

## РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ. АНАЛИЗ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ

Н. Н. Лычкина (Москва)

### Историческое развитие основополагающих проектов

Фундаментальные работы Дж. Форрестера и его научная и общественная деятельность не только способствовали появлению системной динамики как новой методологии компьютерного моделирования и метода решения управленческих задач, но и дали развитие целому ряду направлений, таких как: прикладные исследования в широком спектре задач управления – от корпоративного управления до глобального моделирования и моделирования национальных экономик; появление нового класса высокотехнологичных симуляторов, с помощью которых удалось совершить технологическую революцию в мире компьютерного моделирования; интерактивные имитационные игры; интересные и популярные образовательные проекты в сфере бизнеса, создание широкой сети консалтинговых организаций, а также отделений Общества системной динамики по всему миру, исповедующих, применяющих и популяризирующих идеи Дж. Форрестера и его последователей. Кратко остановимся на ретроспективе и перспективе развития этих базовых направлений, обозначим российские приоритеты.

### Индустриальная динамика. От системного мышления менеджеров – к реализации корпоративных аналитических приложений на основе имитационных моделей

Начала системной динамики теперь хорошо известны. Прежде чем в 1961 году появилась первая книга Дж. Форрестера «Индустриальная динамика» [5], известная в русском переводе как «Основы кибернетики предприятия», где был впервые проработан метод системной динамики, Дж. Форрестер 17 лет занимался наукой и инженерным делом в Массачусетском технологическом институте (МТИ), изучая системы управления с обратными связями, тренажеры для пилотов, затем работал в Слоановской школе управления, где впервые столкнулся с конкретными управленческими проблемами. Аналогии с информационными системами с обратными связями, имитаторами полетов не случайны, как и жизненная установка Форрестера «...жизнь должна быть очень практичной. В ней нет места построению теорий и концепций без цели – все время полное погружение в реальном мире», – все послужило созданию «практической философии», так как предложенные идеи и подходы – это фактически универсальная парадигма описания сложных управленческих ситуаций. Ранние модели сетей поставок, общие подходы индустриальной динамики, «пивные игры», язык ДИНАМО – системная динамика берет начало с динамических моделей предприятия.

Все базовые идеи системно-динамического моделирования для комплексного описания и исследования предприятия как целостной системы, осуществляющей многообразные взаимосвязанные функции, предприятия как экономической динамической системы, динамика которого предопределяется особенностями ее структурной организации, необходимость анализа в условиях динамично изменяющейся внешней среды – рынка, задачи долгосрочного и стратегического планирования, востребованные сегодня стратегическим менеджментом, были заложены и апробированы Дж. Форрестером в его работах и сегодня популяризируются его учениками и последователями. Среди последних наиболее известны работы Дж. Стермана «*Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World*» [9], посвященные изучению источников корпоративного роста, Кима Уоррена «*Competitive Strategy Dynamics*», «*Strategic Management Dynamics*» [10, 11], Дж. Морекрофта «*Strategic Modelling and Business Dynamics*» [12]. К

сожалению, эти книги не переведены на русский язык, и этим объясняется слабое распространение этих методик в среде менеджмента и бизнес-образовании, ориентированном на обучение стратегическому менеджменту.

Сегодня спектр корпоративных приложений на основе методов системной динамики развивается в основном по двум направлениям: так называемое «системное мышление менеджеров», формируемое с помощью казуальных или причинно-следственных диаграмм при формировании ментальных моделей менеджмента, и серьезные сценарные стратегические исследования, проводимые на имитационных моделях, детализированных под конкретные проблемы и предприятия.

### **Корпоративная динамика и управленческий консалтинг. Качество работы в системной динамике**

Анализ деятельности и выработка стратегии поведения компании в условиях турбулентности рынка, нестабильной экономической ситуации, разработка антикризисной программы в современных экономических условиях, создание модулей операционного, тактического и стратегического планирования в корпоративных информационных системах и системах поддержки принятия решений – актуальные задачи для российских предприятий. Этим объясняется их интерес к поиску эффективных инструментов принятия стратегических решений. Однако кризис непонимания, слабая постановка задач со стороны бизнеса, недостаточное распространение и знание методов системно-динамического моделирования в бизнес-среде, слабый управленческий консалтинг сдерживают применение этого инструментария в стратегическом управлении в России. Это направление сегодня настолько приоритетно для российской действительности, что я позволю себе ниже специально остановиться на некоторых наработках в этом направлении и обсуждении основных задач в развития этого направления.

