

СОЦИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА, СОЦИАЛЬНЫЕ ИНСТИТУТЫ И ПРОЦЕССЫ/SOCIAL STRUCTURE, SOCIAL INSTITUTIONS AND PROCESSES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19>

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА: НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В УСЛОВИЯХ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научная статья

Баенхаева А.В.¹, Тимофеев С.В.^{2,*}²ORCID : 0009-0000-5164-8817;^{1,2} Байкальский государственный университет, Иркутск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (timofeevsv12[at]gmail.com)

Аннотация

В статье представлен новый подход в исследованиях, направленных на применение новых цифровых технологий для анализа такой сложно структурированной системы, как средства массовой информации (СМИ). С применением методов теории динамических систем авторами исследуется процесс информационного противоборства, сопровождающий стадию распространения через СМИ информации, цель которой — внедрение в общество новой системы взглядов. Предложен новый метод для анализа реакции общества на предлагаемые изменения, который использует большие данные и исключает необходимость традиционных социологических опросов. В качестве примера применения метода описано одно из резонансных событий в медийном пространстве — обсуждение в средствах массовой информации попытки государственного переворота в Казахстане в 2022 году. Показано, как при помощи инструментов применения новых технологий можно проводить анализ отношения аудитории к данному событию.

Ключевые слова: математическая модель, информационное противоборство, распространение информации, система мониторинга СМИ, события в Казахстане.

MATHEMATICAL MODELLING OF INFORMATION COUNTERACTION: RESEARCH DIRECTIONS IN THE CONDITIONS OF NEW TECHNOLOGIES

Research article

Baenhaeva A.V.¹, Timofeev S.V.^{2,*}²ORCID : 0009-0000-5164-8817;^{1,2} Baikal State University of Economics and Law, Irkutsk, Russian Federation

* Corresponding author (timofeevsv12[at]gmail.com)

Abstract

The article presents a new approach in research aimed at applying new digital technologies to analyse such a complexly structured system as the mass media. Using the methods of dynamical systems' theory, the authors study the process of information counteraction accompanying the stage of distribution of information through mass media, the purpose of which is to introduce a new system of views into society. A new method for analysing society's reaction to the proposed changes is suggested, which uses big data and eliminates the necessity of traditional sociological surveys. As an example of the method application, one of the high-profile events in the media space is described — the discussion in the media of an attempted coup d'état in Kazakhstan in 2022. It shows how the tools of new technologies can be used to analyse the attitude of the audience to this event.

Keywords: mathematical model, information counteraction, information spreading, media monitoring system, events in Kazakhstan.

Введение

Процесс распространения информации через СМИ является одним из ключевых факторов, влияющих на формирование общественного мнения. В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к математическому моделированию этого процесса, что связано с увеличением объема информации и усложнением механизмов ее распространения. В свою очередь, информационное противоборство стало неотъемлемой частью современной медийной среды, где различные социальные группы и политические силы пытаются влиять на восприятие определенных событий, а также на убеждения и взгляды широких масс населения.

Для улучшения прогнозов реакции общества на появляющуюся в СМИ информацию осуществляются разработки математических моделей, способных адекватно отражать сложные взаимосвязи и динамику общественного мнения. В ряде исследований [1], [3], [4], [5] были предложены модели, которые описывают информационное противостояние. Объединяющим подходом в этих моделях является количественная характеристика различных общественных групп, так или иначе поддерживающих одну из конфликтующих сторон. Однако выводы об этих характеристиках опираются на традиционные методы, такие как выборочные опросы и статистический анализ, а, значит, имеют ряд ограничений, включая сложность в сборе репрезентативных данных. Но в последние годы с развитием цифровых технологий, таких, например, как Big Data, Data Science и Text Mining, появляются новые возможности анализа приоритетов аудитории. Теперь не обязательно опираться на теорию выборки, а можно непосредственно изучать общественное мнение с помощью парсинга информации в интернете, используя различные системы мониторинга. Отсутствие выборок ($n=All$) и непосредственная работа с генеральными совокупностями или очень крупными их частями, масштабируемость

данных, постоянный автоматизированный сбор данных в архивы и возможность их быстрой обработки приводят в конечном итоге к высокой достоверности и востребованности прогнозирования «в реальном времени».

