



# OSTIS-2016

(Open Semantic Technologies for Intelligent Systems)

УДК 004.822: 004.912

## РАСПОЗНАВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ: МУЛЬТИАГЕНТНЫЙ ПОДХОД

Додонов А.Г., Ландэ Д.В., В.А. Додонов

*Институт проблем регистрации информации НАН Украины,  
г. Киев, Украина*

**dodonov@ipri.kiev.ua**

**dwlande@gmail.com**

**dodonov.vadim@gmail.com**

В работе предложено в качестве методологической основы детектирования информационных операций исследование динамики информационных потоков. Предложена модификация модели диффузии информации, модель информационной резервации. Рассмотрены мультиагентные модели распространения информации, позволяющие распознавать информационные операции. Определены достоинства и недостатки данных моделей.

**Ключевые слова:** информационные сюжеты, информационные операции, информационное пространство, моделирование, мультиагентные системы.

### Введение

Информационная операция, термин которой в последнее время применяется все шире, является компонентой информационной войны, содержание которой направлено на реализацию предварительно спланированных психологических воздействий на враждебную, дружескую или нейтральную аудиторию путем информационного влияния на установки и поведение с целью достижения заранее определенных преимуществ [DoD, 2003]. Информационные операции определяются как «акции, направленные на воздействие на информацию и информационные системы противника и защиту собственной информации и информационных систем». Проявления информационных операций встречаются во многих сферах – военной, социальной, экономической. Информационные операции в настоящее время непосредственно связаны с воздействием на людей, манипулированием.

При изучении информационных операций необходимо определить объективные критерии, и в качестве одного таких, можно рассматривать динамику распространения информационных сюжетов в соответствующем фрагменте информационного пространства. Исследованию динамики информационных потоков посвящены многочисленные научные работы [Corso, 2005], [Kleinberg, 2006], [Ландэ, 2006], [Rakesh, 2014]

показано, что в типовых ситуациях динамике распространения новостей, информационного сюжета присущ характер «всплеска», волны с явным периодом возрастания его влияния и плавным спадом.

В результате анализа многочисленных диаграмм поведения ТИП, были выявлены наиболее типичные, базовые профили их поведения (рис. 1) [Ландэ, 2012]. Некоторые сюжеты развиваются следующим образом: после быстрого информационного всплеска подготовки идет плавный спад (например, публикации о стихийных бедствиях), некоторые, напротив, предполагают длительную плавную информационную подготовку, после чего идет резкий спад (например, публикации об планируемых заранее мероприятиях). Существуют также тематические потоки, характеризующиеся симметричной кривой динамики, как узкие, кратковременные, так и растянутые во времени.

В случае информационных потоков, которые ассоциируются с конкретными тематическими информационными потоками, необходимо описывать динамику каждого из таких потоков отдельно, принимая во внимание то, что рост одного из них может автоматически приводить к уменьшению других и наоборот. Поэтому ограничение на объемы информации по всем тематикам распространяется и на совокупность всех информационных сюжетов. В случае изучения

общего информационного потока наблюдается явление «перетекания» объемов публикаций из одних, теряющих актуальность информационных сюжетов, в другие.

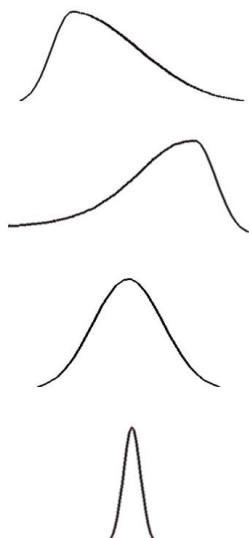


Рисунок 1 – Базовые профили динамики тематических сюжетов новостей

Следует отметить, что выбор тематики информационных сюжетов, позволяющих детектировать информационные операции, является содержательно сложной, неоднозначной задачей.

## 1. Модель диффузии информации

Жизненный цикл тематических информационных потоков (информационных сюжетов) может описываться, например, моделью диффузии информации (МДИ), построенной с помощью методов клеточных автоматов [Ландэ, 2007].