Одна историческая тенденция в этом сегменте приложений заставляет задуматься. Не могу не согласиться с Дж. Форрестером. В упомянутой статье он пишет:

«Термин "системный подход" стал очень популярным. Термин подразумевает наблюдение, изучение, обсуждение систем, понимание их важности. Но в общем случае он не является видом количественного и использующего имитационное моделирование динамического анализа, который приводит к пониманию поведения. 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 процентов пути к пониманию системы. Остальные 95 процентов – 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. Мы видим, что многие пытаются "заткнуть" системную динамику "системным подходом" и "диаграммами причинно-следственных связей", которым недостает возможностей, присущих системной динамике. Это происходит из-за недостатка компетенции у специалистов области, без которой невозможно продемонстрировать возможности "чистого" метода. Упрощение системной динамики – это проигрышная игра. Системная динамика не проста. Не просты и проблемы сложных систем с обратной связью. Уход от популярной, но пагубной политики и выработка новой, способной улучшить общество, – задача не простая. Упрощение метода дискредитирует системную динамику так, что даже к превосходной работе будут относиться с предубеждением» [5].

Участие в международных конференциях Общества системной динамики и анализ материалов, убеждает, что эта тенденция очень характерна для западных бизнес-школ и научных течений, начинает она просматриваться и в российской действительности. Обучение «системному мышлению» менеджмента на основе принципов системной динамики, на мой взгляд, оправдано только в русле грамотного продвинутого консалтинга, опирающегося на применение имитационного моделирования. А это предполагает глубокое погружение в проблему, ее структуризацию и концептуализацию (в

ходе которого может быть и полезно формирование ментальных моделей менеджмента), корректное применение высокотехнологичной имитационной составляющей и сценарного подхода.

Стратегическое управление направлено на достижение долгосрочных целей организации путем адаптации к изменениям внешней среды. Задачи стратегического анализа сложны и требуют учета большого числа факторов, интересов, угроз и последствий. На стратегическом уровне управления присутствует высокая степень неопределенности в оценке внешней среды, слабая формализация методов управления и широкое использование экспертных оценок и знаний, многокритериальность при оценке принимаемых решений. Стратегический план редко включает цифровые показатели, осуществленный выбор формируется преимущественно в качественных показателях и не дает очень точных прогнозов, по крайней мере, в долгосрочном периоде, более важным является определение тенденций, вероятного изменения основных параметров хозяйственной системы, отражающих долгосрочные результаты деятельности при принятии стратегических решений. Сложность выбора стратегической альтернативы в динамически развивающейся ситуации в условиях внешней и внутренней неопределенности заключается в необходимости удовлетворения большого числа противоречивых требований по различным направлениям деятельности компании: финансово-производственная, рынок и отношения с клиентами, кадровые ресурсы компании, внутренние бизнес-процессы, отношения с государственными органами и др., а также в большой доле субъективности при оценке ситуации и неточном понимании своих целей со стороны руководства. Этим обусловлено использование в качестве основного инструмента моделей и методов системной динамики [13, 14].

Анализ литературы и практика применения имитационного моделирования в корпоративном управлении позволяет обозначить широкий спектр корпоративных приложений системно-динамического моделирования и шаблонов решений, который на практике приводит к созданию конкретных моделей для конкретных организаций и предприятий. Интегрированный многофункциональный комплекс для стратегического и тактического управления деятельностью предприятий (холдингов, банков) реализуется на основе имитационных и системно-динамических моделей и включает аналитические блоки следующей функциональности:

- *Стратегическая архитектура и корпоративная динамика предприятия.*

Комплексный динамический анализ взаимосвязей и формирование стратегии предприятия на основе обобщенной системно-динамической модели, анализ причин корпоративного роста и угроз с помощью когнитивных карт менеджеров. Разработка и принятие стратегических решений в целом по предприятию (фирме, холдингу). Разработка комплексных стратегических планов и сценариев развития, устойчивых к колебаниям рынка, наращивания экономической мощи предприятия, расширения и диверсификации бизнеса, определения приоритетов.

