

Применение игровых технологий в преподавании «системных» дисциплин

Щепетова Светлана Евгеньевна – д-р экон. наук, доцент. E-mail: seshchepetova@fa.ru

Сатдыков Айрат Илдарович – ст. преподаватель кафедры «Системный анализ в экономике».

E-mail: aisatdyikov@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Адрес: 105187, г. Москва, ул. Щербаковская, 38, ком. 211

***Аннотация.** Применение новой формы подачи материала по ряду дисциплин, посвящённых изучению системного подхода в экономике, в виде доработанного преподавателями Финансового университета варианта «пивной игры» показало свою эффективность. Геймификация учебного процесса на основе игровой цепи поставок позволила наглядно продемонстрировать студентам то, как структура системы определяет её динамику и влияет на поведение отдельных компонентов, а также обратить их внимание на важные характеристики и свойства социально-экономических систем. Игровые технологии послужили отправной точкой для анализа и обобщения собранных студентами в результате игры данных, для приобретения ими навыков формализации практических ситуаций и построения моделей сложных систем, для исследования поведения систем на моделях, а также для последующего изучения теоретического материала по принципу «вытягивания знаний» и углублённого изучения вопросов, касающихся различных аспектов функционирования систем. Использование игровых технологий в учебном процессе позволило повысить интерес обучающихся к изучаемому материалу, лучше усвоить теоретические положения, лежащие в основе системного мышления, и сформировать практико-ориентированные компетенции исследовательского характера.*

***Ключевые слова:** игровые технологии, моделирование сложных систем, имитационное моделирование, «пивная игра», системный анализ, цепи поставок, эффект хлыста*

***Для цитирования:** Щепетова С.Е., Сатдыков А.И. Применение игровых технологий в преподавании «системных» дисциплин // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 4. С. 127-134.*

Введение

Преподавание таких дисциплин, как «Системный анализ в экономике», «Системный анализ и моделирование», «Системный анализ в управлении», «Имитационное моделирование сложных систем» в условиях, когда длительность курса не позволяет глубоко и полно изучить предмет с вовлечением студента в процессы сбора и анализа реальных статистических данных, с применением им сложных математических методов формализации и с использованием специализированных компьютерных программ, ставит перед преподавателем немало методических

вопросов. Ключевой из них – как за достаточно короткий срок (обычно 3 зачётные единицы) сформировать компетенции, позволяющие студенту обосновывать с системных позиций и веско аргументировать собственное мнение относительно различных практических ситуаций из разных сфер деятельности, опираясь на ими же построенные адекватные модели. Другими словами, как сформировать навыки системного мышления и применения методологии системного анализа и синтеза для постановки и решения задач (особенно нестандартных)? При этом преподаватель должен не только показать

студенту целостную картину теоретических положений многогранного и многоуровневого системного подхода, но и продемонстрировать его практическую применимость и полезность. Кроме того, немаловажно вызвать у студента живой интерес к такому построению учебного процесса, который способствует формированию собственной образовательной траектории на основе индивидуального самостоятельного выбора необходимых ему для изучения дисциплин. Всё это побудило авторов статьи искать новые подходы к преподаванию «системных» дисциплин.

«Пивная игра»

Идея ввести в образовательный процесс игровые технологии возникла у нас после изучения книги А. Свини и Д. Медоуз «Игры для развития системного мышления» [1]. Мы понимаем, что, несмотря на всю привлекательность описанных в ней игр, они подходят скорее для тренинга или факультативного занятия, чем для формата семинара по экономической дисциплине. Кроме того, мы полагаем, что геймификация¹ учебного процесса должна служить не столько привлечению студентов, сколько обеспечению связи и преемственности формируемых знаний и навыков на разных занятиях, а значит, в рамках учебного процесса должен быть выстроен некий «учебный игровой сериал».

