

Применение системной динамики для описания системы управления знаниями



А. Я. Дворянчиков,
аспирант
alekseydv@gmail.com



С. Г. Редько,
д. т. н., профессор, зав. кафедрой
Redko@acea.neva.ru

Кафедра управления проектами, Институт компьютерных наук и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

В статье рассмотрены модели управления знаниями. На базе методологии системной динамики предложена модель, отличающаяся от известных моделей учетом взаимосвязи между уровнем знаний, производительностью сотрудников и эффективностью обучения. На основе данной модели произведена декомпозиция дерева целей системы управления знаниями и предложен критерий качества управления.

Ключевые слова: управление знаниями, системная динамика, диаграмма петель причинных связей.

Развитие персонала и интеллектуального потенциала компании является одним из важнейших факторов, обеспечивающих формирование конкурентных преимуществ. В условиях непрерывного научно-технического прогресса возрастают темпы устаревания знаний. По разным оценкам за год обновляется около 5% теоретических и 20% практических знаний, необходимых сотрудникам. В этих условиях залогом развития компании является наличие эффективного процесса обучения сотрудников.

Задача построения системы корпоративного обучения имеет междисциплинарный характер. За последние сорок лет различные ученые внесли вклад в развитие этой области. Среди основных направлений исследований можно отметить работы в области управления знаниями (П. Друкер, К. Вииг, Л. Прусак и Т. Давенпорта, М. Бойсот, И. Нонака, Т. Стюарт, Ч. Дисперс и Д. Чавел, У. Букович и Р. Уильямс), формирования компетентностного подхода (А. В. Хурторский, С. Дрейфус, Х. Дрейфус, Д. Равен, М. Робинсон), развития дистанционного обучения и создания информационно-образовательной среды (В. М. Глушкова, А. А. Андреев, Д. Ф. Донелло, В. А. Дятлов, С. В. Агапонов, В. А. Бондарь), формирования показателей эффективности (Д. Л. Киркпатрик, Д. Филлипс, Р. Стоун, Б. Берман, А. Енг).

Одним из важных этапов исследований в любой области является построение моделей. Обзор моделей в области управления знаниями представлен в [1, 2]. Остановимся подробнее на нескольких из них. В 1987 г. М. Бойсот разработал одну из первых моделей распространения знаний. В ее основу легла классификация

знаний по двум атрибутам: степени готовности знаний к передаче и их распространенности. Таким образом, согласно модели М. Бойсота все знания можно отнести к одной из четырех категорий (рис. 1).

Также Бойсот предложил, что человек усваивает и использует те знания, которые соответствуют его опыту и предыдущим знаниям.

Идея разделения знаний легла в основу модели, разработанной классиками японской школы менеджмента И. Нонака и Х. Такеучи (1995 г.), и получивших позднее название «спираль знаний» [1]. Эта модель основана на разделении знаний на явные и неявные и последующем описании их перехода из одной категории в другую посредством следующих процессов:

- социализации;
- комбинации;
- экстернализации;
- интернализации.

Таким образом, в этой модели описываются не только категории знаний, но и сделана одна из первых попыток описать потоки знаний в компании. Тем не менее, она не позволяет дать качественную или количественную оценку происходящим процессам и отразить их влияние на другие показатели деятельности компании.

В 1992 г. Б. Когут и У. Зандер стали рассматривать знания в качестве источника конкурентных преимуществ компании. Практическую реализацию эти модели получили в 1994-1997 гг., когда в шведском подразделении фирмы Скандия была разработана модель оценки интеллектуального капитала компании

ПРОБЛЕМЫ И ОПЫТ



Рис. 1. Модель Бойкота

[2]. Согласно этой модели, интеллектуальный капитал компании складывался из нескольких составляющих: человеческой, организационной или потребительской. После этого интеллектуальный капитал стал рассматриваться, как один из важных источников конкурентных преимуществ компании. В ходе дальнейших исследований было разработано несколько подходов, позволявших дать количественную оценку человеческой, организационной или потребительской составляющей [3].

Убежденность в том, что знания являются одним из основных источников конкурентных преимуществ, а также появление и развитие методов, позволяющих получать оценку интеллектуального капитала, повлекли формирование отдельного направления в управлении

организацией – управления знаниями. Согласно [4] менеджментом знаний является плановое или текущее проведение отдельных мероприятий или непрерывное управление процессами для улучшения использования существующих или создания новых индивидуальных или коллективных ресурсов знаний с целью повышения конкурентоспособности предприятия. Одной из основных частей системы управления знаниями, отвечающей за использование существующих знаний является система корпоративного обучения.