На основе обобщенной системно-динамической модели, отражающей стратегическую архитектуру предприятия, в дальнейшем осуществляется разработка детализированных имитационных моделей, с помощью которых ведется подготовка стратегических и тактических решений по различным направлениям деятельности предприятия и функциональным составляющим бизнеса:

- *Бюджетинг и управление финансовыми потоками.*

Моделирование финансовых потоков. Ситуационный финансовый анализ. Финансовое планирование (среднесрочное) на основе динамической модели: механизмы распределения и управления финансовыми потоками, комплексное управление издержками, налоговое планирование, обслуживание кредитной задолженности, дивидендная политика, социальная политика и т.п.

Управление рисками. Анализ ликвидности и финансовой устойчивости банка в условиях рыночного риска.

- *Инвестиционное планирование и управление проектами.*

Разработка инвестиционных планов и проектов и их организационно-финансовое обеспечение; формирование перспективных заделов – новых производств и видов бизнеса, обновление производственных фондов и продуктового ряда, ввод запланированных мощностей для выполнения производственно-сбытовой программы фирмы и др., диверсификация направлений бизнеса. Управление инновациями.

- *Управление производственной программой. Комплексное управление логистическими процессами на предприятии.*

Производственный менеджмент: структура и темп производства, объем производства, оценка реальных производственных возможностей, развитие и обновление парка оборудования. Управление активами, определение потребности в ремонтной мощности и др. Управление цепью поставок (синхронизация логистических сущностей при реализации стратегии «точно в срок», минимизация затрат по всей логистической цепи), материально-техническое обеспечение (планы поставок, производственно-сбытовые планы).

- *Управление общекорпоративной сбытовой сетью. Формирование маркетинговой стратегии. Анализ динамики рынка.*

Координация производственно-сбытовых цепочек. Формирование дистрибутивной сети.

Формирование маркетинговой стратегии и исследование ее влияния на прибыльность компании: реклама, PR, процессы ценообразования на основе динамики спроса и предложения. Анализ и управление спросом. Разработка стратегии привлечения и удержания клиентуры, максимальное удовлетворение потребностей клиентов на основе анализа динамики потребительского спроса, ценовая политика в регионах и др.

Анализ динамики рынка и конкурентной среды промышленной корпорации. Многоагентные модели фондового и других рынков. Анализ деятельности компании в условиях воздействия факторов внешней среды, конкурентного окружения, турбулентности рынка, с учетом рыночных и кризисных рисков. Разработка стратегии и общего сценария антикризисного управления.

- *Моделирование и анализ поведения бизнес-процессов. Реинжиниринг. Управление персоналом.*

Анализ нетривиальных управленческих ситуаций, анализ взаимовлияния различных видов деятельности предприятия на основе системно-динамической модели на ранних, преинвестиционных фазах реализации проектов реинжиниринга. Аудит. Поиск оптимальных корпоративных схем и организационных структур. Моделирование, анализ, реинжиниринг и оптимизация бизнес-процессов организации с применением CASE-средств и имитационного моделирования. Управление качеством на основе процессного подхода. Управление персоналом: стратегия обучения, формирования кадрового резерва.

- *Отраслевые и межотраслевые проекты.*

Управленческое моделирование топливно-энергетического комплекса, промышленных предприятий металлургии и др. отраслей с непрерывным производственным циклом (разработка полезных ископаемых, добыча (шахты и скважины), переработка и транспортировка); госзаказы и экспорт, социально-экономическое развитие регионов.

