

УДК 597.97

ОБОБЩЁННАЯ ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ В КОНЦЕПЦИИ СОЦИО-КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

С.В. Микони

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук,
Санкт-Петербург, Россия
smikoni@mail.ru

Аннотация

Отличительной чертой современных сложных систем, именуемых киберфизическими системами, является совмещение объектов различной природы. По составу функций управления эти системы сравнивались с функциями управления человека-оператора, являющегося составным звеном социо-киберфизических систем. Эти обстоятельства потребовали обобщения понятий, употребляемых в сфере управления техническими и организационными объектами. Создание обобщённой системы понятий управления потребовало также уточнения связей между понятиями управления. В работе выполнен системный и лингвистический анализ ключевых понятий управления, сформулированных в сборнике рекомендуемых терминов. Определены четыре валентности глагола «управлять», необходимые для построения обобщённого определения понятия управление. Эти валентности составили базовую структуру онтологической модели определения управления. Она представлена в виде неоднородной семантической сети, в которую наряду с существенными признаками определения включены обобщённые свойства объекта и субъекта управления. Ими являются устойчивость и настойчивость соответственно. Обобщённые существенные признаки определения предложено рассматривать как переменные лингвистической формулы. При порождении из неё видового понятия управления такого, как управление качеством, выполняется означивание каждой переменной близким по смыслу термином соответствующей предметной области. Такой способ порождения видовых понятий управления обеспечивает системность и непротиворечивость их определений. Приняв определения базовых понятий предметной области за аксиомы, путём поэтапной конкретизации существенных признаков можно развернуть их в терминологическую систему предметной области.

Ключевые слова: понятие, термин, субъект, объект управления, управляющее воздействие, устойчивость, настойчивость, виды управления, валентности глагола, семантическая сеть.

Цитирование: Микони, С.В. Обобщённая онтологическая модель управления в концепции социо-киберфизической системы / С.В. Микони // *Онтология проектирования*. – 2019. – Т.9, №2(32). – С.191-202. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-191-202.

Введение

Одним из направлений технического прогресса является объединение объектов различной природы в рамках общей системы. Системы, сочетающие технические, сетевые, информационные технологии, получили название *киберфизические системы* (КФС) [1]. К особенностям этих систем следует отнести многообразие управленческих функций. Фактически речь идёт об «очеловечении» технических систем за счёт заимствования всё большего количества интеллектуальных функций живых организмов и, в частности, функций человеческого мозга. К ним относятся: предвидение, анализ, рассуждение, выбор. Эти функции реализуются современными самоорганизующимися системами, способными при изменении внешних или внутренних условий функционирования и развития сохранять или совершенствовать свою организацию с учетом прошлого опыта [2]. Этими же функциями обладает представитель социума в социо-киберфизической системе (СКФС) [3], выступающий в роли оператора.

О наличии проблемы согласования функций управления между человеком и компьютером свидетельствуют катастрофы, происходящие, например, на транспорте. Очевидно, что в рамках СКФС необходимо учитывать особенности функций управления, как технической системы, так и оператора, оставляя в нестандартных ситуациях последнее слово за человеком, представляющим собой более сложную и универсальную систему. Техническому решению этой проблемы могут способствовать концептуальные решения, основанные на онтологических моделях управления.

Поскольку «кирпичиками» онтологической модели являются понятия соответствующей предметной области (ПрО), первичной задачей является уточнение понятий управления. Они формулировались и развивались в трёх основных сферах управления: биологической (нервная система живого организма), организационной (управление социумом), технической (управление техническими объектами) с учётом особенностей этих ПрО. Совместное применение функций управления в этих областях требует должного уровня обобщения понятий управления. Что касается принципов управления в живых организмах, они воспроизводятся как в управлении техническими объектами, так и организациями (бионический подход в искусственном интеллекте). В технической сфере основополагающие понятия управления были представлены в сборнике рекомендуемых терминов [4].

В области организационного управления разработана серия международных стандартов ISO 9000, содержащих термины и определения, основные принципы менеджмента качества, требования к системе менеджмента качества организаций и предприятий, а также руководство по достижению устойчивого результата. Серия международных стандартов ISO 9000 оформлена в России в качестве государственных стандартов (ГОСТ) [5-7]. Однако качество перевода не всегда устраивает носителя русского языка. Одну из причин этой ситуации называет Ф.П. Тарасенко в предисловии к книге [8]: «Перевод англоязычных слов и предложений на русский язык сильно осложнён различием природных структур языков».

Качество американской терминологии в области управления оставляет желать лучшего. На это обратил внимание известный учёный и практик в сфере управления Рассел Акофф. Свою последнюю книгу он посвятил обсуждению различий между часто и широко используемыми терминами языка менеджмента [8]. Вот его утверждения в переводе Ф.П. Тарасенко: «Главной причиной ошибок при разработке управленческого решения часто является ошибочное толкование используемых понятий»; «Многие разногласия и конфликты происходят вследствие того, что стороны употребляют один термин в разных смыслах».