В этой связи авторами предложен новый подход к оценке общественного мнения, основанный не на измерении количества людей, принимающих позицию «за» или «против» определенной точки зрения, а на анализе объема и интенсивности поступающей в СМИ информации, направленную на достижение несовпадающих по интересам задач.

Математическая модель информационного противоборства

В рамках нового подхода при моделировании процесса движения информационных потоков и сопровождающего его информационного противоборства было решено выделить в качестве ключевых факторов следующие величины, изменяющиеся в течение времени t :

1. $N(t)$ (от *англ. News*) — **объем информации**, способствующей распространению новых взглядов и идей, а также формированию нового общественного сознания.

2. $C(t)$ (от *англ. Censorship*) — **ресурсы существующих институтов власти**, направленных на поддержание устоявшихся концепций и сохранение соответствующих им взглядов в обществе. Они могут включать в себя как информационные, политические, так и экономические инструменты влияния.

3. $A(t)$ (от *англ. Alternative view*) — **объем альтернативной информации**, генерируемой как самим государственным аппаратом, так и различными заинтересованными группами, направленной на предотвращение изменения общественного мнения.

Связи между этими факторами были описаны в виде математической модели, представляющую собой систему дифференциальных уравнений, которая позволила в динамике исследовать эволюцию общественного мнения:

$$\begin{aligned}\frac{dC}{dt} &= \alpha AN - \mu (C - C_*), \\ \frac{dA}{dt} &= \rho C - (\lambda + \eta \gamma N) A \\ \frac{dN}{dt} &= (\beta - \gamma A) N,\end{aligned}\tag{1}$$

с начальными условиями, в силу ее автономности:

$$C(0) = C_0 \geq 0, \quad A(0) = A_0 \geq 0, \quad N(0) = N_0 \geq 0.\tag{2}$$

Индикаторами, используемыми для описания взаимодействия между этими факторами, являются параметры, с помощью которых удалось оценить реакцию аудитории на появление в СМИ новостей. Их смысловые характеристики представлены в таблице:

Таблица 1 - Смысловые характеристики

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.1>

$\beta \geq 0$	показатель, характеризующий интенсивность распространения новой информации через СМИ
$\gamma \geq 0$	показатель, характеризующий возможность нейтрализации эффекта от появившейся информации после изложения альтернативного мнения
$\alpha \geq 0$	показатель, характеризующий интенсивность реакции на противоборство противоположных точек зрения
$\mu > 0$	коэффициент, обратно пропорциональный времени работы дополнительно созданных органов информации
C_*	количество информационного ресурса для повседневной поддержки концепции общества
$\rho \geq 0$	средняя скорость появления новостей из одного органа информации C
$\eta \geq 0$	среднее количество информации A , направленное на нейтрализацию эффекта от сообщений N
$\lambda > 0$	коэффициент, обратно пропорциональный времени забывания информации A

Для модели (1), (2) в работах [6], [7], [8], [9] авторами проведены полная систематизация и подробная интерпретация результатов, полученных математическими методами. В частности, проведена группировка по различным соотношениям параметров модели, количественные характеристики которых позволяют оценить реакцию общества на появление в СМИ новой, претензионной информации. В результате моделирования появилась возможность прогнозировать возможные сценарии развития информационного противоборства, а также оценивать степень воздействия различных информационных потоков на общественное мнение.

Практическая реализация: освещение событий января 2022 в Казахстане

Для проверки адекватности математической модели и апробации предложенного подхода был выбран [10] случай политических событий в Казахстане в январе 2022 года, когда произошли массовые протесты, и правительство запросило помощь Организации Договора о коллективной безопасности (ОДКБ). Это событие вызвало разделение общественного мнения как внутри страны, так и за ее пределами. Одни поддерживали решение о вмешательстве, другие выражали протест против вмешательства во внутренние дела суверенного государства. Отметим, что события стремительно развивались и также стремительно прекратились в силу выполнения поставленных задач. И потому этот информационный повод показался интересным, как версия осуществления одного из сценариев, описанных на теоретических этапах исследования модели.