Клеточные автоматы являются полезными дискретными моделями для исследования динамических систем. Дискретность модели, а точнее, возможность представить модель в дискретной форме, может считаться важным преимуществом, поскольку открывает широкие возможности использования компьютерных технологий.

Модель диффузии информации является двумерной, поэтому вся система клеточных автоматов для этого случая будет описываться двумерным массивом. В случае двумерной решетки, элементами которой являются квадраты, ближайшими соседями, входящими в окрестность элемента, можно считать или только элементы, расположенные вверх-вниз и влево-вправо от него, либо добавленные к ним еще и диагональные элементы (окрестность Мура).

В рамках данной модели, которая относится к распространению новостей в информационном пространстве, применяются окрестность Мура и вероятностные правила распространения новостей по заданной тематике.

В рамках МДИ, которая относится к распространению информационных сюжетов в информационном пространстве, применяются вероятностные правила распространения новостей по заданной тематике. Предполагается, что каждая клетка клеточного автомата может иметь различные статусы информированности, а именно, быть в одном из трех состояний: 1 – «свежая новость» (клетка окрашивается в черный цвет); 2 – новость, устаревшая, но сохраненная в виде сведений (серая клетка); 3 – клетка не имеет информации, переданной новостным сообщением (клетка белая, информация не дошла или уже забыта).

МДИ предполагает следующие правила развития информационного сюжета:

- 1) изначально все поле состоит из белых клеток за исключением нескольких стоящих рядом черных, которые первыми «приняли» новость;
- 2) белая клетка может перекрашиваться только в черный цвет или оставаться белой (она может получать новость или оставаться «в неведении»);
- 3) белая клетка перекрашивается, если выполняется условие:  $pt > 1$ , где  $p$  – псевдослучайная величина ( $0 < p < 1$ ),  $t$  – количество черных клеток в окрестности;
- 4) если клетка черная, а вокруг нее черные и серые ( $s > x$ ,  $s$  – количество черных и серых клеток,  $x$  – заданная константа, то она перекрашивается в серый цвет (новость устаревает, но сохраняется как сведения);
- 5) если клетка серая, а вокруг нее исключительно черные и серые ( $s > y$ ,  $y$  – заданная константа), то она перекрашивается в белый цвет (забывание сведений при их общеизвестности).

Типичные состояния системы клеточных автоматов, пребывающих в различных состояниях, в зависимости от шагов итерации приведены на рис. 2.

При анализе приведенных графиков следует обратить внимание на такие особенности: 1 – суммарное количество клеток, пребывающих во всех трех состояниях на каждом шагу итерации постоянно и равно размеру поля; 2 – при стабилизации клеточных автоматов соотношение количества серых, белых и черных клеток приблизительно составляет: 0.75 : 0.25 : 0; существует точка пересечения кривых, определяемых всеми тремя последовательностями на уровне 33 % каждая.

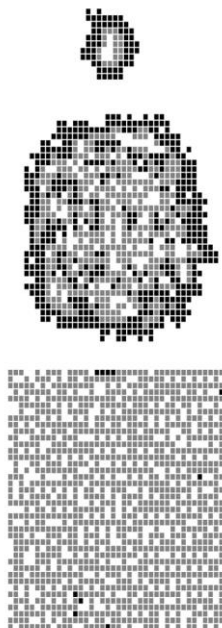


Рисунок 2 – Состояния эволюции системы клеточных автоматов

Полученные в результате аналитического моделирования зависимости количества серых  $x_g$ , белых  $x_w$  и черных  $x_b$  клеток от шага эволюции системы клеточных автоматов, выражаются формулами:

$$x_g = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(t-\tau_1)}}; \quad (1)$$

$$x_w = 1 - \frac{1}{1 + e^{-\beta(t-\tau_2)}};$$

$$x_b = \frac{1}{1 + e^{-\beta(t-\tau_2)}} - \frac{1}{1 + e^{-\alpha(t-\tau_1)}}. \quad (2)$$

Базовые профили динамики информационных сюжетов, соответствующие значениям  $\alpha = \beta = 8$  в правилах 4 и 5 модели, были получены при значениях параметров  $\alpha = 0,15$ ,  $\beta = 0,25$ .

