

УДК 338.24

**О. Н. ЯРЫГИН,**

*кандидат педагогических наук, доцент,*

**А. А. КОРОСТЕЛЕВ,**

*доктор педагогических наук*

*Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти, Россия*

## **СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОЙ УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ**

**Цель:** обосновать необходимость изучения и применения принципов системной динамики и кибернетики в управленческой деятельности и при подготовке современного компетентного менеджера; показать, с одной стороны, сильные стороны системной динамики как метода исследования поведения управляемого объекта, а с другой – выявить ограничения на применимость системной динамики, указать «ложные эвристики» в принятии решений.

**Методы:** системного моделирования управленческой компетентности.

**Результаты:** В качестве одного из основных инструментов составляющих процедурные знания нами представлена системная динамика как метод исследования и управления сложными системами, характеризующимися нелинейностью и наличием обратных связей. На основании исследования литературных источников проведен анализ сильных и слабых сторон применения системной динамики как инструмента моделирования сложных систем для принятия управленческих решений. Представлены компьютерные системы моделирования, с помощью которых может проводиться исследование поведения, например, производственно-экономических систем в условиях рыночного взаимодействия и изменяющейся конъюнктуры.

**Научная новизна:** в работе впервые применяется метод системного моделирования для изучения самой управленческой компетентности методами системной динамики, выявлены особенности применения системной динамики как при формировании управленческой компетентности менеджера, так и при принятии решений в профессиональной деятельности. Формируемая таким образом управленческая компетентность как система обеспечивает не только эффективную деятельность, но и саморазвитие компетентности менеджера.

**Практическая значимость:** Метод системной динамики оказывается эффективным инструментом менеджера при управлении и исследовании поведения нелинейных динамических систем с обратными связями в экономике и производстве, например, управлении цепями поставок, управлении производственными потоками.

**Ключевые слова:** системный подход; теоретико-системная модель компетентности; управленческая компетентность; системная динамика; обратные связи; нелинейность; моделирование; имитация; социобибернетика; терминальные состояния.

### **Введение**

*Управленческая компетентность и ее компоненты.* Для выявления основных компонентов современной управленческой компетентности необходимо, прежде всего, представлять область деятельности управленца (компетенцию менеджера) и критерии, по которым определяется эффективность работы по принятию решений в процессе управления динамическими недетерминированными системами в экономике и обществе. Понимание того, что включается в понятие управленческой компетентности, предполагает знание общей структуры этого психологического конструкта. В отличие от многочисленных описательных определений, рекомендованных специалистами по управлению персоналом и

психологами, мы предлагаем рассматривать компетентность как систему взаимодействующих знаний (декларативных и процедурных), способностей (врожденных и приобретенных в результате обучения), личностных качеств и ценностей человека, осуществляющего определенную деятельность в рамках заданной компетенции. Для описания такой системы используется теоретико-системная модель компетентности, представленная в работах О. Н. Ярыгина [1, 2].

### **Результаты исследования**

Кратко опишем основные компоненты компетентности как системы. Всякая компетентность  $K$  как система определяется кортежем множеств  $K = \langle \Omega, Q, T, F, R \rangle$ , в котором каждое множество

отражает определенные стороны рассматриваемого явления.

Множество возможных состояний  $\Omega$  описывает область профессиональной деятельности как множество проблемных ситуаций, т. е. множество задач и ситуаций, в которых применима данная компетентность и для решения которых она необходима. Для управленческой компетентности  $\Omega$  представляет множество проблемных ситуаций, в которых требуется не только выбор одного из возможных вариантов действия, но и генерация возможных альтернатив, оценка их последствий, реакции окружающей среды. Множество входных состояний  $Q$  – это множество ситуаций и задач, входящих в  $\Omega$ , в которых должно быть принято управленческое решение, в чем и проявляется компетентность в целом.

Множество правил или операций перехода  $F$  – это множество других компетентностей, способностей, умений, методов, алгоритмов решения задач, переводящих (возможно поэтапно), ситуацию в одну из ситуаций множества целевых терминальных состояний  $T$ .

Множество терминальных состояний  $T$  – это множество ситуаций, которые при данной компетентности признаются решениями проблемы в рамках заданной компетенции. При имеющемся уровне компетентности управленца терминальная ситуация не может быть изменена ни одной операцией из  $F$ . Например, если принято решение о заказе выбранного материала или дан ответ на вопрос об оптимальной стоимости плана перевозок, то на этом работа менеджера по логистике выполнена, так как решение о выполнении финансовых операций не входит в его компетенцию, и оно принимается и реализуется другими лицами. Множество  $T$  в задачах управления задается комплексом критериев достижения цели. В приведенном примере критерием является соответствие выбранной логистической операции и поставленной цели, состоящей в обеспечении бесперебойности производства.

Множества  $Q$  и  $F$  образуют множество того, что принято называть знаниями (известными или выводимыми из них заданными методами). Знания, необходимые для принятия решений, разделяются на декларативные («знаю, что»), т. е. знание понятий, фактов, связей между понятиями, критериев оценки альтернатив (множество  $Q$ ), и

процедурные («знаю, как»), то есть знание преобразований, алгоритмов, операций над проблемными ситуациями и декларативными знаниями (множество  $F$ ).

