

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ АГЕНТОВ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОВЕДЕНИЕМ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В статье изложены создание и анализ агент-ориентированной модели для управления поведением потребителей. Данная модель может использоваться компаниями для изучения своего потребителя, а также способна выступать в роли учебной модели.

Агент-ориентированные модели – это сравнительно новое направление в моделировании социально-экономических систем. В основе подобных моделей лежит представление о человеке, фирме, домохозяйстве как об экономических агентах со своими свойствами и потребностями. В данной модели отражено поведение группы потребителей, объединенных в популяцию по географическому принципу. Благодаря географической близости и межличностным связям потребители могут взаимодействовать друг с другом. Исследуется отношение людей к двум напиткам, которые рассматриваются потребителями как полные эквиваленты друг друга.

В процессе создания модели были смоделированы прямой и обратный переходы потребителя между состояниями равнодушия к торговым маркам и предпочтения определенного напитка. В основе данных переходов лежат как маркетинговые усилия производителей, так и межличностные связи агентов.

В результате моделирования сделан вывод о неэффективности маркетинговых методов конкуренции в случае, когда товары в восприятии потребителя являются идеальными заменителями друг друга, и необходимости делать упор на альтернативные способы привлечения внимания потребителя.

***Ключевые слова:** агент-ориентированные модели; маркетинговые коммуникации; математическое моделирование; поведение потребителя; социально-экономические системы; товары-заменители; экономические агенты*

Кризисные явления в мировой экономике, проявившиеся в конце первого десятилетия XXI в., обострили конкуренцию компаний за потребителя. Для России, переживающей сейчас экономический спад, данная тема также особенно актуальна. Поведению потребителя отведена важная роль в современном маркетинге. Бизнесу важно не только понимать потребителя, но и влиять на его поведение. Одним из инструментов в данном случае является математическое моделирование.

Математическое моделирование социально-экономических процессов в последние годы получило мощный импульс благодаря развитию вычислительных систем и появлению мощных программных комплексов [7].

В данной статье речь пойдет о программном комплексе AnyLogic, предназначенном для выполнения моделирования различных видов, в том числе:

- дискретно-событийное моделирование;
- моделирование путем использования метода системной динамики;
- агентное моделирование.

AnyLogic является мощным программным комплексом, направленным на

максимальную работу с графическим интерфейсом программы, а не с программным кодом [1]. В рамках данной статьи разберем построение простой агент-ориентированной модели в среде AnyLogic. Агентное моделирование было выбрано исходя из важности понимания того, как потребители взаимодействуют между собой. Было решено построить оригинальную модель поведения потребителей двух товаров-субститутов с возможностью смены агентами своих состояний в системе.

В основе модели лежит предположение о том, что в магазинах есть два очень похожих напитка – *Cola1* и *Cola2*. Напитки являются товарами-субститутами и рассматриваются потребителями как полные эквиваленты друг друга. Большинство потребителей индифферентны к их торговым маркам и покупают оба напитка, не отдавая предпочтения ни одному из них. Однако есть люди, предпочитающие какую-то одну торговую марку и мотивирующие других людей приобретать продукцию данной торговой марки [2]. Смоделируем то, как будут изменяться пропорции потребителей продуктов (рис. 1).

Для этого придется создать популяцию агентов, которые будут выступать в роли потребителей [3].