## 2. Модель информационной резервации

«Информационную резервацию» можно также охарактеризовать как область информационного пространства, находящуюся под непрерывным воздействием информационных операций. В результате этого динамике важнейших информационных сюжетов, протекающих в ИР, свойственны отклонения от характера плавного «всплеска», а именно:

- быстрое прекращение «нежелательного» информационного сюжета (*S*-эффект);
- растягивание периода подъема информационного сюжета (*L*-эффект) с «угодной» администрации ИР тематикой.

Указанные отклонения получаются в том случае, когда изменяются параметры правил,

определяющих поведение модели диффузии информации, соответствующие некоторым жизненным наблюдениям за информационными резервациями. Если сопоставить черным клеткам модели (сообщение активно) нахождение сообщения в оперативной памяти, а серым – нахождение сообщения в архивной памяти, то *S*-или *L*-эффектам будет соответствовать соотношение времен нахождения сообщения в оперативной или архивной памяти, что регулируется параметрами  $\alpha$  и  $\beta$  правил 4 и 5. Как уже было отмечено, при значениях параметров  $\alpha = \beta = 8$  модель соответствует естественной динамике развития информационного сообщения вне информационной резервации – ее график принимает вид колоколообразной кривой. При сохранении параметра оперативной памяти ( $\alpha = 8$ ) и уменьшении параметра архивной памяти  $\beta$  (до  $\beta = 2$ ), чаще освобождаемые от информации серые ячейки, затем интенсивней принимают ранее забытую информацию, перекрашиваясь в результате в черный цвет, т.е. происходит эффект «проталкивания» нового сообщения (соответствующего «политике» информационной резервации) – *L*-эффект.

С другой стороны, при сохранении параметра оперативной памяти ( $\alpha = 8$ ) и уменьшении параметра архивной памяти  $\beta$  (до  $\beta = 2$ ) происходит быстрое «забывание» не соответствующего информационной резервации сообщения и перевод его основной части в архив – *S*-эффект.

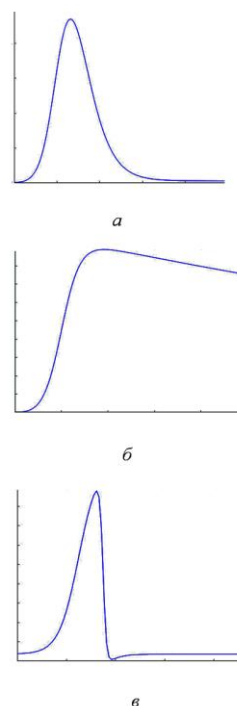


Рисунок 3 – Динамика количества клеток в состоянии «свежая новость»: а – типовая динамика ( $\alpha = 0,15$ ,  $\beta = 0,25$ ); б – растягивание периода актуальности информации ( $\alpha = 0,01$ ,  $\beta = 0,25$ ); в – немедленное прекращение распространения информации ( $\alpha = 0,15$ ,  $\beta = 1,5$ )

Обобщение аналитической интерпретации МДИ, связанное с изменением коэффициентов в приведенных выше уравнениях (связанных с восприятием информации), которое приводит к искажению типовой динамики, что можно объяснять наличием эффекта информационной резервации (рис. 3).

### 3. Мультиагентная модель распространения информации

Для создания правдоподобной виртуальной модели распространения информации, прежде всего, необходимо сформировать приближенное к реальности виртуальное информационное пространство, населенное виртуальными информационными агентами. Основной задачей компьютерного моделирования является создание информационного виртуального мира (модели информационного пространства), населенного индивидуальными информационными агентами.

Одной из основных проблем моделирования информационного пространства является проблема описания взаимодействия информационных агентов. Каким образом происходит формирование социумов агентов? Что влияет на отношение агента к той или иной информации? Каковы динамика падения и восстановления информационной репутации, величина информационного следа (остаточная мощность), критическая масса информационного влияния.