Таким образом, множество ситуаций  $Q$  вместе с критериями, позволяющими определить принадлежность ситуации к множеству  $T$ , и набором доступных операций множества  $F$  ограничивают компетенцию, как множество проблем, для которых, с одной стороны, требуются, а с другой – имеются методы решения. Множество  $F$  описывает приобретенные способности и умения управленца, а множество  $T$  задает цель деятельности.

В модели компетентности объектами преобразования могут оказаться и сами элементы множества  $F = \{f_1, \dots, f_n\}$ . Это означает, что в процессе реализации компетентности объектом деятельности могут стать сами проявляемые способности, процедурные знания, методы решения проблемных ситуаций. И такая способность к саморазвитию должна быть отражена в модели. Возможность такого самосовершенствования компетентности отражается множеством рефлексивных и креативных способностей обозначается  $R$ .

$R$  – это множество других способностей, умений, методов, алгоритмов, неявных знаний, порождающих новые элементы и расширяющих множество  $F$  за счет включения в него новых элементов  $r(f_1, \dots, f_n)$ .

В случае применения таких преобразований изменяется и ситуация, и сама компетентность. При этом обновленная компетентность менеджера делает его способным решать проблемы и вне области, ограниченной компетенцией. Следовательно, компетенция, определенная для менеджера органом управления более высокого уровня, может быть расширена по мере развития его компетентности менеджера. Это соответствует повышению уровня квалификации и статуса управленца и, соответственно, расширению его компетенции.

Можно считать, что множество  $R$  характеризует креативность менеджера, проявляемую им при рефлексии собственной деятельности (самооценка, самоприменение, самокритика). Только такая составляющая компетентности объясняет ее самосовершенствование, без стремления к которому можно говорить лишь о профессиональной работе, но не о компетентной управленческой деятельности.

Как видим, управленческая компетентность представляет собой систему, сложность которой адекватна сложности систем, управление которыми составляет компетенцию современного менеджера.

Основными характерными чертами сложных систем в современной промышленности, экономике, обществе являются сетевая структура, динамичность и недетерминированность. В результате взаимодействия компонентов систем во времени и пространстве возникают обратные связи, нарушающие линейные причинно-следственные цепочки; временные задержки в реакциях системы и окружающей среды, которые приводят к неожиданным явлениям (например, bullwhip-эффект в управлении цепями поставок или кризисные явления в управлении предприятием); нелинейные зависимости, порождающие непропорциональные реакции на незначительные воздействия управленца на некоторый элемент системы (например, резкое падение спроса на продукцию в ответ на «малозначительное» изменение цены производителем).

Нелинейность сложных систем подразумевает не только и не столько то, что они описываются математическими моделями, содержащими нелинейные уравнения или неравенства, но, в основном, то, что изменение этих систем происходит не последовательным изменением состояний элементов от одного состояния к другому, а разнонаправленно и недетерминированно. Нелинейность поведения возникает из-за наличия обратных связей в рассматриваемой системе, в то время как эвристика линейности, усвоенная большинством менеджеров, предполагает, что «следствие наступает после причины». Для преодоления эвристики линейности необходимо проследить возникновение петель обратных связей в структуре сложной системы. По Д. Форрестеру «система с обратной связью существует там, где окружающая среда приводит к принятию решения, вызывающего действие, которое само влияет на окружающую среду и, значит, на дальнейшие решения» [3]. Говоря о таких системах, он подчеркивает, что «взаимодействие между компонентами системы может иметь большее значение, чем сами компоненты» [3]. Управление системами с обратной связью охватывает всю человеческую деятельность и все сложные природные явления, начиная от движения тектонических плит и эволюционных процессов и заканчивая управлением атомными

электростанциями и космическими системами. В книге «Мировая динамика» Д. Форрестер подчеркивает важность и всеобщность этого явления: «Самой важной концепцией в установлении структуры системы является идея, что все изменения обуславливаются «петлями обратных связей» [4]. Петля обратной связи – это замкнутая цепочка взаимодействия, которая связывает исходное действие с его результатом, изменяющим характеристики окружающих условий, которые, в свою очередь, являются «информацией», вызывающей дальнейшие изменения. Мы часто рассматриваем причину и следствие односторонне. Мы говорим, что действие *A* вызывает результат *B*. Но такое понимание не полно. Результат *B* представляет новое состояние системы, изменения которой в будущем повлияют на действие *A*. Петли обратных связей определяют действие и изменение в самых различных системах, от простейших до самых сложных. Все процессы роста и стабилизации генерируются петлями обратных связей» [4].

Именно так проявляется нелинейность взаимодействия с временной задержкой, присущая большинству производственных, экономических и социальных сложных систем. Но эвристика линейности не позволяет допустить нелинейные и непропорциональные изменения системы как реакцию на незначительные управляющие воздействия. Ярким примером проявления указанных ложных эвристик является работа менеджеров, участвующих в совместном управлении цепями поставок, которые являются сложными объектами с многочисленными динамическими элементами и разнообразными видами взаимодействий. Из-за того, что имеется много возможных переменных решения, координация работы ЦП в целом является сложной даже в тех случаях, когда единственная фирма управляет всеми звеньями. «Когда же звенья ЦП являются различными фирмами, задача становится совершенно обескураживающей» [3].

