

Владимир А. Минаев, Екатерина В. Вайц, Юлия В. Грачёва
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
2-я Бауманская ул., 5, 105005, Россия

e-mail: m1va@yandex.ru, ORCID iD 0000-0002-4356-301X

e-mail: vaitcev@yandex.ru, ORCID iD 0000-0002-4629-6252

e-mail: uvgracheva@gmail.com, ORCID iD 0000-0003-0884-5617

ИМИТАЦИОННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С МОДЕЛЬЮ ИНФОРМАЦИОННО-
ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА МАССОВОЕ СОЗНАНИЕ

DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2017.2.07>

Аннотация. В статье рассматривается проблема исследования динамики информационно-психологических воздействий на массовое сознание, возможность их прогнозирования и управления, что является одним из важнейших аспектов обеспечения информационно-психологической безопасности общества и его граждан. Для исследования динамики информационно-психологических воздействий на массовое сознание в статье предложен метод системно-динамического моделирования, обоснованный и реализованный на моделях сложных социально-экономических явлений Дж. Форрестером в 1950-х годах. Применение данного метода к решению проблем обеспечения информационной безопасности исследуется различными зарубежными научными коллективами. Метод системно-динамического моделирования позволяет отобразить и исследовать множество факторов, критично влияющих на процессы информационно-психологических воздействий на массовое сознание. В предложенной авторами статьи модели учтены следующие факторы: вероятность «увлечения» идеями, заложенными в контент информационно-психологических воздействий, при межличностном контакте и в результате воздействия средств массовой информации, показатель массовости и регулярности средств массовой информации, пропагандирующих идею информационно-психологических воздействий, вероятность забывания идеи, заложенной в контент информационно-психологических воздействий, вероятность коммуникации на тему, заложенную в контент информационно-психологических воздействий, вероятность «увлечения» идеями информационно-психологических воздействий при одном коммуникационном контакте, среднее количество ознакомлений с одним сообщением в средствах массовой информации, вероятность «увлечения» новой идеей из контента информационно-психологических воздействий после ознакомления с сообщением в средствах массовой информации, количество контактов человека, увлеченного идеями информационно-психологических воздействий, в день. Математическим аппаратом, на котором базируются системно-динамические модели, являются системы дифференциальных уравнений. Авторами статьи построена имитационная системно-динамическая модель, позволяющая выявлять взаимосвязи между факторами, влияющими на динамику информационно-психологических воздействий на массовое сознание, и выполнена ее реализация в программной среде Anylogic. Данная среда является одной и самых перспективных сред имитационного моделирования. Приведены временные графики, отражающие динамику количества лиц, способных принять идею информационно-психологических воздействий, принявших идею информационно-психологических воздействий, а также графики, отражающие распределение во времени количества лиц, принявших идею информационно-психологических воздействий при определенных начальных условиях. Проведены имитационные эксперименты, связанные с варьированием параметров модели, в которых исследуется зависимость темпа увеличения количества лиц, принявших идею информационно-психологических воздействий, от частоты контактов лиц, разделяющих данные идеи.

Ключевые слова: системно-динамическое моделирование, имитационное моделирование, имитационные эксперименты, информационно-психологические воздействия, массовое сознание.

Для цитирования. МИНАЕВ, Владимир А.; ВАЙЦ, Екатерина В.; ГРАЧЁВА, Юлия В. Имитационные эксперименты с моделью информационно-психологических воздействий на массовое сознание. Безопасность информационных технологий, [S.l.], v. 24, n. 2, p. 61-71, June 2017. ISSN 2074-7136. Доступно на: <<https://bit.mephi.ru/index.php/bit/article/view/106>>. Дата доступа: 23 June 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.26583/bit.2017.2.07>.

Vladimir A. Minaev, Ekaterina V. Vaitc, Yulia V. Gracheva
Bauman Moscow State Technical University,
2nd Baumanskaya street, 5, 105005, Russia,
e-mail: m1va@yandex.ru, ORCID iD 0000-0002-4356-301X
e-mail: vaitcev@yandex.ru, ORCID iD 0000-0002-4629-6252
e-mail: uvgracheva@gmail.com, ORCID iD 0000-0003-0884-5617