В качестве доступного примера Р. Акофф приводит неправильные, по его мнению, трактовки термина *менеджер*: «многие называют менеджерами администраторов, просто выполняющих волю других. На самом же деле менеджеру требуется значительно больше знать и уметь, чем администратору». Он различает три вида руководителей на основе соотношения *цель-средство*: *администратор* (*чужая цель, чужие средства её реализации*), *менеджер* (*чужая цель, свои средства*) и *лидер* (*своя цель, свои средства*). Осталась необозначенной пара (*своя цель, чужие средства*). Этой паре, по нашему мнению, соответствует термин *реформатор*. Заметим, что в основу обозначения понятий Р. Акофф положил чёткую классификацию. По аналогии с организационными системами технические субъекты управления на основе соотношения «цель-средство» могут играть роли администратора и менеджера, поскольку реализуют «чужие» цели, поставленные человеком. Теоретически рассматриваемая возможность реализации роботами своих целей может поставить под угрозу их сосуществование с человеком.

В русской терминологии все три типа руководителей, обозначенных Р. Акоффом, называют управленцами. Этот термин следует считать обобщающим, а не синонимом менеджеру. Но тогда, следуя Р. Акоффу, и менеджмент является видовым понятием, наряду с понятиями

руководство, регулирование, хозяйствование по отношению к русскому понятию *управление*, а не наоборот. В этом смысле менеджмент используется в стандартах ISO 9000. К видовым понятиям управления относятся также словосочетания: управление качеством, управление проектами, управление изменениями, принятые в качестве наименований соответствующих нормативных документов. Исходя из более общей трактовки понятия *управление*, правомерно принять его в качестве родового понятия по отношению к перечисленным выше понятиям, ибо все они используют общие принципы управления.

1 Требования к определениям понятий

Если систему базовых понятий ПрО принять за систему аксиом, то к ней применима вторая теорема Гёделя о неполноте. Поскольку центральным понятием системы является связность её элементов, необходимо различать типы связей между понятиями. К ним относятся: *атрибутивная* связь (иметь свойство, иметь значение), *связь-обобщение* (вид-род), *связь-присоединение* (часть-агрегат) и её частный случай *часть-целое*, *связь-принадлежность* (элемент-класс), *связь-влияние* (аргумент-функция). Разновидностями связи-влияния являются каузативная (причина-следствие), суммирующая, альтернативная и транзитивная связи [9].

Другой областью знания по отношению к ПрО, оформляемой в качестве текстового документа, является языкознание, правила которого применимы к этому документу. Определённые понятия также являются системой, поскольку все слова в предложении связаны по законам логики и грамматики. К нему, как к системе, применимы требования полноты, избыточности и непротиворечивости.

Связующую роль в любом предложении играют валентности глагола [10]. Полную информацию о глаголе дают ответы на следующие шесть вопросов (6W): Who, What, Why, Where, When, How (буква W в конце слова). Ответы на первые два вопроса конкретизируют субъект и объект действия. Ответ на вопрос Why (Зачем? Почему?) объясняет цель действия. Ответ на вопрос How (Как?) поясняет сущность определяемого понятия (как устроено, как действует). Ответы на вопросы Where и When дают пространственно-временную характеристику действия, конкретизируя его во времени и в пространстве. Заметим, что пространственно-временная характеристика действия является излишней для обобщающего понятия. Её использование влечёт переход определения в объяснение или инструкцию. Рассмотрим изложенные требования применительно к определениям понятия *управление* и определяющим его понятиям.

2 Понятие управление

Управление определено в нормативном документе [4] как *процесс выработки и осуществления управляющих воздействий*. Слово *процесс* здесь избыточно, поскольку оба отглагольных существительных относятся к категории процессов (действий). А вот определяющее слово «управляющих» создаёт фактически порочный круг в определении, причём не определена цель этих воздействий на объект. В этом смысле такое определение управления является малоинформативным. В нём фактически даётся ответ только на вопрос How (каким образом осуществляется управление).

Наряду с ответом на этот вопрос ответы на вопросы What (объект воздействий) и Why (цели управляющих воздействий) даёт определение управления, сформулированное в [11]: *осуществление совокупности воздействий, выбранных из множества возможных на основании определённой информации и направленных на **поддержание** или **улучшение** функцио-*

нирования **управляемого объекта** в соответствии с имеющейся программой или целью управления (алгоритмом функционирования).

Поддержание или улучшение функционирования управляемого объекта фактически и есть обобщённые цели управления, а алгоритм функционирования является их конкретизацией. В этом определении отсутствует только ответ на вопрос Who (в определении отсутствует субъект воздействий). Субъект воздействий включён в определение управления, данное в [12]: *выработка и осуществление целенаправленных воздействий одного объекта (субъекта управления, далее СБУ) на другой объект (объект управления, далее ОБУ)*. Однако в этом определении исчезли обобщённые цели управления, сформулированные в [11].