Современный компетентный менеджер должен преодолеть такие ложные установки, как эвристика линейности и многие другие, являющиеся составляющими опыта управленческой работы с «простыми системами».

Для решения проблем подобного рода современная наука управления выработала несколько основных дисциплин и методологий, для которых характерны системное мышление и системный под-

ход к решению проблем, а общим инструментом является компьютерное моделирование управляемых систем, основанное на математических моделях.

Системный анализ в управленческой деятельности применяется в основном на подготовительных этапах и служит, как правило, для стратегического уровня управления [5]. Проверка же его результатов и применение их в практическом управлении требуют новых средств. По справедливому замечанию Д. Форрестера: «Системный подход может быть ключом к системной динамике. Опасность исходит от людей, полагающих, что на системном подходе все и заканчивается. Системный подход только делает ум более «чувствительным», обращая наше внимание на жизнь систем. Некоторые люди убеждены, что они многое узнали именно на стадии системного подхода. Но они прошли, быть может, только 5 % пути к пониманию системы. Остальные 95 % – это структурирование системно-динамических моделей и проведение на этих моделях вычислительных экспериментов. Только вычислительный эксперимент может обнаружить существующую несогласованность в наших умственных моделях. Системный подход может быть первым шагом к пониманию динамики сложных проблем, но этого не достаточно» [6].

К дисциплинам, реализующим системный подход в управленческих науках, в первую очередь следует отнести системную динамику (промышленная, городская и мировая динамика Д. Форрестера, Д. Медоуза, бизнес-динамика Д. Стермана и др.), организационную кибернетику (модель жизнеспособных систем Ст. Бира), социокрибернетику (Ст. Бир, Дж. Равен, автопоэзийные системы У. Матураны, Ф. Варелы).

Чтобы преодолеть причинно-следственную линейность как один из пороков управленческой деятельности в сложных системах, требуется установить основные причины и параметры нелинейностей, а именно:

- структуру системы и взаимовлияние элементов;
- запаздывания, происходящие при передаче информации, ее обработке и принятии решений;
- усиление, происходящее, когда действия оказываются более сильными (слабыми), чем это следует из принятой информации.

Эти задачи позволяет решить системная динамика, разработанная школой Форрестера

в Массачусетском институте технологии (MIT Sloan School of Management). Разработка системной динамики послужила мощным импульсом для развития системного подхода к управлению сложными системами [3, 4, 6].

Метод системной динамики позволяет с помощью компьютерного моделирования работать со сложными системами и учитывать большое количество факторов и их влияние на эти системы. С помощью специализированного программного обеспечения разрабатываются компьютерные модели, на которых, как на тренажере, имитируются возможные последствия предпринимаемых действий и способы повышения их эффективности. Таким образом, возможно не просто спрогнозировать результат, а знать, каковы будут последствия, и влиять на них. Системная динамика базируется на разработанных в физике, математике и инженерных науках методах нелинейной динамики и управляющих обратных связей.

На современном этапе развития общей теории управления речь ведется о синтезе этих дисциплин, позволяющем преодолеть ограничения, присущие каждой из них в отдельности. М. Шванингер и Х. Риос предлагают «строительство моста между двумя системными подходами, а именно системной динамикой (далее – СД) и моделью жизнеспособной системы (далее – МЖС), которая является главным представителем организационной кибернетики (далее – ОК). Такой синтез направлен на улучшение способности решения сложных проблем как в организациях, так и в обществе. Учитывая их соответствующие сильные стороны – моделирование и имитация содержания проблемы в случае СД, предоставление жизнеспособного организационного контекста в случае ОК – утверждается потенциальная плодотворность комбинации этих двух подходов» [7]. Именно на основе идей системной динамики и кибернетики развиваются социокрибернетические подходы к исследованию сложнейших социально-экономических систем, в том числе и системы образования отдельного государства и человеческого общества в целом. История развития кибернетических теорий связана с именами великого физика М.-А. Ампера, который впервые ввел термин «кибернетика», Б. Трентовского, А. А. Богданова, распространивших кибернетический подход на организационное управление;

Л. фон Берталанфи, сформулировавшего основы общей теории систем; Н. Винера, открывшего единство управления системами в биологии, технике и обществе; Д. Форрестера, создавшего язык системной динамики и описавшего глобальные процессы; Ст. Бира, Г. Паска, Н. Н. Моисеева, реализовавших кибернетические принципы в управлении экономическими системами; Дж. Равена, развивающего социобибернетический подход в исследованиях образовательной системы и ее роли в развитии общества; наконец, У. Матураны и Ф. Варелы, которые ввели понятие «автопоэзисных<sup>1</sup> систем» для описания законов познания и развития человеческого общества.

Здесь уместно будет воспользоваться примечанием Дж. Равена: «полезно напомнить читателям, что кибернетика изучает управление процессами, которые регулируют поведение животных и машин ... и создание более совершенных машин. Из этого следует, что социобибернетика должна пониматься как дисциплина, имеющая в центре внимания изучение и отображение невидимых социальных сил, которые способствуют воспроизводству и, что более важно, непрерывному развитию, производству, расширению, и разработке этих автопоэзисных систем управления... и создания более совершенных» [8].