**Simulation Experiments with the Model of Information-Psychological Influences on Mass
Consciousness**

DOI: <http://dx.doi.org/10.26583/bit.2017.2.07>

Abstract. The article deals with the problem of researching the dynamics of information and psychological influences on mass consciousness, the possibility of their forecasting and management, which is one of the most important aspects of ensuring the information and psychological security of society and its citizens. To research the dynamics of information and psychological influence on mass consciousness, the article suggests a method of system-dynamic modeling, grounded and implemented on models of complex socio-economic phenomena by J. Forrester in the 1950s. The application of this method to solving the problems of information security is investigated by various foreign scientific teams. The method of system-dynamic modeling allows to display and investigate many factors that critically affect the processes of information and psychological influences on mass consciousness. The following factors are taken into account in the model proposed by the authors of the model: the probability of "enthusiasm" of ideas embedded in the content of information and psychological influences, with interpersonal contact and as a result of the influence of the mass media, the massiveness and regularity of the mass media propagandizing the idea of information and psychological influences, the probability of forgetting the idea, embedded in the content of information and psychological influences, the probability of communication on the topic, embedded in the content of information and psychological influences, the probability of "enthusiasm" ideas of information and psychological influences in one communication contact, the average number of acquaintances with one message in the media, the probability of "enthusiasm" of a new idea from the content of information and psychological influences after reading the information in the media, the number of contacts a person, keen on ideas of information and psychological influences, per day. The mathematical apparatus on which system-dynamic models are based are systems of differential equations. The authors of the article constructed an imitation model that makes it possible to identify the interrelationships between factors that effect the dynamics of information and psychological influences on mass consciousness, and its implementation has been carried out in the Anylogic software environment. This environment is one of the most promising environments for simulation. Temporal graphs reflecting the dynamics of the number of persons capable of adopting the idea of information and psychological influence, the number of persons who adopted the idea of information and psychological influences, and graphs reflecting the distribution in time of the number of persons who adopted the idea of information and psychological influences under certain initial conditions are given. Simulation experiments related to variations of the model parameters in which the dependence of increasing rate of

person's number who adopted the idea of information and psychological effects on the frequency of person's contacts sharing these ideas is studied.

Keywords: system-dynamic modeling, imitating simulation, simulation experiments, information and psychological influence, mass consciousness.

For citation. MINAEV, Vladimir A.; VAITS, Ekaterina V.; GRACHEVA, Yulia V. Simulation Experiments with the Model of Information-Psychological Influences on Mass Consciousness. IT Security (Russia), [S.l.], v. 24, n. 2, p. 61-71, June 2017. ISSN 2074-7136. Available at: <<https://bit.mephi.ru/index.php/bit/article/view/106>>. Date accessed: 23 June 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.26583/bit.2017.2.07>.

Введение

Выявление особенностей информационно-психологических воздействий на массовое сознание, их прогнозирование и управление ими является одним из важнейших аспектов обеспечения информационно-психологической безопасности общества и его граждан.

Определим информационно-психологическую безопасность как состояние защищенности отдельных лиц и (или) групп лиц от негативных информационно-психологических воздействий (ИПВ) и связанных с ним жизненно важных интересов личности, общества и государства в информационной сфере [1].

Для обеспечения информационно-психологической безопасности необходимо четко понимать структуру и цели информационно-психологических воздействий, особенности их динамики, выделять множество факторов, критично влияющих на данные процессы.

На сегодняшний день накоплен определенный опыт исследований в рамках данной проблематики [2-5], включающий современные математические модели управления массовым сознанием. Он позволяет перейти к имитационному моделированию, предоставляющему широкий спектр возможностей для практического изучения ИПВ.

Авторами для исследования влияния ИПВ на массовое сознание выбран метод системно-динамического моделирования, который позволяет воспроизводить динамику ИПВ в зависимости от состава и структуры элементов моделируемой системы. Системно-динамическое моделирование позволяет делать углубленные и детальные оценки и прогнозы влияния ИПВ на массовое сознание в зависимости от динамики различных факторов. Это направление обосновал и реализовал на моделях сложных социально-экономических явлений Дж. Форрестер в 1950-х годах [6]. Основными переменными в указанных моделях выступают уровни и темпы. Первые отражают возникающее накопление внутри системы, вторые – динамику уровней за один интервал времени. Для описания системно-динамических моделей применяются системные потоковые диаграммы [6].

В части применения метода системно-динамического моделирования для исследования систем обеспечения информационной безопасности накоплен определенный опыт у разных зарубежных научных коллективов [7-17]. Исследование динамики ИПВ на массовое сознание, приведенное в статье, опирается на полученные зарубежными научными коллективами подходы и особенности применения метода системно-динамического моделирования к решению проблем информационной безопасности.

Описание системно-динамической модели

Опишем графически системно-динамическую модель влияния ИПВ на массовое сознание (рис. 1), исходя из результатов, приведенных в работах [2-4]. Условные обозначения, используемые в модели, приведены в таблице 1.