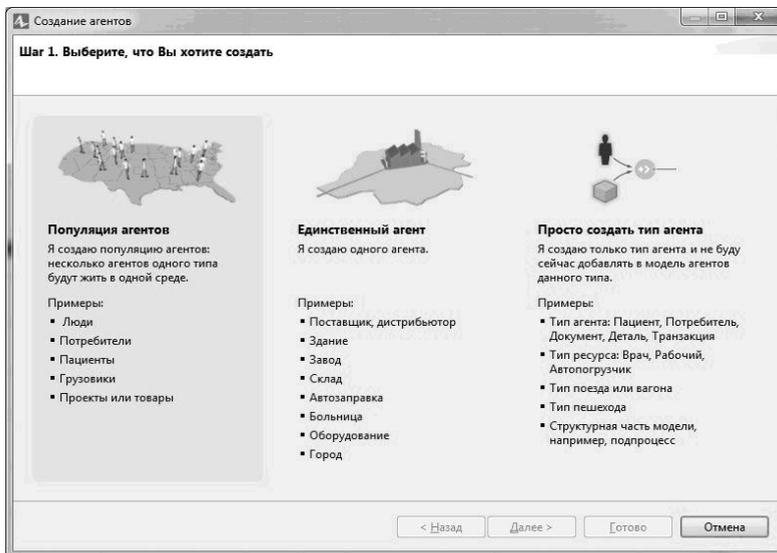


Рис. 1. Создание агентов в среде AnyLogic

Потребители продуктов будут обладать тремя состояниями: *defaultState*, означающим, что потребитель равнодушен к обеим торговым маркам; *Cola1* и *Cola2*, означающими соответствующие предпочтения потребителя. По умолчанию все потребители равнодушны к какой-либо торговой марке. Сделать выбор в пользу одного из продуктов потребителей побуждает реклама (параметр *AdEffectiveness*). Поскольку продукты похожи, в рамках данной модели потребитель отдает предпочтение случайным образом. Вполне вероятно, что за его выбором стоят целая совокупность личных психологических качеств, а также удачность или неудачность рекламных компаний *Cola1* и *Cola2* в дан-

ный конкретный момент, но этим можно пренебречь. За это отвечают переменные *random1* и *random2*.

Далее человек может начать мотивировать свое окружение на покупку определенного продукта. Параметр *ContactRate* отвечает за количество попыток убеждения за один шаг развития модели, а *AdoptionFraction* – за силу убеждений (рис. 2).

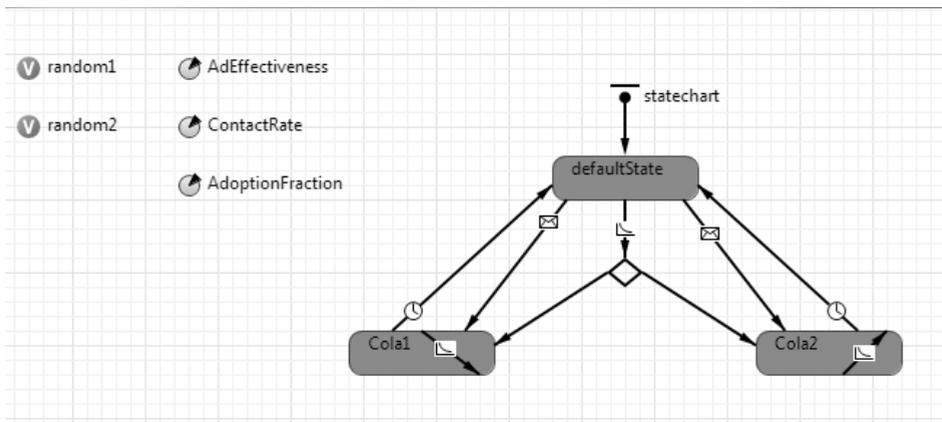


Рис. 2. Поведение потребителей в модели

В дальнейшем большинство потребителей возвращаются в состояние равновесия.

Изменение состояния агентов происходит через определенные временные промежутки. Эти промежутки (шаги) в агентном моделировании могут быть самыми различными – от секунд до лет [5]. В целях ускорения развития ситуации в модели будет использоваться шаг, равный секунде.

Вот краткое описание данной модели. Теперь рассмотрим подробнее ее параметры.

Параметр *AdEffectiveness* отвечает за эффективность рекламы, а именно за то, сколько человек выйдет из состояния *defaultState* за один шаг (рис. 3).

AdEffectiveness - Параметр

Имя: Отображать имя Исключить

Видимость: да

Тип:

Значение по умолчанию:

Массив системной динамики

Рис. 3. Параметр *AdEffectiveness*

Именно этот параметр определяет интенсивность перехода агентов.

transition6 - Переход

Имя: Отображать имя Исключить

Происходит:

Интенсивность:

Действие:

Доп. условие:

Рис. 4. Влияние рекламы на агента

Поскольку в создаваемой модели в качестве начального условия задана похожесть продуктов, будем считать, что рекламные кампании влияют на потребителя с одинаковой силой (рис. 4).