Сбор эмпирических данных для проверки согласованности модели с реальными показателями проводился с помощью одной из систем мониторинга СМИ. Используя современные методы обработки больших данных и текстового анализа, они сыграли ключевую роль в применении предложенной модели. Эти системы, имея в своем распоряжении встроенные интеллектуальные блоки, позволяют осуществлять анализ текстов в режиме реального времени, отслеживая ключевые слова, тональность публикаций и количество упоминаний определенных событий или концепций. Использование таких технологий позволяет значительно повысить точность прогнозов и оперативно реагировать на изменения в информационной среде. Также они могут формировать и экспортировать отчеты в Word, Excel, PDF-формат в динамике и в разрезе данных. Была собрана информация о публикациях, содержащих как положительную, так и отрицательную тональность по поводу вмешательства ОДКБ. В результате были получены следующие данные (табл. 1, 2):

Таблица 2 - Количество негативных сообщений $N(t)$ по дням в течение января

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.2>

ян вар ь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ко л- во в де нь	1	0	1	0	68	32 7	17 7	12 7	94	36 2	15 1	11 0	91	85	58	41
ян вар ь	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
ко л- во в де нь	50	52	38	37	14	13	8	20	6	14	96	47	14	17	8	

Таблица 3 - Количество позитивных сообщений $A(t)$ по дням в течение января

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.3>

январ ь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
кол- во в день	22	5	8	13	272	3653	2896	1933	1474	2797	1871
январ ь	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
кол- во в	1282	1499	817	718	481	349	360	500	206	141	158

январь	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
день											
январь	23	24	25	26	27	28	29	30	31	-	
кол-во в день	94	92	123	82	91	120	158	51	90	-	

Для наглядности эти данные изображены в виде графиков (рис.1, 2):

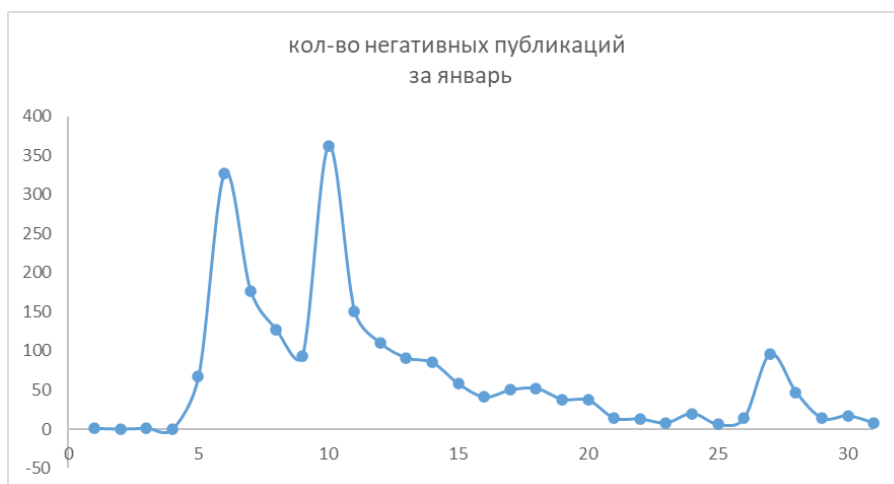


Рисунок 1 - Количество негативных сообщений $N(t)$ по дням в течение января 2022г
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.4>

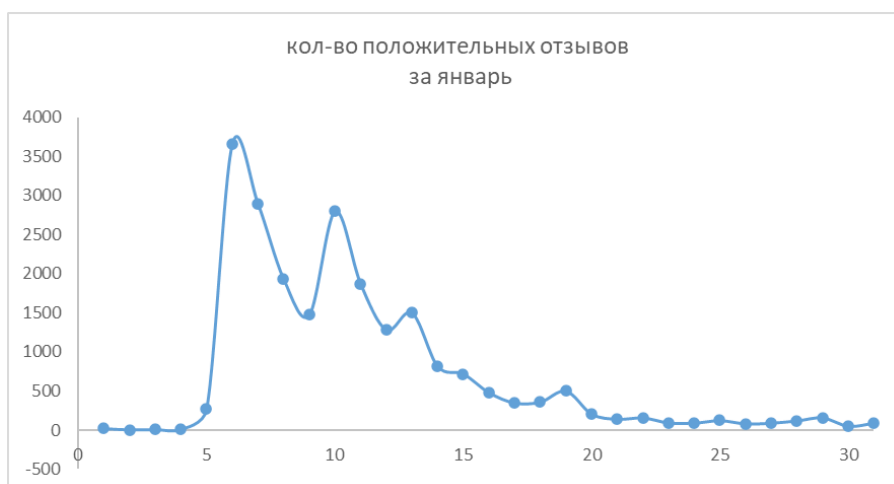


Рисунок 2 - Количество положительных сообщений $A(t)$ по дням в течение января 2022 г
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.5>