Как предположение, можно рассмотреть возможность сравнения информационного воздействия агентов с моделью распространения вирусов, как простейший случай. Информация как вирус может распространяться в общем случае:

- от агента агенту;
- от агента группе (социальные сети, вербальный обмен и др.);
- от информационных центров (производства информации) к отдельному агенту или к группе агентов.

Рассмотрим предложенную авторами мультиагентную модель распространения информации в информационном пространстве. Базовые профили динамики тематических информационных потоков (ТИП) были получены с помощью предложенной авторами мультиагентной модели, в рамках которой отдельные документы, образующие информационный сюжет, ассоциируются с агентами, жизненный цикл агентов – с жизненным циклом документов в информационном пространстве. Предполагается, что в течение времени происходит эволюция популяции агентов, т.е. отдельные агенты могут (рис. 4):

- 1) самозародиться (родиться по причинам, возникающим вне рассматриваемого мультиагентного пространства);
- 2) порождать новых агентов;

3) «умирать» – исчезать из пространства агентов;

4) получать ссылки от других агентов.

Каждый агент обладает «потенциалом», зависящим от его возраста (времени жизни на текущий момент), авторитетности (ссылок, предоставленных на него) и плодовитости (количества порожденных непосредственно им агентов).

Управляющие параметры модели следующие:

- 1) вероятность «самозарождения»  $P_1$ ;
- 2) потенциал агента  $Pot$ , зависящий от количества ссылок на него ( $ns$ ), времени его жизни ( $t$ ), и количества порожденных им агентов ( $k$ ):  

$$Pot = \frac{ns + k}{t};$$
- 3) вероятность «рождения» от существующего:  $P_2 \cdot Pot$ ;
- 4) вероятность «смерти» агента:  $P_3 / Pot$ ;
- 5) вероятность ссылки на агента:  $P_4 \cdot Pot$ .

Варьирование параметрами управления  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  и  $P_4$  позволили смоделировать профили поведения информационных сюжетов. На рис. 2 приведена пример возможной динамики мультиагентной системы: процессы рождения новых агентов от существующих обозначены сплошными стрелками, процессы проставления ссылок на агентов представлены пунктирными стрелками, живые агенты – черными кругами, «метрвые» агенты к моменту  $t = 5$  – незаполненными окружностями.

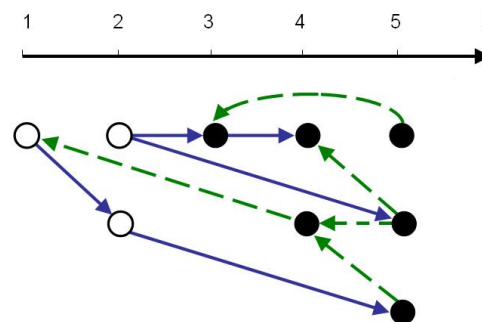


Рисунок 4 – Фрагмент мультиагентного пространства

В предложенной модели учитывается общеизвестная практика проведения информационных кампаний в социальных сетях, заключающаяся в регистрации большого числа аккаунтов-роботов (роя), от имени которых проставляются ссылки (лайки) на материалы, публикуемые от имени аккаунтов из того же роя и на целевые информационные страницы – документы.

В результате проведенных исследований была реализована программа эволюции пространства агентов, исследована эволюция мультиагентной системы при различных значениях параметров, найдены аналогии с реальными тематическими информационными потоками.

#### 4. Модель динамики информационных операций

Предполагается, что системное нарушение типовой динамики некоторых информационных сюжетов в открытом информационном пространстве может свидетельствовать как об информационных операциях [Горбулін, 2009], так и о наличии существовании информационной резервации. При исследовании информационных операций также большое внимание уделяется анализу динамики информационных сюжетов [Додонов, 2013], пользоваться доступными аналитическими средствами, например, вейвлет-анализом. При этом следует ориентироваться на возможные модели информационных атак, например, если эта модель охватывает фазы: «фоновые публикации» — «затишье» — «артподготовка» — «затишье» — «атака», то уже по первым трем компонентам можно с большой вероятностью предсказать будущие события.