Для практической реализации подобных проектов необходимы:

– проведение научных исследований в научно-исследовательских лабораториях ведущих Университетов на стадии концептуализации проблемы, применения математического и других видов анализа как при параметризации имитационных моделей, так и проведения сценарных исследований;

– хорошо организованный, продвинутый в разработке системно-динамических моделей консалтинг, включающий управленческий консалтинг на стадии концептуализации и структуризации модели, а также подготовки и интерпретации результатов сценарных исследований и сложной динамики, а также грамотный ИТ-консалтинг, ориентированный на работу в высокотехнологичных средах коммерческих симуляторов и других интеллектуальных средах;

– обучение ТОП-менеджмента, ответственного за принятие решений, системному мышлению с помощью деловых, имитационных игр и шаблонов на стадиях подготовки ментальных моделей и сценариев, проведение тренингов в компаниях-заказчиках по обучению пользованием имитационными моделями;

– реализация интегративных ИТ-проектов [19], в зависимости от потребностей предприятия, по самым различным направлениям: расширение функционала CASE-средств и ВРMS-систем за счет возможностей Simulation Software; объединение систем сбалансированных показателей и системно-динамической модели с индикаторными панелями; интеграция с корпоративными информационными системами, модули планирования в SCM- APS- ERP-системах; аналитические приложения в стратегических информационных системах SEM; цифровое производство и т.д.. Реализация такого рода ИТ-проектов требует усилий системных интеграторов.

Такая практика зарекомендовала себя для реализации имитационных моделей крупных предприятий, корпораций, холдингов (как правило, отраслевых проектов топливно-энергетического комплекса, электронной промышленности и т.п.) Крупнейшие консалтинговые компании, такие как McKinsey&Company, Arthur Andersen, Coopers&Lybrand и другие успешно применяют методологию системной динамики в сфере инвестиционного и управленческого консалтинга. В России такой опыт единичный и не всегда удачный. Распространению системной динамики в корпоративных приложениях препятствует отсутствие сети консалтинговых предприятий соответствующего профиля. Инфраструктура такой сети может быть создана, как показывает международный опыт, при университетах, где сосредоточены наиболее квалифицированные кадры.

«Системной динамике все еще далеко от достижения того качества работы, к которому мы должны стремиться. Мы должны начать обсуждать, как поднять качество и планку в прикладных приложениях, опубликованных работах и особенно в учебных программах» [4].

Стиль, когда «системная динамика пытается реализовать то, что хочет клиент, даже когда это неблагоразумно или невозможно», предложить развитую визуализацию вместо глубокого динамического анализа, упрощение проблемы под флагом «системного мышления», дискредитирует и опошляет системную динамику.

### **От корпоративной динамики к социальной. Национальная модель и стратегия России**

Поворотный момент в развитии системной динамики произошел в 1968 году, когда Дж. Форрестер переместил системную динамику из области корпоративного моделирования в область более открытых социальных систем. «Динамика развития города» [6] родилась из плотного сотрудничества с бывшим мэром Бостона Джоном Ф. Коллинзом и поначалу вызывала бурное общественное неприятие, так как полученная динамика отрицала основные положения городской политики, которой придерживались тогда США.

«Динамика развития города» была той тропинкой, которая привела к системно-динамической национальной модели и таким проектам, как «Мировая динамика» [7], родившаяся из обсуждений с Римским клубом, и «Пределы роста». И снова бурный общественный отклик и резонанс. Полученная на системно-динамических моделях динамика не совпадала с теоретическими представлениями экономистов. Эти работы привели к работе над системно-динамической национальной моделью. В настоящее время создание системно-динамических моделей национальных экономик выполнено и ведется во многих странах мира (США, Таиланд, Тунис, Китай, Малазия, Италия, Бангладеш и многих других) [15].

С начала 1980-х области применения системной динамики расширились до очень широкого спектра, включая систему образования, здравоохранения, энергетические системы, проблемы устойчивого развития, социальную политику, преступность, чрезвычайные ситуации и катастрофы и много других областей. Краткий перечень секций и докладов на международных конференциях по системной динамике частично отражает область приложений системной динамики в социальных системах [1]. В рос-

сийских научных школах имеется серьезный научный задел по региональным и территориальным системам [16], экологическому регулированию [15] и многим другим.

