электронный учебник. / Под ред. Л.Г.Макаревича. Режим доступа: <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/Proba.htm> (дата обращения: 3.02.2014).
6. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Основы управления сложной организационно-технической системой. Информационный аспект. – М.: МаксПресс, 2010. – 28 с.
7. Кудж С.А., Соловьёв И.В., Цветков В.Я. Сетецентрическое управление. – М.: Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики МГТУ МИРЭА, 2013. – 122 с.
8. V. Ya. Tsvetkov. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), №1, p.64-69.
9. Методологические аспекты теории систем / А.С. Малкин и др. // Проблемы науки и техники. – 2005. – Т.2. – №5. – С. 61-69.
10. V. Ya. Tsvetkov Multipurpose Management // European Journal of Economic Studies, 2012, Vol.(2), №2, p.140-143.
11. V. Ya. Tsvetkov. Information Situation and Information Position as a Management Tool // European Researcher, 2012, Vol.(36), № 12-1, p.2166-2170.
12. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973.
13. Кудж С.А. Принципы сетецентрического управления в информационной экономике // Государственный советник. – 2013. – №4. – С.30-33.
14. Цветков В.Я. Информационное управление. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, Germany 2012. – 201с.
15. Тихонов А.Н., Иванников А.Д., Соловьёв И.В., Цветков В.Я., Кудж С.А. Концепция сетецентрического управления сложной организационно-технической системой. – М.: МаксПресс, 2010. – 136 с.
16. Цветков В.Я., Омельченко А.С. Инновация и инновационный процесс как сложная система // Качество, инновации, образование, 2006. – №2. – С.11-14.
17. Соловьёв И.В. Сложная организационно-техническая система как инструмент исследования искусственных антропогенных систем // Дистанционное и виртуальное обучение, 2014. – №1. – С.5-23.
18. Цветков В.Я. Информационные единицы сообщений // Фундаментальные исследования, 2007. – №12. – С.123-124.
19. Tsvetkov V.Ya. Logic units of information systems // European Journal of Natural History, 2009. – №2. – p.99-100.
20. V. Ya. Tsvetkov. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development // European Researcher, 2012, Vol.(25), №7, p.1036-1041.
21. S. A. Kudz, I. V. Solovjev, V. Y. Tsvetkov System Elements Heterogeneity // European Researcher, 2013, Vol.(60), № 10-1, p.2366-2373.

22. Цыганов В.В., Бородин В.А., Шишкин Г.Б. Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью. – М.: Университетская книга, 2004. – 770 с.
23. V. Y. Tsvetkov. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination // *European Researcher*, 2013, Vol.(45), № 4-1, p.782-786.
24. V. Ya. Tsvetkov Information interaction // *European Researcher*, 2013, Vol.(62), №11-1, p.2573-2577.