Параметр *ContactRate* отвечает за количество убеждений со стороны тех, кто предпочитает определенный продукт, людей, не определившихся в своих предпочтениях (рис. 5).

ContactRate - Параметр

Имя: Отображать имя Исключить

Видимость: да

Тип:

Значение по умолчанию:

Массив системной динамики

Рис. 5. Параметр *ContactRate*

Как видим, в течение одного шага делается попытка убедить пятерых случайным образом выбранных агентов.

AdoptionFraction отвечает за силу убеждений. Иными словами, этот параметр определяет вероятность того, что убеждения окажутся успешными (рис. 6).

AdoptionFraction - Параметр

Имя: Отображать имя Исключить

Видимость: да

Тип:

Значение по умолчанию:

Массив системной динамики

Рис. 6. Параметр *AdoptionFraction*

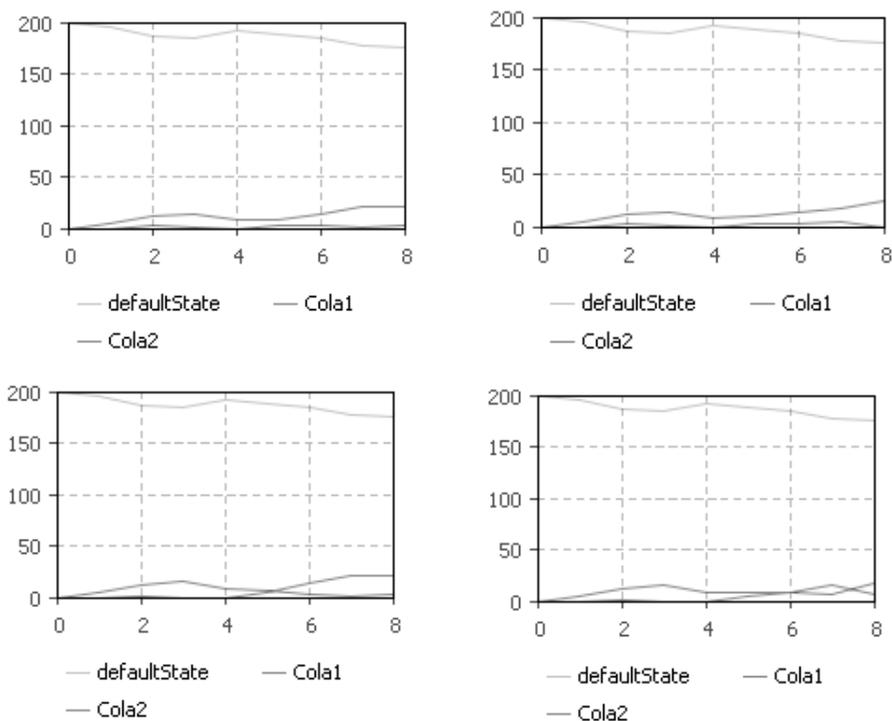


Рис. 7. Результаты запусков модели

Здесь успешными окажутся 20% убеждений.

Говоря о рекламных компаниях, следует отметить, что в случае эффективности рекламы агент может отдать свое предпочтение Cola1 или Cola2. Поскольку эти товары являются заменителями друг друга, за его выбор отвечают переменные *random1* и *random2*, которые есть не что иное, как выбранные случайным образом числа. Далее происходит сравнение переменных, что и определяет выбор, сделанный агентом. Обращение к переменным идет каждый шаг, поэтому каждый раз потребители могут выбрать разный товар.

Со временем потребитель охладевает к товару и снова переходит в состояние defaultState. Это происходит на каждом шаге без всяких условий с частью потребителей.

Развитие модели отслеживается через специальный модуль сбора статистики, который выдает график изменения пропорций трех групп агентов (defaultState, Cola1 и Cola2) в режиме реального времени. Было решено сделать несколько прогонов модели длительностью 8 шагов и сравнить результаты (рис. 7).