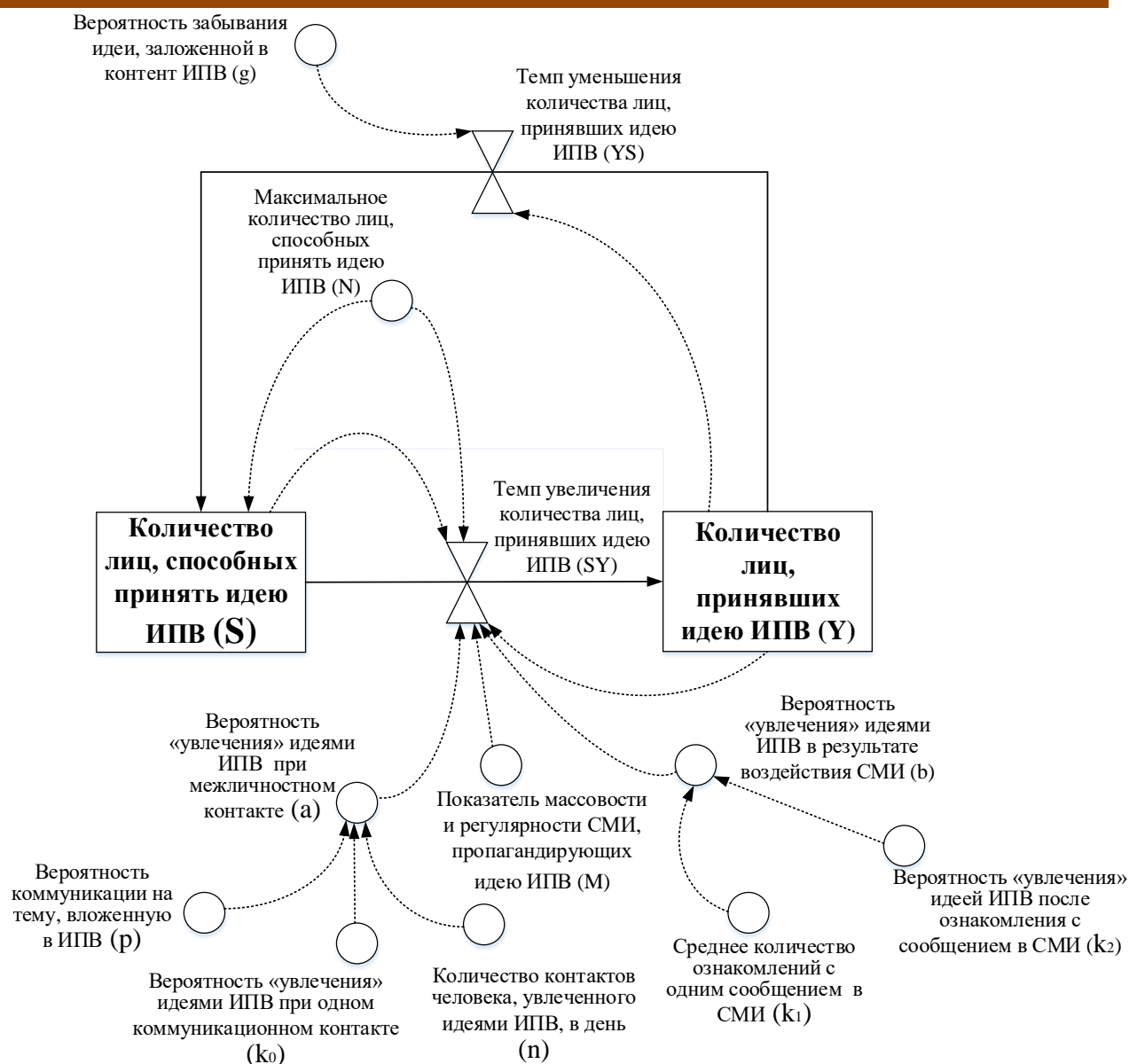


Рис. 1. Системно-динамическая модель влияния ИПВ на массовое сознание
Fig. 1. System dynamics model of the impact of IPV on mass consciousness

Таблица 1 – Условные обозначения, используемые в модели

№ п/п	Условное обозначение элемента	Название элемента
1.	Y	Количество лиц, принявших идею ИПВ
2.	N	Максимально возможное количество лиц, способных принять идею ИПВ
3.	S	Количество лиц, способных принять идею ИПВ
4.	YS	Темп уменьшения количества лиц, принявших идею ИПВ
5.	SY	Темп увеличения количества лиц, принявших идею ИПВ
6.	a	Вероятность «увлечения» идеями, заложенными в контент ИПВ, одного человека за единственный интервал времени при межличностном контакте
7.	b	Вероятность «увлечения» идеями, заложенными в контент ИПВ, одного человека за единственный интервал времени, в результате

		воздействия СМИ
8.	M	Показатель массовости и регулярности СМИ, пропагандирующих идею ИПВ
9.	g	Вероятность забывания идеи, заложенной в контент ИПВ, за единичный интервал времени
10.	p	Вероятность коммуникации на тему, вложенную в ИПВ
11.	k_0	Вероятность «увлечения» идеями ИПВ при одном коммуникационном контакте
12.	k_1	Среднее количество ознакомлений с одним сообщением в СМИ за единичный интервал времени
13.	k_2	Вероятность «увлечения» новой идеей из контента ИПВ после ознакомления с сообщением в СМИ
14.	n	Количество контактов человека, увлеченного идеями ИПВ, в день

