

Ж.М. Бектемесов<sup>1,\*</sup> , А.Т. Турарбек<sup>1</sup> , Ұ.Қ. Социалова<sup>2</sup> , А.А. Нұрғали<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

<sup>2</sup>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

\*e-mail: zholaman.bektemessov@kaznu.kz

## ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРДЕГІ ФЕЙКТЕРДІҢ ТАРАЛУЫН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

*Аңдатпа*

Бұл мақалада әлеуметтік желілерде жалған (фейк) ақпараттың таралу үдерісін сипаттайтын *SIHR* математикалық моделі қарастырылады. Ақпарат таратуды уақытша тоқтатқан, бірақ есте сақтау механизмдерінің арқасында кейіннен белсенділікке оралуы мүмкін «ұйықтап жатқан» пайдаланушылар тобының бар болуы – зерттеудің айрықша ерекшелігі болып саналады. Динамикалық процестің есте сақтау параметрлері мен ақпаратты таратудан бас тарту коэффициентінің әсерін бағалау үшін бірқатар сандық тәжірибелер жүргізілді. Модельдің параметрлерінің әртүрлі мәндері үшін уақытқа байланысты топ тығыздығының графиктері құрылды. Нәтижесінде, жалған ақпаратпен күресудің ең тиімді жолы – ақпаратты таратудан бас тарту жылдамдығын арттыру. Сондай-ақ, өздігінен және мәжбүрлі түрде еске түсіру процестері желідегі қауесеттің қызмет ету мерзімін айтарлықтай ұзартатыны және өздігінен еске түсіру параметрі жүйенің соңғы күйін айқындайтыны анықталды.

**Түйін сөздер:** фейк ақпараттар, математикалық модель, эпидемия, *SIHR* моделі.

Ж.М. Бектемесов<sup>1</sup>, А.Т. Турарбек<sup>1</sup>, Ұ.Қ. Социалова<sup>2</sup>, А.А. Нұрғали<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

<sup>2</sup>Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФЕЙКОВ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

*Аннотация*

В статье рассматривается математическая модель *SIHR*, описывающая процесс распространения ложной (фейковой) информации в социальных сетях. Отличительной особенностью исследования является рассмотрение группы «спящих» пользователей, которые временно перестают делиться информацией, но благодаря механизмам памяти могут впоследствии снова стать активными. Была проведена серия численных экспериментов для оценки влияния параметров памяти и частоты сбоев на динамику процесса. Для различных параметров модели были построены графики зависимости плотности группы от времени. Результаты показывают, что наиболее эффективным способом борьбы с дезинформацией является увеличение скорости снижения скорости распространения. Также было обнаружено, что процессы спонтанного и принудительного воспоминания значительно продлевают срок жизни слуха в сети, а параметр спонтанного воспоминания определяет конечное состояние системы.

**Ключевые слова:** фейковые новости, математическая модель, эпидемия, модель *SIHR*.

Zh.M. Bektemessov<sup>1</sup>, A.T. Turarbek<sup>1</sup>, U.K. Sotsialova<sup>2</sup>, A.A. Nurgali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

<sup>2</sup>Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

## NUMERICAL SIMULATION OF FAKES SPREAD IN SOCIAL NETWORKS

*Abstract*

The article discusses the *SIHR* mathematical model, which describes the process of spreading misinformation (fake) on social networks. A distinctive feature of the study is the consideration of a group of “hibernating” users who temporarily stop exchanging information but can subsequently resume activity thanks

to memory mechanisms. A series of numerical experiments was conducted to assess the impact of memory parameters and failure frequency on the dynamics of the process. For various model parameters, graphs of the dependence of group density on time were constructed. The results show that the most effective way to combat misinformation is to increase the dissemination failure rate. It was also found that the processes of spontaneous and forced information recovery significantly prolong the life of a rumor on the network, and the spontaneous recovery parameter determines the final state of the system.

**Keywords:** fake news, mathematical model, epidemic, SIHR model.

### Кіріспе

Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымы (ДДҰ) 2023 жылдың ортасында COVID-19 пандемиясының аяқталғанын жариялады, алайда оқу жылы басталар қарсаңында кезекті жаһандық індетті болжайтын жаңа вирус туралы жалған ақпараттар пайда болды. Интернет желісінде 2025 жылы шығып, үш жылдан астам уақытқа созылатын SPARS инфекциясы туралы жалған ақпараттар тарала бастады [1]. Ал оның алдында, пандемия кезінде вакцинаның орнына адамдарға чиптер енгізіліп жатқаны туралы жалған мәлімделер болды. Сол кезеңде, тек 2021 жылдың өзінде ғана жалған ақпараттың таралуы 1,5 млн-нан 9 млн-ға дейін артқан [2]. Еліміздегі жаңалықтар порталдарының бірінде тек «фейк» тегі бойынша шамамен 35 беттік ақпараттар жинақталған, олардың әрқайсысында қауесеттер мен жалған жаңалықтарға қатысты теріске шығарулар, пікірлер, мәлімдемелер, түсіндірмелер және цифрлық гигиена туралы 20 жаңалықтан бар [3].