Между тем, целенаправленность, как и целеустремлённость, присущи и другим видам деятельности субъекта, например, проектированию. Следовательно, эти качества не уникальны для выделения управления среди других видов деятельности. Другое дело, что управленческие функции присущи любому виду деятельности, но они составляют лишь часть её. Поэтому включение корня *цель* в слова *целенаправленность* и *целеустремлённость* несколько не проясняют общего назначения управления.

Согласно второй теореме Гёделя в силу принципиальных ограничений всякой формальной системы, к которым относятся и правила словообразования, ответ на вопрос о цели управления нужно находить во внешних по отношению к рассматриваемой Про системах. В нашем случае ею является физика, в которой, согласно первому закону Ньютона, *всякое тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока воздействие со стороны других тел не выведет его из этого состояния*. Но управляющее воздействие и требуется для того, чтобы вернуть тело в состояние покоя или равномерного прямолинейного движения (в частном случае), придав им смысл соответственно поддержания равновесия или улучшения функционирования (развития). Этот смысл отражает определение управления, данное в [13]: *выработка и осуществление воздействий одного объекта (СБУ) на другой объект (ОБУ) с целью поддержания его равновесия или развития*.

Равновесие ОБУ определим через его состояние, при котором значения основных параметров остаются неизменными. Развитие ОБУ определим через его состояние, при котором значения основных параметров изменится в нужном направлении. Здесь важно отметить тот факт, что состояние равновесия или улучшения функционирования (развитие) характеризует свойства именно ОБУ, проявляется через его показатели. Эти свойства являются целевыми, а управление является средством их реализации. Состояние равновесия характеризуется *устойчивостью* ОБУ, а улучшение функционирования можно характеризовать как *настойчивость* в достижении цели.

3 Основные атрибуты понятия управление

В [14] утверждается, что обеспечение устойчивости ОБУ по отношению к воздействиям окружающей среды является первичной целью управляющих воздействий. В [4] показатели устойчивости рассматриваются как различные виды отклонений параметров ОБУ от заданных величин. Учитывая русскоязычное происхождение слов *устойчивость* и *настойчивость*, принадлежащих одному словообразовательному гнезду с корнем *стой* (см. рисунок 1), проведём их грамматический разбор [15].

Основной смысл глагола *стой* заключается в «нахождении в вертикальном положении, не двигаясь с места» [16]. Не двигаться с места следует трактовать как пребывание в покое (без изменений). Слово *стойкость* наиболее близко по смыслу слову *стойкий* (объект, долго сохраняющий свои свойства, не поддающийся разрушению). Именно в этом смысле понимается, например, *стойкость* к физическим или химическим воздействиям. Содержащие корень

стой слова *устойчивость* и *настойчивость* также характеризуют разные виды сохранения при наличии возмущений: *устойчивость* – свойств ОБУ, а *настойчивость* – цели СБУ.

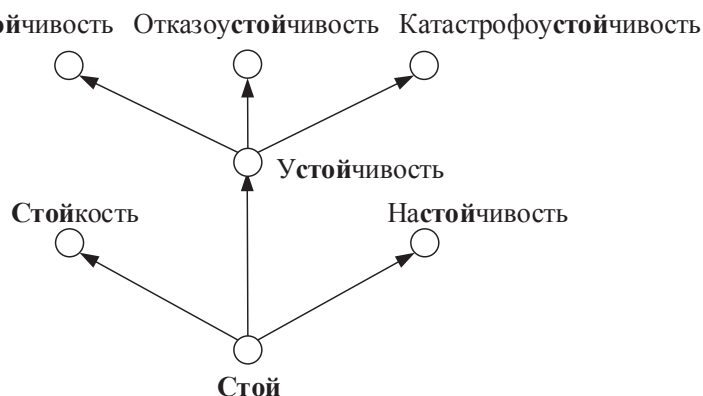


Рисунок 1 – Часть словообразовательного гнезда с корнем *стой*

Отглагольное существительное *устойчивость* образовано от глагола *устоять* с наиболее общим значением «не поддаться некоторому воздействию», т.е. сохранить своё состояние. Средством обеспечения устойчивости объекта является его сопротивляемость воздействиям. В этом смысле слово *устойчивость* определим, как *свойство объекта выполнять свои функции в условиях возмущающих воздействий внутренней и внешней среды*.

По средствам обеспечения устойчивости её делят на *пассивную* и *активную* [17]. Под пассивной устойчивостью (в медицине – резистентностью) понимают *естественную сопротивляемость объекта (субъекта) внутренним и внешним воздействиям*. Пассивная устойчивость обеспечивается физико-химическими и конструктивными средствами и не требует применения функций управления. Функции управления востребованы для обеспечения активной устойчивости, к которой относятся такие свойства объекта, как гомеостазис, адаптивность и проактивность [18]. К временным характеристикам устойчивости относится надёжность объекта [19]. Устойчивость сложных систем включает обе составляющие – пассивную и активную.