Построенная системно-динамическая модель описывается следующей системой уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = YS(t) - SY(t) \\ \frac{dY}{dt} = SY(t) - YS(t) \\ SY(t) = \frac{S \cdot (a \cdot Y + M \cdot b)}{N} \\ YS(t) = g \cdot Y \\ a = p \cdot k_0 \cdot n \\ b = k_1 \cdot k_2 \end{array} \right.$$

Первое уравнение системы определяет скорость изменения количества лиц, способных принять идею ИПВ. Второе уравнение системы определяет скорость изменения количества лиц, принявших идею ИПВ. Третье уравнение системы определяет темп увеличения количества лиц, принявших идею ИПВ. Четвертое уравнение системы определяет темп уменьшения количества лиц, принявших идею ИПВ. Пятое и шестое уравнения системы определяют значения вероятностей «увлечения» идеями, заложенными в контент ИПВ при межличностном контакте и в результате воздействия СМИ, соответственно.

Данная системно-динамическая модель позволяет проигрывать различные сценарии развития процессов ИПВ и исследовать влияние на них параметров модели.

Вот только некоторые вопросы, на которые может ответить модель:

- Насколько увеличится (уменьшится) количество лиц, принявших идею ИПВ при увеличении (уменьшении) вероятности «увлечения» идеями ИПВ при межличностном контакте?
- Насколько увеличится (уменьшится) количество лиц, принявших идею ИПВ при увеличении (уменьшении) вероятности «увлечения» идеями ИПВ в результате воздействия СМИ?
- Каково должно быть количество контактов в день лица, увлеченного идеями ИПВ, для достижения количеством тех, кто принял идею ИПВ, до определенного значения за заданный интервал времени?
- Как влияет вероятность забывания идеи, заложенной в контент ИПВ, на количество лиц, принявших идею ИПВ?

- Через какое время, при определенных параметрах модели, количество лиц, принявших идею ИПВ, достигнет критического значения?

В качестве платформы для программной реализации построенной модели выбрано перспективное решение в области имитационного моделирования AnyLogic [18]. Общий вид интерфейса модели приведен на рис. 2.