Из всех перечисленных выше дисциплин, основанных на системном подходе, рассмотрим более подробно системную динамику как методологию исследования сложности. Сильные стороны и ограничения методологии СД являются следствием ее специфических характеристик. В контексте многочисленных теорий и методологий движения систем отличительными чертами СД являются:

**Обратная связь как концептуальная основа.** СД-модельные системы – это многопетельные сети высокого порядка, состоящие из замкнутых контуров информации. Одновременно для них характерно, что интерес к нелинейности, долгосрочным паттернам и внутренней структуре, преобладает над внешними возмущениями [9].

<sup>1</sup> Автопоэзис (аутопоэз) (от др.-греч. αὐτός – сам, ποιήσις – сотворение, производство) – процесс самовоспроизводства системой своих компонентов с целью сохранения своей самотождественности, отличающийся тем, что его в результате порождается в качестве продукта сам субъект процесса без разделения на производителя и продукт.

Тем не менее модели СД не являются «закрытыми системами», как иногда утверждается, в том смысле, что (а) потоки могут происходить из-за границ системы, (б) представления экзогенных факторов или систем могут быть включены в любую модель в качестве параметров или специальных модулей, и (с) новая информация может быть приспособлена с помощью изменений в модели. Другими словами, вид СД-модели зависит от вида системы, которая замкнута в причинном, но не в материальном смысле.

**Сосредоточение внимания на внутренних генерируемых динамических процессах.** Модели СД задуманы как закрытые системы. Модель отражает динамические процессы, порождаемые взаимодействием элементов системы, а также ее подсистем внутри самой системы. Ввиду замкнутого характера петель обратной связи и происходящих в них временных задержек, динамическое поведение этих систем становится нелинейным.

**Акцент на понимании поведения системы.** Для исследователей, применяющих СД, понимание динамики системы является первой целью, которая должна быть достигнута с помощью имитационного моделирования. Концептуально они пытаются понять события как элементы поведения, которые, в свою очередь, порождены рассматриваемыми структурами. Такое понимание проявляется в том, что СД, по словам Д. Форрестера, «показывает, как настоящая стратегия ведет к будущим последствиям». Таким образом, петли обратной связи являются одним из основных источников, казалось бы непредсказуемого поведения и трудностей управления. Как отмечает Дж. Стерман в книге «Бизнес-динамика и системное мышление», СД-модели позволяют проверять ментальные модели, оттачивать интуицию и улучшать обучение [10].

**Высокая степень оперативности.** В основе СД лежит формальное моделирование. Это способствует дисциплинированию мышления, так как все предположения, на которых основываются уравнения, а также количественные показатели должны быть строго описаны. Петли обратной связи и временные задержки визуализируются и формализуются с помощью специального языка системной динамики (язык уровней-потоков – петель обратных связей). Тем самым причинно-следственная логика, присущая модели делается

более прозрачной и более доступной для обсуждения разработчиками модели и менеджерами, которые будут принимать решения на ее основе. При этом достигается высокий уровень адекватности модели и реальной управляемой системы.

**Возможность комбинации качественных и количественных аспектов структурного и имитационного моделирования.** Эта возможность является следствием указанного выше фокусирования на понимании поведения системы. «Внимание фокусируется не на точно-точечных предсказаниях, но на генерации открытий паттернов поведения, генерируемых исследуемой системой» [9].

**Возможность учета большого количества переменных и их взаимовлияния за счет мощного программного обеспечения.** Изучение сложных систем требует наличия технических инструментов для их компьютерного моделирования. На сегодняшний день существует уже немало программных пакетов для создания имитационных моделей на основе системной динамики, таких как Vensim, PowerSim, IThink, STELLA, MyStrategy, AnyLogic, ExtendSim и др. Перечисленные пакеты достаточно просты в освоении и дают доступ к широкому спектру математических методов. Некоторые из них предлагают оптимизационные процедуры и инструменты визуализации и анимации процессов. Но для создания СД-моделей, кроме таких мощных инструментов, необходимо наличие определенной базы знаний, позволяющей успешно и эффективно применять компьютерные технологии. Основным объектом системно-динамического исследования становятся сложные системы, характеризующиеся динамическим поведением, неопределенностью, наличием обратных связей и временных задержек в реакции системы на воздействия окружающей среды и управляющие воздействия. Таким образом, знание и применение методов системной динамики становятся необходимыми компонентами управленческой компетентности современного менеджера.

Сравнивая в своей работе системную динамику и модели жизнеспособных систем Ст. Бира, М. Шванингер выделяет как сильные стороны, так и ограничения для применения сравниваемых дисциплин [7]. Следуя его методу, выделим сильные стороны СД.

1. «Его специфический подход к моделированию делает СД особенно полезной для

проникновения в суть паттернов поведения, демонстрируемых динамическими системами, а также понимания структур, лежащих в их основе. Моделирование замкнутой петли обратной связи оказалось наиболее полезным для достижения понимания динамики функционирования сложной системы» [7]. Такому пониманию особенно способствовал принцип моделирования систем в непрерывном режиме и на достаточно высоких уровнях агрегации [3, 4, 6, 12]. Пространства проблемных ситуаций и решений могут быть изучены с помощью сравнительно небольших, но глубоких моделей, а также с помощью анализа чувствительности и оптимизационных эвристик, включенных в программные пакеты. С помощью имитационных СД-моделей могут быть выявлены уязвимости различных конструкций системы и последствия вносимых структурных изменений.