На основе этих показателей уже на начальной стадии наблюдения была проведена оценка параметров модели, по соотношениям которых спрогнозирована динамика изменения общественного мнения. Так, используя ретроспективную информацию системы мониторинга и сведения в режиме реального времени, можно определить начальные условия (2) системы (1). Для этого за начало наблюдения $t = 0$ обозначим момент появления первых негативных сообщений (табл. 1). Отсюда $N_0 = 68$. За $A_0 = 12$ принято значение, равное среднему арифметическому количества положительных сообщений за несколько дней до появления негативных сообщений (табл.2). Для определения начального условия $C_0 = 10$ необходимо было воспользоваться данными о постоянных источниках, предоставляющих СМИ позитивную информацию о задачах ОДКБ за весь предыдущий год. Таким образом, за начальные условия были приняты соотношения:

$$C(0) = 10, A(0) = 12, N(0) = 68 \quad (3)$$

Для вычисления значений параметров в первую очередь был определен возможный диапазон изменения каждого из них. Далее с применением известного метода Монте-Карло выбирался набор параметров, дающий наиболее приемлемое отклонение расчетной траектории от реальных данных мониторинга. Полный алгоритм расчета параметров предполагается описать в следующей работе. Например, при оценке параметра β было использовано дифференциальное уравнение $\frac{dN}{dt} = \beta N$, полученное из системы (1) после удаления из правой части соответствующего уравнения нелинейного слагаемого. С учетом начальных условий его решение имеет вид:

$N(t) = 68 \exp(\beta t)$. Согласно данным (табл.1), $N(1)=327$, что возможно при $\beta_{\min}=1,57$. Дальнейшее сопоставление значений параметров показало, что $\beta=1,9$ наиболее точно отражает ситуацию. Аналогичный анализ дал возможность оценить параметры ρ и α . Для оценки параметра λ были использованы сведения об экспериментах по изучению памяти [11], на основании которых был построен график кривой забывания Эббингауза, который показывает, как при ознакомлении с определенным материалом уровень запоминания усвоенной информации логарифмически уменьшается с течением времени. Диапазон для значений γ и η определялся согласно данным системы мониторинга по анализу текста статей. В частности, используя встроенную шкалу баллов, анализ показал, что сообщения A в большинстве своем не были направлены на нейтрализацию сообщений N , а лишь доказывали полезность создания ОДКБ и необходимость применения вооруженных сил этой организации в данных условиях. И, наконец, значение μ определялось по данным о появлении информации из новых информационных источников, не проявляющих ранее интерес к данной теме. И в совокупности были получены следующие значения параметров:

$$\beta = 1,9; \gamma = 0,1; \alpha = 0,09; C_* = 10; \mu = 0,3; \rho = 5; \eta = 2; \lambda = 1/3. \quad (4)$$

Вычисления для определения решения системы (1) были проведены в среде научных и инженерных расчетов «MATLAB» текущей версии R2022a. На рис.3 представлена динамика фазовых переменных $N(t)$ и $A(t)$ на временном промежутке, равном одному месяцу (5 января принято за $t = 0$):

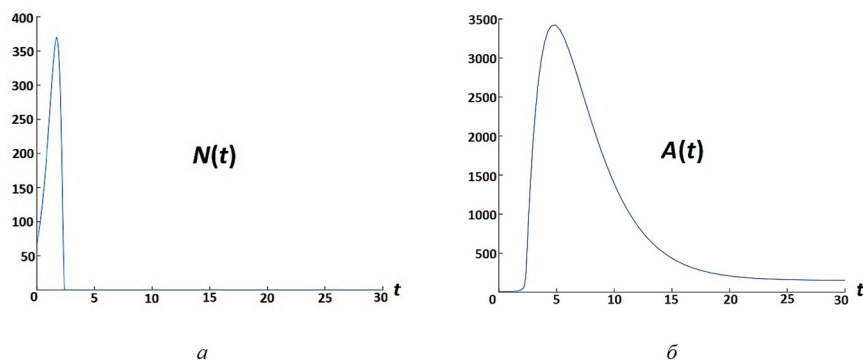


Рисунок 3 - Интегральные кривые системы (1) с начальными условиями (3) и значениями параметров (4):
а - $N(t)$; б - $A(t)$

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.6>

Это позволило оценить вероятность того, что общество примет точку зрения в пользу правильности вмешательства войск ОДКБ при попытке государственного переворота.