В рамках дальнейшего изучения вопроса управления знаниями в компании необходима разработка модели, отражающей взаимосвязи различных составляющих управления знаниями и их влияния на показатели деятельности компании. Ряд процессов, протекающих в системе управления знаниями, можно описать только приближенно, так как она относится к классу социотехнических систем. Кроме этого возникают определенные трудности с измерением таких параметров, как уровень мотивации сотрудника или его когнитивных особенностей. Их значение следует интерпретировать на качественном, а не количественном уровне [5]. Кроме этого проведение экспериментов

Таблица 1

Список переменных, определяющих состояние моделируемой системы

| Эндогенные переменные | |
|--------------------------------|---|
| Knowledge and skill gap | Разрыв между текущими компетенциями и требуемым уровнем компетенций сотрудников |
| Accordance rate | Уровень соответствия учебных материалов знаниям обучающихся сотрудников. На его основе формируются индивидуальные траектории обучения |
| Learning material quality | Агрегированный показатель, определяющий характеристики учебных материалов |
| Level of motivation | Уровень мотивации сотрудников |
| Knowledge assessment frequency | Аттестация сотрудников. Предполагается, что периодичность аттестации сотрудника зависит от показателей его работы |
| Current level of knowledge | Текущий уровень компетенций |
| Target level of knowledge | Целевой уровень компетенций |
| Staff performance | Часть производительности персонала, зависящая от уровня компетенций |
| Service quality | Качество обслуживания клиентов |
| Customer loyalty | Лояльность клиентов |
| Market share | Доля на рынке |
| Company growth rate | Темпы развития компании |
| Number of rookie | Количество новых сотрудников |
| Staff loyalty | Лояльность персонала |
| Turnover rate | Текущая текучесть кадров |
| Trained staff | Обученный персонал |
| Staff salary | Доля заработной платы, зависящая от показателей работы сотрудника (премии, штрафы) |
| Staff need retraining | Персонал, нуждающийся в переобучении |
| Staff need training | Персонал, нуждающийся во вводном обучении |
| Number of learners | Число обучающихся сотрудников |
| Trained staff | Обученные сотрудники |
| Learner feedback frequency | Частота получения информации от обучающихся по завершении учебного модуля |
| Vacancies | Количество незанятых вакансий |
| Training capacity | Пропускная способность системы обучения |
| Training investments | Инвестиции в обучение |
| Awareness about training needs | Осведомленность о потребности в обучении |
| Profit | Прибыль |
| Экзогенные переменные | |
| Knowledge forgetting rate | Коэффициент забывания знаний |
| Obsolescence of knowledge rate | Коэффициент, характеризующий скорость устаревания знаний |
| Rookie basic knowledge | Уровень знаний новых сотрудников |
| Target level of knowledge | Целевой уровень знаний |

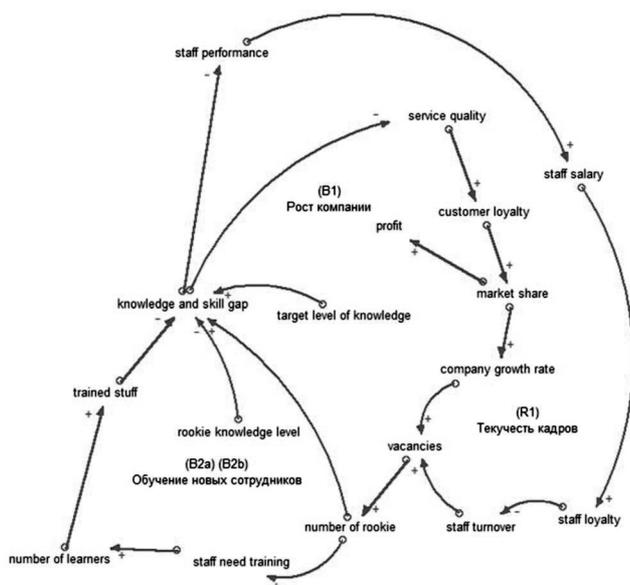


Рис. 2. Проблема роста компании

в социотехнических системах зачастую невозможно из-за их высокой стоимости и длительности.

