



Artificial societies. 2013-2020

ISSN 2077-5180

URL - <http://artsoc.jes.su>

All right reserved

Issue 1-4 Volume 5. 2010

Systematization of the experience of teaching the foundations of system analysis and imitational modeling to students of social sciences

D. Katalevsky

*Moscow state university
Russian Federation, Moscow,*

A. Ivanova

*Moscow state university
Russian Federation, Moscow,*

Abstract

The article systematizes the four-year experience of teaching the foundations of system analysis and imitational modeling to students of the department of public administration of Moscow State University. We analyze the program of the course; educational goals and tasks; methodology of employing systematic and dynamic approach to teach imitational modeling to the students of social sciences; and the results obtained with the help of the course.

Keywords list (en): imitational modeling, system analysis, experience of teaching, social sciences

Date of publication: 01.12.2010

Citation link:

Ivanova A., Katalevsky D. Systematization of the experience of teaching the foundations of system analysis and imitational modeling to students of social sciences // *Artificial societies*. 2010. V. 5. Issue 1-4 [Electronic resource]. Access for registered users. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000062-7-1/> (circulation date: 23.09.2020).

1 Чтобы понять особенности управления сложными адаптивными системами, необходимо внедрять в систему образования современные активные методы обучения

управлению, которые обладают большей наглядностью, дают опыт принятия сложных управленческих решений, способствуют выработке системного мышления, помогая понять суть сложной проблемы. Системная динамика представляет собой универсальный метод системного мышления и моделирования поведения сложных социально-экономических, биологических и других систем.

2 **1. Первые шаги.** Идея преподавания имитационного моделирования и системной динамики появилась после учебы Д.Ю. Каталевского по программе магистратуры в течение 2004-2005 гг. в Nelson Rockefeller College of Public Affairs and Policy, Университета г. Олбани (входящего в систему ВУЗов Государственного университета штата Нью-Йорк (State University of New York)). В рамках обучения в аспирантуре на Факультете государственного управления МГУ имени М.В.Ломоносова в 2005 – 2008 гг. Д.Каталевский разработал курс «Введение в системное мышление и имитационное моделирование». Изначально курс задумывался как предмет, в большей степени нацеленный на адаптацию и внедрение в практику принятия управленческих решений принципов системного мышления (system thinking) и основ системной динамики (system dynamics). Во многом это было обусловлено гуманитарной направленностью курса и необходимостью преподавания для студентов, обучающихся в рамках специальностей «государственное управление» и «антикризисный менеджмент». Однако впоследствии в процессе преподавания курс был значительно расширен и дополнен кейсами из практики бизнес- и государственного управления, имитационными моделями (системно-динамическими и агентными), многочисленными имитационными играми.

3 Курс с точки зрения методологии преподавания предполагался как инновационный по своей сути: в основе курса закладывалось интенсивное использование симуляторов и имитационных игр, обширных материалов ведущих российских и западных ученых для самообучения, факультативное чтение, формат занятий предполагал выделение значительного времени для обсуждения и дискуссий, использования на занятиях множества моделей из практики государственного управления. Данный подход, по мнению авторов, позволяет более эффективно подготовить будущих управленцев согласно российскому государственному образовательному стандарту.

4 Определенный успех курса в значительной степени был предопределен также наличием базы и богатыми традициями исследования и преподавания имитационных игр как 1) самостоятельной дисциплины, а также 2) в рамках гуманитарных и естественных наук в МГУ им. Ломоносова под руководством Михаила Михайловича Крюкова, Дмитрия Николаевича Кавторадзе, Владимира Николаевича Сидоренко и других. Наличие критической массы опытных исследователей позволило опереться на уже имеющийся более чем тридцатилетний опыт использования имитационных игр в преподавании самых разнообразных дисциплин (от биологии и экологии до экономической теории) и позаимствовать некоторые оригинальные, прошедшие успешную апробацию наработки российской школы имитационных игр. Ценную помощь в становлении спецкурса оказала А.И. Иванова, неоднократно выступавшая ассистентом при проведении лекций и семинарских занятий.

