

Е.В. Вайц

(МГТУ им. Н.Э. Баумана; e-mail: vaitcev@yandex.ru)

СИСТЕМО-ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА

Предложена классификация системно-динамических моделей информационного противоборства. Описаны базовые модели информационного противоборства, реализованные в программной среде Anylogic для проведения ряда имитационных экспериментов.

Ключевые слова: системно-динамическое моделирование, информационное противоборство.

E.V. Vaitc

SYSTEM-DYNAMICS MODELING OF THE INFORMATION CONFRONTATION PROCESS

Classification of information confrontation system-dynamic models is proposed. Basic models of information confrontation realized in the Anylogic software environment for carrying of simulation experiments are described.

Key words: system-dynamic modeling, information confrontation.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 7 апреля 2017 г.

Введение

Все более негативное влияние на международную обстановку и техносферу оказывает усиливающееся противоборство в глобальном информационном пространстве, обусловленное стремлением некоторых стран использовать информационные и коммуникационные технологии для достижения своих геополитических целей путём манипулирования общественным сознанием и фальсификацией истории [1].

Учитывая специфику современных социальных сетей, необходима выработка четкого алгоритма реагирования на негативные сообщения и по линии МЧС. В Концепции развития Интернет-ресурсов МЧС России до 2018 года [2] прямо говорится о том, что "в целях исключения широкого распространения негатива и введения в заблуждение пользователей социальных сетей должно проводиться оперативное разъяснение официальной позиции Министерства по спорным тематикам. Для этого необходим эффективный инструмент не только выявления такой информации, но и адекватной и профессиональной ответной реакции".

Информационное противоборство (ИП) представляет собой борьбу в информационной сфере, которая предполагает комплексное деструктивное воздействие на информацию, информационные системы и информационную инфраструктуру противоборствующей стороны с одновременной защитой собственной информации, информационных систем и информационной инфраструктуры от подобного воздействия. Конечной целью ИП является завоевание и удержание информационного превосходства над противоборствующей стороной [3].

Учитывая высокую важность задачи выявления информационных воздействий (ИВ) противоборствующей стороны, ослабления их влияния и выработки эффективных ответных мер, подходы к решению таких задач должны основываться на выверенных математических моделях. Создание математических моделей ИП служит основой для решения задач выявления, прогнозирования и управления ИВ.

Целью настоящей статьи является построение математических моделей ИП, благодаря которым можно проводить исследования определяющих его процессов, определять его цели, выявлять наиболее критичные факторы и решать задачи управления в рамках общих задач ИП.

К сегодняшнему дню проведён значительный объём научных исследований в области ИП. Так, в работе [4], помимо математических моделей, описывающих динамику общественного мнения, предложены также модели его замещения. Результаты математического моделирования процессов информационного влияния, управления и противоборства в социальных сетях отражены в работе [5]. Результаты построения математических моделей ИП обобщены в работе [6]. Нельзя не отметить адаптацию модели "хищник – жертва" Лотки-Вольтерры в приложении к системам обеспечения информационной безопасности [7].

Исходя из сказанного, основными задачами сегодня являются: систематизация накопленного опыта создания математических моделей ИП, уточнение их классификации и развитие в направлении имитационного моделирования явлений и процессов, определяющих ИП.

В качестве метода имитационного моделирования для исследования ИП автором выбран системно-динамический. Системно-динамическое моделирование – направление в изучении сложных систем, исследующее их состояния во времени в зависимости от структуры элементов моделируемой системы и взаимодействия между ними.

На основе системно-динамического подхода построены модели развития города, сложного производства, динамики популяций и развития эпидемий [8].

Классификация системно-динамических моделей информационного противоборства

Приведём граф, отражающий классификацию системно-динамических моделей ИП (рис. 1). Введённая классификация моделей ИП включает 16 моделей: SXY-модель, SXYR-модель, SLXY-модель, SLXYR-модель, OSXY-модель, SXYs-модель, OSXYs-модель, OSLXY-модель, SLXYs-модель, OSLXYs-модель, OSXYR-модель, SXYRS-модель, OSXYRS-модель, OSLXYR-модель, SLXYRS-модель, OSLXYRS-модель.

