Посилання на статтю

Мищенко С.В. Системная динамика в моделях управления программами социального развития в турбулентном окружении/С.В. Мищенко// Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2007 - №4(24). С. 43-49.

УДК 519.68

С.В. Мищенко

СИСТЕМНАЯ ДИНАМИКА В МОДЕЛЯХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММАМИ СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В ТУРБУЛЕНТНОМ ОКРУЖЕНИИ

Приведен пример построения модели системной динамики для проектов социальной сферы. Прослежена логическая цепочка от понятия системы до вариантов моделей системной динамики. Приведен перечень возможных инструментов имитационного моделирования и произведен выбор для построения модели социальных проектов. Предложено два вида моделей отображения проекта, построенных на принципах методологии системной динамики. Приведена расшифровка петель обратной связи, а также указаны возможные примеры языков и программ для компьютерного моделирования. Рис. 2, ист. 10.

Ключевые слова: система, инструменты моделирования, динамические системы, обратная связь, системная динамика.

С.В. Міщенко

СИСТЕМНА ДИНАМІКА У МОДЕЛЯХ УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМАМИ СОЦІАЛЬНОГО РОЗВИТКУ В ТУРБУЛЕНТНОМУ ОТОЧЕННІ

Запропоновано два види моделей відображення проектів соціальної сфери, побудованих на принципах методології системної динаміки. Наведена розшифровка петель зворотного зв'язку, а також надані можливі приклади мов та програм для комп'ютерного моделювання. Рис. 2, дж. 10.

S.V. Mishchenko

SYSTEM DYNAMICS IN MANAGING MODELS OF SOCIAL DEVELOPMENT PROGRAMS IN TURBULENT ENVIRONMENT

Two ways of modeling the social project illustration on principles of system dynamics methodology are proposed. Definition of feedback loops are presented and also samples of languages and programs for computer modeling are proposed.

Постановка проблемы в общем виде. Любой проект может быть представлен как система, которую также подразделяют на элементы. В разных случаях система рассматривается как замкнутый объект, так и взаимодействующий с другими системами и окружающей средой. Для описания разных, как статических, так и динамических систем, в практике применяются различные инструменты моделирования. При создании модели той или иной системы, представляется возможным отследить состояния системы в разный

период времени и при различных условиях. Исследуя проекты, реализуемые в социальной сфере, где окружение носит турбулентный характер [10], для описания моделей возможно использовать методологию системной динамики. В статье делается акцент на построении моделей системной динамики социальных проектов в условиях турбулентного окружения.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. На сегодняшний день, в Украине, общество находится в стадии развития, что влечет за собой постоянные изменения и непредвиденные процессы. Проекты социальной сферы являются неизменным атрибутом реформирования и становления общества и государственной системы в целом. Уже сегодня, при внедрении подобных проектов остро становится потребность поиска новых подходов управления в критических условиях. Данными исследованиями делается попытка создать и исследовать имитационную модель подобных систем, используя для этого методологию системной динамики, с целью получения практических результатов, применимых в реальной практике.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследование систем представляет собой достаточно обширный спектр вопросов и задач для отечественных и зарубежных ученых. Системы можно рассматривать с различных точек зрения, применяя большое количество техник и методик. В ходе анализа последних исследований и публикаций, был проведен обзор полученных результатов по применению различных методологий имитационного моделирования к разным сферам практической деятельности. В сложившихся условиях общества сегодня, большую роль уделяют исследованию именно динамических систем с целью последующей практической адаптации полученных результатов.

Цель статьи. Построить модель системной динамики социального проекта, внедряющегося в условиях высокой турбулентности.

Изложение основного материала исследования. Система [6] – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определенную целостность, единство. Однако, существуют десятки определений понятия системы, которые с некоторой условностью можно поделить на три группы.

Определения, принадлежащие к первой группе, рассматривают систему как комплекс процессов и явлений, а также связей между ними, существующий объективно, независимо от наблюдателя.

Определения второй группы рассматривают систему как инструмент, способ исследования процессов и явлений. Наблюдатель, имея перед собой некоторую цель, конструирует (синтезирует) систему как некоторое абстрактное отображение реальных объектов. При этом система понимается как совокупность взаимосвязанных переменных, представляющих те или иные свойства, характеристики объектов, которые рассматриваются в данной системе.