Экономическое сообщество России сегодня обсуждает идею создания системно-динамической модели национальной экономики. Национальная модель – комплекс компьютерных моделей основных сфер жизни России, основной проектный и прогнозный инструмент разработки национальной стратегии; ее каркас образует системно-динамическая модель, применяемую для разработки и обоснования национальных проектов и сценариев.

Системная динамика предлагает парадигму, методологию и технологический подход, отличные от традиционных, это позволяет анализировать сложную динамику, нестационарную экономическую систему при переходных процессах. Работы нацелены на анализ кризисных и предкризисных ситуаций, управление кризисом. Системно-динамическая модель нацелена на концептуализацию и структуризацию проблем, достижение понимания происходящих процессов, методы системной динамики сближены с мышлением стратегических управленцев. Работы по национальному моделированию осуществляются в условиях широких междисциплинарных коммуникаций, участия специалистов различной специализации. Модельные конструкции системной динамики опираются на достоверные эконометрические оценки, которые используются для доведения системно-динамической модели на этапе ее параметризации, отчасти на этапе валидации. Опыт других стран показывает, что задача построения системно-динамической модели национальной экономики может быть решена корректно и в кратчайшие сроки. Необходимы волевые усилия.

### **Программы-имитаторы и высокие технологии принятия решений**

Несомненно, что популярность системной динамики во многом была обеспечена появлением с 1980-х годов легких в использовании программ-имитаторов с расширенными возможностями графического пользовательского интерфейса (таких, как *STELLA*, *Powersim*, *Vensim*, *iThink*, *AnyLogic*). Поддержка нормативных схем системной динамики, языковая функция симуляторов, обеспечившая принципиально новый подход для системных аналитиков в создании компьютерных моделей и возможность проведения совместных экспертных ревизий специалистами разной квалификации, высокотехнологическая поддержка стандартных функций имитационного моделирования обеспечили привлекательность и широкое распространение в бизнес-среде системной динамики. Сегодня, когда системная динамика покинула академические лаборатории и стала инструментом практикующего управленческого консалтинга и применяется в интегративных ИТ-проектах, к симуляторам предъявляются дополнительные требования:

- необходимы предметно-ориентированные симуляторы, заточенные на определенный класс бизнес-задач (моделирование и оптимизация бизнес-процессов, стратегическая и тактическая оптимизация цепи поставок, цифровое производство и многие другие);

- для поддержки принятия управленческих решений требуется гетерогенная модельная среда, поддерживающая не только различные парадигмы имитационного моделирования (агентное, дискретное имитационное моделирование, системная динамика и др.), но и широкий спектр математических методов моделирования и интеллектуальных технологий, включая онтологии;

- создание интегративных ИТ-проектов накладывает дополнительный набор ИТ-требований к симулятору (соблюдение стандартов, поддержка транспорта данных, переносимость, наличие облегченных приложений и многое другое).

Современное и совершенное ИТ-решение с возможностями многофункционального имитационного моделирования демонстрирует коммерческий симулятор AnyLogic, разработки российской компании «Экс Джей Текнолоджис» ([www.xjtek.ru](http://www.xjtek.ru)).

### **Интегрированный образовательный процесс**

Самая большая проблема системной динамики, считает Форрестер, связана с недостатком хорошего образования. Форрестер говорит об «использовании системной динамики в качестве организующей философии для нового вида образования в сфере управления в 21 столетии», об «интегрированном образовательном процессе» [4].

«Сегодня интерес к системной динамике растет быстрее, чем количество квалифицированных профессионалов в области. В настоящее время узким местом является обучение специалистов системной динамике. Новые области, такие, как системная динамика, вырвавшиеся за границы существующих областей, но не лежащие в пределах ни одной из них, не нашли своего места и испытывают недостаток поддержки в университетах ... Пришло время начать работу по созданию интегрированного образовательного процесса, основанного на понимании систем, который является более эффективным, более соответствующим увеличивающейся сложности мира и более сочетаемым с гармонией жизни.

Системная динамика также претерпевает давление со стороны академической науки, уводящей область от решения проблем реального мира. Когда же у нас будут школы системной динамики и полноценные университетские курсы, посвященные проектированию и управлению сложными системами с обратными связями? Когда нам ожидать, что в университетах начнут преподавать проектирование социальных систем? Образование в сфере управления должно быть организовано по типу высшего технического образования» [4].

