

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРИЕМНОЙ КАМПАНИИ ИНСТИТУТА С ЦЕЛЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНА РЕКЛАМЫ

О.Ю. Шилова (Челябинск)

Введение

Все чаще современные исследования сложных процессов социальных взаимодействий основываются на использовании методологии многоагентного моделирования. Особым видом математических моделей являются имитационные модели. Одной из популярных проблем имитационного моделирования в настоящее время является моделирование поведения людей. Имитационная модель (ИМ) – это компьютерная программа, которая описывает структуру и воспроизводит поведение реальной системы во времени [1].

Целью данной работы является разработка имитационной модели для прогнозирования поведения абитуриентов и оптимизация затрат на рекламу.

Модель, реализованная с помощью инструментов имитационного моделирования, может предоставить показатели, при которых число абитуриентов останется на прежнем уровне (то есть сокращение средств не повлияет на уменьшение числа абитуриентов) и при которых их число можно будет увеличить. А также отметить те факторы, которые имеют наибольшее влияние на выбор абитуриента. Такие данные смогут помочь сотрудникам, связанным с приемом абитуриентов, оптимизировать свою работу в целях создания позитивного имиджа и привлечения большего числа потенциальных абитуриентов, что говорит о практической значимости.

Описание основных моделей

Приемная кампания представляет собой коммуникативную площадку, которая активно использует рекламу для привлечения большого числа абитуриентов. Каждый год руководитель института принимает решение: в какой вид рекламы вложиться, чтобы пришло абитуриентов больше, чем в предыдущем году. Предполагается, что в модели можно будет выбирать несколько видов реклам, варьировать вложениями для оптимизации всех затрат и при этом, чтобы число студентов увеличилось. Для того чтобы создать такую модель, рассмотрим существующие модели.

Модель распространения нового продукта по Бассу

Модель распространения нового продукта была создана Франком Бассом (Frank Bass) в 1969 году. Она описывает рост количества потребителей инновационного продукта и работает с двумя видами рекламы: «сарафанное радио» и обычная реклама. В данной модели используются два эффекта: эффект рекламы и эффект межличностной коммуникации (рис. 1).



Рис. 1. Диффузная модель Фрэнка Басса

На начальном этапе жизненного цикла продукта преобладает эффект рекламы, так как почти никто не знает о продукте и, соответственно, не может его купить. По мере роста количества потребителей эффективность рекламы снижается, но возрастает эффект межличностного общения [2].

Модель распространения инфекционного заболевания (SIR) и ее модификации

При исследовании поведения потребителей важной составляющей является проблема распространения информации среди этих потребителей. Классической моделью, связанной с распространением информации, считается модель распространения инфекционного заболевания (SIR). В 1927 году W.O. Kermackand и A.G. McKendrick создали модель эпидемической ситуации, которая в настоящее время считается классической SIR-моделью (рис. 2).

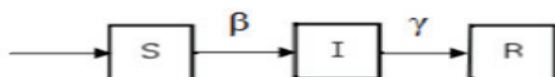


Рис. 2. Классическая модель SIR.

В данной модели у каждого человека есть три состояния: Susceptible (S) – восприимчивый к заболеванию, Infectious (I) – зараженный и Recovered (R) – выздоровевший и обладающий иммунитетом. Люди общаются друг с другом с определенной интенсивностью. Если зараженный человек контактирует с восприимчивым к заболеванию, то последний заражается с заданной вероятностью. По прошествии определенного времени после заражения человек выздоравливает и вырабатывает иммунитет к заболеванию [3]. Хотя в модели распространения инфекционного заболевания (SIR) не рассматривается в явном виде распространение информации, многие авторы в своих работах опираются именно на нее. Далее примеры.

1) В статье [9] рассматривается модель распространения информации и информационного противоборства в социуме. За основу данной модели взята стандартная модель SIR, в которой имеется отличие: усвоение информации происходит лишь после двукратного ее получения; а также происходит забывание информации. Данные отличия обусловлены тем, что авторы анализируют распространение информации, а не болезни, исходя из чего, возникает необходимость учитывать восприятие информации индивидуумами и возможность забывать информацию.