Отправной точкой классификации является базовая системно-динамическая модель ИП, которую назовём SXY-модель по заглавным буквам её основных состояний. Данная модель имеет три состояния: *S* – количество лиц, подверженных ИВ, *X* – количество лиц, принявших негативную идею ИВ, *Y* – количество лиц, принявших идею ИВ от противоположной стороны (позитивную идею). На основе SXY-модели разрабатываются SXYR-модель, SLXY-модель и SLXYR-модель, в которых добавляются новые состояния: *R* – количество лиц, отказавшихся от негативной идеи ИВ навсегда, *L* – количество лиц, находящихся в латентной стадии ИВ (то есть данные лица приняли одну из двух идей ИВ (но пока ещё её не распространяют)).

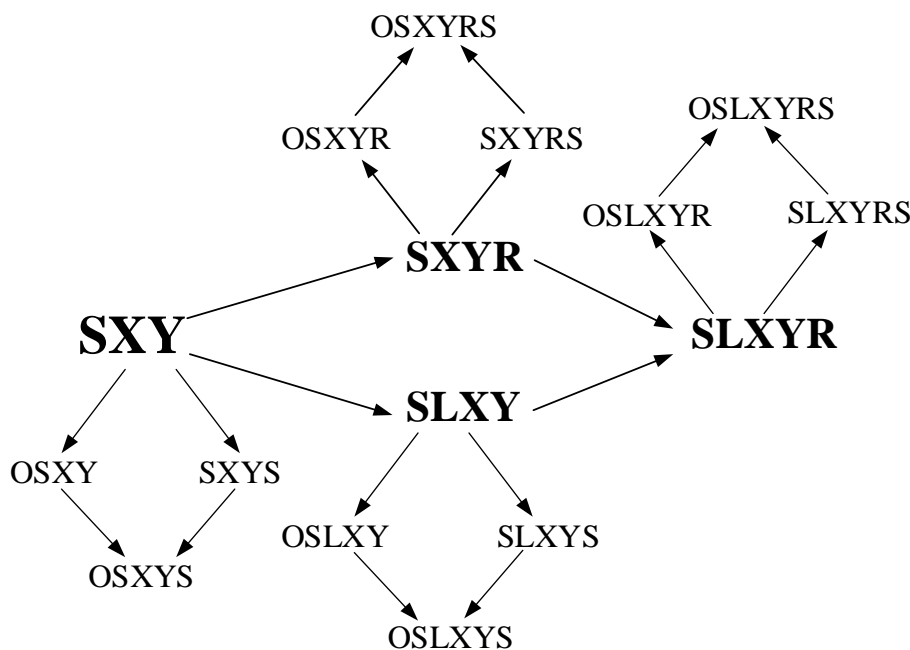


Рис. 1. Граф классификации моделей ИП

Далее можно трансформировать SXY-модель, SXYR-модель, SLXY-модель и SLXYR-модель путём отражения в них изменений размеров и составов социума, подвергающегося влиянию (добавляется первый символ "O" в название модели), и возможности забывания негативной идеи ИВ и перехода лица, принявшего негативную идею ИВ, обратно во множество лиц, подверженных ИВ (добавляется последний символ "S" в название модели).

Каждая из приведенных моделей может быть двух типов. В моделях первого типа предполагается, что лицо, принявшее негативную идею ИВ, не может поменять свою точку зрения и напрямую перейти во множество лиц, принявших позитивную идею ИВ (от противоположной стороны), и наоборот. Предусматривается только возможность забывания информации и переход лица, принявшего позитивную или негативную идею ИВ, обратно во множество

лиц, подверженных ИВ. После этого лицо может вновь принять как позитивную, так и негативную идею ИВ. Модели второго типа являются усложненными модификациями моделей первого типа и подразумевают прямой переход лица, принявшего первую (негативную) идею ИВ, во множество лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ, и наоборот.