Сегодня группы системной динамики существуют во многих бизнес школах при университетах, они отрабатывают методики очного и дистанционного обучения системной динамики для менеджмента. Эти курсы очень популярны в среде специалистов. Крупнейшими центрами в этой области являются Массачусетский технологический институт (Дж. Стерман, США), Лондонская школа бизнеса (Дж. Моректрофт, Англия), Манхеймский университет (П. Миллинг, Германия) и многие другие. Эти программы изучают иногда волонтеры из России. В крупнейших университетах мира также созданы крупные научно-исследовательские лаборатории и институты, занимающиеся различными проблемами управления на основе методологии системной динамики.

У России существует положительный опыт преподавания системной динамики в среде ИТ-специалистов в ГУУ, в МГУ на экономическом факультете. В рамках перехода Высшей школы России на стандарты 3-го поколения необходимо продумать содержание магистерских программ, предусмотреть обучение в МВА, на специализированных курсах для менеджмента, ориентированных на профессиональное обучение системной динамике и имитационному моделированию.

Широкое распространение в процессе образования системно-динамическая методология получила с середины 80-х годов, когда в рамках проекта К-12 (Kindergarten-12), возглавляемого Дж.Форрестером при содействии Б. Ричмонда, системную динамику ввели в образовательный процесс уже на уровне средних школ (до этого системная динамика преподавалась только на университетском уровне). В рамках данного проекта были разработаны методики обучения системному мышлению и применению системно-динамического моделирования в области математики, физики, биологии, истории, социологии, экономики, литературы. При этом акцент делался на понимание школьниками принципов и механизмов работы сложных систем (обратных связей). На осуществление этой программы только в штате Орегон США было выделено более полумиллиона долларов Национальным научным фондом. Однако, несмотря на довольно широкое распространение данного подхода в образовательном процессе за рубежом, в России, по всей видимости, пока не существует аналогичного опыта.

### **Интерактивные имитационные игры как эффективная методика управленческого образования**

Весьма плодотворным в управленческом образовании явилось взаимодействие системной динамики с другой областью, связанной с имитационными (деловыми) играми (Simulation and Gaming). Так, на базе системно-динамических моделей и методологии было создано большое количество имитационных игр, называемых в зарубежной литературе «имитаторами полетов для менеджеров» (Flight Simulators).

Интерактивные имитационные игры эффективно использовались Джоном Стерманом и другими, чтобы проверить различные правила принятия решения прямым экспериментированием. Такие «тренажеры для пилотов менеджмента» также были той дверью, которая открыла системную динамику менеджерам предприятий. На основе некоторых типовых имитационных моделей/игр были разработаны «учебные имитационные модели», являющиеся расширенными версиями традиционных учебных примеров, часто используемых в менеджменте при обучении.

В России очень популярны и применяются на управленческих специальностях игры: «У озера», «Всемирное рыболовство», «Пивная игра», «Стратегема», «Полисфера», «Эконет» и др. Большой методический опыт разработки и применения имитационных игр в образовании наработан в МГУ им. М.В. Ломоносова в мастерской игр профессора Кавтарадзе Д.Н.[17,18]. В России есть все предпосылки для создания индустрии имитационных игр для экономических и факультетов государственного управления в университетах.

### **Общественная деятельность**

В 1983 году было сформировано Международное Общество системной динамики. Количество его членов в 2006 году превысило 1100 человек – девятикратное увеличение уровня 1983 года, составлявшего приблизительно 120, и удваивается примерно каждые 9 лет. Ежегодно проводимая обществом Международная конференция является представительным съездом, форумом, площадкой обмена опытом сподвижников системной динамики из более 60 стран. Число практиков намного выше, чем количество членов Общества.