Несмотря на то, что наша модель сугубо условна, мы можем выделить некоторые закономерности. Во-первых, при заданных условиях влиянию всегда подвергается одно и то же число человек. Во-вторых, поскольку количество агентов в состоянии defaultState на каждом шаге неизменно в любом прогоне, то рост популярности одного продукта может происходить только за счет снижения популярности другого.

Данная модель показывает, что если в сознании потребителя некоторые товары воспринимаются как идеальные заменители, то, при прочих равных условиях, ни один из производителей не может выделить свой товар за счет маркетинга. Этот вывод подводит нас к довольно сложному вопросу о методах конкуренции для производителей таких товаров, поскольку, как мы знаем, конкуренция по цене (стратегия демпинга) обычно является губительной для всех участников рынка.

Практика показывает, что в таких условиях производители подобных продуктов ведут довольно активную политику продвижения своего продукта среди торговых сетей, а также вынуждены привлекать потребителя, практикуя различные акции и бонусы [6; 9]. При этом подобные акции должны проходить постоянно, так как после окончания акции потребители вновь потеряют интерес к торговой марке.

Приведенная модель в силу своей простоты и расширяемости может использоваться в практической деятельности компаний, желающих предсказать поведение своего потребителя, так и в качестве учебной модели, раскрывающей принципы работы агент-ориентированных моделей. Используемые в модели параметры легки для понимания и могут быть получены менеджментом компаний во время статистических исследований своего потребителя. Хочется отметить, что современные программные средства открывают новый уровень наглядности при проведении исследований. Это, а также доступность многих статистических данных убеждают в том, что повсеместное моделирование социально-экономических систем скоро станет необходимостью [4; 8].

Список литературы

1. *Боев В.Д.* Исследование адекватности GPSS World и AnyLogic при моделировании дискретно-событийный процессов: монография. СПб.: Воен. акад. связи, 2011. 404 с.
2. *Вэриан Х.Р.* Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход: учебник для вузов / пер. с англ.; под ред. Н.Л. Фроловой. М.: ЮНИТИ, 1997. 767 с.
3. *Киселева М.В.* Имитационное моделирование систем в среде AnyLogic: учеб.-метод. пособие / науч. ред. Л.Г. Доросинский. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 88 с.
4. *Колемаев В.А.* Экономико-математическое моделирование. Моделирование макроэкономических процессов и систем: учебник для студ. вузов, обучающихся по спец. 061800 «Математические методы в экономике» / гл. ред. Н.Д. Эриашвили. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. 295 с.
5. *Куприяшкин А.Г.* Основы моделирования систем: учеб. пособие / ред. Т.А. Овдиенко, Н.А. Прозур, Л.П. Котенко / Норильский индустр. ин-т. Норильск, 2015. 135 с.
6. *Лебедев А.Н., Гордякова О.В.* Психологическая специфика маркетинговых коммуникаций: экспериментальные исследования и сравнительный анализ // Маркетинг и современность: сб. науч. ст. к науч.-практ. круглому столу на тему: «Актуальные маркетинговые технологии в развитии россий-

ской экономики» от 12 дек. 2011 г. / под общ. ред. С.В. Карповой; отв. ред. И.А. Фирсова. М.: Палеотип, 2012. С. 91–105.

7. *Hanco И.М.* Моделирование социально-экономических систем // Вестник Адыгейского государственного университета. 2006. № 1. С. 85–87.

8. *Сокольская Е.Е., Дворецкая В.И.* Математическое моделирование в экономике // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5-2. С. 177–178.

9. *Христофорова И.В.* Инновационные формы маркетинговых коммуникаций: методологические и прикладные аспекты // Маркетинг и современность: сб. науч. ст. к науч.-практ. круглому столу на тему: «Актуальные маркетинговые технологии в развитии российской экономики» от 12 дек. 2011 г. / под общ. ред. С.В. Карповой; отв. ред. И.А. Фирсова. М.: Палеотип, 2012. с. 271–275.