Объединяя участки графика, соответствующие началу информационной операции и трендам, связанным с инновационной деятельности (внедрение инноваций можно условно также считать информационными операциями), был получен полный график, соответствующий отображению информационных операций в информационном пространстве (рис. 5). При этом следует ориентироваться на возможные модели информационных атак, однако уже по первым трем компонентам (фазам) можно с большой вероятностью предсказать будущие события.

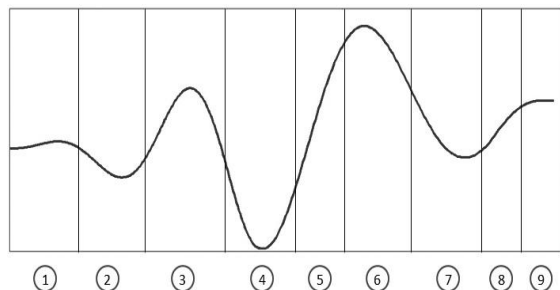


Рисунок 5 – Обобщенная диаграмма, соответствующая всем этапам жизненного цикла информационных операций: 1 – фон; 2 – затишье; 3 – «артподготовка»; 4 – затишье; 5 – атака/триггер роста; 6 – пик завышенных ожиданий; 7 – утрата иллюзий; 8 – общественное осознание; 9 – продуктивность/фон

Отметим, что предложенная модель позволяет отличать информационные потоки, поведение которых определяется естественными закономерностями информационного пространства, от потоков, вызванных влиянием внешних факторов. В частности, в случае информационных резерваций, в качестве индикатора может рассматриваться отклонение трендов динамики некоторых информационных сюжетов от характерных форм распределения, появление периодических зон нестабильности значений, или, наоборот, удивительная локальная стабильность этих значений.

Предложенные модели соответствуют реальным данным, которые экстрагируются системами контент-мониторинга. Таким образом, приведенные зависимости могут быть использованы в качестве шаблонов для выявления информационных операций – как путем анализа ретроспективного фонда сетевых публикаций, так и путем оперативного мониторинга появления некоторых их признаков в реальном времени.

Достоинством таких «шаблонных методов», является простота их реализации (дисперсионные методы, в частности, DFA, методы регрессионного анализа, вейвлет-анализ и т.д.) Методы хорошо приспособлены к ретроспективному анализу. Главный недостаток методов заключается в том, что с их помощью информационную операцию можно распознать лишь на ее финальной стадии.

#### 5. Мультиагентная модель, учитывающая структуру сети распространения информации

Как расширение приведенной выше мультиагентной модели распространения информации можно рассматривать модель, в которой учитывается структура формируемой сети [Пугачев, 2015]. В рамках этой модели каждый агент – источник информации обладает не «потенциалом», а некоторым рейтингом (которому на схемах соответствует размер соответствующего узла). Связями в рассматриваемой сети являются факты перепечатки или «пересказа».

В основе модели лежит предположение, что при проведении информационных операций наиболее рейтинговые источники перепечатывают информацию у наименее рейтинговых, или образуются кластеры низкорейтинговых изданий, перепечатывающих одну и ту же новость.

На рис. 6. приведен пример типичных информационных операций, выявляемых в рамках данной модели.

В рамках формализации этой же модели выбирается несколько десятков параметров топологии сетей распространения информации, таких как диаметр, плотность, кластеризация, посредничество и т.п., которые сравниваются с некоторыми эталонными значениями.

К достоинствам данной модели следует отнести ее формальную строгость и соответствие активно развивающемуся в последнее время направлению Complex Networks, что позволяет ожидать ее дальнейшего развития. К недостаткам следует, по видимому, отнести малую корреляцию с содержательной стороной распознаваемых информационных операций, а также определенную вычислительную сложность при выявлении нечетких информационных дубликатов документов.



