

УДК 519.24

И. Х. Утакаева

Финансовый Университет при Правительстве РФ, Москва, e-mail: utakaev@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВИРУСНОГО МАРКЕТИНГА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Ключевые слова: агент, математическая модель, вирус, реклама, сообщение, граф, маркетинг, вирусный маркетинг, уровень вовлеченности, имитационное моделирование.

Социальные сети в наше время оказывают постоянно растущее влияние на все сферы общества. Понимание этих новых механизмов распространения информации очень важно для принятия решений о проведении кампании. Благодаря свободному взаимодействию между большим количеством участников сети распространение информации имеет различные характеристики, сходные с эпидемией. В этой статье мы предлагаем и анализируем математическую модель для понимания феноменов цифрового маркетинга с использованием эпидемиологического подхода с учетом некоторых реалистичных взаимодействий в социальной сети. Мы исследуем пространство параметров и стратегии, чтобы запустить рекламную кампанию с существенной эффективностью. В работе рассмотрено понятие вирусного маркетинга. Выявлены основные преимущества и недостатки, как инструмента рекламы. Выявлены условия, при которых вирусный маркетинг успешно развивается. Построена агентно-графовая модель распространения вирусной информации.

I. H. Utakaeva

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow,
e-mail: utakaev@yandex.ru

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF VIRAL MARKETING IN SOCIAL NETWORKS

Keywords: agent, mathematical model, virus, advertising, message, graph, marketing, viral marketing, level of involvement, simulation.

Social networks in our time have an ever-growing impact on all areas of society. Understanding these new mechanisms for disseminating information is very important for making campaign decisions. Due to the free interaction between a large number of network participants, the dissemination of information has various characteristics similar to the epidemic. In this article, we propose and analyze a mathematical model for understanding the phenomena of digital marketing using an epidemiological approach, taking into account some realistic interactions in a social network. We are exploring the space of parameters and strategies to launch an advertising campaign with substantial effectiveness. The paper considers the concept of viral marketing. The main advantages and disadvantages as an advertising tool are revealed. The conditions under which viral marketing is developing successfully are identified. An agent-graph model of the spread of viral information is built.

Введение

Пространство социальных сетей и Интернет бросает вызов маркетинговым инструментам и предлагает новые эффективные технологии, улучшающие потребительскую ценность. Высокая скорость изменения технологий порождает проблему эффективного маркетинга. В условиях цифровизации новые технологии стремительно формируют новые рыночные площадки и способы удовлетворить их. В связи с этим маркетологи вынуждены постоянно модернизировать свои инструменты и подходы. Одним из эффективных подходов улучшения потребительского спроса

является вирусный маркетинг. В условиях сильной конкуренции многие все больше компании прибегают к аппарату вирусного маркетинга. Вирусный маркетинг может базироваться на разумных маркетинговых принципах, но в тоже время стать опасным инструментом маркетинга [1].

Вирусный маркетинг – воздействие на целевую аудиторию, с целью продажи товаров и услуг с помощью самой целевой аудитории, которая добровольно участвует в распространении вирусной информации о товаре маркетинга. В ряде случаев вирусный маркетинг – это скорее стохастический процесс, а не запла-

нированная акция. Создание сообщения для запуска вирусного маркетинга – это еще не гарантия успешного маркетинга, необходимы и другие факторы, такие как распространение и поведение участника сети. Сообщение становится вирусным в тот момент, когда человек передает его дальше по сети, а это значит, что оно должно быть нацелено на конкретную аудиторию. Еще один фактор успеха – сообщение не должно превратиться в спам или негативную информацию. Эту проблему зачастую решают путем рассылки от известного узнаваемого отправителя, либо предварительным запросом на получение информации. Несмотря на уязвимые места, вирусный маркетинг остается привлекательным для малого бизнеса в лице предприятий с ограниченным бюджетом, что объясняется способностью данной технологии обеспечить хорошие результаты в течение малого времени и при незначительных затратах на рекламу. Недостатком технологии вирусного маркетинга выступает и возможность изменить содержание сообщения до его распространения. Вирусное сообщение должно быть достаточно интересным, чтобы появилось желание его распространить не создавая неудобства и затраты при передаче. Настоящая магия вирусного маркетинга начинается когда потребители распространяют сообщение самостоятельно [5].