Несколько лет назад было образовано Русское отделение Общества системной динамики, призванное распространять идеи и решения системной динамики в русскоговорящей среде. В течение последних 3 лет «русский чартер» позиционирует на Международной конференции свой постер с основными достижениями его участников. В России существует большое количество серьезных научных школ, не только популяризирующих, но и развивающих методы системной динамики, я думаю, об этом надо заявлять международной научной общественности. Среди первоочередных задач русского сообщества видится создание информативного сайта, содействие переводу на русский язык популярных работ Стермана, Уоррена, Маккроруфа и др., написание авторскими коллективами учебных пособий с широким изложением наиболее существенных приложений системной динамики, объединение специалистов, участие в научных и бизнес-конференциях, продвижение планов и программ развития системной динамики в России, общественная деятельность, воздействие на общественное мнение.

В своей статье Дж. Форрестер пишет о необходимости воздействия на правительство и общественное мнение: «для этого нужны смелые лидеры, руководящая группа харизматичных и энергичных покровителей, готовых к смелым дебатам, нужны книги, адресованные общественности, – понятные, относящиеся к делу, важные и волнующие».

**Дж. Форрестер: «Таким образом, я оставляю вам задачу уйти с плато и начать подниматься в горы, что маячат впереди. Мы должны быть в состоянии**

*донести адекватное понимание поведения сложных систем в общество. Когда это будет достигнуто, мы будем готовы к созданию университетов, которые смогут обучать истинной профессии системной динамики».*

### Литература

1. [www.systemdynamics.org](http://www.systemdynamics.org)
2. System Dynamics Review, the Journal of the System Dynamics Society, Vol.23 № 2–3 summer/fall, 2007
3. [www.systemdynamics-russia.org](http://www.systemdynamics-russia.org)
4. **Форрестер Дж.** Системная динамика – персональный взгляд на первые и следующие 50 лет/ (Пер/ Ю. Морозова) [www.systemdynamics-russia.org](http://www.systemdynamics-russia.org)
5. **Forrester, Jay** Industrial Dynamics, 1958 Форрестер Дж. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика) / пер. с англ., общая редакция Д. М. Гвишиани. М.: Прогресс, 1971. 340 с. ([www.lichkina.guu.ru](http://www.lichkina.guu.ru))
6. **Форрестер Дж.** Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. ([www.lichkina.guu.ru](http://www.lichkina.guu.ru))
7. **Форрестер Дж.** Мировая динамика. М.: Наука, 1978. ([www.lichkina.guu.ru](http://www.lichkina.guu.ru))
8. **Медоуз Д.** и др. Пределы роста. М: Изд-во Московского университета, 1991. 280 с.
9. **Sterman John.** Business Dynamics – Systems Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw-Hill Higher Education, 2000
10. **Kim Warren.** Competitive Strategy Dynamics, London Business School, John Wiley&Sons Ltd., 2002
11. **Kim Warren.** Strategic Management Dynamics, London Business School, John Wiley&Sons Ltd., 2008
12. **John Morecroft.** Strategic Modelling and Business Dynamics A Feedback Systems Approach, John Wiley&Sons Ltd., 2007
13. **Лычкина Н. Н.** Системно-динамические модели в процедурах и системах поддержки принятия решений на предприятиях// Сб. трудов II Всероссийской научной конференции "Теория и практика системной динамики" (Апатиты, 3–6 апреля 2007 г.).
14. **Лычкина Н. Н.** Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятия – ГУУ–ВШЭ// Бизнес-информатика. 2007. № 1.
15. **Сидоренко В. Н.** Системная динамика. М.: МГУ, ТЕИС, 1998.
16. **Лычкина Н. Н.** Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений// Материалы III Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO`04. М.: ИПУ РАН, 2004.
17. **Кавтарадзе Д. Н.** Имитационные игры и разработка стратегии природопользования. М.: ТЕИС, 2007.
18. **Крюков М. М.** Эколого-экономическое игровое имитационное моделирование: методический аспект. М.: ТЕИС, 2006.
19. **Горбунов А. Р., Лычкина Н. Н.** Проблемы, актуальные задачи и приоритеты в создании систем поддержки принятия решений и применении имитационного моделирования в сфере управления и бизнеса// Третья всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика ИММОД-2007». Сб. докладов. Т. 1, СПб., 2007.