Опишем подробно базовую SXY-модель. Описание остальных 15 моделей строится подобным образом.

Описание системно-динамической SXY-модели информационного противоборства

Построим системно-динамическую SXY-модель ИП (рис. 2). Приведём расшифровку условных обозначений, используемых в модели (табл. 1).

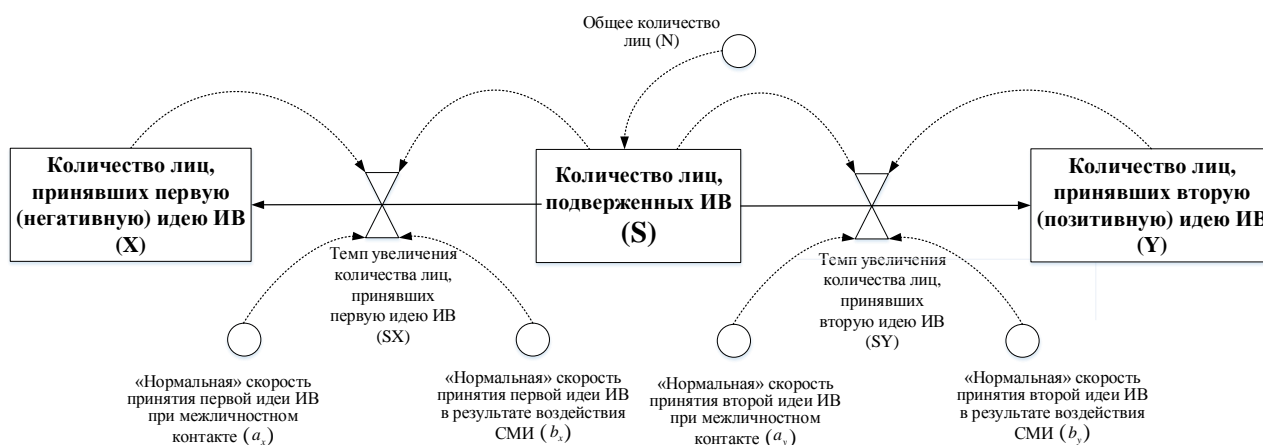


Рис. 2. Системно-динамическая SXY-модель ИП

Таблица 1

Условные обозначения, используемые в модели SXY

Условное обозначение элемента	Название элемента
X	Количество лиц, принявших первую (негативную) идею ИВ
Y	Количество лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ
S	Количество лиц, подверженных ИВ
N	Общее количество лиц в социуме
SX	Темп изменения количества лиц, принявших первую (негативную) идею ИВ
SY	Темп изменения количества лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ
a_x	"Нормальная" скорость принятия первой (негативной) идеи ИВ при межличностном контакте
b_x	"Нормальная" скорость принятия первой (негативной) идеи ИВ в результате воздействия СМИ
a_y	"Нормальная" скорость принятия второй (позитивной) идеи ИВ при межличностном контакте
b_y	"Нормальная" скорость принятия второй (позитивной) идеи ИВ в результате воздействия СМИ

Понятие "нормальной" скорости введено Дж. Форрестером [8] и, с учётом рассматриваемой проблематики, представляет собой отношение числа лиц в день, принявших идею ИВ при межличностном контакте или в результате воздействия СМИ, к общему количеству лиц, подверженных ИВ.

Как показано на рис. 2, на темп распространения идеи ИВ влияют два параметра [9]:

- "Нормальная" скорость принятия идеи ИВ при межличностном контакте;
- "Нормальная" скорость принятия идеи ИВ в результате воздействия СМИ.