Социальные сети представляют собой эффективный метод влияния на мнение общества и оказывают растущее влияние на бизнес, политику и общество. В социальных сетях, так же как и в обществе происходит свободное взаимодействие между людьми, именно поэтому вирусное распространение имеет много общего с эпидемическими процессами. Классические модели распространения эпидемий не учитывают особенности современных технологий вирусного маркетинга и социальных сетей. В данной работе предлагается модель для понимания аспектов цифрового маркетинга, основанная на эпидемиологическом подходе, учитывающего основные принципы взаимодействия в социальной сети [2].

Цель исследования: выявление преимуществ и недостатков технологии вирусного маркетинга, разработка мате-

матического аппарата, который описывающего процесс вирусного маркетинга, выявление основных характеристик, влияющих на распространения вирусного сообщения, а также условия предотвращения распространения спама или нежелательной информации в сети.

Материал и методы исследования: изучение литературы по теме исследования, агентно-ориентированное моделирование, анализ, построение прогноза, инструменты имитационного моделирования.

Результаты исследования: выявлены преимущества и недостатки технологии, выявлены факторы положительно и негативно влияющие на успех вирусного маркетинга, разработана мультиагентная математическая модель, которая выявляет уязвимые вершины и ребра графа, рассчитывает эпидемический порог перколяции, прогнозирует развитие сети при определенных наборах характеристик, выделяет кластеры социальной сети зараженные вирусной информацией [3].

Общение в социальных сетях и обществе часто бывает случайным, но социальная сеть продолжает динамично расти. Основной проблемой является заинтересованность участников сети в вирусной информации, а также ее передаче. В качестве инструмента моделирования выбран предфрактальный граф. Построена мультиагентная имитационная модель. Модель формализует с помощью математического аппарата процесс вирусного маркетинга и поэтому позволяет ввести числовые характеристики влияния на успешное распространение информации, проводить численные эксперименты. Социальная сеть, в свою очередь может рассматриваться, как упорядоченная пара множества агентов и множество отношений (например, дружба, контакты по работе, знакомство). Таким образом, социальную сеть можно описать с помощью графа. Пусть V – множество вершин графа (множество участников социальной сети – агентов), E – множество ребер графа (множество связей, взаимодействий, контактов между участниками социальной сети) [4].

Итак, в контексте вирусного маркетинга, агент – базовый участник соци-

альной сети. В частности, под агентами понимаются люди с определенным социальным статусом. Каждый агент обладает набором индивидуальных параметров и характеристик, которые могут меняться при различных условиях и определенных факторов. Для агента определим определенные числовые и категориальные характеристики, в совокупности определяющие «маркетинговый статус» (уровень вовлеченности). Числовые: v – возраст, s – пол, d – уровень дохода. Категориальные: b – быстрота реакции, e – образование, q – семейное положение, g – социально-профессиональный критерий. Таким образом, «маркетинговый статус» – характеристика, отражающая устойчивость участник сети к рекламе. Однако, один и тот же агент может иметь различные «маркетинговые статусы» относительно различных товаров. Например, один человек может заинтересоваться товарами для детей и стать активным участником в процессе вирусного маркетинга, и будет возможно, участником скрытой рекламы, но останется равнодушным к косметике.

Элементарный участник определенной маркетинговой сети – агент может находиться в двух состояниях:

– активный агент $p = 1$, он проявляет интерес и распространяет вирусную информацию в сети, если проводить параллель с эпидемическими процессами, то он «инфицированный» маркетинговым вирусом;

– пассивный агент $p = 0$, он получил вирусное сообщение, но не передает его дальше. Состояние агента будет определяться индивидуальным набором характеристик.

В нашей модели искусственная целевая аудитория агентов, в форме социальной сети с одинаковым набором свойств, но различных по значениям. Воспроизведем, этапы вирусной рекламы. Если новая компания планирует привлечение агентов и повышение потребительского спроса с помощью вирусного маркетинга. На начальном этапе, в качестве участников маркетинговой сети могут выступать друзья, члены семьи, знакомые, которые пригласят в сеть своих друзей и знакомых и т.д.

Агентная модель работает на следующих входных данных.