Данная идея была реализована (сначала в тестовом, а затем и в обычном режиме) с использованием так называемой «пивной игры» (“the beer distribution game”)², которая была разработана в Массачусетском технологическом институте в 1960-е годы [2, с. 27–

53] и популяризирует идеи Дж. Форрестера по моделированию системной динамики [3]. Она подробно описана в третьей главе книги П. Сенджа «Пятая дисциплина» и более полно – на портале «The Beergame Portal» (www.beergame.org), где содержатся необходимые для проведения игры материалы, а также методические рекомендации для преподавателей. Систематизация, обобщение и упорядочение информации по «пивной игре», представленной в книге «Пятая дисциплина» и в сети Интернет, позволили нам обеспечить техническую сторону игры (правила в виде чёткого и понятного алгоритма, игровое поле, игровые карточки и прочее). В дальнейшем сотрудничество авторов с представителями проекта SUPPLYCHAINS.RU позволило облегчить проведение учебной игры за счёт использования типографским способом напечатанных материалов для игры (это гораздо удобнее в работе со студентами, чем кустарные материалы). Разработанные нами планы семинарских занятий и домашние задания, реализующие концепцию «учебного игрового сериала», опирались на результаты игрового имитационного эксперимента, позволяя последовательно изучать и обсуждать основные темы «системных» дисциплин.

«Пивная игра» (далее – игра) представляет собой настольную ролевую игру, моделирующую цепь поставок любого товара, в её рамках каждый игрок отвечает за своё звено, игроки не обмениваются информацией и не вырабатывают общей стратегии. На *рисунке 1* представлена визуализированная схема игры в виде потоковой диаграммы. В игре участвуют четыре игрока: магазин (retailer), оптовый продавец (wholesaler), дистрибьютор (distributor) и завод (factory). Каждый игрок имеет у себя определённый запас товаров, которые он получает (входящие потоки) от поставщика и передаёт потребителю (исходящий поток). Задача каждого участника состоит в том, чтобы удовлетворить поступающие ему заказы и осуществлять отгрузку товара клиенту, а недопоставка

¹ Геймификация (от англ. слова gamification) – процесс использования игрового мышления и динамики игр для вовлечения аудитории и решения задач.

² Эта игра моделирует цепь поставок (supply chain) товаров от производителя к потребителю через оптового и розничного продавца и в целом подходит для формата семинарского занятия для будущих экономистов и управленцев.

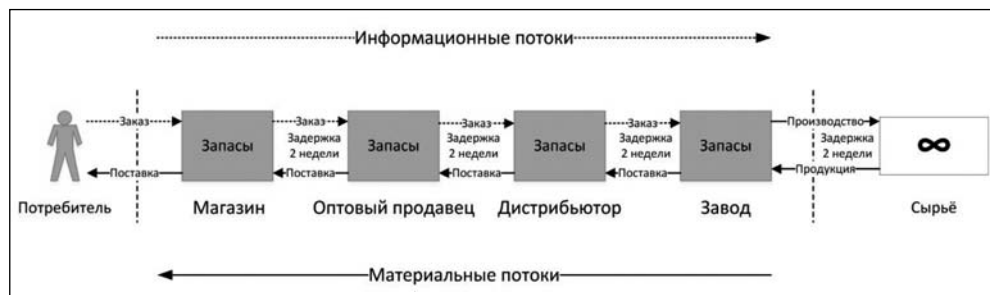


Рис. 1. Схема «пивной игры»

товара (backorder cost) клиенту штрафуются. С другой стороны, каждый игрок стремится минимизировать запасы, так как по правилам игры хранение товара на складе (inventory cost) стоит денег.

Вертикальные пунктирные линии на рисунке 1 представляют собой условные границы игры. Заказы потребителя задаются извне в виде карточек, на которых указывается недельное потребление товара. Исходя из этих значений и собственного прогноза, магазин размещает заказ оптовому игроку, тот дистрибьютору, а тот, в свою очередь, заводу. Завод принимает решение о производстве продукции и размещает заказ сам себе на производство, при этом игра исходит из допущения, что ресурсы завода по производству не ограничены. Завод отгружает товары дистрибьютору и дальше по цепочке до потребителя. Таким образом, в игре параллельно идут информационные потоки в виде размещения заказов и материальные потоки в виде отгрузки товаров. Размещение заказа и его поступление происходят с временным лагом (размещённый на первом ходу заказ обрабатывается на втором ходу, отгружается на третьем ходу и доставляется заказчику на четвёртом ходу). Игра моделирует 54 недели. На каждой неделе игрок получает товары, заказанные ранее, рассматривает входящий заказ и делает отгрузку товаров со своего склада, подсчитывает остатки и, самое главное, на основе своего прогноза размещает заказ поставщику. Все шаги в игре на каждом ходу (это данные по входящим това-