Построенная системно-динамическая SXY-модель описывается следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = -SX(t) - SY(t); \\ \frac{dX}{dt} = SX(t); \\ \frac{dY}{dt} = SY(t); \\ SX(t) = SX1(t) + SX2(t); \\ SY(t) = SY1(t) + SY2(t); \\ SX1(t) = b_x \cdot S(t); \\ SX2(t) = \frac{a_x \cdot S(t) \cdot X(t)}{S(t) + X(t)}; \\ SY1(t) = b_y \cdot S(t); \\ SY2(t) = \frac{a_y \cdot S(t) \cdot Y(t)}{S(t) + Y(t)}. \end{array} \right.$$

Первое уравнение системы определяет скорость изменения количества лиц, подверженных ИВ. Второе и третье уравнения системы определяют скорость изменений количества лиц, принявших первую (негативную) и вторую (позитивную) идею ИВ соответственно. Четвёртое уравнение системы определяет темп увеличения количества лиц, принявших первую (негативную) идею ИВ (SX), и складывается из темпа увеличения количества лиц, принявших первую (негативную) идею ИВ в результате воздействия СМИ (SX1), и темпа увеличения количества лиц, принявших первую (негативную) идею ИВ после межличностного контакта (SX2). Пятое уравнение системы определяет темп увеличения количества лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ (SY), и складывается из темпа увеличения количества лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ в результате воздействия СМИ (SY1), и темпа увеличения количества лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ после межличностного контакта (SY2).

тивную) идею ИВ в результате воздействия СМИ ($SY1$), и темпа увеличения количества лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ после межличностного контакта ($SY2$). Шестое и седьмое уравнения системы определяют темпы увеличения количества лиц, принявших первую (негативную) и вторую (позитивную) идею ИВ в результате воздействия СМИ. Восьмое и девятое уравнения системы определяют темпы увеличения количества лиц, принявших первую (негативную) и вторую (позитивную) идею ИВ в результате межличностного взаимодействия (данные темпы прямо пропорциональны произведению количества лиц, подверженных идее ИВ и количества лиц, принявших идею ИВ, и, учитывая принятую размерность темпов, обратно пропорциональны сумме данных лиц).

Описанная модель реализована в среде имитационного моделирования AnyLogic, которая является одной из ведущих в данной области. Приведём общий вид интерфейса модели (рис. 3).