Описание переменных модели

Переменная	Описание переменной	Пример
V_0	Агенты на этапе запуска вирусного маркетинга	8
n	Количество агентов, получающих вирусную информацию или приглашение от одного агента	10
vk	Процент приглашений, которые в последствии превращаются в новых агентов (зависит от индивидуальных характеристик каждого агента, получившего вирусное приглашение)	25%

Каждый агент социальной сети, способен вовлечь определенное количество новых клиентов, определим этот показатель, как вирусный коэффициент $K = n * v_k$.

Пусть вершина v_{00} – вершина графа (вершина нулевого ранга), соответствующая нулевому участнику сети компании, в частности – хозяин или директор компании, тогда вершины $v_{0i}, i = 0, n$ (вершина первого ранга) будут соответствовать агентам, получившим приглашение от нулевого участника. В свою очередь агенты первого ранга могут находиться в двух состояниях: активном ($p(v_{0i}) = 1$) или пассивном ($p(v_{0i}) = 0$) по отношению к определенному маркетинговому товару. Отправка вирусного сообщения от агента ранга $i = 0, n$ агенту ранга $i + 1$ будем иллюстрироваться на графе направленным ребром. Упорядоченная пара множества вершин W и множества ребер Q , представляет собой граф, $H = (W, Q)$, назовем его «затравкой».

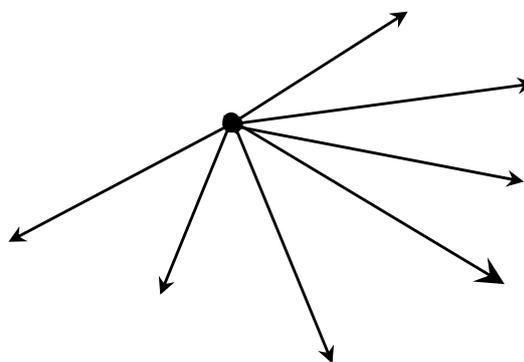


Рис. 1. Пример «затравки» $H = (W, Q)$

Продолжая процесс «инфицирования» маркетинговым вирусом, активные агенты первого ранга, заинтересовавшись рекламируемым товаром, рассылают новые приглашения потенциальным участникам сети второго ранга. Таким образом, каждая вершина первого ранга графа $H = (W, Q)$, соединится еще с n вершинами второго ранга $v_{li}, i = 1, n^2$. Часть получивших приглашение агентов не заинтересуется товаром, останется в неактивном состоянии и не станет рассылать сообщение дальше по сети. Продолжая процесс, каждый активный агент ранга i , рассылает вирусную рекламную информацию агентам последующего уровня и т.д.

Разработанная в ходе работы над исследованием модель реализована в программном продукте. Программа позволяет пользователю:

- моделировать процесс распространения вирусной информации в сети;
- учитывать определенный маркетинговый статус каждого агента;
- строить сеть, с учетом вирусного порога;
- определить корень маркетингового вируса или первоначальный источник спам сообщения;
- выявить кластеры заражения вирусным товаром;
- определить порог перколяции для определённого маркетингового вируса;

– возможность определения необходимых мер по карантину, с целью остановки распространения.

Полученный граф динамично растет, появляются вершины и ребра новых рангов, но структура графа будет стационарной, будет состоять из самоподобных частей. Самоподобные части – затравки различного ранга, а сама модель – предфрактальный граф. На каждом этапе, активный агент, получивший вирусное сообщение, пересылает его дальше по сети. Это действие в графе описывается, как выполнение операции замещения вершины, соответствующей данному активному агенту затравкой. Продолжая далее описание, происходящих процессов при $l \rightarrow \infty$, топология связей между агентами описывается фрактальным графом $G = (V, E)$. Следует подчеркнуть, что возможны случаи, когда человек может получить вирусную информацию о товаре от нескольких агентов. В ряде случаев, получив отзывы о хорошем товаре от нескольких знакомых, он станет больше доверять рекламируемому товару и перейдет в активное состояние, а в других случаях может наоборот навязчивость может спугнуть потребительский интерес. Несомненно, на практике идеальных случаев не бывает, поэтому целесообразно обобщить на случай, когда выполнение операции ЗВЗ производится множеством затравок $H = \{H_1, H_2, \dots, H_s\}, s \in Z$.