Качественное поведение интегральных кривых на рис.3 соответствует теоретически предсказанному [8] поведению траектории системы (2). При этом интегральные кривые $N(t)$ и $A(t)$ на графиках а) и б) соответственно ловят пик сообщений (рис.1,2) и их динамику к концу исследуемого временного промежутка. Это позволяет делать вывод об адекватности математической модели для данного информационного события.

Заключение

Представленное исследование иллюстрирует возможность применения нового подхода к анализу реакции общества как на крупное событие, освещенное в средствах массовой информации, так и на появление в СМИ информации, способной изменить концепцию общества. Данный подход позволяет по первым релевантным данным мониторинга на информационное событие осуществить прогноз о вероятном сценарииприятия обществом той или иной точки зрения.

Развитие цифровых технологий и методов математического моделирования открывает новые возможности для анализа процесса распространения информации и сопровождающего этот процесс информационного противоборства. Сочетание математических моделей с методами обработки больших данных позволяет не только прогнозировать развитие событий в реальном времени, но и управлять информационным процессом. Это особенно актуально в условиях постоянных изменений в политической и социальной среде, когда скорость принятия решений и оперативность реагирования играют ключевую роль.

Данная работа — это лишь первая попытка сравнить реальные итоги информационного столкновения противоположных точек зрения на событие с прогнозами, полученными при помощи теоретической модели. Необходимы эксперименты с более продолжительными по времени наблюдениями, которые охватывают все рассмотренные в публикациях авторов сценарии развития событий. Это является одним из перспективных направлений дальнейшего исследования.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Деменченко О.Г., Восточно-Сибирский институт МВД
России, Иркутск Российская Федерация
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.7>

Review

Demenchenok O.G., East-Siberian Institute of the Ministry of
Internal Affairs of the Russian Federation, Irkutsk Russian
Federation
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.156.19.7>