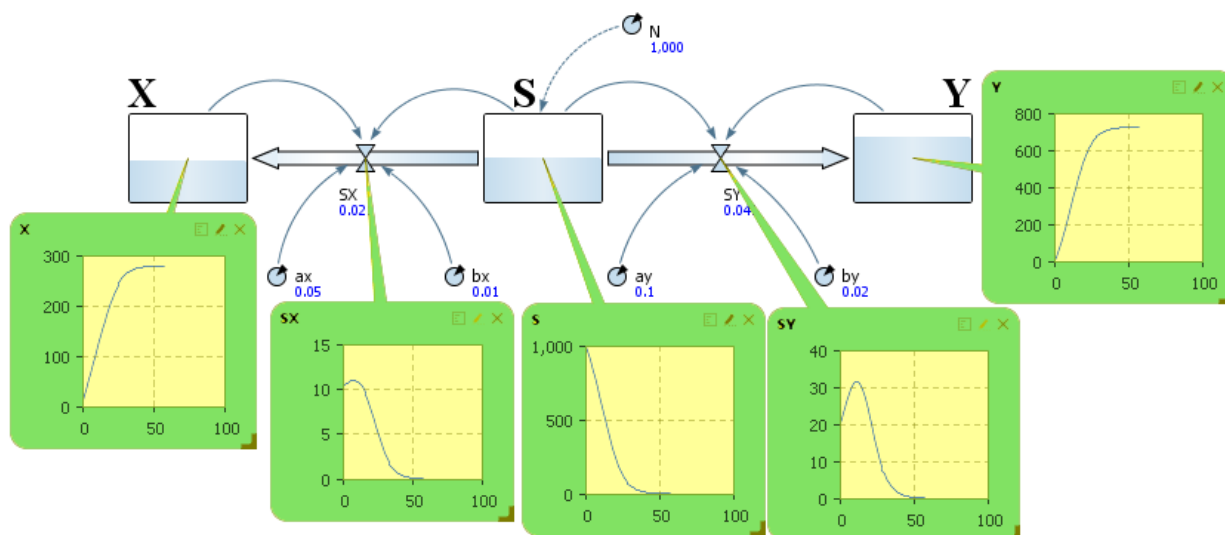


Рис. 3. Общий вид интерфейса системно-динамической SXY-модели ИП

Приведём временные графики (рис. 4а) и временную диаграмму с накоплением (рис. 4б), отражающие динамику количества лиц, подверженных ИВ (S) и принявших первую (негативную) и вторую (позитивную) идею ИВ (X и Y соответственно), а также временные графики (рис. 5) и временную диаграмму с накоплением (рис. 6) темпа принятия первой (негативной) и второй (позитивной) идеи ИВ при следующих начальных условиях: $S(0) = N = 1000$; $X(0) = Y(0) = 1$; $a_x = 0,05$; $b_x = 0,01$; $a_y = 0,1$; $b_y = 0,02$.

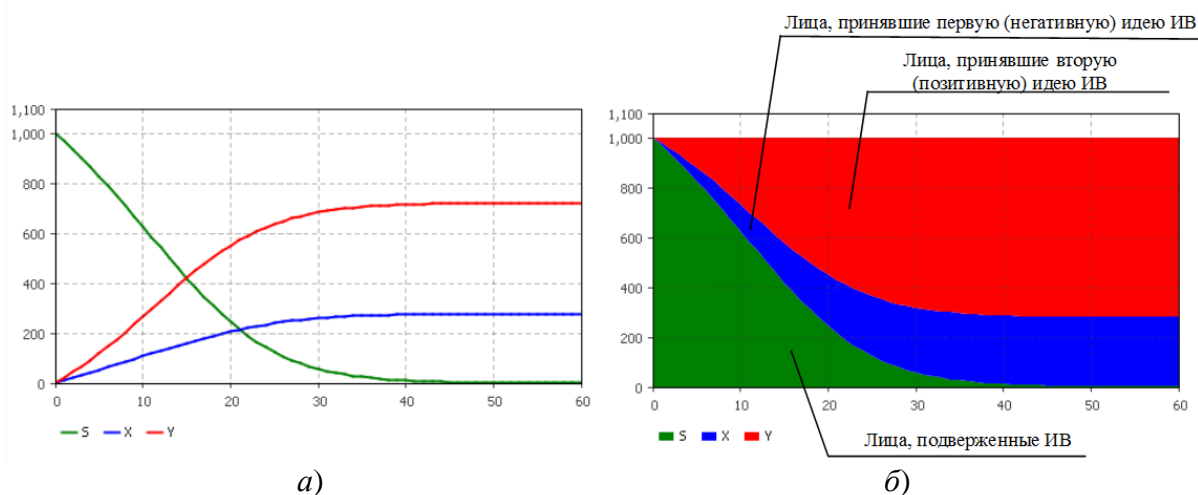


Рис. 4. Динамика количества лиц, подверженных ИВ и принявших первую (негативную) и вторую (позитивную) идею ИВ

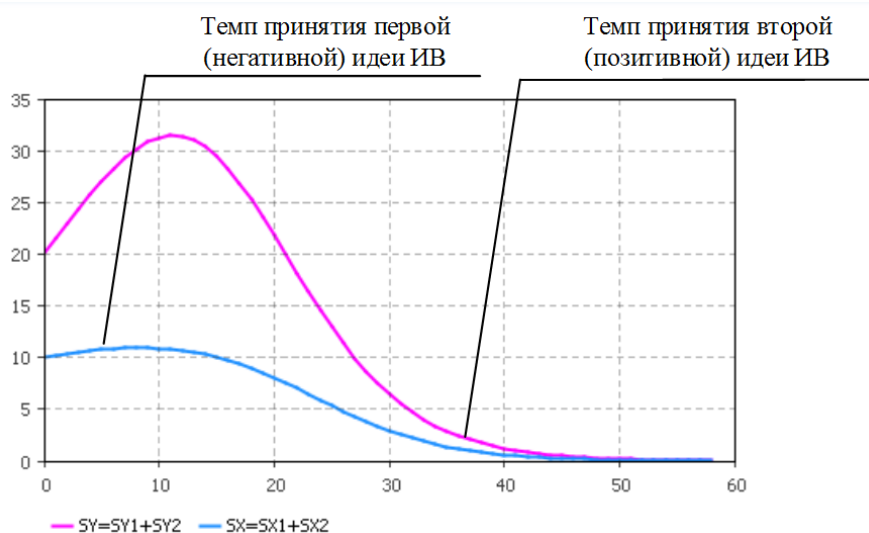


Рис. 5. Временные графики темпа принятия первой (негативной) и второй (позитивной) идеи ИВ