2. «Общность методологии, и его мощь в кристаллизации оперативного мышления в реалистичных моделях, вызвали приложения в самых разных контекстах» [7]. Простое в использовании программное обеспечение и особенности визуального моделирования обеспечивают удобный механизм для совместного построения модели командой разработчиков. Например, в пакете программ STELLA общая модель может строиться из отдельно сконструированных модулей, в других системах модели могут взаимодействовать через общую базу данных и использовать другие общие ресурсы.

3. «Сильной стороной является импульс СД-движения» [7]. Вследствие сильных свойств отмеченных выше, сообщество СД-разработчиков и пользователей неуклонно растет, оно стало крупнейшим сообществом в системном движении. СД применяются в разных областях: от формальных и естественных наук до гуманитарных, на уровнях от построения теории до образования и преодоления проблем реального мира. Особенно большой рост демонстрируют приложения к организационным, социальным и экологическим вопросам [12, 13].

4. «Особенности СД делают ее исключительно эффективным инструментом для привития системного мышления для кого угодно» [7]. Это положение подтверждается широким внедрением СД в учебных классах, причем обучающиеся варьируются от школьников на уровне средних и начальных школ до менеджеров и ученых. К сожалению, следует отметить крайне малое

распространение системной динамики как изучаемой дисциплины даже в высшей школе России. В одной из своих статей В. И. Ленин писал: «Узок круг этих революционеров, слишком далеки они от народа...», т. е. от реального использования системной динамики не только в управлении реальными экономическими процессами, но и в обучении будущих управленцев.

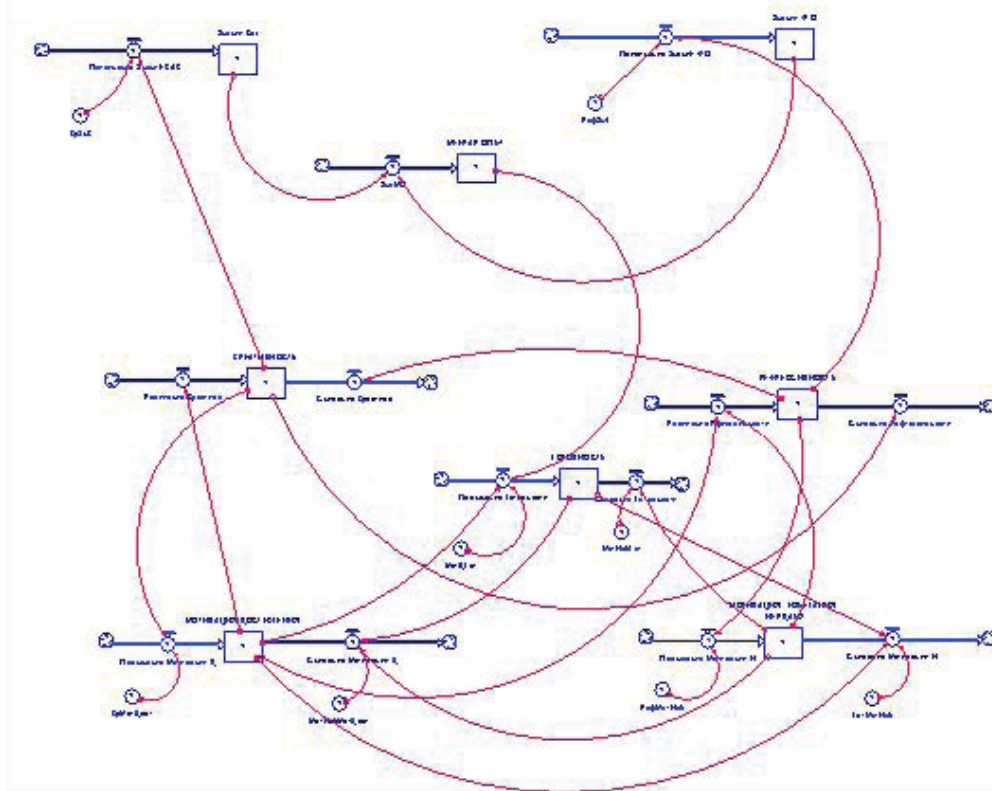
Существенное, если не главное, ограничение состоит в том, что СД не обеспечивают формат для проектирования организационных структур, мыслимых как образцы отношений между организационными факторами, в том числе распределение действий и функций. То есть СД-модель не отражает возможного изменения структуры взаимодействия между ее подсистемами и элементами. Понятие структуры в кибернетике отличается от используемого в СД, которая строит причинно-следственную структуру проблемы, представляя ее с помощью уровней, потоков и петель обратной связи. Таким образом, СД исследует модели поведения, охватывающие события и структуры, которые порождают типы поведения как эмерджентные свойства. «Отсутствие формата для проектирования организационной структуры делает СД восприимчивой к влиянию извне» [7]. Другим ограничением применимости СД является представление непрерывных процессов, позволяющих описывать обратные связи с помощью дифференциальных уравнений, что предполагает описание реальной системы с помощью непрерывных функций. Это не позволяет СД моделировать дискретно-событийные процессы, а в случае применения СД-методологии к дискретным системам приводит к неадекватным выводам [14].