5 В 2009 году Д.Н. Кавторадзе при поддержке декана факультета государственного управления А.В. Сурина была создана Лаборатория по имитационному моделированию и играм, в рамках которой курс под названием «Основы имитационного моделирования в государственном управлении» окончательно закрепился в качестве одной из дисциплин для студентов 4-5 курсов, обучающихся на факультете. Со временем курс был значительно расширен смежными дисциплинами, как например, основы агентного моделирования, социальные сети в управлении, и в настоящее время уже читается совместно с другими преподавателями факультета, в частности, Владимиром Викторовичем Солодовым.

6 **2. Цели и структура курса.** Впервые проведенный для студентов 5 курса в первом семестре 2005-2006 учебного года, курс был ориентирован на принятие стратегических решений в организациях, главной целью которого было знакомство с основными принципами системного мышления и в особенности – с концепцией обратной связи в управлении. В основе прочитанного цикла лекций лежали методики сценарного планирования [1], разработки стратегического плана организации [2] (на примере подготовки стратегии развития факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова), изучение базовых архетипов систем, предложенных Питером Сенге в книге «Пятая дисциплина» [3], анализ работ Дж. Форрестера, Дж. Стермана и др. по тематике контр-интуитивного поведения систем. В рамках курса с любезного разрешения профессора Лондонской школы бизнеса (London Business School) Кима Уоррена был с успехом впервые в рамках российской практики подготовки студентов управленческой специальности использован бизнес-симулятор LoFare Simulator [4]. В течение семестра студенты выполняли ряд домашних заданий, основная цель которых состояла в корректном усвоении ими методологии разработки причинно-следственных диаграмм и их успешном применении для анализа широкого спектра проблем управления.

7 В течение 2006-2010 гг. курс был значительно расширен: в него вошли как адаптированные из зарубежной практики кейсы (например, кейс «Плато Кейбаб»), так и самостоятельно разработанные кейсы из области государственного управления («ДТП и безопасность на дорогах»), бизнеса (кейсы по стратегическому управлению компаниями «Евросеть» и «Майкрософт» [5]), имитационные модели и имитационные игры («Рыболовство», «Response», «COMPAS» [6] и другие).

8 Важную часть курса в настоящее время составляет материал об управленческой сложности (management complexity) и о барьерах принятия решений современными управленцами. По мнению авторов, подготовка высококачественных специалистов по управлению в настоящее время невозможна без обучения студентов *навыкам* управления, а не только знаниям. К сожалению, российская и в большинстве своем западная система образования концентрируется на подготовке преимущественно «теоретиков» управления: в основе данной системы преподавания лежит «накачивание» студентов информацией о разного рода управленческих подходах/школах менеджмента, теорий управления и т.п. Между тем, помимо обширной теоретической подготовки, безусловно необходимой любому современному специалисту, принципиально важным является также *формирование навыков управления* – важнейшими из которых для управленца является *навыки анализа информации и принятия управленческих решений*.

9 Как показывают многочисленные исследования из области принятия решений в динамически сложной среде (dynamic decision-making), лица, принимающие решения (ЛПР) независимо от возраста, опыта и квалификации одинаково плохо справляются с ситуациями, характеризующимися даже умеренной сложностью. Все это обосновывает необходимость поиска нового подхода к преподаванию – то, что Питер Сенге называет «обучение действием» (learning by doing) [3]. Применение концепции «обучения действием» в рамках образовательного процесса требует активного применения имитационных игр и тренажеров, позволяющих развить навыки принятия управленческих решений в ситуациях с высокой неопределенностью (uncertainty/ambiguity), эффектами запаздывания, ограниченности принятия решения по времени. В связи с этим, преподаваемый на факультете государственного управления курс по системному анализу и введению в имитационное моделирование разработан исходя из следующих целей:

- 10 1. Показать студентам сложность и неоднозначность принятия управленческих решений в динамически сложной среде;

2. Обучить практическому применению инструментов принятия решений (причинно-следственные диаграммы обратной связи, системно-динамические и агентные имитационные модели), позволяющих комплексно анализировать сложные управленческие ситуации и принимать более эффективные решения;
3. Развить навыки принятия управленческих решений в динамически сложной среде.