Для создания модели предлагается применение методов системной динамики, разработанной в середине 1950-х гг. Д. Форрестером для описания и анализа поведения сложных систем во времени. Одним из способов качественного анализа взаимосвязей в системе является построение диаграммы петель причинных связей [6], которая отображает различные переменные, определяющие состояние системы и их взаимосвязи. Согласно этому подходу, любые контуры обратной связи могут быть представлены как позитивные или усиливающие (reinforcing) и отрицательные или уравнивающие (balancing). Усиливающая петля обратной связи порождает своего рода замкнутый круг, в котором увеличение

или уменьшение значения какой-либо переменной через такую петлю обратной связи влечет еще большее изменение значения этой переменной в том же направлении, что и породившее эту петлю воздействие. Балансирующая петля обратной связи оказывает компенсирующее влияние, противоположное изменению, порождающему петлю обратной связи.

На первом этапе построения диаграммы петель причинных связей необходимо определить экзогенные и эндогенные переменные, включаемые в модель (табл. 1).

На втором этапе происходит определение полярностей взаимосвязей переменных, а также выявление петель обратной связи и их типа. Диаграмма, отражающая рост компании и связанные с ним проблемы, представлена на рис. 2.

Балансирующая петля роста компании (B1) отражает увеличение разрыва в компетенциях при наборе новых сотрудников и последующее снижение качества обслуживания. Компенсирование увеличения разрыва компетенций происходит через петлю обучения новых сотрудников (B2). При значительной задержке в подготовке новых сотрудников и падении производительности, доминирующей может стать усиливающая петля текучести кадров (R1), что в свою очередь приведет к еще большим негативным последствиям для компании.

В компаниях с развитой системой управления обучением существуют дополнительные петли, которые обеспечивают повышение эффективности обучения компании. Диаграмма, дополненная петлями, отвечающими за систему обучения сотрудников, представлена на рис. 3.

При построении модели использовались следующие допущения и упрощения:

- потребность в сотрудниках удовлетворяется только за счет найма новых сотрудников;

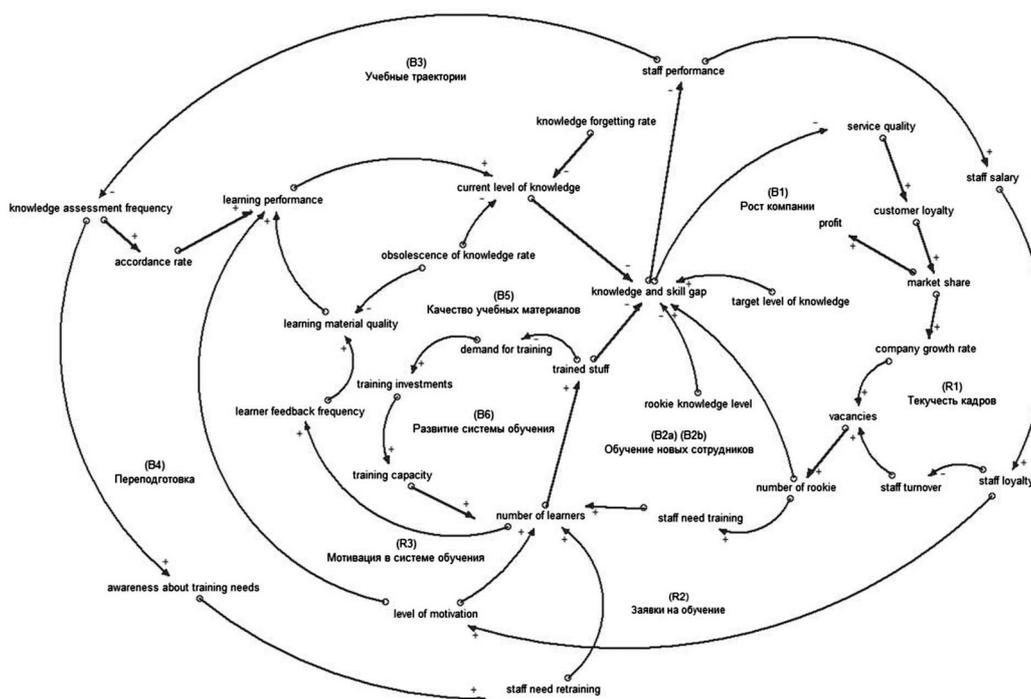


Рис. 3. Диаграмма диаграммы петель причинных связей



Рис. 4. Дерево целей

- передача знаний осуществляется только через обучение сотрудников, без учета процесса наставничества и его влияние на производительность [6];
- скорость устаревания знаний не зависит от темпов развития компании;
- эффективность обучения зависит от качества учебных материалов, учебной траектории и уровня мотивации сотрудника;

Введение дополнительных петель переподготовки кадров (B4), повышения качества учебных материалов (B5) и формирования учебных траекторий (B3) должно позволить погасить негативное влияние петель, отражающих проблемы, возникающие при росте компании.