REFERENCES

1. Kudzh S.A. About the philosophy of information. *Perspektivy nauki i obrazovaniia - Perspectives of science and education*, 2013, no.6, pp.9-13 (in Russian).
2. *Sistemnyi analiz i priniatie reshenii: Slovar'-spravochnik: Ucheb. posobie dlia vuzov / Pod red. Volkovoi V.N., Kozlova V.N.* [System analysis and decision making: Dictionary-Handbook: Textbook manual for universities / Ed. Volkova V.N., Kozlova V.N.]. Moscow, Vysshaia shkola, 2004. 616 p.
3. Viner N. *Kibernetika, ili upravlenie i sviaz' v zhitovnom i mashine* [Cybernetics or control and communication in the animal and the machine. - 2nd edition]. Moscow, Nauka, 1983.
4. Volkova V.N., Denisov A.A. *Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza: Uchebnik dlia studentov vuzov, obuchaiushchikhsia po spetsial'nosti «Sistemnyi analiz i upravlenie»* [Fundamentals of the system theory and system analysis: a Textbook for students of higher educational institutions on a speciality «System analysis and control»]. Saint Petersburg, 1997. 510 p.
5. Khachaturova S.M. *Matematicheskie modeli sistemnogo analiza. – Elektronnyi uchebnik. / Pod red. L.G.Makarevicha* [Mathematical models of system analysis. Electronic textbook. Ed. L.G.Makarevich]. URL: <http://ermak.cs.nstu.ru/mmsa/main/Proba.htm> (accessed 3 February 2014).
6. Tikhonov A.N., Ivannikov A.D., Solov'ev I.V., Tsvetkov V.Ia. *Osnovy upravleniia slozhnoi organizatsionno-tekhnicheskoi sistemoi. Informatsionnyi aspekt* [Basics of management of complex technical-organizational system. Information aspect]. Moscow, MaksPress, 2010. 28 p.
7. Kudzh S.A., Solov'ev I.V., Tsvetkov V.Ia. *Setetsentricheskoe upravlenie* [Netcentric control]. Moscow, MGTU MIREA, 2013. 122 p.
8. V. Ya. Tsvetkov. Complexity Index. *European Journal of Technology and Design*, 2013, Vol.(1), no.1, pp.64-69.
9. *Metodologicheskie aspekty teorii sistem / A.S. Malkin i dr. // Problemy nauki i tekhniki* [Methodological aspects of the theory of systems / A.S. Malkin and others / Problems of science and technology]. Moscow, 2005, V.2, no.5, pp.61-69.
10. V. Ya. Tsvetkov Multipurpose Management. *European Journal of Economic Studies*, 2012, Vol.(2), no.2, pp.140-143.
11. V. Ya. Tsvetkov. Information Situation and Information Position as a Management Tool. *European Researcher*, 2012, V.36, no.12-1, pp.2166-2170.
12. Mesarovich M., Mako D., Takahara I. *Teoriia ierarhicheskikh mnogourovnevnykh sistem* [Theory of hierarchical multilevel systems]. Moscow, Mir, 1973.
13. Kudzh S.A. Principles of network-centric management in the information economy. *Gosudarstvennyi sovetnik - State counsellor*, 2013, 2013, no.4, pp.30-33 (in Russian).
14. Tsvetkov V.Ia. *Informatsionnoe upravlenie* [Information management]. Germany, LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, Saarbrücken, 2012. 201 p.
15. Tikhonov A.N., Ivannikov A.D., Solov'ev I.V., Tsvetkov V.Ia., Kudzh S.A. *Kontseptsiiia setetsentricheskogo upravleniia slozhnoi organizatsionno-tekhnicheskoi sistemoi* [Concept of network-centric management of complex technical-organizational system]. Moscow, MaksPress, 2010. 136 p.
16. Tsvetkov V.Ia., Omel'chenko A.S. Innovation and the innovation process as a complex system. *Kachestvo, innovatsii, obrazovanie - Quality, innovation, education*, 2006, no.2, pp.11-14 (in Russian).
17. Solov'ev I.V. Complex technical-organizational system as a tool for studies of artificial human systems. *Distsionnoe i virtual'noe obuchenie - Distance and virtual learning*, 2014, no.1, pp.5-23 (in Russian).
18. Tsvetkov V.Ia. The information units message. *Fundamental'nye issledovaniia - Fundamental research*, 2007, no.12, pp.123-124 (in Russian).
19. Tsvetkov V.Ya. Logic units of information systems. *European Journal of Natural History*, 2009, no.2, pp.99-100 (in Russian).
20. V. Ya. Tsvetkov. Semantic Information Units as L. Florodi's Ideas Development. *European Researcher*, 2012, Vol.(25), no.7, pp.1036-1041.
21. S. A. Kudzh, I. V. Solov'ev, V. Y. Tsvetkov System Elements Heterogeneity. *European Researcher*, 2013, Vol.(60), no.10-1, pp.2366-2373.
22. Tsyganov V.V., Borodin V.A., Shishkin G.B. *Intellektual'noe predpriatie: mekhanizmy ovladeniia kapitalom i vlast'iu* [Intelligent enterprise: mechanisms of mastering of capital and power]. Moscow, Universitetskaia kniga, 2004. 770 p.
23. V. Y. Tsvetkov. Information Interaction as a Mechanism of Semantic Gap Elimination. *European Researcher*, 2013, V.(45), no.4-1, pp.782-786.
24. V. Ya. Tsvetkov Information interaction. *European Researcher*, 2013, V.(62), no.11-1, pp.2573-2577.

Информация об авторе

Кудж Станислав Алексеевич

(Россия, Москва)

Профессор, доктор технических наук, ректор.
Московский государственный технический
университет радиотехники, электроники и
автоматики.

E-mail: mirearecl@yandex.ru

Information about the author

Kudzh Stanislav Alekseevich

(Russia, Moscow)

Professor, Doctor of technical sciences, Rector.
Moscow State Technical University
of Radio Engineering, Electronics
and Automation.

E-mail: mirearecl@yandex.ru