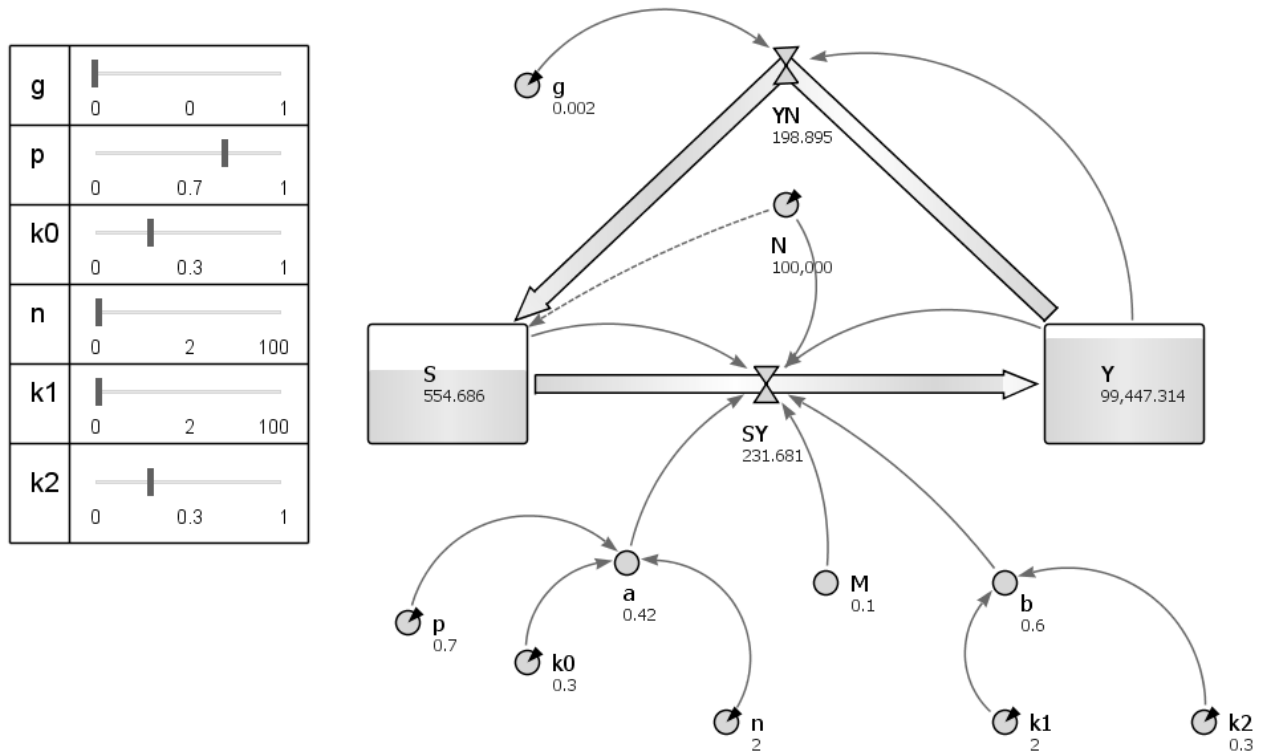


Рис. 2. Общий вид интерфейса модели влияния ИПВ на массовое сознание
 Fig. 2. The interface general view of the IPV effects model on the consciousness of mass

Панель управления, приведенная на рис. 2, представляет собой совокупность “бегунков”, каждый из которых закреплен за соответствующим параметром модели. В процессе моделирования можно изменять их значения с помощью “бегунков”, наглядно воспроизводя и отображая происходящие процессы ИПВ.

Приведем, для примера, временные графики, отражающие динамику количества лиц, способных принять идею ИПВ (S), и принявших идею ИПВ (Y), (рис. 3) при следующих начальных условиях:

$$\{p = 0,7; k_0 = 0,3; n = 2; k_1 = 2; k_2 = 0,3; M = 0,1; g = 0,002; S(0) = 100000, Y(0) = 2\}$$

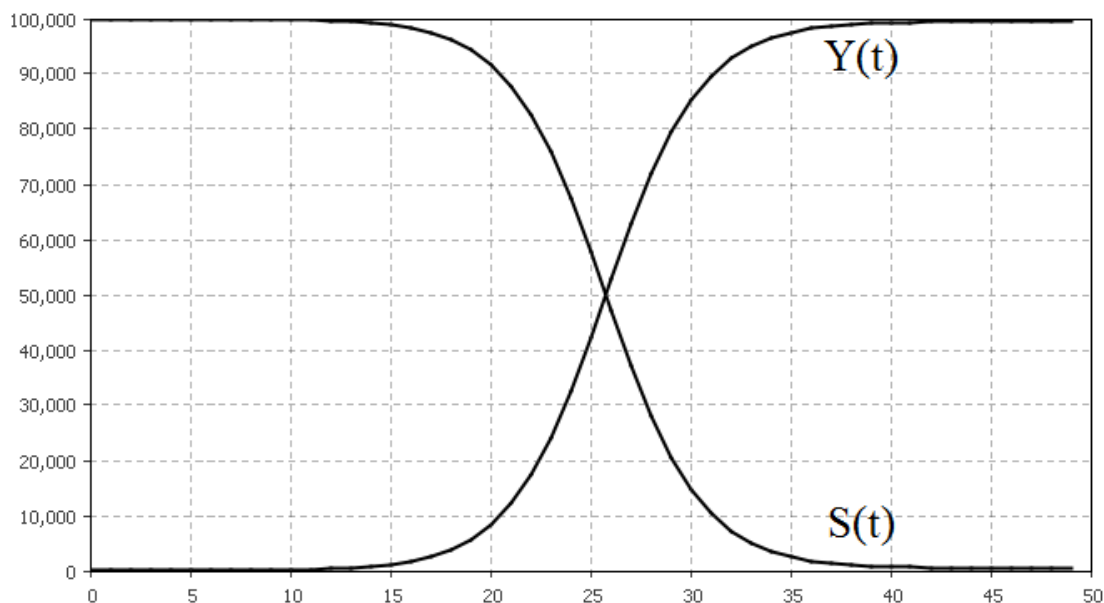


Рис. 3. Динамика количества лиц, способных принять идею ИПВ (S) и принявших её (Y)
Fig. 3. Dynamics of the number of persons able to accept the idea IPV (S) and accepted it (Y)

Рис. 3 демонстрируют, что динамика лиц, принявших идею ИПВ, представляется в виде S-образной кривой, концепцию которой Э. Роджерс [19] описывает следующим образом: «Сначала всего несколько индивидов принимают новую идею, затем инновация принимается большим количеством индивидов, и, наконец, темпы принятия замедляются». Таким образом, первый этап распространения идеи ИПВ представляет собой медленное нарастание до определенного порогового уровня, далее, на втором этапе, наблюдается взрывная фаза распространения ИПВ, и, наконец, на третьем этапе наступает насыщение, при котором лица, принявшие идею ИПВ, контактируют преимущественно друг с другом и процесс информационного «заражения» существенно замедляется.