Отглагольное существительное *настойчивость* образовано от глагола «настоять» с наиболее общим значением «достичь поставленной цели». Несмотря на то, что глагол *достичь* характеризует движение некоторой сущности, к нему может быть применено значение неизменности в достижении цели в условиях препятствия этому движению.

Помимо рассмотренных понятий на рисунке 1 показаны *помехоустойчивость*, *отказоустойчивость* и *катастрофоустойчивость* как первые производные от слова *устойчивость* и вторые производные от корня *стой*. Отметим, что из словообразовательного гнезда выбраны только те производные слова, которые имеют отношение к управлению.

Обобщённым показателем, характеризующим *устойчивость* ОБУ и *настойчивость* СБУ, является *отклонение*. В широком смысле под ним понимается несоответствие текущего состояния ОБУ или СБУ заданному состоянию, возникшее в результате возмущающего воздействия внутренней или внешней среды. Состояние ОБУ и СБУ детализируется параметрами, характеризующими конкретные свойства объекта и субъекта. Таким образом, несоответствие текущего состояния проявляется через отклонения значений контролируемых параметров от заданных для них значений, в теории автоматического регулирования называемых *уставками* [20]. Они фактически представляют собой целевые значения управляемых параметров. В задаче обеспечения равновесия ОБУ уставки параметров постоянны, а в задаче обеспечения его развития они являются функциями времени.

Уставки могут изменяться во времени либо за счёт адаптации (приспособления) СБУ к новому состоянию внутренней или внешней среды, либо на основе выбора следующего шага на пути продвижения к цели. Приспособление и выбор – это прерогатива СБУ, реализующего свои цели через ОБУ. Выбор делается на основе предвидения полезности результата. Поскольку предвидение не отличается абсолютной достоверностью, траектория, задаваемая СБУ для продвижения к заданной цели, может оказаться ошибочной.

В математике параметр трактуется как величина, *неизменная* в данной задаче, но *не являющаяся её универсальной константой*. Именно такой смысл имеют термины *управляющий* и *управляемый параметр*. Первый из них задаётся исходно, а второй восстанавливается на нужное значение.

Определённые трудности вызывает соотношение понятий *воздействие*, *сигнал*, *параметр* и *значение*. Сигнал является средством влияния (воздействия) одной сущности на другую и представляет собой носитель информации. Понятия *воздействие*, *сигнал*, *параметр* и *значение* связаны следующей цепочкой атрибутивных связей (иметь свойство, иметь значение): *воздействие* \Rightarrow *сигнал* \Rightarrow *параметр* \Rightarrow *значение*. Нарушение последовательности и направленности атрибутивных связей между этими понятиями приводит, по меньшей мере, к неясным определениям различных видов воздействий.

Поскольку воздействия осуществляются через связи, следует рассматривать внешние и внутренние воздействия. К внутренним воздействиям относятся управляющее воздействие СБУ на ОБУ, воздействие ОБУ на СБУ через обратную связь и воздействия, связанные с изменением состояния самих объекта и СБУ. Следует отметить, что все перечисленные виды воздействий являются входными. Все они действуют на реальные или условные входы системы и её элементов. Словосочетание *выходное воздействие* противоречиво по той причине, что не указан адресат влияния (на что направлено воздействие). На выходах любой системы принято фиксировать *реакцию* на входное воздействие. В математике ей соответствует значение функции. Оно может рассматриваться как аргумент только применительно к *обратному* отображению.

4 Семантическая сеть понятий управления

Семантическая сеть основных понятий управления представлена на рисунке 2. Его верхняя часть отражает структуру определения понятия *управление*. Центральную роль в ней играет глагол «управляет» с рекомендуемой валентностью (числом вопросов) четыре. Валентности глагола показаны пунктирными стрелками. Два ответа на вопрос «зачем?» соответствуют двум обобщённым целям управления, реализуемым через обобщённые свойства ОБУ и СБУ. Равновесие ОБУ достигается через обеспечение его устойчивости, а его развитие – настойчивостью субъекта в преодолении всех препятствий на пути к этой цели.

Поскольку первый закон Ньютона выражен через *состояние* тела, это понятие и используется в качестве обобщённого показателя устойчивости и настойчивости. Между этими свойствами объекта и субъекта управления и соответствующими им состояниями существует атрибутивная связь [9]. На рисунке 2 она показана двойными стрелками.

Состояние формализуется кортежем параметров. Поскольку кортеж параметров можно трактовать как класс упорядоченных элементов, каждый параметр связан с состоянием связью «элемент-класс». На рисунке 2 этот вид связи обозначен тонкими стрелками. Параметры, характеризующие состояние ОБУ, называются управляемыми, а параметры, характеризующие состояние СБУ – управляющими.