рам, по остаткам на складе, о поступивших заказах, о реализованной поставке, возникшем дефиците товаров на складе, расходах на текущей неделе) фиксируются обучающимися в специальной форме, раздаваемой студентам перед началом игры. Все собираемые каждым игроком данные необходимы для текущего анализа ситуации, прогнозирования её развития и принятия решения о размере размещаемого заказа. Затем эти данные используются также для анализа результатов игры как команды в целом, так и каждого игрока в отдельности.

Игра моделирует поведение системы с временными задержками (a system with delays). Подробный анализ поведения таких систем представлен в книге Д. Медоуз «Азбука системного мышления» [4, с. 51–58], но знакомство студентов с описанными исследователем явлениями непосредственно в процессе игры имеет гораздо более сильный эффект, чем от чтения. Играя в группах по четыре человека, студенты воочию сталкиваются с проблемами, возникающими в такого рода системах, а в результате обработки данных, анализа ситуации и осмысления теоретических выводов осознают необходимость системного мышления как в профессиональной, так и в других сферах жизнедеятельности.

Логика изучения системной парадигмы

Сначала студентам разъясняются правила игры и порядок ведения записей. На примере этой игры показывается порядок

организации и проведения научного эксперимента. Чётко обозначается цель эксперимента и правила, следование которым обязательно для её достижения (для чистоты эксперимента). Цель эксперимента в данном случае – исследование динамики логистической системы в условиях, когда розничный магазин, оптовик, дистрибьютор и завод действуют исходя только из своих интересов и взаимодействуют только через механизм «заявка–поставка». Правила эксперимента: 1) заказы выполняются в полном объёме при наличии товара на складе (в случае невозможности полного выполнения заказа возникающий дефицит суммируется и покрывается при первой возможности на следующих неделях); 2) игроки не должны коммуницировать друг с другом и подглядывать в записи друг друга (особенно строго запрещается разглашать информацию о реальных заказах потребителей). К сожалению, азарт, возникающий в процессе игры, может приводить к тому, что эти правила нарушаются. Поэтому преподаватель должен следить за тем, чтобы игроки не выстраивали общей стратегии и не делились информацией о размещаемых заказах и о своей ситуации.

В начале игры у каждого игрока есть определённое количество запасов товара³ на складе (по 12 единиц), есть товар в пути (4+4) и есть предварительные заказы (4+4). Система сбалансирована. Игра начинается, идёт поставка товаров, игроки размещают заказы. Сам кейсовый сценарий для изучения динамики системы запускается через карточки, на которых указан недельный спрос конечного потребителя. Несколько недель сохраняется один и тот же показатель потребления (5 единиц товара в неделю), но затем этот показатель возрастает (например, вследствие проведённой рекламной кампании) до 9 единиц и сохраняется на этом уровне до конца игры. Об этом повышении

спроса на розничные поставки остальные игроки узнают только спустя определённое время через заказы своих клиентов (при соблюдении правил эксперимента). С этого момента во всех игровых группах наблюдается примерно одна и та же картина. Неизменно начинаются колебания спроса, причём с возрастающей амплитудой от магазина к заводу – феномен, широко известный в сфере логистики и получивший название «эффект хлыста» (bullwhip effect). Возникает дефицит, потом затоваривание, наблюдается рост затрат – отличие между группами состоит лишь в масштабе этих проявлений системных проблем (в десятках или сотнях единиц товара и, соответственно, в десятках или сотнях рублей).

Вне аудиторной работы студентам даётся задание для выполнения в группах. Они должны заполнить форму в MS Excel и проанализировать результаты имитации поставок в логистической системе. Им предлагается посмотреть на результаты с позиций как системы в целом, так и каждого *актора*⁴, охарактеризовать своё восприятие ситуации как лица, принимающего решение, и своё поведение. При этом студенты должны ответить на следующие вопросы.