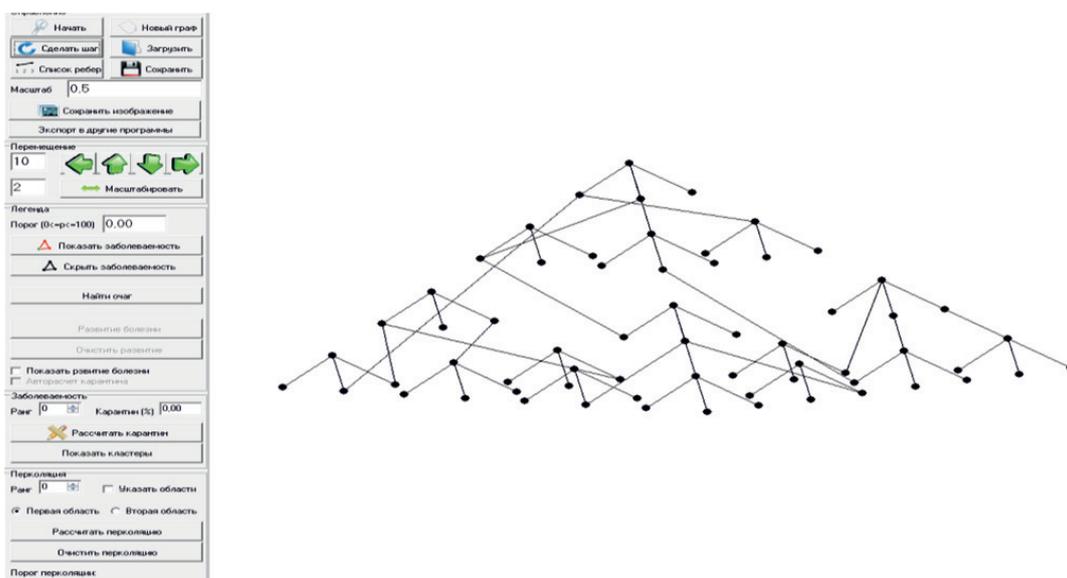


Рис. 2. Генерация предфрактального графа с затравкой звезда

Для адекватной работы модели вирусного маркетинга необходимо дополнительно учесть ряд факторов. В процессе заражения вирусной информацией сети, определяющим поведение сети показателем является «вирусный порог» (порог перколяции) – обозначим его λ_c – критический показатель вовлеченности, при превышении которого маркетинговый вирус охватит всю сеть и произойдет пандемия вируса. Вирус, с определенным вирусным показателем $K \geq \lambda_n$, экспоненциально размножается; вирус у которого $K < \lambda_n$, экспоненциально «угасает». Допустим, что участник маркетинговой сети, обладает определенным уровнем вовлеченности $u \geq \lambda_c$, получив вирусную информацию от активного агента приглашение, он также станет активным, если же уровень вовлеченности $u < \lambda_c$ агент останется пассивным. В ходе эксперимента каждой вершине соответствует набор характеристик, формирующий уровень вовлеченности. В графовой модели уровень вовлеченности будет задаваться как вес вершины w . Присвоим вершинам графа случайные веса с помощью генератора случайных чисел.

Определим понятие перколяции сети вирусной информацией. Обычно процесс перколяции описывают, как «протекание»

или «просачиваемость» в определенном направлении. Для более конкретной картины здесь необходим *сток* и *исток*.

В теории перколяции рассматриваются процессы протекания снизу-вверх либо слева-направо, определим понятие *просачиваемости* на взвешенном предфрактальном графе между определенными вершинами, которые необходимо принять за *исток* и *сток*. «Протекание» на между двумя различными фиксированными вершинами исток и сток на предфрактальном графе будет означать, что существует маршрут, соединяющий их.

Алгоритм поиска порога перколяции

- 1 $\beta_1 := 1$;
- 2 поиск маршрутов, соединяющих исток и сток при β_1 ;
- 3 если существует маршрут, необходимо вернуться к предыдущему шагу при $\beta_1 := \beta_1/2$, в противном случае $\beta_2 := \beta_1$ и переходим к следующему шагу;
- 4 $\beta_1 := \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$. Если $|\beta_2 - \beta_1| < \xi$, положить $\beta := \beta_1$, алгоритм заканчивает свою работу, если же $|\beta_2 - \beta_1| \geq \xi$ следует вернуться к шагу 2.