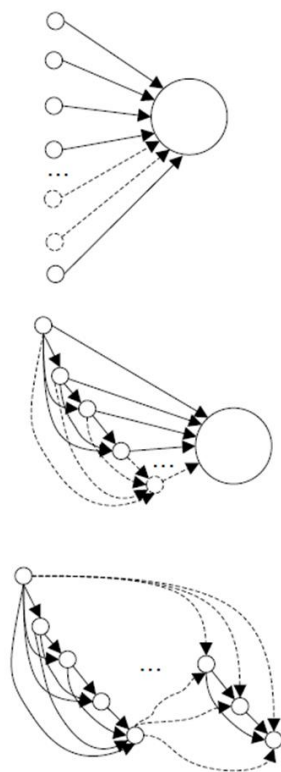


Рисунок 6. – Примеры сетей распространения информации, имеющих признаки информационных операций. Источник – [Пугачев, 2015]

## Заклучение

Таким образом, в работе в качестве методологической основы детектирования информационных операций предложено исследование динамики информационных потоков.

Рассмотрены некоторые модели информационных потоков, предложена модификация модели диффузии информации, приводящая к типовым профилям динамики информационных потоков в информационных резервуарах, детально рассмотрены мультиагентные модели распространения информации, позволяющие распознавать возможные информационные операции. Определены достоинства и недостатки данных моделей.

## Библиографический список

- [Corso, 2005] G.M. Del Corso, A. Gulli, F. Romani. Ranking a stream of news. In Proceedings of 14th International World Wide Web Conference, pp. 97-106, Chiba, Japan, 2005.
- [DoD, 2003] Information operations roadmap. – DoD US. – Washington, D.C.: GPO, 2003.
- [Kleinberg, 2006] Kleinberg J. Temporal dynamics of on-line information streams // Data Stream Management: Processing High-Speed Data Streams. – Springer, 2006.
- [Rakesh, 2014] Rakesh V., Singh D., Vinzamuri B., Reddy C.K. Personalized Recommendation of Twitter Lists Using Content and Network Information // Association for the Advancement of Artificial Intelligence (Proceedings of the Eighth International AAAI Conference on Weblogs and Social Media, 2014.
- [Горбулін, 2009] Горбулін В.П., Додонов О.Г., Ланде Д.В. Інформаційні операції та безпека суспільства: загрози, протидія, моделювання: монографія. – К.: Інтертехнологія, 2009. – 164 с.
- [Додонов, 2013] Додонов А.Г., Ланде Д.В. Мультиагентная модель поведения тематических информационных потоков //

Материалы VI Всероссийской мультиконференции по проблемам управления (30 сентября – 5 октября 2013 г.) – Т. 4. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2013. – С. 102-107.

[Ланде, 2006] Ланде Д.В., Фурашев В.Н., Брайчевский С.М., Григорьев А.Н. Основы моделирования и оценки электронных информационных потоков: Монография. – К.: Инжиниринг, 2006. – 176 с.

[Ланде, 2007] Ланде Д.В. Модель диффузии информации // Информационные технологии и безопасность. Менеджмент информационной безопасности. Сборник научных трудов Института проблем регистрации информации. – Вып. 10. – 2007. – С. 51-67.

[Ланде, 2012] Ланде Д.В., Брайчевский С.М. Моделирование поведения тематических сюжетов новостей в веб-пространстве // Тринадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2012 (16-20 октября 2012 г., г. Белгород, Россия): Труды конференции. – Т. 1. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – С. 197-204.

[Потемкин, 2015] Потемкин А.В. Выявление информационных операций в средствах массовой информации сети Интернет: диссертация ... кандидата технических наук: 05.13.10 / Потемкин Алексей Владимирович; [Место защиты: Брянский государственный технический университет]. – Брянск, 2015. – 144 с.

## RECOGNITION OF INFORMATION OPERATIONS: MULTI-AGENT APPROACH

Dodonov A.G., Lande D.V., V.A. Dodonov

*Institute for Information Recording NAS of  
Ukraine, Kiev, Ukraine*

**dodonov@ipri.kiev.ua**

**dwlande@gmail.com**

**dodonov.vadim@gmail.com**

In work research of dynamics of information streams is offered as a methodological basis of detecting of information operations. Modification of model of diffusion of information, model of information reservation is offered. The multi-agent models of dissemination of information, which allows to recognize information operations, are considered. Advantages and disadvantages of these models are defined.

**Keywords:** news stories, information operations, information space, modeling, multi-agent systems