– Какие проблемы проявились в деятельности розничного магазина, оптовика, дистрибьютора, завода? Почему они возникли? Кто виноват и что делать?

– Какие проблемы проявились на уровне системы и как?

– Была ли деятельность системы сбалансирована и стабильна? Какой период времени?

– Что привело к разбалансировке системы? Может быть, «кто» привёл?

– Можно ли было как-то избежать разбалансировки системы и как?

Ответы даются каждым участником игры и обсуждаются с остальными. Далее студентам предлагается изучить следующие поня-

³ Товаром выступают канцелярские скрепки (маленькая скрепка – одна единица товара, большая – 10 единиц товара).

⁴ Актор – действующий субъект (индивидуальный или коллективный); индивид, социальная группа, организация, институт, общность людей, совершающих действия, направленные на других.

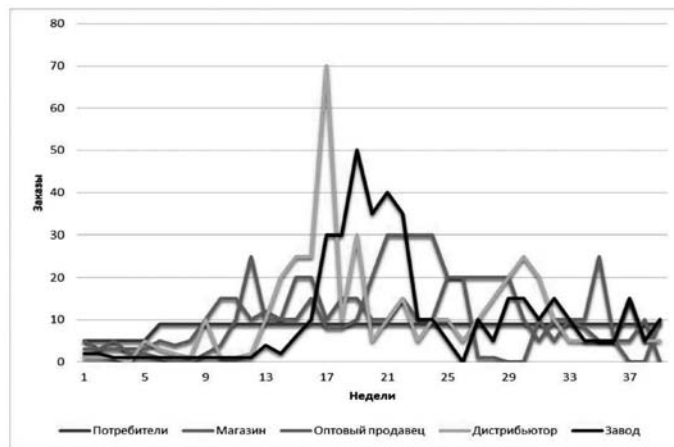


Рис. 2. «Эффект хлыста» в цепи поставок

тия системного анализа: «система», «надсистема», «подсистема», «элемент системы», «состав и структура системы», «цель системы», «функционирование системы». После этого они собирают информацию по теме «эффект хлыста» и отвечают на вопрос о том, наблюдается ли этот феномен в проведённом эксперименте, как он проявляется и чем обусловлен. Важную часть теоретической информации студенты изучают в разделах книги П. Сенджа [2], посвящённых «пивной игре». После прочтения им предлагается подумать над тем, как структура системы влияет на её поведение.

После этого студенты описывают шаги проведения игрового эксперимента по функционированию логистической системы:

- формулирование цели логистической системы и её акторов, описание правил организации цепи поставок (кратко и схематично);
- формирование цели и условий эксперимента;
- визуализация схемы функционирования системы;
- формирование списка показателей, которыми может быть охарактеризована динамика системы;
- каждая группа делает 5–7-минутные презентации с описанием а) системы, б) экс-

перимента, в) результатов анализа динамики системы; в конце делаются выводы.

В ходе игры обучающиеся на собственном опыте имеют возможность ознакомиться с «эффектом хлыста», а также убедиться в том, что необходимо принимать во внимание задержки между информационными и материальными потоками. В процессе выполнения заданий обработка данных и анализ проблемной ситуации запускают процесс изучения теоретического материала по принципу «вытягивания». При следующей аудиторной встрече студенты обмениваются своими выводами по результатам проведённого эксперимента, убеждаются в том, что картина у всех, по сути, одинаковая.

На *рисунке 2* представлен результат одной из проведённых игр. Обучающиеся успели сделать почти 40 ходов. Как видно на рисунке, после десятой недели начинаются довольно заметные колебания в заказах у всех игроков, причём наибольшие колебания наблюдаются у дистрибьютора и завода. И только ближе к концу игры удалось относительно нормализовать заказы в соответствии с реальным потреблением.