Рис. 4 демонстрирует распределение (в %) во времени количества лиц, принявших идею ИПВ. Можно выделить пять их категорий: новаторы, ранние принимающие, раннее большинство, позднее большинство, отстающие.

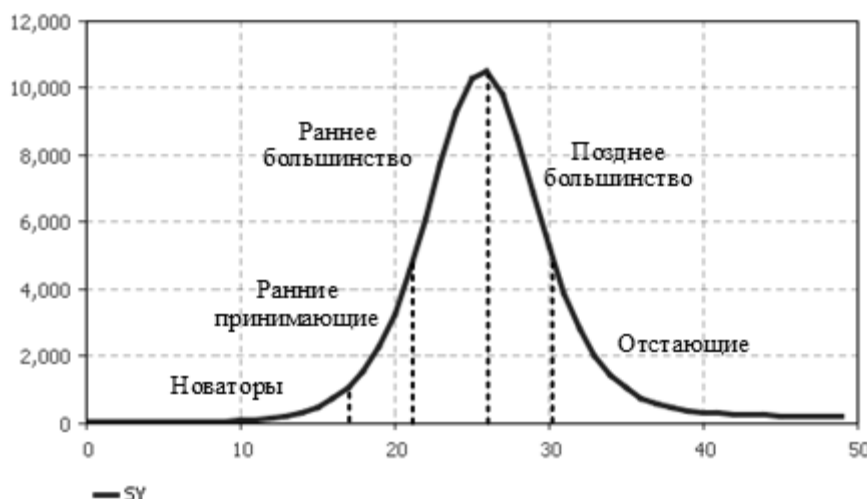


Рис. 4. Распределение (в %) во времени количества лиц, принявших идею ИПВ
Fig. 4. Distribution (%) time number of persons have accepted the idea IPV

**Эксперимент по варьированию количества контактов лица, увлеченного идеями
ИПВ**

Приведем результаты имитационного эксперимента (таблица 2), в котором исследуется зависимость темпа увеличения количества новых членов общества, принявших идею ИПВ, от частоты контактов лиц, уже разделяющих идеи ИПВ.

Иными словами, изучим влияние количества контактов лица, увлеченного идеями ИПВ, в день (n) на темп принятия идеи ИПВ (SY) новыми индивидами.

Таблица 2 - Матрица планирования эксперимента

Номер эксперимента	Значение параметра, n	Темп принятия идеи, SY
1.	2	$SY_1(t)$
2.	3	$SY_2(t)$
3.	4	$SY_3(t)$
4.	5	$SY_4(t)$
5.	6	$SY_5(t)$
6.	7	$SY_6(t)$
7.	8	$SY_7(t)$

Начальные значения других параметров модели определены следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} p = 0,4 \\ k_0 = 0,3 \\ k_1 = 2 \\ k_2 = 0,3 \\ M = 0,1 \\ g = 0,002 \\ S(0) = 100000 \\ Y(0) = 1 \end{array} \right.$$

На рис. 5 приведены временные графики, полученные по результатам эксперимента. Выводы по результатам эксперимента: проведенный эксперимент выявил существенную зависимость между темпом принятия идеи ИПВ новыми членами сообщества и частотой контактов лиц, уже увлеченных идеями ИПВ, в день (n). Так, при двух контактах в день ($n=2$), темп принятия идеи ИПВ достигнет своего максимума через 48 дней, а уже, например, при шести контактах в день ($n=6$) темп принятия идеи ИПВ достигнет своего максимума в три раза быстрее – уже через 16 дней.

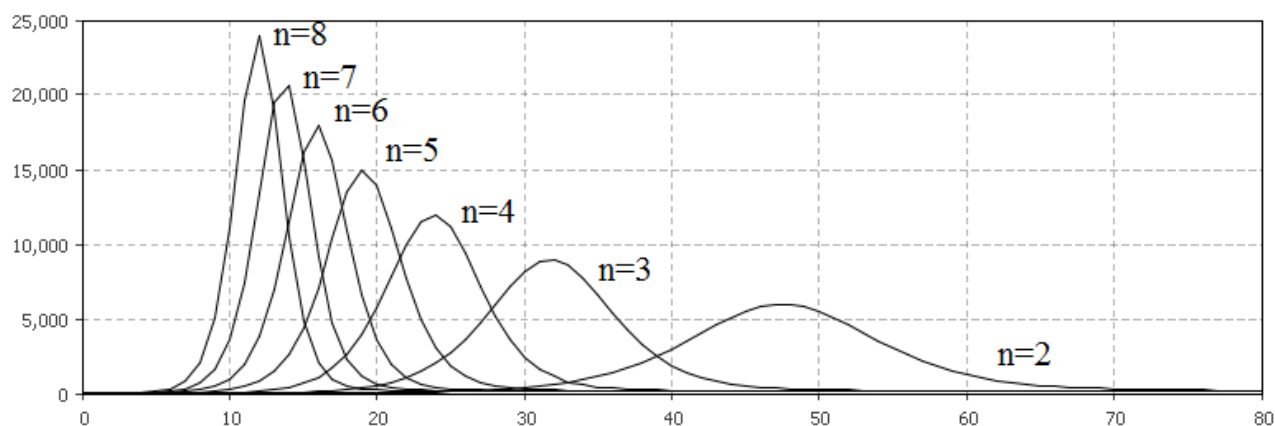


Рис. 6. Темп принятия идеи ИПВ в зависимости от частоты контактов лиц, увлеченных идеями ИПВ, в день