Третья группа определений представляет собой некий компромисс между двумя первыми. Система здесь – искусственно создаваемый комплекс элементов, предназначенный для решения сложной организационной, экономической, технической задачи. Следовательно, здесь наблюдатель не только выделяет из среды систему (и ее отдельные части), но и создает, синтезирует ее. Система является реальным объектом и одновременно – абстрактным отображением связей действительности.

Между группами определений нет существенных границ. Во всех случаях термин «система» включает понятие о целом, состоящем из взаимосвязанных, взаимодействующих, взаимозависимых частей, причем свойства этих частей

зависят от системы в целом, свойства системы – от свойств ее частей. Во всех случаях имеется в виду наличие среды, в которой система существует и функционирует. Для исследуемой системы среда может рассматриваться как надсистема, соответственно ее части – как подсистемы, а также элементы системы, если их внутренняя структура не является предметом рассмотрения.

Системное мышление – это подход для изучения и управления сложными системами с обратной связью, такими как корпорации и другие социальные системы. В действительности, такой подход используется для описания практически любого вида системы с обратной связью [4].

При описании систем в практике моделирования используются различные подходы и инструменты. Применение тех или иных методик зависит от предметной области, а также от свойств рассматриваемого объекта.

Таким образом, при исследовании систем применяют различные инструменты, некоторые из них приведены ниже, а именно:

– *Сети Петри* – моделирование осуществляется на событийном уровне. Определяются, какие действия происходят в системе, какие состояния предшествовали этим действиям и какие состояния примет система после выполнения действия [7]. Возможно несколько путей практического применения сетей Петри при проектировании и анализе систем, как вспомогательный инструмент анализа, а также когда весь процесс проектирования и определения характеристик проводится в терминах сетей Петри [8];

– *Нейронные сети* – основу каждой нейронной сети составляют относительно простые, в большинстве случаев – однотипные, элементы (ячейки), имитирующие работу нейронов мозга. Текущее состояние нейрона определяется, как взвешенная сумма его входов, а выход нейрона есть функция его состояния. Нейронные сети применяются при автоматизации процессов распознавания образов, адаптивном управлении, аппроксимации функционалов, прогнозировании, создании экспертных систем, организации ассоциативной памяти и во многих других приложениях [9];

– *Когнитивные карты* - схематичное, упрощенное описание картины мира индивида, точнее ее фрагмента, относящегося к данной проблемной ситуации. Когнитивные карты могут быть полезным инструментом для формирования и уточнения гипотезы о функционировании исследуемого объекта, рассматриваемого как сложная система. Для того чтобы понять и проанализировать поведение сложной системы, целесообразно построить структурную схему причинно-следственных связей [3];

– *Системная динамика* – базовым конструктом системной динамики является представление исследуемого процесса в виде диаграммы, состоящей из петель положительной и отрицательной обратной связи. Системная динамика абстрагируется от отдельных объектов и событий и предполагает “агрегатный” взгляд на процессы, концентрируясь на политиках, этими процессами управляющих. Моделируя в стиле системной динамики, представляется структура и поведение системы как множество взаимодействующих положительных и отрицательных обратных связей и задержек [3].

Каждый из представленных инструментов может быть применен к описанию динамической системы. Система социального проекта, рассматриваемая в процессе исследования, представляет собой пример подобной динамической системы. Таким образом, проведя анализ предложенных выше инструментов, принято решение выбрать для последующих исследований методологию системной динамики и построить модель, основываясь на описанных принципах.

Системная динамика сходна с системным мышлением, но подчеркивает применение инструментов компьютерного моделирования.

Выделяют следующие стадии в методологии системная динамика [4]:

1. Определить проблему.
2. Разработать динамическую гипотезу, объясняющую причину проблемы.
3. Построить имитационную модель системы относительно сути проблемы.
4. Протестировать модель для того, чтобы убедиться, что она воспроизводит реальное поведение.
5. Разработать и протестировать альтернативные варианты, смягчающие проблему.
6. Внедрить решение.

В данной статье, исследование отображает третий этап методологии системной динамики – построение имитационной модели.

Первая стадия сформулирована как проблема управления программами социального развития в турбулентном окружении. Данные вопросы уже активно рассматривались в предыдущих работах [10]. В качестве инструмента динамического моделирования выбрана методология системной динамики.

На основании принципов построения моделей в рамках выбранной методологии были построены две модели (рис.1, 2).