2) В работе [10] описана компьютерная модель распространения информации в сетевых системах с различной структурой. В работе применяется традиционная, классическая модель SIR в явном виде, зависящая от стадии информированности (зараженности): изначально агент восприимчив к информации; затем при условии контакта с информированным элементом (инфицированным), он сам заражается с какой-то вероятностью; через какое-то время элемент теряет восприимчивость к информации (выздоровливает), через какое-то время элемент снова может начать воспринимать информацию (заболеть).

3) В исследовании [5] модифицируется SEIR-модель на основе характеристик социальных сетей, исходя из анализа значения информации и поведения пользователей при распространении информации. Данную измененную модель авторы назвали S-SEIR. В модели учитываются актуальность значения информации, скорость информационного аудита, а также исследуется влияние пользовательского поведения исходя из количества пользователей разных стран. Результаты моделирования показывают, что S-SEIR модель может моделировать информационный процесс распространения информации в социальной сети.

4) В работе [8] авторы описывают разновидности модели SIR: детерминированные модели SIS, SIR, SEIR, SAIR и PSIDR; также в статье описаны некоторые результаты моделирования распространения сетевых червей с использованием данных моделей.

Для моделирования распространения информации многие авторы используют за основу стандартную модель распространения инфекционного заболевания (SIR), но имеется и другие подходы, например:

1) В статье [11] описывается работа по сбору информации со страниц пользователей, индексация и поиск по полученным данным, а также анализ социальной сети. Излагаются такие задачи исследования особенностей распространения информации в социальных сетях как автоматический сбор информации из Сети; анализ собранной информации с учетом изменения по времени; идентификация источников данных, представляющих информацию по определенной теме; непосредственный анализ полученных на первых этапах данных с целью выявления определенных закономерностей и особенностей. Статья представляет собой отчет о промежуточных результатах решения указанной комплексной задачи, которые на данный момент нельзя считать законченным исследованием, а стоит рассматривать лишь как некую подготовительную работу по решению указанной сложной задачи.

2) В статье [7] рассматриваются проблемы, связанные с передачей информации в компьютерных сетях. Автор представляет использование современных компьютерных сетей как сложную научно-техническую задачу. В современных компьютерных сетях можно говорить как об объектах, характеризующихся тем, что они распределены: есть реконфигурируемость в транспортной инфраструктуре, децентрализованность и кооперативность управления при проведении «натуральных» экспериментов. Для данного распределения совместное использование средств для моделирования и осуществления экспериментального анализа по результатам функционирования сети дают возможность получения объективных данных о том, каковы свойства сетевых процессов и какие возможности для их прикладного использования.

Исходя из приведенных примеров, можно сказать, что применение модели Басса, объединенной с моделью SIR к поставленной задаче является адекватным.

Описание разработанной модели

Разработка желаемой модели разбивается на две версии, первая из которых описана в данной статье и имеет два этапа: 1) без учета цикличности и 2) с учетом цикличности (после выпуска из бакалавриата, студент снова становится абитуриентом, если собирается поступать в магистратуру). Рассмотрим подробнее оба этапа.

Для начала, модель представляет собой динамику процесса превращения абитуриентов в студентов, нацеленных на обучение в институте на протяжении четырех лет. В начале эксперимента предполагается, что потенциальные абитуриенты ничего не знают об образовании в институте, и для того, чтобы они выбирали именно данное учебное заведение, начинает воздействовать реклама. После чего (благодаря рекламной деятельности) потенциальные абитуриенты узнают об институте, появляется эффект «сарафанного радио» (эффект при котором информацию распространяют люди). Эффективность рекламы пропорциональна числу людей, на которых она действует, т.е. числу потенциальных абитуриентов. В свою очередь, эффективность «сарафанного радио» зависит от числа людей, уже поступивших в институт. Другими словами, на данном этапе используется подход модели распространения нового продукта по Бассу.