Fig. 6. The rate of adoption of the ideas of IPV depending on the frequency of contacts of persons fascinated by the ideas of IPV in the day

Заключение

1. На сегодняшний день накоплен достаточный опыт в области исследования ИПВ на массовое сознание, опираясь на который можно строить весьма сложные имитационные модели, предоставляющие большие возможности для изучения различных процессов, связанных с ИПВ. Метод системной динамики, выбранный для реализации такого типа моделей, позволяет делать оперативные, реалистичные оценки и прогнозы влияния ИПВ на массовое сознание в зависимости от различных факторов.

2. Реализация построенной системно-динамической модели влияния ИПВ на массовое сознание в программной среде Anylogic позволяет наглядно отслеживать влияние различных важных параметров на происходящие процессы “заражения” общества и оценивать его в реальном масштабе времени.

Дальнейшим развитием видится детализация системно-динамической модели, заключающаяся в добавлении в нее новых уровней и темпов, уточнении комплекса факторов и проведении новой серии имитационных экспериментов с различными комбинациями факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ковалева Н.Н. Информационное право России. Учебное пособие. М., 2007. – 360с.
2. Минаев В.А., Дворянкин С.В. Моделирование динамики информационно-психологических воздействий на массовое сознание. Вопросы кибербезопасности, 2016. № 5. – С. 56-64.
3. Минаев В.А. Исследование модели динамики деструктивных информационно-психологических воздействий на массовое сознание. Безопасность информационных технологий, 2016. № 4. – С. 52-58.
4. Минаев В.А. Овчинский А.С., Скрыль С.В., Тростянский С.Н. Как управлять массовым сознанием: современные модели. 2013. - 200 с.
5. Минаев. В.А. Моделирование процессов развития устойчивого туризма. Научный журнал «Сервис в России и за рубежом». Т.8, № 9 (56), 2014. – С 140-149.
6. Форрестер Д. Основы кибернетики предприятия (индустриальная динамика). Москва: Прогресс, 1971. – 340с.
7. Liu Wei, Cui Yong-Feng, Li Ya. Information Systems Security Assessment Based on System Dynamics. International Journal of Security and Its Applications. 2015. Vol. 9. No. 2. Pp. 73-84.

8. Ae Chan Kim, Su Mi Lee, Dong Hoon Lee. Compliance Risk Assessment Measures of Financial Information Security Using System Dynamics. *International Journal of Security and Its Applications*. 2012. Vol. 6. No. 4. Pp. 191-200.
9. Trcek D. Using System Dynamics for Managing Risks in Information Systems. *Wseas transactions on information science & Applications*. 2008. Vol. 2. No. 5. Pp. 175-180.
10. Jose M. Sarriegi, Javier Santos, Jose M. Torres, David Imizcoz, Angel L. Plandolit. Modeling Security Management of Information Systems: Analysis of a Ongoing Practical Case. 24th International Conference of the System Dynamics Society. Nijmegen, The Netherlands. 2016. Vol. 1. Pp. 3196-3209.
11. Derek L. Nazaretha, Jae Choib. A system dynamics model for information security management. *Information & Management*. 2015. Vol. 52. No. 1. Pp. 123-134.
12. Cappelli D.M., Desai A.G., Moore A.P., Shimeall T.J., Weaver E.A., Bradford B.J. Management and Education of the Risk of Insider Threat (MERIT): System Dynamics Modeling of Computer System Sabotage, Carnegie-Mellon University. Software Engineering In Institute. CERT Program. , Pittsburg, 2006. – 34p.
13. Mundie D.A., Collins M.L., Moore A.P. A System Dynamics Model for Investigating Early Detection of Insider Threat Ris, Carnegie-Mellon University. Software Engineering Institute. CERT Program, Pittsburg, 2013. – 24p.
14. Yang S.C., Yi-Lu Wang. System Dynamics Based Insider Threats Modeling. *International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA)*. 2011. Vol. 3. No. 3. Pp 1-14.
15. Application and Management of Cybersecurity Measures for Protection and Control Systems, CIGRE, Joint Working Group B5/D2.46, 2014. – 121p.
16. Behara R.S., C. Derrick Huang, Qing Hu. A System Dynamics Model of Information Security Investments. *Journal of Information System Security*. 2010. Vol. 6. No. 2. Pp. 1572-1583.
17. Julia H. Allen , Noopur Davis. Measuring Operational Resilience Using the CERT Resilience Management Model, Carnegie Mellon Universit, 2010. – 71p.
18. Каталевский Д.Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие; 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. — 496 с.
19. Rogers E. Diffusion of Innovations. – 4 ed. – New York: Free Press, 1995. – Pp. 204-251.