Первая модель, изображенная на рисунке 1, показывает связь социального проекта с его внешним окружением. Здесь же показаны положительные и отрицательные петли взаимодействия всей системы, а также указаны параметры, по которым происходит стабилизация или усиление процессов взаимодействия элементов системы. Расшифровка связей и петель обратной связи представлена ниже.

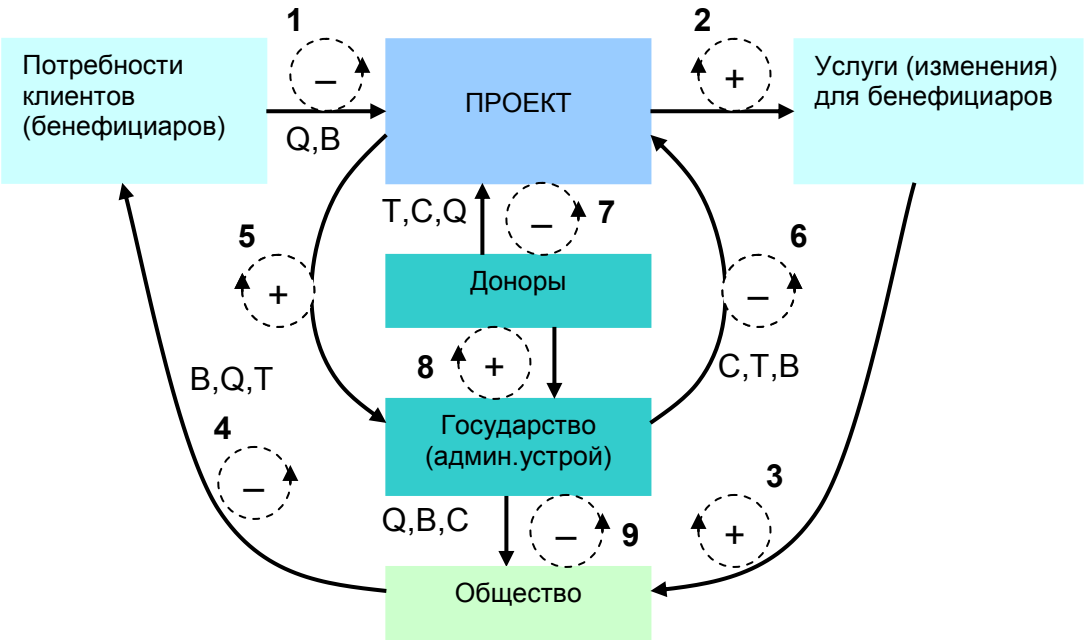

Рис.1. Динамическая модель взаимодействия проекта с его окружением.
(Т-время, Q-качество, В-благо, С-стоимость)

Расшифровка связей:

1(–) – петля стабилизации, передача потребностей бенефициаров на вход проекта. Исходя из потребностей, формируется деятельность проекта.

На основании проведенных исследований, определяются потребности клиентов-бенефициаров, а также формируются цели реализуемого проекта. Клиенты «передают» в проект информацию о необходимых услугах и об их желаемом качестве.

2 (+) – петля усиления, проект передает клиентам (бенефициарам) новые услуги и предложения по изменению предоставления этих услуг. Без наличия обратной связи – мнения клиентов о новых услугах, деятельность проекта теряет смысл и адресность.

3 (+) – петля усиления, услуги передаются в общество, где они принимаются, изменяя его общее состояние и являясь основой реформы.

Общество отлично от ключевых бенефициаров и может еще со своей стороны отреагировать на новые услуги.

4 (–) – петля стабилизации, в зависимости от состояния общества, формируются потребности бенефициаров.

Принятые бенефициарам услуги, проходят через призму мнения общества, где формируется управляющие воздействия для проекта на основании удовлетворения бенефициаров, а также изменившего состояния общества.

В результате такой обратной связи, общество «требует» корректировки набора предлагаемых услуг (B), улучшения качества существующих услуг (Q), а также быстрого запуска новых услуг (T).

5 (+) – петля усиления, посредствам деятельности проекта, в государственные органы передаются предложения по изменению системы социальных услуг, (нормативные документы, концепции, изменения в штатных расписаниях гос.учреждений, и т.п.).