11 В случае успешного достижения данных целей в процессе преподавания, качество подготовки студентов управленческих специальностей как специалистов значительно возрастает, поскольку после прослушивания курса они получают возможность:

- 12 • лучше концептуализировать сложность управленческой среды и, соответственно, более осмотрительно подходить к принятию решений, учитывая контр-интуитивное поведение систем и возможные побочные эффекты от управленческого вмешательства;
- эффективно овладеть мягкими навыками системно-динамического анализа (soft system dynamics skills), позволяющими построить причинно-следственную диаграмму и осмыслить проблему на языке «обратной связи»;
- изучить основы имитационного моделирования и могут создавать небольшие упрощенные модели для проведения первичного анализа, позволяющие корректно представить поведение системы в обобщенном виде (хотя в рамках данного курса обычно не ставится цель развития навыка моделирования – для этого предусматривается более углубленный курс);
- развивать навык принятия решений в динамически сложной среде и взаимодействия в команде посредством участия в нескольких имитационных играх, проводимых во время преподавания курса.

13 Исходя из поставленных целей и результатов была разработана программа курса.

14 **3. Программа курса.** В основе программы курса лежит логика, выработанная практикой преподавания. По мнению авторов, предложенная ниже программа преподавания позволяет эффективно достичь поставленных целей.

15 Практика преподавания данной дисциплины сложилась таким образом, что курс по основам имитационного моделирования читался преимущественно студентам старших курсов (4-5 курс). Соответственно, к моменту чтения курса студенты уже достаточно хорошо владели теоретическими основами принятия решений, инструментами стратегического анализа и т.п. В связи с этим убедить их в нетривиальности принятия решений в динамически сложной среде было достаточно трудно: вступительные лекции, посвященные контр-интуитивному поведению систем и побочным эффектам управленческого вмешательства, несмотря на множество ссылок на соответствующие академические исследования и примеры из реальной практики, воспринимались достаточно скептически. Более того, подавляющая часть студентов была уверена в собственной высокой эффективности принятия решений, хотя подобная уверенность не подкреплялась реальной практикой управления.

16 Для того, чтобы устранить данную проблему, было решено выстроить программу преподавания таким образом, чтобы на первых же занятиях на практике показать студентам традиционно низкую эффективность принятия решений ЛПР в динамически сложной среде. Соответственно, для этого первые два занятия проводятся объединенными: на этом занятии слушатели разбиваются на небольшие группы, каждая из которых в дальнейшем принимает участие в имитационной игре. Общая продолжительность - 2,5 - 4 часа (оптимально – 3 – 3,5 часа).

17 В качестве подходящего имитационного тренажера рекомендуется использование

таких игр, как «Рыболовство», STRATEGEM, «Econet ABC», «LoFare Simulator» и других. Основные критерии выбора имитационного тренажера – сложность и скорость развития игровой динамики, держащая игроков в напряжении на протяжении всего периода игры. С высокой долей вероятности результаты игры будут далеки от оптимальных. В конце игры необходимо провести дебрифинг и получить обратную связь от студентов, без которого, как считает некоторые специалисты в области имитационного моделирования и игр (в частности, М.М. Крюков, Д.Н. Кавтарадзе), проведение игры *нельзя считать завершенным*. Обычно участники игры испытывают раздражение неудачей, фрустрацию, неудовлетворение от полученных результатов, поэтому разговор следует перевести в конструктивное русло, начав обсуждения причин неудач (линейное мышление, недооценка обратной связи, упрощенные ментальные модели).

18 Таким образом можно эффективно подготовить студентов к восприятию следующих занятий (см. Таблицу ниже).

19 Таблица 1. Программа курса

Занятие 1-2. Имитационная игра /тренажер. Рыболовство (варианты - Response, STRATAGEM). Дебрифинг и обратная связь от участников. *Результат:* студенты убеждаются в собственной неэффективности принятия управленческих решений. Разрушаются заложенные ранее стереотипы, формируется готовность восприятия.

Занятие 3-4. Управление в динамически сложной среде. Определение ДСС. Источники принятия неэффективных решений (эксперименты Б.Бремера, Д.Дернера, Дж.Стермана, Кляйнмутца и Томаса, др.). Контр-интуитивное поведение систем. Линейное мышление и ментальные модели. Небольшие игры по когнитивным особенностям принятия решений. *Результат:* обосновывается необходимость перехода на мышление на основе обратной связи.