На *рисунке 3* видно, что небольшое повышение спроса надолго вводит игроков в состояние дефицита товаров, а потом начинаются поставки ранее сделанных заказов, и

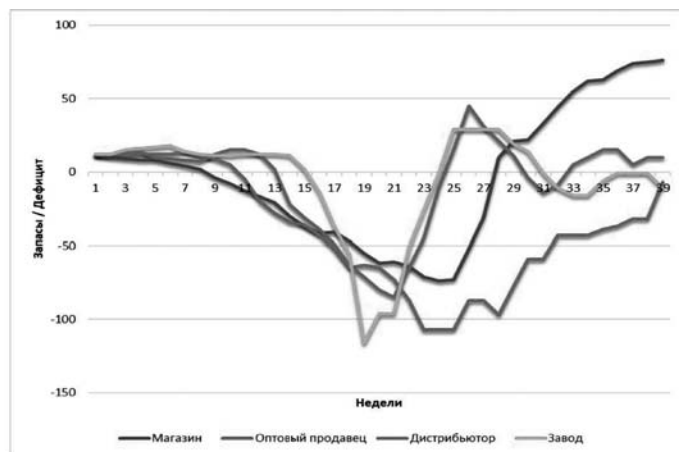


Рис. 3. Объём запасов товара у игроков

запасы у всех игроков начинают расти. Если бы студенты успели поиграть ещё, то, скорее всего, только к концу удалось бы распродать все запасы, при этом заказы находились бы на минимальном уровне.

Распространённым поведением обучающихся по окончании игры являются попытки обвинить других игроков в своих резко возросших показателях расходов, но в дальнейшем при обсуждении результатов становится ясно, что поведение каждого студента определяла именно структура цепи поставок, и обвинения беспочвенны. Очень важно, что игроки осознают свою связанность отношениями в системе и взаимозависимость друг от друга, а главное — роль структуры системы в наблюдаемых явлениях. Из игры становится очевидно, что оптимальное решение для каждого игрока не является оптимальным для системы (цепи поставок) в целом. Важный урок состоит в том, что принимаемые в прошлых периодах решения влияют на текущее положение игрока. Они это знают перед началом игры, но по окончании явственно осознают (знать ≠ осознать).

Неоднократное проведение игры в различных группах позволяет дать некоторые методические рекомендации. Прежде всего, выяснилось, что одному преподавателю довольно непросто объяснить группе

из 20–25 человек (пяти игровым командам соответственно) правила так, чтобы они сразу начали играть. Поэтому до основной игры проводится часовое разъяснение правил и пробная игра на два–три хода, затем вводится система учёта показателей, и студенты играют с ней ещё три хода. После пробного захода они готовы приступить к основной игре. За время семинарского занятия (два академических часа), как показала практика, студенты не успевают пройти все 54 недели и проходят в среднем от 25 до 35 недель. Это связано, на наш взгляд, с тем, что у обучающихся слабо развит навык командной работы и зачастую они действуют несогласованно, что тормозит общую работу. Идеальным условием для игры является проведение её на сдвоенном семинарском занятии, когда есть возможность организовать и обучение, и непосредственно игру, и краткое обсуждение её результатов.

По итогам игры каждая команда имеет четыре комплекта из данных, которые они в качестве домашнего задания переносят в подготовленную преподавателем форму в MS Excel (данная форма автоматически формирует рассмотренные выше графики). На семинаре после игры часть времени отводится на обмен впечатлениями от игры и об-

суждение полученных результатов, “эффекта хлыста”, поведения системы с задержками. Также студентам предлагается высказывать свои предположения о том, что привело к таким результатам игры, как можно было бы уменьшить негативный эффект в цепи поставок, каким образом структура системы влияет на поведение отдельных компонентов и системы в целом. Данный разбор занимает до 40 минут и служит важным завершающим этапом, на котором преподаватель подчёркивает практическую роль системных принципов.

Последующие семинарские занятия направлены на формирование навыков построения моделей систем, интерпретации результатов моделирования и обоснования путей решения проблем. Следуя той же логике организации учебного процесса, студенты изучают назначение моделей чёрного ящика, состава, структуры и структурной динамики системы, методики IDEF0⁵. На примере данной игры обсуждается, какие переменные и параметры целесообразно считать релевантными для исследования причин разбалансировки системы при скачкообразном изменении спроса, строятся вышеуказанные модели. На основе построенных моделей комментируются результаты игрового имитационного эксперимента и аргументируются предложения по изменению структуры системы.