Наличие в предложенной модели большого количества петель обратных связей делает актуальным вопрос дальнейшего исследования с целью установления условий, в которых доминируют те или иные петли. На это влияет значение внешних и внутренних переменных, определяющих состояние системы. Логичным развитием данной модели является построение потоковой диаграммы, позволяющей количественно измерить значения переменных и пронаблюдать поведение моделируемой системы.

На основе предложенной модели можно перейти к определению системы целей корпоративного обучения. Одним из способов, позволяющих это сделать, является дерево целей [7]. Декомпозиция целей системы корпоративного обучения до целей второго уровня представлена на рис. 4.

Для достижения поставленных целей необходимо синтезировать автоматизированную систему управления обучением. Суть этой задачи сводится к тому, чтобы выбрать такое управляющее воздействие, которое бы обеспечивало совпадение выходного значения объекта управления с целями управления при наличии возмущающего воздействия внешней среды.

Такая постановка задачи подразумевает наличие критерия качества управления (минимизируемый функционал). Для системы управления обучением таким критерием может стать оценка разрыва между имеющимися у сотрудников компетенциями и теми компетенциями, которыми они должны обладать в соответствии с занимаемой в данной момент должностью или должностью, которые они готовятся занять:

$$\sum_1^i (k_i - a_i) \rightarrow \min,$$

где k — уровень развития компетенции, a — требуемый уровень, i — номер компетенции.

Для решения задачи оптимального управления необходимо учесть ограничения, накладываемые на управляемый объект. В системе корпоративного

обучения это процессы забывания информации и устаревания знаний.

Данные процессы можно описать следующим образом:

$$R(t+1) = R(t)(1-\alpha),$$

где R — уровень актуальных знаний, α — темп устаревания знаний;

$$B(t) = B_a + (B_0 - B_a) \exp(-tk),$$

где B_a — асимптотический уровень сохранившихся знаний, B_0 — уровень знаний в начальный момент времени, k — постоянная скорости забывания [8].

Эти ограничения порождаются природой объекта управления. В качестве ограничений со стороны внешней среды можно рассматривать время и стоимость обучения сотрудников.

Распространение знаний — один из фундаментальных аспектов экономического развития. Способность компании эффективно решать связанные с этим задачи в большой степени определяет ее конкурентоспособность. В статье предлагается модель системы корпоративного обучения, представленная в форме диаграммы петель причинных связей, дерево целей, формулировка цели управления и ее выражение в виде критерия качества управления.

В ходе дальнейших исследований планируется повышение уровня детализации и построение потоковой модели, позволяющей оценить количественно влияние показателей, характеризующих процесс обучения сотрудников, на показатели деятельности компании.

Список использованных источников

1. S. Cristea, A. Capatina. Perspectives on knowledge management models// Economics and Applied Informatics. «Dunarea de Jos» University of Galati, Faculty of Economics and Business Administration, no. 2, 2009.
2. A. Haslinda, A. Sarinah. A Review of Knowledge Management Models//The Journal of International Social Research, № 2, 2009.
3. I. Gabcanova. Human resources key performance indicators//Journal of Competitiveness, № 4, 2012.
4. ГОСТ Р 53894-2010 Менеджмент знаний. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2011.
5. N. Eftekhar, D. R. Strong. Towards Dynamic Modeling of a Teaching// Learning Process Part 3: The Simulation Model. International Journal of Engineering Education, vol. 15, no. 3, 1999.
6. J. D. Sterman. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World Boston. MA: Irwin McGraw-Hill, 2000.
7. И. Л. Туккель, С. Н. Яшин, С. А. Макаров, Е. В. Кошелев. Разработка и принятие решений в управлении проектами. СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
8. G. K. White. Forgetting functions//Animal Learning & Behavior. Journal of Experimental Psychology, 29, 2001.

System dynamics application for knowledge management system description

A. Ya. Dvoryanchikov, postgraduate student, Department of Project Management, Institute of Computer Science and Technology.
S. G. Redko, DSc, professor, Department Chairman, Department of Project Management, Institute of Computer Science and Technology. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University.

This article describes the use of system dynamics methodology for knowledge management investigation. Model of a knowledge management system in the form of causal loop diagram was developed. This model shows main feedback loops and their influence on company growth rate and learning performance. On the base of this model proposed tasks system and control criteria.

Keywords: knowledge management, system dynamics, casual loop diagram.