Занятие 5. Введение в построение причинно-следственных диаграмм. Простейшие причинно-следственные диаграммы. Анализ кейса по контр-интуитивному поведению систем. *Результат:* знакомство с правилами построения причинно-следственных диаграмм. Введение в основы концептуализации сложных систем.

Занятие 6. Архетипы систем (по работам П. Сенге). Разбор 3-4 базовых архетипов систем с примерами из практики бизнес/госуправления. Кейс по одному из архетипов для самостоятельного разбора в группах. *Результат:* знакомство с архетипами систем, тренировка навыка по составлению причинно-следственных диаграмм обратной связи.

Занятие 7. Кейс «Плато Кейбаб» (самостоятельное выполнение в группах на занятии во время занятия). Сравнительный анализ работ, разбор ошибок. Показ модели Кейбаб-Плато. Дебрифинг. *Результат:* тренировка навыка моделирования причинно-следственных диаграмм в рамках работы экспертной группы

Занятие 8. Введение в системно-динамическое моделирование. Концепция «потоков» и «накопителей». Разбор простейших моделей. *Результат:* введение в основы имитационного моделирования. Программное обеспечение (Vensim/Anylogic)

Занятие 9. Модель Ф. Басса (разбор модели и анализ чувствительности). Модель распространения эпидемий и диффузии инноваций. Презентация и анализ нескольких моделей Д.Каталевского по данной проблематике.

Занятие 10. Ким Уоррен и концепция «стратегической архитектуры» организации. Динамика персонала в консалтинговых организациях (в основе кейсов - материалы исследований консалтинговой компании McKinsey). *Результат:* знакомство с новейшими разработками в области моделирования стратегии организации, разработанными ведущими бизнес-школами (материалы London Business School, MIT).

Занятие 11. Эффекты возрастающей отдачи и управление ростом компании (причинно-следственные диаграммы). Игра А. Ивановой «Рыночные гонки». *Результат:* знакомство с концепцией возрастающей отдачи; изучение практических аспектов применения системной динамики к прогнозированию исхода конкурентной борьбы на высокотехнологичных рынках.

Занятие 12-13. Агентное моделирование (вводная лекция, сдвоенные пары). Сравнение системной динамики и агентного моделирования: преимущества и недостатки каждого метода. *Результат:* изучение основ метода агентного моделирования и его ключевых особенностей.

Занятие 14. Консультирование студентов по причинно-следственным диаграммам их финальных работ. Подробный разбор студенческих работ и методологии построения диаграмм и моделей. *Результат:* развитие и закрепление у студентов «мягких» навыков концептуализации и анализа сложных систем.

Занятие 15. Агентное моделирование: образцы моделей (разбор конкретных моделей). Перспективы моделирования. Объединенные системно-динамические и агентные модели. *Результат:* знакомство с агентными моделями и ноу-хау агентного моделирования.

20 Как уже отмечалось выше, в основе курса по основам имитационного моделирования в государственном управлении на ФГУ МГУ им. М.В. Ломоносова лежит метод системной динамики, эффективно дополненный применением широкого спектра имитационных игр. Однако следует отметить, что применение метода системной динамики в подготовке учащихся имеет как ряд преимуществ, так и ряд трудностей.

21 В рамках работы А. И. Ивановой «Современные методы обучения управлению природными ресурсами» в 2008 году было проведено исследование образовательной эффективности методов системной динамики и имитационных и игр по сравнению с традиционными формами обучения студентов специальности «менеджмент». Были опрошены непосредственные участники образовательного процесса в России - преподаватели курсов по менеджменту, управлению природными ресурсами, государственному управлению, а также студенты и аспиранты (удалось провести интервью с 22 респондентами).

22 С одной стороны, исследование выявило, что системная динамика обладает рядом преимуществ перед традиционными методами анализа и подходами к решению управленческих проблем: в частности, данная методология представляет собой универсальный подход, позволяющий исследовать широкий круг проблем, быстро концептуализировать сложную проблему и применить системный подход к ее решению; эффективно учитывать последствия обратной связи. Отмечалось также, что данный метод обладает высокой наглядностью, заставляя студентов не столько механически запоминать, сколько глубоко вникать в самую суть проблемы и учиться мыслить самостоятельно, а не шаблонно.