На одном из семинаров внимание уделяется выявлению специфики социально-экономических систем. Обсуждение ментально-институциональных аспектов их деятельности вызывает у студентов живой интерес и побуждает задуматься над тем, что стоит за видимым поведением людей (активных элементов системы). Студенты осознают, что принятие решений, включая

постановку задачи выбора (формулирование альтернатив, ограничений, целей/критериев), также должно опираться на системную методологию.

Полученные в ходе игры первичные системные представления полезны для приобретения студентами навыков построения имитационных моделей сложных систем и последующего проведения компьютерных экспериментов для исследования их структурной динамики. Посвящённые этому семинарские занятия рекомендуется включить в учебный план студентов по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», специализирующихся на экономике.

Заключение

Данная игра многократно проводилась в течении двух лет среди студентов бакалавриата и магистратуры различных курсов очного и заочного отделений и получила позитивные отзывы у студентов. В связи с этим было принято решение сделать её составной частью преподаваемых на кафедре «Системный анализ в экономике» дисциплин. Дальнейшее совершенствование игры видится в разработке новых сценариев, к примеру для сезонных товаров, и в более широком использовании полученных данных для построения имитационных моделей.

Литература

1. *Свини Л.Б., Медоуз Д.А.* Игры для развития системного мышления / Пер. с англ. Е.С. Оганесян; под ред. Н.П. Тарасовой. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.
2. *Senge P.M.* The Fifth Discipline: The Art and the Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday, Revised and Updated edition, 2006.
3. *Forrester J.W.* Industrial Dynamics, Portland, OR: Productivity Press, 1961. 464 p.
4. *Meadows D.H., Wright D.* Thinking in system: A Premier. Chelsea Green Publishing, 2008.

⁵ IDEF0 – методология функционального моделирования (англ. function modeling) и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов. Отличительной особенностью IDEF0 является её акцент на соподчинённости объектов.

Application of Game-based Simulation in “System Analysis” Courses

Svetlana E. Shchepetova – Dr. Sci. (Economics), Assoc. Prof., Vice director of the «System analysis in economics» Department, e-mail: seshchepetova@fa.ru

Ayrat I. Satdykov – Senior teacher of the «System analysis in economics» Department, e-mail: aisatdykov@fa.ru

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Address: 38, Sherbakovskaya str., office 211, Moscow, 105187, Russian Federation

Abstract. The application of the game-based education technologies in a modified version of “the beer distribution game” on a number of disciplines devoted to the study of the system approach in economics has proven its effectiveness. This variant of the game has been updated by the professors of the Financial University. The gamification of education process basing on supply chain modeling made it possible to demonstrate clearly to students how the structure of the system determines its behavior and influences the behavior of individual components, as well as to focus their attention on the main system characteristics and features of socio-economic systems. Gaming technologies served as a starting point to analyze and summarize the data collected by students during the game, to acquire the skills of formalizing practical situations and building models of complex systems. Also they served to study the behavior of different systems by exploring their models, and for later learning of theoretical material based on the “drawing knowledge” principle and in-depth study of issues related to various aspects of system’s functioning. The gamification of the education process made it possible to increase the students’ involvement into subject being studied, to understand better the theory of system thinking and to develop practical research competences.

Keywords: complex system modeling, game-based education technologies, beer distribution game, system analysis, simulation modeling, supply chain, bullwhip effect

Cite as: Shchepetova, S.E., Satdykov, A.I. (2018). [Application of Game-based Simulation in “System Analysis” Courses]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* = Higher Education in Russia. Vol. 27, no. 4, pp. 127-134. (In Russ., abstract in Eng.)

References

1. Sweeny, L.B., Meadows, D. (2014). *Igry dlya razvitiya sistemnogo mysleniya* [Systems Thinking Games for System Thinking Development]. Transl. from Eng. by E.S. Oganessian, Ed. N.P. Tarasova. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy Publ., 304 p. (In Russ.)
2. Senge, P.M. (2006). *The Fifth Discipline: The Art and the Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday, Revised and Updated edition.
3. Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*, Portland, OR: Productivity Press. 464 p.
4. Meadows, D.H., Wright, D. (2008). *Thinking in System: A Premier*. Chelsea Green Publishing.

The paper was submitted 02.03.18

Accepted for publication 16.03.18