Управляющему параметру внешний СБУ задаёт целевое значение (ставку). В самоорганизующейся системе ставки вырабатываются верхним уровнем самой системы (см. рису-

Поскольку список конкретных целей управления остаётся открытым, ограничимся двумя целями, приведёнными в определении управления, а именно: обеспечение равновесия или развития ОБУ. Первую цель реализует *регулирование* параметров объекта, а вторую – *проактивное управление*, основанное на предвидении его последствий. Цели этих видов управления могут детализироваться относительно способов реализации или получаемых результатов. Например, регулирование может быть *стабилизационным* (с постоянными уставками) и *адаптивным* (с меняющимися уставками).

Отсутствию обратной связи «Объект – Субъект» соответствует жёсткое управление объектом, называемое *программным* управлением. По виду обратной связи различают отрицательную и положительную обратные связи.

Структура связей между СБУ и ОБУ характеризует их количественное соотношение и связи между ними. Имеют место следующие структуры СБУ-ОБУ (рисунок 3): один к одному; один ко многим; многие к одному; многие ко многим.

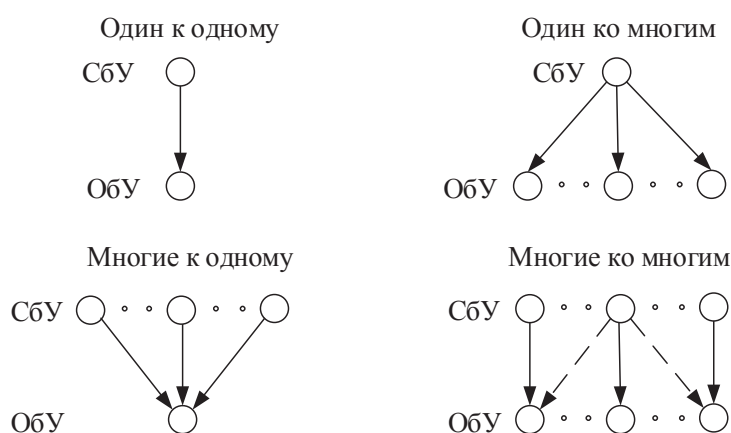


Рисунок 3 – Варианты структур СБУ - ОБУ

Первые две структуры соответствуют *индивидуальному* управлению. Один субъект управляет одним или многими объектами. Вторые две структуры относят к *коллективному* управлению. Первая из них соответствует множественному управлению одним объектом (именно этому варианту соответствует параллельное ручное и автоматическое управление летательным аппаратом). При отсутствии должного согласования управленческих функций возникает конфликтная ситуация. В варианте «многие ко многим» каждый субъект управляет своим объектом или реализуется предыдущий вариант со стороны отдельных или всех субъектов.

По направленности управляющих воздействий между субъектами следует различать одно- и двунаправленные воздействия. Однонаправленным воздействиям соответствует *подчинение* одного субъекта другому, соответствующее *вертикальному* управлению в иерархии, а двунаправленным воздействиям – согласование (*координация*) управляющих воздействий субъектов. Этот вид управления широко используется в многоагентных системах. В зависимости от степени определённости внешней среды используются разные модели управления. По степени участия человека в управлении различают *ручное* и *автоматическое* управление.

Дихотомическая классификация рассматривает только противоположные видовые понятия. На практике они обычно совмещаются. В особенности это касается сложных систем. Например, наиболее распространённым по степени участия человека в управлении является смешанный вариант, называемый *автоматизированным* управлением. Аналогичным образом, в сложных системах совмещается автоматическое регулирование и проактивное управление.

6 Управление качеством

Наряду с термином *управление качеством* в этой ПрО используется термин *менеджмент качества* (quality management). Во введении было показано, что в русской терминологии менеджмент является разновидностью управления.

В стандарте ISO-8402 *управление качеством* определено как *методы и виды деятельности стратегического и оперативного характера, используемые для выполнения требований к качеству*. С точки зрения кто, кем, как и зачем управляет, в этом определении есть ответ только на последний вопрос (выделен жирным шрифтом).

В стандарте ГОСТ ISO 9000-2011 понятие *менеджмент качества* определено как *скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству*. Руководство и управление осуществляются с помощью управляющих воздействий на объект управления и с этой точки зрения являются синонимами. Поскольку *менеджмент* определён как разновидность управления, это определение имеет порочный круг (определяемое определяется через себя). *Управление качеством* и *менеджмент качества* являются видовыми понятиями управления с видовым отличием *качество*, обозначающим сферу применения. Термины сферы применения должны отражать особенности этой ПрО.

Примем определение управления за формулу, в которой существенные признаки играют роль лингвистических переменных, а термины сферы применения управления принимаются за значения этих переменных. Тогда задача формирования определения видового понятия сводится к означиванию лингвистических переменных. Оно выполняется подбором терминов, близких по смыслу каждой переменной.