ложить $\beta := \beta_1$, алгоритм заканчивает свою работу, если же $|\beta_2 - \beta_1| \geq \xi$ следует вернуться к шагу 2.

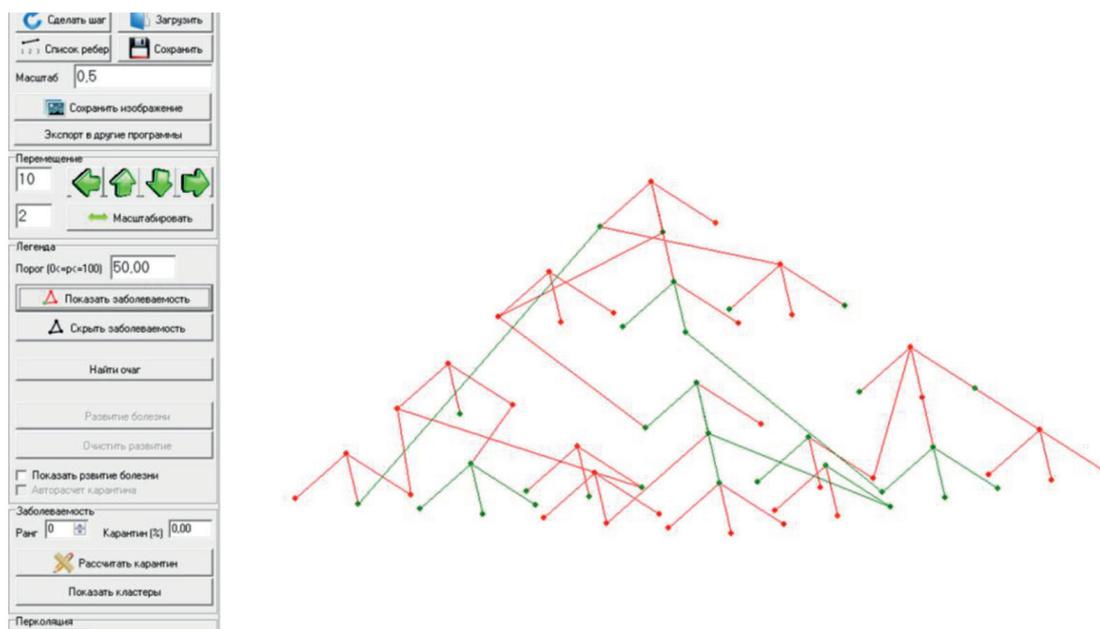


Рис. 3. Выявление уязвимых агентов в сети

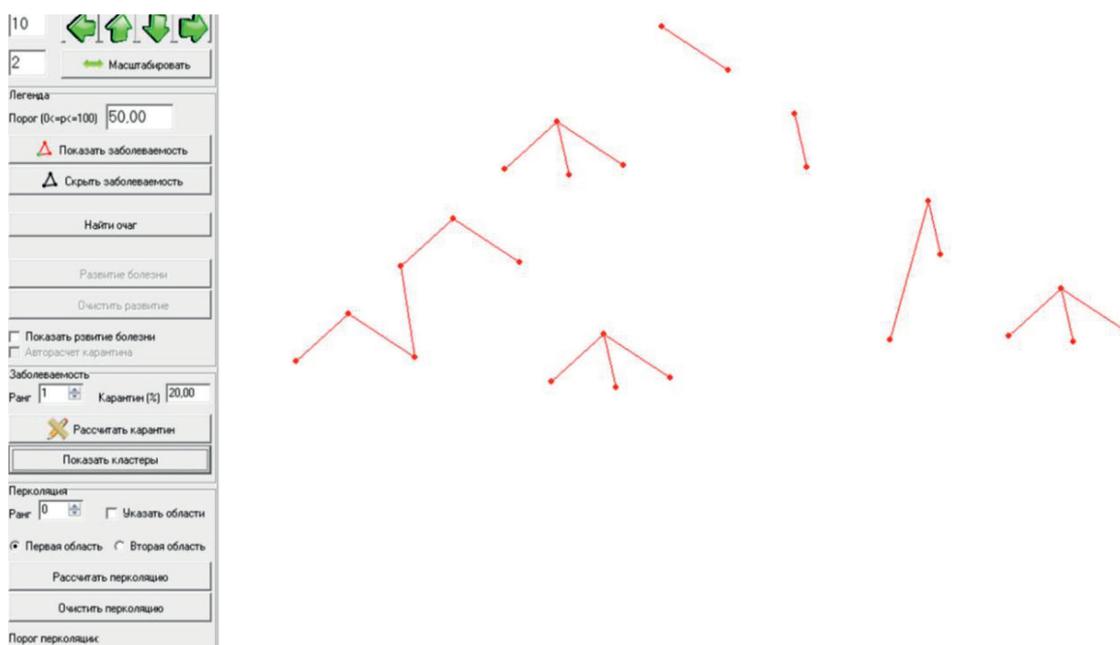


Рис. 4. Предфрактальный граф, под воздействием мер карантина

Полученное численное значение β обозначим через λ_c – порог перколяции.

Если рассматривается задача остановки распространения вредоносной информации в сети следует предпринять определенные меры. Переходя к модели, необходимо определить ранг затравки и указать долю активных участников сети – узлов, при которой необходимо ввести меры по карантину. При достижении в затравке указанного ранга указанной доли активных агентов, применяется блокировка всех инцидентных ребер. Эти меры применимы в случае, если вирусная информация ложная, панического характера или, например, способствует распространению незаконных товаров и услуг. В других случаях, эти ребра будут представлять особую ценность для развития маркетинговой сети, и следует особенно их укреплять.

Рассмотрим структуру распространения рекламной информации. Источник вируса передает информацию. На этапе $l = 1$ графовая структура представляет собой $(n_1 + 1)$ -вершинную звезду $H_1 = (W_1, Q_1)$. Ставя в соответствие математическое описание происходящего

процесса словесному, переход к следующему уровню распространения будем проводить по следующим правилам:

1. граф будет порождаться множеством затравок $H = \{H_1, \dots, H_l, \dots, H_s\}$, что соответствует произвольному числу заражаемых участников сети ранга r ;
2. если определенная вершина $v \in V_r$ не является висячей, то операция ЗВЗ к ней не применяется;