Частота, с которой абитуриенты общаются со студентами, принимается как постоянная величина. В данной модели интенсивность рекламы и вероятность того, что под ее влиянием абитуриенты поступят в институт, полагаются постоянными. Каждый год для потенциальных абитуриентов проводится 41 мероприятие под названием «День открытых дверей»:

$$\text{AdEffectiveness} = \frac{41}{365} = 0.11. \quad (1)$$

Созданная модель с данными параметрами изображена на рис.3.

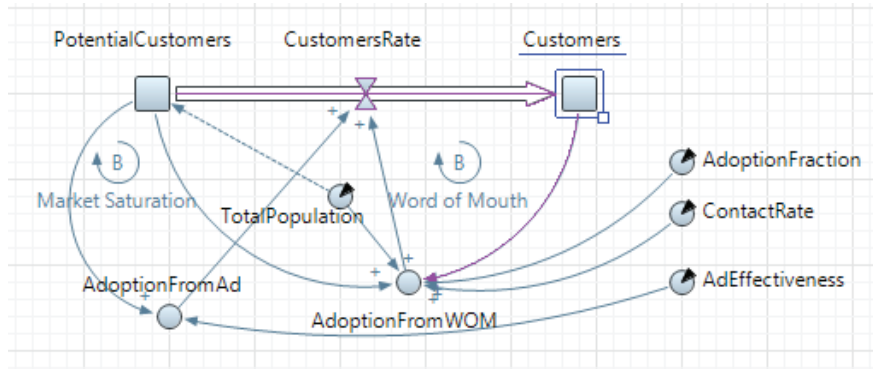


Рис. 3. Модель без учета магистратуры

После обучения в бакалавриате, выпускники снова становятся абитуриентами, если они хотят продолжить обучение в магистратуре. Таким образом, искомую модель необходимо дополнить. Начинается второй этап моделирования «с учетом цикличности»: необходимо учесть тот факт, что выпускники, окончившие бакалавриат, могут снова стать абитуриентами, если они собираются поступать в магистратуру (рис. 4).

Для этого необходимо некоторое количество выпускников (так как не все бакалавры хотят поступить в магистратуру) приостановить на стадии «студент» (накопитель «Customers») еще на два года и только после окончания магистратуры выпускник становится распространителем информации (накопитель «NewCustomers») о нашем институте.

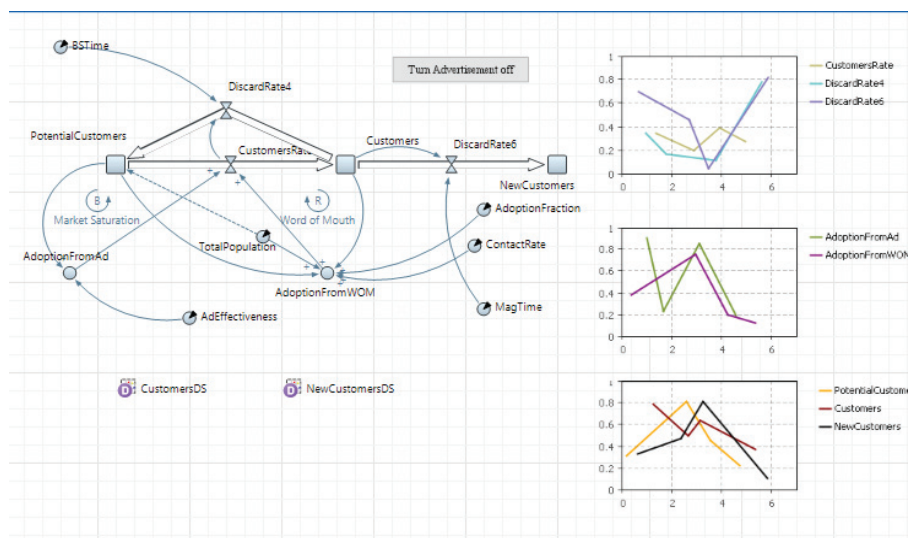


Рис. 4. Конечная модель

Для наглядного представления и проведения анализа модели представлены три графика (рис.4):

1. Первый график показывает зависимость частоты общения между студентами и абитуриентами, зависимость количества поступающих в магистратуру после бакалавриата и зависимость количества окончивших магистратуру от времени.