Формирование существенных признаков видового понятия можно показать на примере понятия *управление качеством*, в приведённом определении которого отсутствуют СБУ и ОБУ. Пусть ОБУ является продукция предприятия. Тогда СБУ качеством должно быть назначено одно из его подразделений. Целевые признаки *равновесие* и *развитие* ОБУ из общего определения управления применительно к качеству интерпретируются соответственно в *обеспечение* и *улучшение* качества ОБУ (продукции предприятия). Именно эти цели конкретизируют требования к качеству. *Управляющие воздействия* представимы совокупностью конкретных мероприятий, направленных на достижение поставленных целей.

Заключение

Естественный язык является универсальной системой моделирования внешнего и внутреннего мира человека. Как язык моделирования он в наибольшей степени востребован в онтологических моделях ПрО. Тенденция объединения объектов различной природы в системы различного назначения нуждается в соответствующем языковом обеспечении. Согласно анализируемой ПрО центральная роль в работе отведена определению понятия *управление*.

Для формулирования целей управления был привлечён первый закон Ньютона. Его расширенная трактовка позволила выделить управление среди других видов деятельности, обладающих целенаправленностью и целеустремлённостью.

Замена термина *управляющий объект* на СБУ связана с реализацией им функций управления, независимо от того, кто выполняет эти функции – человек или робот. Это и есть один из примеров обобщения объектов естественной и искусственной природы в области управления. СБУ и ОБУ могут иметь *любую природу* (вещественную, энергетическую, информационную) и их разновидности (физическую, биологическую, социальную, техническую и др).

Определение понятия *управление* положено в основу семантической сети, связавшей ключевые понятия этой ПрО. В качестве связующего понятия принят глагол «управлять» с поясняющими его четырьмя валентностями. Эта модель в явном виде приобретает черты

иерархической модели при раскрытии верхнего уровня управления в семантическую сеть. В силу своей общности она может играть роль базовой модели для трактовки соответствующих узкодисциплинарных понятий. Предложено рассматривать существенные признаки определений базовых понятий ПрО как лингвистические переменные. Их означивание терминами конкретной ПрО позволяет формализовать процесс порождения её понятий.

Ввиду невозможности перечисления всех видов управления, специфических в каждой ПрО, предложены базовые виды управления. Совокупностью этих видов может характеризоваться конкретное управление в различных областях с привлечением присущих им особенностей. В основу многообразия структур управления положены четыре варианта, которые могут детализироваться в конкретные структуры.

Предлагаемая онтологическая модель обобщённых понятий управления не претендует на полноту охвата всех понятий, применяемых в области управления, и может детализироваться понятиями узкодисциплинарных терминологических систем.

Благодарности

Исследования проводились при финансовой поддержке грантов РФФИ № 17-01-00139 и № 19-08-00989 в рамках бюджетной темы № 0073–2019–0004.

Список источников

- [1] *Lee, E.A.* Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach / E.A. Lee, S.A. Seshia // Second Edition, MIT Press, 2017. ISBN 978-0-262-53381-2.
- [2] *Ashby, W.R.* Principles of self-organizing dynamic system / W.R. Ashby // J. Gen. Psychology. 1947, v.37. P.125–128.
- [3] *Suryanarayanan, S.* Cyber-Physical-Social Systems and Constructs in Electric Power Engineering / S. Suryanarayanan, R. Roche, T.M. Hansen - 2016. – 521 p. ISBN: 1849199361.
- [4] Сборник рекомендуемых терминов. Теория управления. Терминология. Вып. 107. М.: Наука, 1988. – 54 с.
- [5] Международный стандарт ИСО 9001:2015. Системы менеджмента качества. Требования.
- [6] ГОСТ Р ИСО 10006-2005. Системы менеджмента качества. Руководство по менеджменту качества при проектировании.
- [7] Standard for change management. A publication of The Association of Change Management Professionals (ACMP) Winter Springs, Florida, USA.
- [8] *Акофф, Р.Л.* Различия, которые имеют значение: Аннотированный глоссарий различий, важных для менеджмента / Науч. ред. и пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. – Томск: Изд. дом Том. гос. ун-та, 2016. – 216 с.
- [9] *Микони, С.В.* Формализованный подход к установлению связи и роли понятий / С.В. Микони // Труды XXI Международной объединенной конференции «Интернет и современное общество, IMS-2018. СПб. 30.05-2.06.2018. Сборник научных статей. – СПб.: Университет ИТМО. 2018. – С. 77-86.
- [10] *Кацнельсон, С.Д.* К понятию типов валентности / С.Д. Кацнельсон // Вопросы языкознания. 1973. № 3. – С.20-32.
- [11] Статья "Управление". Энциклопедия современной техники. Автоматизация производства и промышленная электроника. Под ред. А.И. Берга и В.А. Трапезникова. Том. 4. М.: Изд-во "Советская энциклопедия", 1965. – С.149-150.
- [12] *Микони, С.В.* Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов / С.В. Микони, Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов – М.: РАН, 2018. – 314 с. - DOI:10.31857/S9785907036321000001.
- [13] *Микони, С.В.* Формализация определений понятий как условие повышения качества содержательных моделей / С.В. Микони // Сборник докладов XX Международной конференции «Мягкие вычисления и измерения» SCM-2017. СПб. 24-26.05.2017. СПб.: СПбГЭТУ (ЛЭТИ), 2017. – С. 19-22.
- [14] *Тарасенко, Ф.П.* Прикладной системный анализ: Наука и искусство решения проблем / Ф.П. Тарасенко. – Томск. 2004. – 186 с.
- [15] Современный толковый словарь русского языка. Под редакцией С.А. Кузнецова. – М.: Ридерс Дайджест, 2004. – 960 с.
- [16] Словарь русского языка. В 4-х т. РАН, Ин-т лингвистических исследований. Под ред. А. П. Евгеньевой. 4-е изд., стер. М.: Рус. яз. Полиграф. ресурсы. 1999.