Проект анализирует полученные данные в результате формирования новых услуг и оценки потребностей бенефициаров. Исходя из произведенного анализа, формируются и передаются предложения на национальный уровень по внесению изменений в существующую систему.

6 (–) – петля стабилизации, государственные органы постоянно ведут контроль выполнения проекта (финансовые управления, ведомственные министерства, Кабинет Министров и другие).

Государственные органы контролируют деятельность проекта по содержанию (B), скорости реализации (T), частично по направлениям деятельности (B), по распределению финансовых средств (C).

7 (–) – петля стабилизации, доноры ведут учет используемых средств, а также достижение целей проекта.

Для доноров важно, чтобы работы проводились в срок (T), был приемлемый темп освоения средств (C), а также предоставляемые услуги и работы были качественными (Q).

8 (+) – петля усиления, доноры посредствам предложения поддержки и новых знаний и опыта могут повлиять на текущий, а также будущие проекты.

9 (–) – петля стабилизации, устрой государства формирует настоящее состояние общества на определенный момент времени, посредствам введения определенных нормативных и законодательных документов, распределения финансов и т.п.

Исходя из существующих возможностей, уровня развития страны и т.п., государство предлагает обществу определенный набор (B), стоимость (C) и качество социальных услуг (Q).

Модель на рис.1 была построена на основании принципов описанных в статье [1]. Однако, опираясь на основы создания методологии системной динамики, описанные в [2], автором статьи сделана попытка построить другого

вида модель, где рассматривается взаимодействие элементов социальной среды, а проект является вспомогательным фактором. Такая модель изображена на рисунке 2.

При этом, как видно на рисунке, применяются графические символы, предложенные Дж.Форрестером [2]. Таким образом, составляющие системы, являющиеся элементами окружающей среды проекта, выделены как уровни модели, а показатели изменения их состояния, как темпы. При этом видно влияние различных темпов и уровней друг на друга, в некоторых случаях через другие показатели, такие как, набор услуг, политическая ситуация, процесс принятия решений и другие.

Для описания динамических моделей часто используют различные компьютерные программные пакеты. Некоторыми учеными и исследователями проводились категоризация и сравнение существующих программных продуктов, например [5]. В ходе анализа существующих печатных и электронных источников, можно получить информацию о различных языках моделирования и сформированных на их базе программных пакетах, например, Dynamo, Ithink, Imitak – программа Visual Simulator, Cyclone – программа MicroCyclone, AnyLogic (программа) и другие.