Несмотря на описанные ограничения, область применения СД становится все шире, особенно за счет его дополнения другими методологиями моделирования сложных систем, примерами чего могут служить сочетание СД и байесовских сетей доверия [15], социоканбернетика [8, 16, 17, 18, 19, 20], политология [2] и др.

Роль СД в формировании управленческой компетентности не сводится только к воспитанию основ системного мышления у менеджеров различных уровней, что отмечено выше. СД может стать инструментом исследования самого психологического конструкта компетентности, обеспечив такое исследование СД-моделью компетентности.

При создании системно-динамической модели выделяются такие компоненты как уровни процедурных и декларативных знаний: [Знания, как], [Знания, что]. Эти уровни могут пополняться, за счет получения новых знаний, как результата той или иной деятельности (в том числе и учебной), но могут и уменьшаться за счет забывания или сознательного исключения знаний, опровергнутых практикой. Другие уровни отражают состояние таких компонентов компетентности как [Ментальный опыт], [Мотивация на избежание неудач], [Готовность], которые отражают мощности множеств  $Q$  и  $F$  в теоретико-системной модели компетентности, а также [Креативность], [Рефлексия], [Мотивация на достижения], отражающие мощность множества  $R$ .

Взаимодействие уровней и потоков опишем на примере уровня [Готовность], отражающего степень готовности индивида к преодолению трудностей и поиску новых путей при решении проблемы (см. рис.). На положительно влияет уровень [Мотивация на достижения] и отрицательно – уровень [Мотивация на избежание неудач]. Положительно влияет на [Готовность] и уровень [Ментальный опыт]. Уровни [Знания, как] и [Знания, что] влияют на готовность опосредованно, через уровень [Ментальный опыт]. Значения уровней через «вентили», регулирующие пополнение и снижение других уровней, влияют на их значения, в результате чего имитируется их взаимодействие в процессе обучения и практической деятельности носителя компетентности, за счет взаимодействия указанных психологических факторов, а петли обратной связи, образуемые их взаимовлияниями. Проследим одну из таких обратных связей: повышение уровня [Рефлексивность] положительно влияет на уровень [Мотивация избегания неудач], повышение которого отрицательно влияет на [Готовность], который отрицательно влияет на уровень [Мотивация на достижения], что снижает уровень [Креативность], а снижение этого уровня приводит к дальнейшему увеличению прироста уровня [Рефлексивность]. Выявленная петля задает положительную обратную связь, которая в случае отсутствия других обратных связей привела бы к постоянному росту рефлексивности и снижению готовности к принятию решений (очень «ответственный», но очень «нерешительный» индивид).



**Рис. Системно-динамическая модель формирования компетентности (среда имитационного моделирования STELLA)\***

**(Fig. System-dinamyc model of competence (sphere of simulation STELLA))**

\* *Источник:* составлено авторами.

### Выводы

Представленная концептуальная модель служит основой для создания целого класса СД-моделей, позволяющих наблюдать динамику изменения включенных в нее психологических факторов. Эти СД-модели будут отличаться начальными значениями уровней (характеристик индивида) и формулами, описывающими взаимодействие потоков (характеризующими сферу деятельности, управленческая компетентность в которой исследуется). Дальнейшие исследования предполагают моделирование изменения компетентностей различных «профилей», возможную классификацию степени сформированности компетентности по значениям достигаемых уровнями в устойчивых состояниях системно-динамической модели.

### Список литературы

1. Ярыгин О.Н. Структура интеллектуальной компетентности и ее тестирование // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2011. № 2 (16). С. 410–413.

2. Ярыгин Г.О., Ярыгин О.Н. Системное мышление и компетентность в аналитической деятельности политолога // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 6: Философия. Культурология. Политология. Право. Международные отношения. 2012. № 4. С. 129–139.

3. Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия: индустриальная динамика: пер. с англ. под ред. Д.М. Гвишиани. М.: ПРОГРЕСС, 1971. 340 с.

4. Форрестер Дж. Мировая динамика. СПб.: Terra Fantastica, 2003. 379 с.

5. Казаков Ю.В. Системный подход к научно-исследовательской работе: учеб. пособие. Тольятти: ТГУ, 2010. 67 с.

6. Forrester J. System dynamics – a personal view of the first fifty years // System Dynamics Review. 2007. Vol. 23. Pp. 345–358.

7. Schwaninger M., Ríos J. System dynamics and cybernetics: a synergetic pair // System Dynamics Review. Vol. 24. No. 2. Pp. 145–174.

8. Равен Дж. Как мы должны понимать и отображать сеть социальных сил, стоящих за аутопоэзисными процессами, возникновение которых ведет наш вид к вымиранию, увлекая планету, какой мы ее знаем, вместе с нами, и как мы должны разрабатывать более эффективную социкибернетическую систему управления обществом: пер. с англ. О.Н. Ярыгина // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2014. № 1 (16). С. 172–179.