23 Тем не менее, исследование также подтвердило наличие определенных сложностей – так называемых *барьеров на пути обучения*. Так, респонденты отмечали, что для использования имитационных моделей и игр в обучении необходимы большие временные и кадровые ресурсы. Эксперты указали на такие проблемные области, как, например, необходимость высокой концентрации усилий преподавателя, трудоемкость при подготовке к занятиям, необходимость соответствующей технической базы и оснащенности учебного процесса.

24 В целом следует отметить, что хотя в рамках применения системной динамики в процессе подготовке студентов управленческих специальностей накоплен значительный положительный опыт (неоднократно подтвержденный многочисленными положительными отзывами самих учащихся), тем не менее подготовка самого курса требует значительных интеллектуальных и временных затрат как со стороны преподавателя (помимо традиционных материалов данный курс предполагает активное использование имитационных моделей и имитационных игр), так и затрат на освоение курса со стороны учащихся (без активного их соучастия в процессе преподавания обучение метод игр и моделирования освоить невозможно).

25 **4. Трудности на пути освоения основ системной динамики у российских студентов.** Основные трудности, с которыми сталкиваются студенты при освоении основ построения системно-динамических причинно-следственных диаграмм можно разделить на несколько групп:

- 26 • Вначале у многих не получается корректно строить контуры обратной связи: переменные связаны между собой, однако обратных связей нет;
- Некорректно названные переменные: студентами используются такие

формулировки как «рост», «улучшение, ухудшение», «падение, снижение», «понижение, повышение», «фауна», «климат», «природа» и т.п.;

- Связь между переменными неоднозначна, неверна, неправильно направлена;
- Дублирующие связи, диаграмма превращается в запутанный «клубок»

27 Для достижения понимания студентами перечисленных выше основных моментов при построении корректной причинно-следственной диаграммы необходимо обязательно проводить общую работу над ошибками и индивидуальные консультации (в случае необходимости). Также эффективным оказывается упражнение-игра «Живые циклы (Living Loops)» [7], демонстрирующее поведение переменных в замкнутом круге обратной связи в зависимости от общего количества отрицательных связей в петле. В ходе занятий со студентами полезно проводить и другие игры для развития системного мышления, например, упражнение «Борьба большими пальцами (Thumb Wrestling)», упражнение «Жонглирование в круге» (Warped Juggle) [7] и др.

28 Перечисленные выше игры-упражнения позволяют участникам на собственном опыте лучше усвоить сложный материал, что было многократно проверено в рамках чтения курса по «Основам имитационного моделирования и системному подходу в управлении» на ФГУ МГУ им. М.В. Ломоносова. Благодаря упражнению «Живые циклы» студенты учатся правильно интерпретировать причинно-следственные диаграммы и предсказывать каким будет поведение системы в зависимости от поведения системы во времени. Физические передвижения и зрительные впечатления во время игры, личное вовлечение в процесс, построение догадок и их подтверждение либо опровержение, связанные с этим положительные и отрицательные эмоции - все это поднимает участников игры на качественно новый, системный, уровень понимания материала. В этой связи рекомендуется небольшие упражнения-игры с большим образовательным потенциалом активно применять в учебном процессе.

29 **5. Моделирование: проблемное поле и причинно-следственные диаграммы.**

30 В качестве итогового задания по сложившейся традиции студенты готовят проекты в группах на произвольную тему, где (1) раскрывают актуальную управленческую проблему из области государственного и бизнес-управления, (2) описывают предпринятое управленческое воздействие и его последствия – как положительные, так и скрытые побочные эффекты, а также (3) предлагают свои пути решения проблемы, применяя системный подход. Подобный подход показал свою высокую эффективность в условиях необходимости научить слушателей курса основами системной динамики в краткий срок поскольку:

- 31 • заставляет активно использовать навыки по составлению причинно-следственных диаграмм на практике, таким образом закрепляя полученные знания и опыт по концептуализации сложных систем;
- учит слушателей курса навыкам командной работы;
- развивает научный подход к решению типовых управленческих задач (ниже приводятся некоторые темы работ студентов).