2. Второй график показывает зависимость значения эффективности обычной рекламы и эффективности «сарафанного радио» от времени. Из графика видно, что эффективность «сарафанного радио» выше рекламы, проведенной институтом.

3. Последний график иллюстрирует изменения количества абитуриентов, студентов в бакалавриате и студентов в магистратуре в течение времени (7 лет). График демонстрирует тот факт, что в течение трех лет с помощью рекламы можно заинтересовать значительную часть аудитории, но при этом с помощью «сарафанного радио» привлекается большее количество абитуриентов. Данный факт связан с тем, что за основу взята модель распространения нового продукта по Бассу, что в дальнейшем следует видоизменить.

Заключение

Реализованная имитационная модель отражает поведение абитуриентов, позволяет оценить воздействие рекламы на них и на данный момент не способствует оптимизации расходов на продвижение учебного заведения (поскольку первый этап разработки связан только с мероприятием «День открытых дверей» и с одним видом рекламы).

В дальнейшем этапе предлагается:

1. провести анкетирование абитуриентов и студентов;
2. выявить несколько разных видов реклам и оценить их реальный эффект на абитуриентов;
3. реализовать функционал в виде возможности выбирать несколько видов реклам, варьировать вложениями для оптимизации всех затрат и при этом, чтобы число студентов увеличилось;
4. провести проверку на корректность данной модели.

Эти данные помогут сотрудникам, связанным с приемной кампанией института, оптимизировать свою работу в целях создания позитивного имиджа и привлечения большего числа потенциальных абитуриентов.

Литература

1. AnyLogic [Электронный ресурс] : сайт / The AnyLogic Company. Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/use-of-simulation>, свободный (дата обращения: 22.12.2016).
2. **Bass, Frank M.** (1969), A New Product Growth for Model Consumer Durables, Management Science, Vol 15, No.5, January, P. 215–227.
3. **Kermack W.O.** A Contribution to the Mathematical Theory of Epidemics. / A.G. McKendrick, W.O. Kermack //Proc. Roy. Soc. Lond.A 115.1927. P. 700–721.
4. **Leveille J.** Epidemic Spreading in Technological Networks [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.hpl.hp.com/techreports/2002/HPL-2002-287.pdf>, свободный (дата обращения: 22.12.2016).
5. **Ruzhi Xu, Heli Li and Changming Xing.** Research on information Dissemination Model for Social Networking Services // International Journal of Computer Science and Application, vol. 2 (1), 2013.
6. **Башабшех М. М.** Использование среды Anylogic при моделировании распространения эпидемии // Современные научные исследования и инновации (электронный журнал). 2013. № 4. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/04/23264>.
7. **Гребенников А.Н., Данилова А.В.** Моделирование распространения информации в компьютерных сетях // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2015. №2(9). URL: https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2015/06/GribennikovDanilova_2_15_1.pdf дата обращения: 22.12.2016).

8. **Котенко И.В., Воронцов В.В.** Аналитические модели распространения сетевых червей // Труды СПИИРАН. Вып. 4. СПб.: Наука, 2007. С. 208–224.
9. **Маревцева Н.А., Михайлов А.П., Петров А.П.** Моделирование распространения информации и информационного противоборства в структурированном социуме // Материалы международной научно-практической конференции. под общей редакцией В.Н. Буркова. Москва: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. С. 209-210.
10. **Носова М.В., Сенникова Л.И.** Моделирование распространения информации в децентрализованных сетевых системах с нерегулярной структурой // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2014. №17.
11. **Рабчевский Е., Цукерман А.** Некоторые аспекты задачи исследования распространения информации в социальной сети ВКонтакте. URL: <http://seuslab.ru/articles/art01/> (дата обращения: 22.12.2016).
12. **Шилова О.Ю.** Применение стандартной SIR-модели эпидемии и ее модификаций для имитационного моделирования поведения потенциальных абитуриентов с целью оптимизации плана рекламы и прогнозирования результатов приемной кампании / О.Ю. Шилова, А.В. Мельников // Информационные технологии и системы. 2017. № 6. С. 331–336.