Получено 09.10.2015

References

1. Boev, V.D. (2011), *Issledovanie adekvatnosti GPSS World i AnyLogic pri modelirovanii diskretno-sobytnyjnyj processov* [Research of the adequacy of GPSS World and AnyLogic for modeling discrete event processes], Voennaya akademiya svyazi, St. Petersburg, Russia, 404 p.

2. Varian, H.R. (1997), *Mikroe'konomika. Promezhutochnyj uroven'. Sovremennyj podxod* [Intermediate Microeconomics: A Modern Approach], Translated by Frolova, N.L., YuNITI, Moscow, Russia, 767 p.

3. Kiseleva, M.V. (2009), *Imitacionnoe modelirovanie sistem v srede AnyLogic* [Simulation of systems in software package AnyLogic], in Dorosinskij, L.G. (ed.), UGTU-UPI, Ekaterinburg, Russia, 88 p.

4. Kolemaev, V.A. (2005), *E'konomiko-matematicheskoe modelirovanie. Modelirovanie makroe'konomicheskix processov i sistem* [Economic and mathematical modeling. Modeling of macroeconomic processes and systems], in E'riashvili N.D. (ed.), YuNITI-DANA, Moscow, Russia, 295 p.

5. Kupriyashkin, A.G. (2015), *Osnovy modelirovaniya sistem* [Basics of simulation systems], in Kotenko, L.P. (ed.), Ovdienko, T.A. (ed.) and Prozur, N.A. (ed.), FGBOU VPO "Noril'skij industrial'nyj institute", Norilsk, Russia, 135 p.

6. Lebedev, A.N. and Gordyakova, O.V. (2012), "Psychological specifics of marketing communications: experimental studies and comparative analysis", *Marketing i sovremennost'* [Marketing and modernity], *Proceedings of the Conference "Aktual'nye marketingovyje texnologii v razvitii rossijskoj e'konomiki"* [Latest marketing technologies in the development of the Russian economy], Moscow, Russia, dated 12 December 2011, pp. 91–105.

7. Napso, I.M. (2006), "Modeling of socio-economic systems", *Vestnik Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta*, no. 1, pp. 85–87.

8. Sokol'skaya, E.E. and Dvoreckaya, V.I. (2014), "Mathematical modeling in Economics", *Sovremennye naukojomykie texnologii*, no. 5, part 2, pp. 177–178.

9. Xristoforova, I.V. (2012), "Innovative forms of marketing communication: methodological and applied aspects", *Marketing i sovremennost'* [Marketing and modernity], *Proceedings of the Conference "Aktual'nye marketingovyje texnologii v*

razvitii rossijskoj e'konomiki” [Latest marketing technologies in the development of the Russian economy], Moscow, Russia, dated 12 December 2011, pp. 271–275.

BEHAVIOR MODELING OF ECONOMIC AGENTS TO IMPROVE THE MANAGEMENT OF CONSUMER BEHAVIOR

Evgenij E. Porfir'ev

The Federal Public Institution «Nalog-Servis»

of the Federal Tax Service of Russia, 4 Vil'yams str., Perm, 614030, Russia

E-mail: prosoft06@mail.ru

The article describes the development and analysis of the agent-based model for management consumer behavior. This model can be used to study a company's consumer and also as a training model.

The agent-based model is a new trend in the modeling of socio-economic systems. The concept of a person, a company, a household as economic agents with their own properties and requirements is at the heart of these models. This model reflects the behavior of consumers' group, who integrates into the population geographically. Consumers are able to interact due to geographic proximity and interpersonal communication. The research is devoted to the attitude of people to two beverages, which can be perfect substitutes for each other in the consumer's mind.

Forward and reverse transitions of consumer were modeled between the state of indifference to trademarks and the preferences of some beverages in the process of model development. Both marketing efforts of producers and interpersonal communication agents are the basis at the heart of these transitions.

The result of modeling is the conclusion about the ineffectiveness of the marketing methods of competition in case when products are perfect substitutes for each other in the consumers' mind, and the need to focus on alternative ways to attract the attention of consumers.

Key words: agent-based models; marketing communications; mathematical modeling; consumer behavior; socio-economic systems; substitute products; economic agents