3. вершина для выполнения на ней операции ЗВЗ выбирается из висячих вершин ранга r , с учетом веса, а ребро при этом становится инцидентным центру звезды – затравки;
4. если висячая вершина $v \in V_r$ осталась не замещённой затравкой, то она называется «замороженной», операция ЗВЗ к ней не применяется на дальнейших этапах.

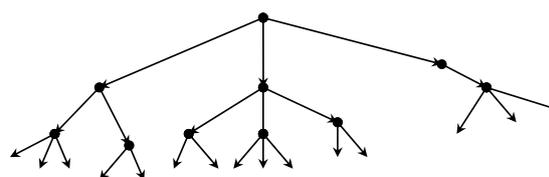


Рис. 5. Конструкция в виде корневого дерева

Произведя L переходов, получим предфрактальное корневое дерево $G_L = (V_L, E_L)$, являющееся деревом распространения маркетинговой информации.

Заключение

Разработана математическая модель процесса распространения рекламной информации в ходе проведения вирусного маркетинга определенного товара. Выполнена реализация модели в виде программного продукта, который реша-

ет поставленные в ходе исследования задачи. Полученная мультиагентная имитационная модель позволяет моделировать процесс распространения маркетинговой информации в сети, рассчитывает вирусный порог и порог перколяции для определенного товара и аудитории, выбрать адекватные меры по укреплению наиболее ценных ребер и вершин для распространения маркетингового вируса или принятия мер для карантина, с целью разрушения сети распространения.

Библиографический список

1. Сухарев О.С., Курманов Н.В. Модель маркетингового анализа социальной сети // Вестник ЮРГТУ. Новочеркасск, 2017.
2. Утакаева И.Х. Имитационное моделирование распространения эпидемий на основе агентного подхода // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 121.
3. Klopper Hb. Viral marketing: a powerful, but dangerous marketing tool. SA Journal of Information Management. 4. 10.4102/sajim.v4i2.159, 2002.
4. Rollins B. & Anitsal, Ismet & Anitsal, Melek Meral. Viral marketing: Techniques and implementation. Entrepreneurial Executive. 2014. № 19. P. 1-17.