9. Медоуз Д., Рандерс Й., Мкдоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя: пер. с англ. М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. 342 с.
10. Sterman J., Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World. URL: <http://web.boun.edu.tr/ali.saysel/Esc578/Sterman%2013.pdf> (дата обращения: 23.08.2014)
11. Путилов В.А., Горохов А.В. Системная динамика регионального развития. Мурманск: Пазори, 2002. 306 с.
12. Морган Г. Имиджи организации: восемь моделей организационного развития. М.: Вершина, 2006. 416 с.
13. Ford A. Modeling the Environment // Island Press, 2009. 400 p.
14. Ярыгин О.Н., Кондурар М.В. Преодоление ложной эвристики непрерывности с помощью дискретно-событийного имитационного моделирования // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2013. № 3 (25). С. 472–479.
15. Bosch O.J.H., Nguyen N. C., Maeno T., Yasui T. Managing Complex Issues through Evolutionary Learning Laboratories // Systems Research and Behavioral Science. 2013. Vol. 30. No. 2. Pp. 116–135.
16. Равен Дж. Компетентность, образование, профессиональное развитие, психология и социокбернетика: пер. с англ. под ред. О.Н. Ярыгина // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Педагогика, психология. 2014. № 2 (17). С. 170–204.
17. Ярыгин О.Н., Гайманова Т.Г. Формирование и развитие компетентности как эмерджентного свойства профессионального образования // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2012. № 1. С. 77–82.
18. Ярыгин О.Н., Кондурар М.В. Индуктивное мышление как компонент интеллектуальной компетентности // Карельский научный журнал. 2012. № 1. С. 40–42.
19. Ярыгин О.Н., Ярошинская Е.А. Преодоление ложных эвристик как неадекватных ментальных моделей // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2012. № 1. С. 78–82.
20. Ярыгин О.Н., Рябова В.М. Искусственный интеллект и интеллектуальная компетентность // Балтийский гуманитарный журнал. 2013. № 1. С. 34–36.

В редакцию материал поступил 22.09.14

© Ярыгин О. Н., Коростелев А. А., 2014

#### Информация об авторах

**Ярыгин Олег Николаевич**, кандидат педагогических наук, доцент, Тольяттинский государственный университет  
Адрес: 445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, тел.: (8482) 53-92-47, 53-94-44  
E-mail: Onyx2602@rambler.ru

**Коростелев Александр Алексеевич**, доктор педагогических наук, профессор кафедры экономической и управленческой подготовки, директор Центра научных журналов, Тольяттинский государственный университет  
Адрес: 445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, тел.: (8482) 53-92-47, 53-94-44

**Как цитировать статью:** Ярыгин О.Н., Коростелев А.А. Системная динамика как основа современной управленческой компетентности // Актуальные проблемы экономики и права. 2014. № 4 (32). С. 296–305.

O. N. YARYGIN,

*PhD (Pedagogy), Associate Professor,*

A. A. KOROSTELEV,

*Doctor of Pedagogy*

*Togliatti State University, Togliatti, Russia*

#### SYSTEMIC DYNAMICS AS THE BASIS OF MODERN MANAGERIAL COMPETENCE

**Objective:** to ground the necessity to research and implement the principles of systemic dynamics and cybernetics in managerial activity and during a modern manager training; to, on the one hand, the strengths of systemic dynamics as a research method of the managed object behavior, and on the other hand – to reveal limitations for applicability of systemic dynamics; to list “false heuristics” in decision making.

**Methods:** systemic modeling of managerial competence.

**Results:** One of the main tools of procedural knowledge is systemic dynamics serving as a research method and method of complex systems management, characterized by non-linearity and feedback. Basing on the literature research, we have analyzed strengths and weaknesses of systemic dynamics application as a tool of complex systems modeling for managerial decisions making. Computer modeling systems are presented, which allow to research behavior of, for example, industrial-economic systems under market interaction and changing conjuncture.

**Scientific novelty:** For the first time the systemic modeling method is used to research managerial competence with systemic dynamics methods, the features of systemic dynamics implementation are revealed both in forming a manager's competence and when decision making in professional sphere. The formed managerial competence as a system ensures not only efficient activity but self-development of a manager's competence.

**Practical value:** The systemic dynamics method is an efficient managerial tool for management and research of non-linear dynamic systems' behavior with feedback in economy and industry, such as delivery chains management, and industrial flow management.

**Key words:** systemic approach; theoretical-systemic model of competence; managerial competence; systemic dynamics; feedback; non-linearity; modeling; imitation; socio-cybernetics; terminal states.