Список литературы / References

1. Джаширов В.Э. Математическое моделирование и управление в системах информирования и информационного обмена в обществе / В.Э. Джаширов, В.М. Панкратов, А.Ф. Резчиков [и др.] // Проблемы управления. — 2009. — № 6. — С. 2–8.
2. Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства / Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. — Москва: Физматлит, 2010 — 228 с.
3. Михайлов А.И. Модели информационной борьбы / А.И. Михайлов, Н.А. Маревцева // Математическое моделирование. — 2011. — Т. 23. — № 10. — С. 19–32.
4. Михайлов А.И. Модель информационного противоборства в социуме при периодическом дестабилизирующем воздействии / А.И. Михайлов, А.И. Петров, О.Г. Прончева [и др.] // Математическое моделирование. — 2017. — Т. 29. — № 2. — С. 23–32.
5. Михайлов А.П. Модель информационного противоборства в социуме с кусочно-постоянной функцией дестабилизирующего воздействия / А.П. Михайлов, А.П. Петров, О.Г. Прончева [и др.] // Математическое моделирование. — 2018. — Т. 30. — № 7. — С. 47–60.
6. Тимофеев С.В. Модель распространения новой информации в обществе / С.В. Тимофеев, А.П. Суходолов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. — 2019. — Т. 12. — № 4. — С. 119–134.
7. Тимофеев С.В. Математическая модель распространения новой информации в обществе / С.В. Тимофеев // Вопросы теории и практики журналистики. — 2020. — Т. 9. — № 1. — С. 5–17.
8. Тимофеев С.В. Математическое моделирование информационного противоборства / С.В. Тимофеев, А.В. Баенхаева // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Физико-математические науки. — 2021. — Т. 14. — № 1. — С. 164–176.
9. Тимофеев С.В. Моделирование информационного противоборства: направление исследований и математические инструменты / С.В. Тимофеев, А.В. Баенхаева // Computing, Telecommunications and Control. — 2022. — Т. 15. — № 2. — С. 63–75.
10. Тимофеев С.В. Проверка адекватности динамической модели информационного противоборства на основе данных мониторинга электронных СМИ по освещению событий января 2022 в Казахстане / С.В. Тимофеев, А.В. Баенхаева, В.Р. Абдуллин // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2023. — Т. 5. — С. 153–171.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Dzhashitov V.Je. Matematicheskoe modelirovanie i upravlenie v sistemah informirovaniya i informacionnogo obmena v obshchestve [Mathematical modelling and management in systems of information and information exchange in society] / V.Je. Dzhashitov, V.M. Pankratov, A.F. Rezchikov [et al.] // Problemy upravleniya [Problems of Management]. — 2009. — № 6. — P. 2–8. [in Russian]
2. Gubanov D.A. Social'nye seti: modeli informacionnogo vlijaniya, upravleniya i protivoborstva [Social media: models of information influence, control and confrontation] / D.A. Gubanov, D.A. Novikov, A.G. Chhartishvili. — Moscow: Fizmatlit, 2010 — 228 p. [in Russian]
3. Mihajlov A.I. Modeli informacionnoj bor'by [Models of information struggle] / A.I. Mihajlov, N.A. Marevceva // Matematicheskoe modelirovanie [Mathematical Modelling]. — 2011. — Vol. 23. — № 10. — P. 19–32. [in Russian]
4. Mihajlov A.I. Model' informacionnogo protivoborstva v sociume pri periodicheskom destabilizirujushhem vozdejstvii [Model of information confrontation in the society under periodic destabilising influence] / A.I. Mihajlov, A.I. Petrov, O.G. Proncheva [et al.] // Matematicheskoe modelirovanie [Mathematical Modelling]. — 2017. — Vol. 29. — № 2. — P. 23–32. [in Russian]
5. Mihajlov A.P. Model' informacionnogo protivoborstva v sociume s kusochno-postojannoju funkciej destabilizirujushhego vozdejstvija [Model of information confrontation in a society with a piecewise constant function of destabilising influence] / A.P. Mihajlov, A.P. Petrov, O.G. Proncheva [et al.] // Matematicheskoe modelirovanie [Mathematical Modelling]. — 2018. — Vol. 30. — № 7. — P. 47–60. [in Russian]
6. Timofeev S.V. Model' rasprostraneniya novoj informacii v obshchestve [Model of new information distribution in society] / S.V. Timofeev, A.P. Suhodolov // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Fiziko-matematicheskie nauki [Scientific and Technical Proceedings of SPbGPU. Physico-mathematical Sciences]. — 2019. — Vol. 12. — № 4. — P. 119–134. [in Russian]
7. Timofeev S.V. Matematicheskaja model' rasprostraneniya novoj informacii v obshchestve [Mathematical model of new information dissemination in society] / S.V. Timofeev // Voprosy teorii i praktiki zhurnalistiki [Issues of theory and practice of journalism]. — 2020. — Vol. 9. — № 1. — P. 5–17. [in Russian]

8. Timofeev S.V. Matematicheskoe modelirovanie informacionnogo protivoborstva [Mathematical modelling of information confrontation] / S.V. Timofeev, A.V. Baenhaeva // Nauchno-tehnicheskie vedomosti SPbGPU. Fiziko-matematicheskie nauki [Scientific and Technical Proceedings of SPbSPU. Physico-mathematical Sciences]. — 2021. — Vol. 14. — № 1. — P. 164–176. [in Russian]
9. Timofeev S.V. Modelirovanie informacionnogo protivoborstva: napravlenie issledovanij i matematicheskie instrumenty [Modelling information warfare: research direction and mathematical tools] / S.V. Timofeev, A.V. Baenhaeva // Computing, Telecommunications and Control. — 2022. — Vol. 15. — № 2. — P. 63–75. [in Russian]
10. Timofeev S.V. Proverka adekvatnosti dinamicheskoy modeli informacionnogo protivoborstva na osnove dannyh monitoringa jelektronnyh SMI po osveshheniju sobytij janvarja 2022 v Kazahstane [Testing the adequacy of the dynamic model of information confrontation on the basis of monitoring data of electronic media on the coverage of the events of January 2022 in Kazakhstan] / S.V. Timofeev, A.V. Baenhaeva, V.R. Abdullin // System Analysis & Mathematical Modeling. — 2023. — Vol. 5. — P. 153–171. [in Russian]