32 Например, в рамках чтения данной дисциплины студентам 5 курса отделения АКУ (антикризисного управления) Факультета государственного управления МГУ им. М.В. Ломоносова в осеннем семестре 2009 года, студентами самостоятельно были выбраны следующие темы проектов: «Изменение климата и глобальное потепление», «Рынок недвижимости Москвы: механизмы ценообразования», «Развитие малого предпринимательства в Москве», «Миграция мусульман и ее последствия в Западной Европе», «Стратегия развития компании Starbucks Coffee Company», «Исследование факторов роста стоимости компании

ОАО «Вымпелком», «Причины гибели цивилизаций Древнего мира (Ассирия, Инки, Майя, Ацтеки)», «Проблема ожирения в США и пути ее решения», «Эпидемия свиного гриппа – кому это выгодно?».

33 Также в ходе занятий студенты брались анализировать проблемы экологического характера, вредных привычек (алкоголь, курение), ипотечного кризиса, региональных войн и конфликтов (Иран, Ливан), пробок на дорогах мегаполисов, выработки антибиотиков и борьбы с вирусными заболеваниями, законотворчества, образования, полового воспитания, ценовой политики, экспорта, налогов, фаст-фуда и др. Часть студентов выполнила по желанию дополнительное исследование – провели анализ своих карьерных ожиданий и планов.

34 В заключении необходимо еще раз подчеркнуть, что освоение системного мышления необходимо внедрять в систему образования по всем направлениям и преподавать, начиная с начальных классов школы (например, именно в этом и состоит замысел основателя системной динамики Джея Форрестера, в настоящее время активно занятого проектом K12 – внедрением системной динамики в начальной и средней школе США). Имитационные игры и моделирование (системная динамика) – это, безусловно, наиболее эффективные для этой цели формы обучения. Потенциал их пока еще недостаточно раскрыт в российской практике преподавания. Одним из барьеров является неподготовленность преподавательского состава и недостаточная квалификация преподавательского состава в области владения этим методом анализа. Также существуют объективные сложности, связанные с применением этих методов, как, например, техническая оснащенность учебного класса, трудоемкость подготовки занятий для преподавателя, наличие у преподавателя опыта проведения имитационных игр и построения моделей.

35 И системная динамика как метод моделирования поведения сложных систем в комплексе с передовыми разработками имитационных деловых игр могут стать эффективным дополнением к традиционным методам обучения. Авторы данной статьи принимали активное участие в нескольких зимних школах и мастерских по имитационным играм и, как результат, продолжают дополнять план курса по имитационному моделированию различными упражнениями – симуляторами. Также планируется насытить курс кейсами по системной динамике и агентному моделированию по различным управленческим тематикам. По результатам проведенных анкетных опросов студенты высокой оценили предложенный курс и порекомендовали в дальнейшем расширять часть курса, посвященную демонстрации и анализу прикладных моделей в бизнесе и государственном управлении.

36 Авторы выражают надежду, что благодаря их усилиям данный курс получит дальнейшее распространение на ФГУ, так чтобы на старших курсах студенты, уже владея методом моделирования, могли анализировать управленческие проблемы с помощью имитационного моделирования на качественно более высоком уровне.

Обобщение опыта преподавания основ системного анализа и имитационного моделирования для студентов гуманитарных факультетов

Каталевский Д. Ю.

*МГУ им. М.В. Ломоносова
Российская Федерация, Москва,*

Иванова А. И.

*МГУ им. М.В. Ломоносова
Российская Федерация, Москва,*

Аннотация

Данная статья обобщает четырехлетний опыт преподавания основ системного анализа и имитационного моделирования для студентов Факультета государственного управления МГУ им. М. В. Ломоносова. Авторы подробно анализируют программу курса, поставленные образовательные цели и задачи, методику преподавания имитационного моделирования на основе системно-динамического подхода для студентов гуманитарных факультетов, а также результаты, которые удалось достичь с помощью данного курса.

Ключевые слова: имитационное моделирование, системный анализ, факультет государственного управления, опыт преподавания

Дата публикации: 01.12.2010

Ссылка для цитирования:

Иванова А. И. , Каталевский Д. Ю. Обобщение опыта преподавания основ системного анализа и имитационного моделирования для студентов гуманитарных факультетов // Искусственные общества. 2010. Т. 5. Выпуск 1-4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://artsoc.jes.su/s207751800000062-7-1/> (дата обращения: 23.09.2020).