- [17] **Микони, С.В.** О качестве онтологических моделей / С.В. Микони // *Онтология проектирования*. – 2017. – Т. 7, №3(25). – С. 347-360. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-347-360.
- [18] **Охтилев, М.Ю.** Концепция проактивного управления сложными объектами: теоретические и технологические основы / М.Ю. Охтилев, Н.Г. Мустафин, В.Е. Миллер и др. // *Изв. вузов. Приборостроение*. – 2014. – Т. 57, № 11. – С.7–15.
- [19] ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения.
- [20] ГОСТ 17703-72: Аппараты электрические коммутационные. Основные понятия. Термины и определения.
- [21] **Кузнецова, В.Л.** Самоорганизация в технических системах / В.Л. Кузнецова, М.А. Раков. – Киев: Наукова думка. 1987. – 197 с.

GENERALIZED ONTOLOGICAL MODEL OF CONTROL IN THE CONCEPT OF SOCIO-CYBERPHYSICAL SYSTEM

S.V. Mikoni

St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia
smikoni@mail.ru

Abstract

A distinctive feature of modern complex systems, called cyber-physical systems, is the combination of objects of different nature. In terms of the composition of the control functions, these systems are equal to the control functions of a human operator, which is an integral part of socio-cyber-physical systems. These circumstances required a generalization of the concepts used in the control and management of technical and organizational objects. The creation of a generalized system of control concepts also demanded clarification of the connections between control concepts. The paper contains a systematic and linguistic analysis of key control concepts formulated earlier in the collection of recommended terms. The four valences of the verb “control”, necessary for the construction of a generalized definition of the concept of control, are defined. These valences constituted the basic structure of the ontological model of control definition. It is presented in the form of a heterogeneous semantic network, which, along with the essential features of the definition, includes the generalized properties of the object and the subject of management. They are stability and perseverance, respectively. Generalized essential features of the definition are proposed to be considered as variables of a linguistic formula. When a species control concept is generated from it, such as quality management, each variable is assigned the meaning of a corresponding subject domain. Such a method of giving birth to species-specific management concepts ensures the consistency of their definitions. Having accepted the definitions of the basic concepts of the subject domain for the axioms, by phasing out the essential features, you can expand them into the terminological system of the subject domain.

Key words: *concept, term, subject, control object, control action, sustainability, perseverance, control, controlled parameter, types of control, verb valences, semantic network.*

Citation: *Mikoni SV. Generalized ontological model of control in the concept of a socio-cyberphysical system [In Russian]. *Ontology of designing*. 2019; 9(2): 191-202. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-191-202.*

Acknowledgment

The studies were carried out with the financial support of the RFBR grant No. 17-01-00139 № 19-08-00989 within the framework of the budget theme No. 0073-2019-0004.

References

- [1] **Lee EA, Seshia SA.** Introduction to Embedded Systems: A Cyber-Physical Systems Approach, Second Edition, MIT Press, 2017. ISBN 978-0-262-53381-2.
- [2] **Ashby WR.** Principles of self-organizing dynamic system. *J. Gen. Psychology*. 1947. v. 37. p.125–128.
- [3] **Suryanarayanan S, Roche R, Hansen TM.** Cyber-Physical-Social Systems and Constructs in Electric Power Engineering 2016. – 521 p. ISBN: 1849199361.