## References

1. Yarygin, O.N. Struktura intellektual'noi kompetentnosti i ee testirovanie (Structure of intellectual competence and its testing). *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 2 (16), pp. 410–413.
2. Yarygin, G.O., Yarygin, O.N. Sistemnoe myshlenie i kompetentnost' v analiticheskoi deyatel'nosti politologa (Systemic thinking and competence in analytic activity of a politologist). *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 6: Filosofiya. Kul'turologiya. Politologiya. Pravo. Mezhdunarodnye otnosheniya*, 2012, no. 4, pp. 129–139.
3. Forrester, J. *Osnovy kibernetiki predpriyatiya: industrial'naya dinamika* (Bases of enterprise cybernetics: industrial dynamics). Moscow: PROGRESS, 1971, 340 p.
4. Forrester, J. Mirovaya dinamika (World dynamics). Saint-Petersburg: Terra Fantastica, 2003, 379 p.
5. Kazakov, Yu.V. *Sistemnyi podkhod k nauchno-issledovatel'skoi rabote: ucheb. posobie* (Systemic approach to scientific-research work: manual). Tol'yatti: TGU, 2010, 67 p.
6. Forrester, J. System dynamics – a personal view of the first fifty years. *System Dynamics Review*, 2007, vol. 23, pp. 345–358.
7. Schwaninger, M., Ríos, J. System dynamics and cybernetics: a synergetic pair. *System Dynamics Review*, vol. 24, no. 2, pp. 145–174.
8. Raven, J. Kak my dolzhny ponimat' i otobrazhat' se' sotsial'nykh sil, stoyashchikh za autopoiezisnymi protsessami, vozniknovenie kotorykh vedet nash vid k vymiraniyu, uvekaya planetu, kakoi my ee znaem, vmeste s nami, i kak my dolzhny razrabatyvat' bolee effektivnyu sotsiokiberneticheskuyu sistemu upravleniya obshchestvom? (How we should understand and reflect the network of social forces behind auto-poesis processes leading our species to extinguishing together with the planet we know, and how we should elaborate a more efficient socio-cybernetic system of society management?) *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya*, 2014, no. 1 (16), pp. 172–179.
9. Meadows, D., Randers, I., Meadows, D. *Predely rosta. 30 let spustya* (Limits of growth. The 30-year update). Moscow: IKTs «Akademkniga», 2007, 342 p.
10. Sterman, J., *Business Dynamics: System Thinking and Modeling for a Complex World*, available at: <http://web.boun.edu.tr/ali.saysel/Esc578/Sterman%2013.pdf> (accessed: 23.08.2014)
11. Putilov, V.A., Gorokhov, A.V. *Sistemnaya dinamika regional'nogo razvitiya* (Systemic dynamics of regional development). Murmansk: Pazori, 2002, 306 p.
12. Morgan, G. *Imidzhi organizatsii: vosem' modelei organizatsionnogo razvitiya* (Images of an organization: eight models of organizational development). Moscow: Vershina, 2006, 416 p.
13. Ford, A. *Modeling the Environment*. Island Press, 2009, 400 p.
14. Yarygin, O.N., Kondurar, M.V. Preodolenie lozhnoi evristiki nepreryvnosti s pomoshch'yu diskretno-sobytiynogo imitatsionnogo modelirovaniya (Overcoming the false heuristics of continuity with discrete-event imitation modeling). *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 3 (25), pp. 472–479.
15. Bosch, O.J.H., Nguyen, N. C., Maeno, T., Yasui, T. Managing Complex Issues through Evolutionary Learning Laboratories. *Systems Research and Behavioral Science*, 2013, vol. 30, no. 2, pp. 116–135.
16. Raven, J. Kompetentnost', obrazovanie, professional'noe razvitie, psikhologiya i sotsiokibernetika (Competence, education, professional development, psychology and socio-cybernetics). *Vektor nauki Tol'yatinskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pedagogika, psikhologiya*, 2014, no. 2 (17), pp. 170–204.
17. Yarygin, O.N., Gaimanova, T.G. Formirovanie i razvitie kompetentnosti kak emerdzhentnogo svoistva professional'nogo obrazovaniya (Formation and development of competence as an emergent property of professional education). *Azimut nauchnykh issledovaniy: pedagogika i psikhologiya*, 2012, no. 1, pp. 77–82.
18. Yarygin, O.N., Kondurar, M.V. Induktivnoe myshlenie kak komponent intellektual'noi kompetentnosti (Inductive thinking as a component of intellectual competence). *Karel'skii nauchnyi zhurnal*, 2012, no. 1, pp. 40–42.
19. Yarygin, O.N., Yaroshinskaya, E.A. Preodolenie lozhnykh evristik kak neadekvatnykh mental'nykh modelei (Overcoming the false heuristics as inadequate mental models). *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie*, 2012, no. 1, pp. 78–82.
20. Yarygin, O.N., Ryabova, V.M. Iskusstvennyi intellekt i intellektual'naya kompetentnost' (Artificial intellect and intellectual competence). *Baltiiskii gumanitarnyi zhurnal*, 2013, no. 1, pp. 34–36.

Received 22.09.14

## Information about the authors

**Yarygin Oleg Nikolayevich**, PhD (Pedagogy), Associate Professor, Togliatti State University  
Address: 14 Belorusskaya Str., 445667, Togliatti, tel.: (8482) 53-92-47, 53-94-44  
E-mail: onyx2602@rambler.ru

**Korostelev Aleksandr Alekseyevich**, Doctor of Pedagogy, Professor of the Chair of Economics and Management Training, Director of the Center of Scientific Journals, Togliatti State University  
Address: 14 Belorusskaya Str., 445667, Togliatti, tel.: (8482) 53-92-47, 53-94-44

**How to cite the article:** Yarygin O.N., Korostelev A.A. Systemic dynamics as the basis of modern managerial competence. *Aktual'niye problemy ekonomiki i prava*, 2014, no. 4 (32), pp. 196–205.