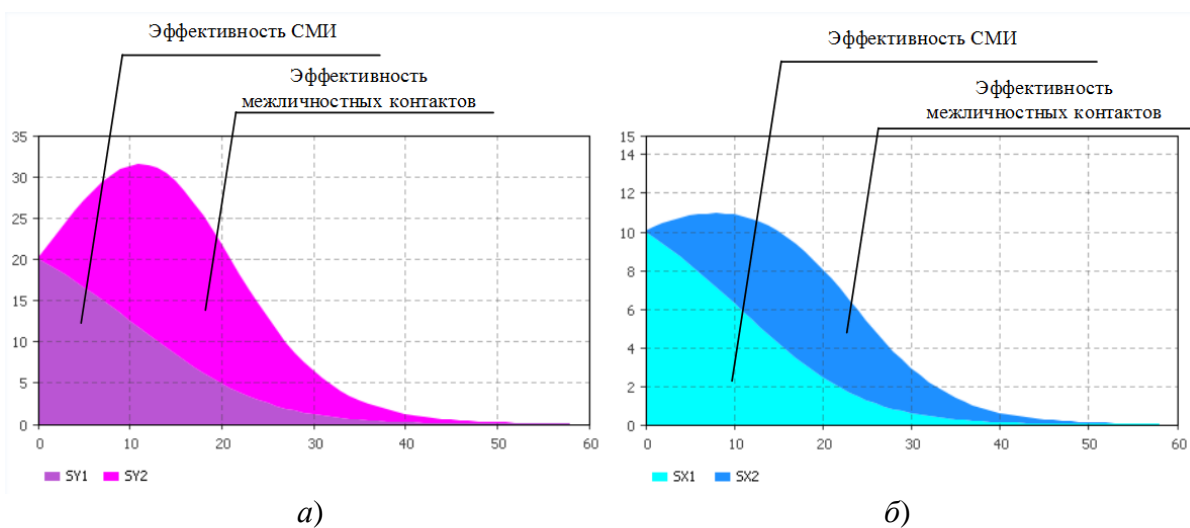


Рис. 6. Временная диаграмма с накоплением темпа принятия первой (негативной) (а) и второй (позитивной) (б) идеи ИВ

Таким образом, при заданных начальных условиях, первая (негативная) и вторая (позитивная) идеи ИВ распространятся по всему рассматриваемому социуму за 50 дней. При этом, количество лиц, принявших первую (негативную) идею ИВ, составит 279 человек, а количество лиц, принявших вторую (позитивную) идею ИВ, составит 723 человека.

Построенная системно-динамическая SXY-модель ИП в программе Anylogic позволяет проводить целый ряд имитационных экспериментов и исследовать влияние различных значений параметров модели на динамику ИП.

Выводы

1. Накопленный опыт исследований по моделированию ИП позволяет провести его систематизацию и предложить классификацию моделей ИП, а также продвинутся в построении имитационных моделей, дающих возможность воспроизвести сложный спектр факторов, включая линию деятельности МЧС России. Метод системной динамики выбран в качестве наиболее эффективного метода для моделирования ИП и позволяет делать более обоснованные оценки и прогнозы влияния ИВ в зависимости от динамики различных факторов.

2. Предлагаемая в статье базовая системно-динамическая модель ИП является основой для построения всех других модификаций моделей ИП, учитывающих возможность изменения социума, забывания информации, неполный охват социума СМИ, замещение информации и др.