- [4] Sbornik rekomenduemih terminov. Teoriya upravleniya. Terminologiya. [Collection of recommended terms. Control Theory. Terminology] [In Russian]. Vip. 107. – M.: Nauka, 1988. – 54 p.
- [5] ISO 9001:2015 Quality management systems - Requirements.
- [6] ANSI/PMI 99-001-2000. Quality management systems. Guidelines for quality management in projects (IDT).
- [7] Standard for change management. A publication of The Association of Change Management Professionals (ACMP) Winter Springs, Florida, USA.
- [8] **Ackoff RL.** Differences That Make a Difference, An Annotated Glossary of Distinctions Important in Management. Devon. Triarchy Press. 2010.
- [9] **Mikoni SV.** Formalizovannii podhod k ustanovleniyu svyazi i roli ponyatii [A formalized approach to establishing the relationship and the role of concepts] [In Russian]. *Kompyuternaya lingvistika i vichislitelnie ontologii*. Vypusk 2. _Trudi XXI Mejdunarodnoi obedinennoi konferencii "Internet i sovremennoe obschestvo" IMS-2018. (SPb.: 30.05-2.06.2018). Sbornik nauchnih statei. SPb.: Universitet ITMO. 2018. - P.75-84.
- [10] **Kacnelson SD.** K ponyatiyu tipov valentnosti [On the concept of valence types] [In Russian]. *Voprosi yazikoznaniya*. 1973; 3: 20-32.
- [11] Statya "Upravlenie". Enciklopediya sovremennoi tehniki. Avtomatizaciya proizvodstva i promishlennaya elektronika. [Article "Control". Encyclopedia of modern technology. Industrial automation and industrial electronics] [In Russian]. Pod red. A.I. Berga i V.A. Trapeznikova. Tom. 4. M._Izd_vo "Sovetskaya enciklopediya", 1965. – P.149-150.
- [12] **Mikoni SV, Sokolov BV, Yusupov RM.** Kvalimetriya modelei i polimodelnih kompleksov. [Qualimetry of models and multi-model complexes] [In Russian]. – M.: RAS, 2018. – 314 p.
- [13] **Mikoni SV.** Formalizaciya opredelenii ponyatii kak uslovie povisheniya kachestva sodержatelnih modelei. [Formalization of definitions of concepts as a condition for improving the quality of subject models] [In Russian]. Sbornik dokladov XX Mejdunarodnoi konferencii «Myagkie vichisleniya i izmereniya» SCM-2017. (SPb. 24-26.05.2017) SPb.: SPbGETU (LETI), 2017. – P.19-22.
- [14] **Tarasenko FP.** Prikladnoi sistemnii analiz. Nauka i iskusstvo resheniya problem. [Applied Systems Analysis: Science and the Art of Problem Solving: A Textbook] [In Russian]. – Tomsk: 2004. – 186 p.
- [15] *Sovremennii tolkovii slovar russkogo yazika* [Modern dictionary of the Russian language.] [In Russian]. Pod redakciei S.A. Kuznecova. – M.: Riders Daidjest, 2004. – 960 p.
- [16] *Slovar russkogo yazika. V 4. h t.* RAN Institut lingvisticheskikh issledovaniy [Russian dictionary] [In Russian]. Pod red. A.P. Evgenevoi. 4-e izd. ster. M.: Rus. yaz. Poligraf. Resursi.
- [17] **Mikoni SV.** On the quality of ontological models [In Russian]. *Ontology of designing*. – 2017; 7(3): 347-360. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-3-347-360.
- [18] **Ohtilev MYu, Mustafin NG, Miller VE.** Konceptiya proaktivnogo upravleniya slojnimi obektami_ teoreticheskie i tehnologicheskie osnovi [The concept of proactive management of complex objects: theoretical and technological foundations] [In Russian]. *Izv. vuzov. Priborostroenie*. – 2014; 57(11): 7–15.
- [19] GOST 27.002-2015. Reliability in technology. Terms and Definitions. [In Russian].
- [20] GOST 17703-72: Electrical switching devices. Basic concepts. Terms and Definitions. [In Russian].
- [21] **Kuznecova VL, Rakov MA.** Samoorganizaciya v tehniceskikh sistemah [Self-organization in technical systems] [In Russian]. – Kiev: Naukova dumka. 1987. – 197 p.

Сведения об авторе



Микони Станислав Витальевич, 1936 г. рождения. Окончил Ленинградский институт инженеров железнодорожного транспорта им. Образцова в 1963 г., д.т.н. (1992), профессор (1994), ведущий научный сотрудник Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН. Член Российской ассоциации искусственного интеллекта (1998). В списке публикаций свыше 300 работ, из них 3 монографии и 7 учебных пособий в области технической диагностики, дискретной математики, системного анализа, теории принятия решений, искусственного интеллекта, качествоведения.

Stanislav Vitalievich Mikoni (b. 1936) graduated from the Obraztsov Institute of Engineers of Railway Transport (Leningrad) in 1963, D. Sc. Eng. (1992), Professor (1994). He is Russian Association of Artificial Intelligence member (1998). He is author and co-author of more than 300 publications in the field of technical diagnostic, discrete mathematic, system analyses, artificial intelligence, decision making theory, quality studies.