REFERENCES:

- [1] Kovaleva N.N. Information law of Russia. Tutorial. Moscow, 2007. – 360p. (in Russia).
- [2] Minaev V.A., Dvoryankin S.V. Modeling the dynamics of information and psychological influence on mass consciousness. *Questions of cybersecurity*, 2016. № 5. Pp. 56-64. (in Russia).
- [3] Minaev V.A. Investigation of the model of dynamics of destructive information and psychological influences on mass consciousness. *IT Security*, 2016. № 4. Pp. 52-58. (in Russia).
- [4] Minaev V.A. Ovchinsky A.S., Skryl S.V., Trostyanskiy S.N. How to control the mass consciousness: modern models. 2013. – 200p. (in Russia).
- [5] Minaev. V.A. Modeling the processes of sustainable tourism development. *Scientific magazine "Service in Russia and abroad."* T.8, No. 9 (56), 2014. Pp. 140-149. (in Russia).
- [6] Forrester D. Fundamentals of enterprise cybernetics (industrial dynamics). Moscow: Progress, 1971. – 340p. (in Russia).
- [7] Liu Wei, Cui Yong-Feng, Li Ya. Information Systems Security Assessment Based on System Dynamics. *International Journal of Security and Its Applications*. 2015. Vol. 9. No. 2. Pp. 73-84.
- [8] Ae Chan Kim, Su Mi Lee, Dong Hoon Lee. Compliance Risk Assessment Measures of Financial Information Security Using System Dynamics. *International Journal of Security and Its Applications*. 2012. Vol. 6. No. 4. Pp. 191-200.
- [9] Trcek D. Using System Dynamics for Managing Risks in Information Systems. *Wseas transactions on information science & Applications*. 2008. Vol. 2. No. 5. Pp. 175-180.

- [10] Jose M. Sarriegi, Javier Santos, Jose M. Torres, David Imizcoz, Angel L. Plandolit. Modeling Security Management of Information Systems: Analysis of a Ongoing Practical Case. 24th International Conference of the System Dynamics Society. Nijmegen, The Netherlands. 2016. Vol. 1. Pp. 3196-3209.
- [11] Derek L. Nazaretha, Jae Choib. A system dynamics model for information security management. Information & Management. 2015. Vol. 52. No. 1. Pp. 123-134.
- [12] Cappelli D.M., Desai A.G., Moore A.P., Shimeall T.J., Weaver E.A., Bradford B.J.. Management and Education of the Risk of Insider Threat (MERIT): System Dynamics Modeling of Computer System Sabotage, Carnegie-Mellon University. Software Engineering In Institute. CERT Program. , Pittsburg, 2006. – 34p.
- [13] Mundie D.A., Collins M.L., Moore A.P. A System Dynamics Model for Investigating Early Detection of Insider Threat Ris, Carnegie-Mellon University. Software Engineering Institute. CERT Program, Pittsburg, 2013. – 24p.
- [14] Yang S.C., Yi-Lu Wang. System Dynamics Based Insider Threats Modeling. International Journal of Network Security & Its Applications (IJNSA). 2011. Vol. 3. No. 3. Pp 1-14.
- [15] Application and Management of Cybersecurity Measures for Protection and Control Systems, CIGRE, Joint Working Group B5/D2.46, 2014. – 121p.
- [16] Behara R.S., C. Derrick Huang, Qing Hu. A System Dynamics Model of Information Security Investments. Journal of Information System Security. 2010. Vol. 6. No. 2. Pp. 1572-1583.
- [17] Julia H. Allen , Noopur Davis. Measuring Operational Resilience Using the CERT Resilience Management Model, Carnegie Mellon University, 2010. – 71p.
- [18] Katalevsky D.Yu. Fundamentals of simulation and system analysis in management: a textbook; 2 nd ed., Revised. and additional. - М .: Publishing house "Delo" RANHiGS, 2015. - 496p. (in Russia).
- [19] Rogers E. Diffusion of Innovations. - 4 ed. - New York: Free Press, 1995. Pp. 204-251.

*Поступила в редакцию – 22 февраля июля 2017 г. Окончательный вариант – 23 мая 2017 г.
Received – February 22, 2017. The final version – May 23, 2017.*