3. Реализация построенной системно-динамической модели в программной среде Anylogic позволяет сделать вывод о том, что она является одной из самых перспективных платформ в области имитационного моделирования ИВ. Графический интерфейс позволяет исследователям не только наблюдать временные графики величин, отражающие основные характеристики процессов информационного "заражения", но также даёт возможность изменять исходные значения параметров для проведения различных имитационных экспериментов.

Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683 "О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации".
2. Концепция развития Интернет-ресурсов МЧС России до 2018 года. http://volga.mchs.ru/upload/site8/document_file/sAsGujDpTE.pdf.
3. Шушков Г. М., Сергеев И. В. Концептуальные основы информационной безопасности Российской Федерации // Актуальные вопросы научной и научно-педагогической деятельности молодых учёных: сб. науч. трудов III всеросс. заочн. науч.-практ. конф. М.: ИИУ МГОУ, 2016. С. 69-76.
4. Как управлять массовым сознанием: современные модели / Минаев В. А. Овчинский А. С., Скрыль С. В., Тростянский С. Н. 2013. 200 с.
5. Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Физматлит, 2010. 228 с.
6. Модель информационного противоборства в социуме при периодическом дестабилизирующем воздействии / Михайлов А. П., Петров А. П., Прончева О. Г., Маревцева Н. А. // Математическое моделирование, 2017. Т. 29. № 2. С. 23-32.
7. Математическая модель "хищник – жертва" в системе информационной безопасности / Минаев В. А., Сычев М. П., Вайц Е. В., Грачёва Ю. В. // Информация и безопасность. 2016. Т. 19. № 3 (4). С. 397-400.
8. Форрестер Д. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). М.: Прогресс, 1971. 340 с.
9. Bass F. M. A New Product Growth Model For Consumer Durables // Management Science. 1969. № 15. Pp. 215-227.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 31 dekabrja 2015 g. No 683 "O Strategii nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj Federacii".
2. Konceptcija razvitija Internet-resursov MChS Rossii do 2018 goda. http://volga.mchs.ru/upload/site8/document_file/sAsGujDpTE.pdf.
3. Shushkov G. M., Sergeev I. V. Konceptual'nye osnovy informacionnoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii (Conceptual foundations of information security of the Russian Federation) // Aktual'nye voprosy nauchnoj i nauchno-pedagogicheskoj dejatel'nosti molodyh uchenyh: sb. nauch. trudov III vseross. zaochn. nauch.-prakt. konf. M.: IIU MGOU, 2016. Pp. 69-76.
4. Kak upravljat' massovym soznaniem: sovremennye modeli (How to manage the mass consciousness: current models) / Minaev V. A. Ovchinskij A. S., Skryl' S. V., Trostjanskij S. N. 2013. 200 p.
5. Gubanov D. A., Novikov D. A., Chhartishvili A. G. Social'nye seti: modeli informacionnogo vlijanija, upravlenija i protivoborstva (Social networks: models of informational influence, control and confrontation). M.: Fizmatlit, 2010. 228 p.
6. Model' informacionnogo protivoborstva v sociume pri periodicheskom destabilizirujushem vozdejstvii (Model of information warfare in the society at periodic destabilizing impact) / Mihajlov A. P., Petrov A. P., Proncheva O. G., Marevceva N. A. // Matematicheskoe modelirovanie, 2017. T. 29. No 2. Pp. 23-32.
7. Matematicheskaja model' "hishhnik – zhertva" v sisteme informacionnoj bezopasnosti (Mathematical model of the "predator – prey" system of information security) / Minaev V. A., Sychev M. P., Vajc E. V., Grachjova Ju. V. // Informacija i bezopasnost'. 2016. T. 19. No 3 (4). Pp. 397-400.
8. Forrester D. Osnovy kibernetiki predpriyatija (industrial'naja dinamika) (Fundamentals of Cybernetics of the enterprise. Industrial dynamics). M.: Progress, 1971. 340 p.
9. Bass F. M. A New Product Growth Model For Consumer Durables // Management Science. 1969. No 15. Pp. 215-227.