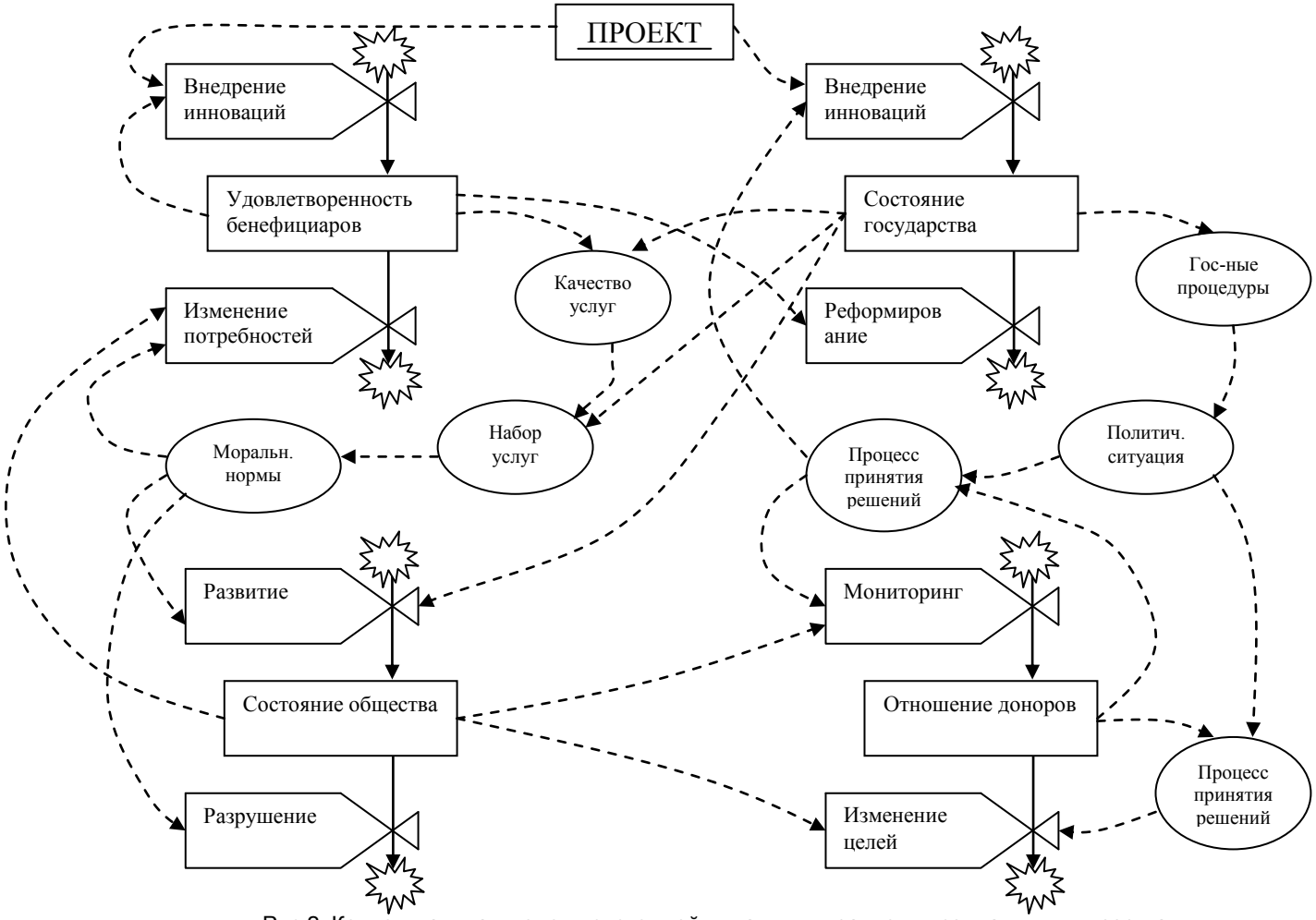

Рис.2. Концептуальная модель системной динамики управления социальными проектами

Выводы и перспективы дальнейших исследований в данном направлении. В результате работы получены две модели, построенные по методологии системной динамики. При этом, одна (рис.1) показывает взаимодействие проекта с элементами внешнего окружения, кроме того, отображен также характер этих связей. Вторая (рис.2), показывает динамику развития самого окружения социального проекта, отображая, при этом, факторы, влияющие на уровень развития и состояния каждого элемента. Полученные результаты показывают, что методология системной динамики позволяет моделировать и оценивать проекты, внедряемые в турбулентном окружении.

В дальнейшем планируется более детально остановится на одной из предложенных моделей, детализировать её элементы, а также описать её при помощи математического аппарата. Все предыдущие наработки планируется соединить в единую логическую систему, с целью получения окончательных результатов исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ali N. Mashayekhi A Vision for the Field of System Dynamics, System Dynamics NEWSLETTER, Volume 14 - Number 2, December 2001.
2. Форрестер Д. Мировая динамика: Пер. с англ./Д.Форрестер – М.: «Наука» Главная редакция физико-математической литературы, 1978 – 167.
3. Плотинский Ю.М. Модели социальных процессов: Учебное пособие для высших учебных заведений. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Логос, 2001. – 288 с.
4. Системная динамика и системное мышление www.12manage.com/methods_forrester_system_dynamics_ru.html (дата входа 05-12-07).
5. Лычкина Н.Н., Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений, http://www.gpss.ru/immod05/p/lichkina/intro.html (дата входа 20-12-07).
6. Большая советская энциклопедия.
7. Институт автоматики и процессов управления – Сети Петри http://www.iacp.dvo.ru/lab_11/otchet/ot2000/pn3.html (дата входа 16-01-08).
8. Система имитационного моделирования динамических систем с использованием сетей Петри http://www.mipt.ru/nauka/f_228ed/a_3l9ed.esp?xsl:print=1 (дата входа 04-10-07).
9. Короткий С. Нейронные сети: основные положения: PC Noon http://www.orc.ru/~stasson/neurox.html#intro (дата входа 16-10-07).
10. Мищенко С.В. Влияние эффекта турбулентности на внедрение проектов в социальной сфере.//Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2006. – №3(19).

Стаття надійшла до редакції 22.10.2007 р.