«Фейк» (fake) сөзі ағылшын тілінен аударғанда, сын есім ретінде заттың жасандылығын, шындыққа жанаспайтындығын және сәйкессіздігін, яғни жалғандығын білдіреді. Ал фейк жаңалықтар – ойдан шығарылған жаңалық материалдары, жаңылтатын өтірік және қауесеттер [4]. Бүгінгі таңда осындай жаңалықтармен тек әлеуметтік желілер ғана емес, ресми БАҚ ақпараттық порталдарыда таратумен айналысады [5]. Қазіргі қоғамда, әсіресе жасанды интеллект, генеративті нейрондық желілер мен дипфейктертердің даму барысында, сенімсіз, жасанды және бұрмаланған ақпараттар – яғни фейк жаңалықтардың мәселесі айрықша өзекті болып, ғылыми және қоғамдық талқылаудың негізгі тақырыптарының біріне айналууда. Жалған және бұрмаланған ақпарат қоғамдық санаға теріс әсер етіп, қалыптасқан әлеуметтік қатынастарды, нормаларды, құндылықтарды және мәдени дәстүрлерді бұзып, пайда табу және/немесе жағдайды ушықтыру мақсатында дүрбелең мен тепе-теңдіксіздік тудыруы мүмкін.

«Fake news» термині 2016 жылы АҚШ президенттік сайлауына деген қызығушылық артқан кезде кеңінен таралғанымен [6], фейк жаңалықтардың (қауесеттердің) таралуын модельдеу бойынша зерттеулер 1960 жылдары басталған [7]. Қауесеттердің таралуы эпидемияның таралуына ұқсас болғандықтан, осы саладағы математикалық модельдердің көпшілігі эпидемиологиялық модельдерге негізделген [8-9]. Садбери [10] өз еңбегінде қауесеттердің таралу динамикасын *SIR* моделіне сәйкес келетінін алға тартты.

### Зерттеу әдіснамасы

Фейк жаңалықтардың (қауесеттердің) таралуының динамикалық сипаты *SIR* эпидемиялық таралу моделі негізінде құрылады. Бүкіл халық үш топқа бөлініп қарастырылады: *S, I, R*. Мұнда *S, I, R* сәйкесінше фейк жаңалықтарды тарататын адамдарды (Таратушылар, инфекцияға бейім адамдарға ұқсас – Spreaders), фейк жаңалықтарды ешқашан естімегендерді (Хабарсыздар, инфекцияға бейім – Ignorants), және фейк жаңалықтарды естігенімен таратпайтындарды (Бәсеңдетушілер, аурудан сауыққандар – Stiflers) білдіреді. Фейктерді тарату ережелері келесідей: 1. Таратушы білместікке бейім адаммен байланысқанда, ол адам белгілі бір ықтималдықпен таратушыға айналады. 2. Таратушы басқа таратушымен немесе бәсеңдетушімен байланысқанда, бастапқы таратушы белгілі бір ықтималдықпен бәсеңдетушіге айналады. Адамдардың фейкті белгілі бір ықтималдықпен қабылдауға бейімділігі жалған ақпараттың маңыздылығы мен сенімділігіне байланысты. Екінші жағынан,

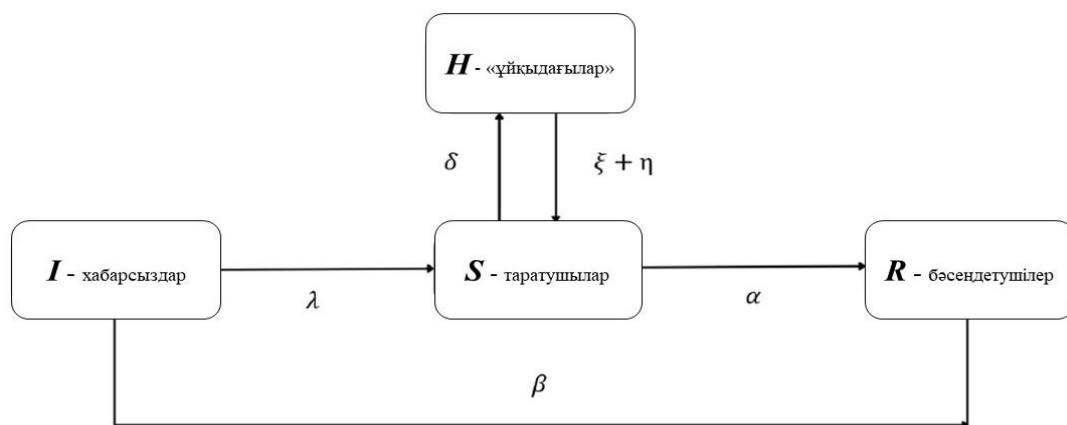
адамдар жалған ақпараттың мерзімі өткен немесе шындыққа жанаспайтынын білгенде оны әрі қарай таратпайды. Сонымен қатар, фейкті таратушылар ұмыту механизмін ескере отырып, белгілі бір қарқынмен өздігінен таратуды тоқтатуы мүмкін [11]. Таралу процесі бір немесе бірнеше адам жалған жаңалықты білген кезде басталып, халық арасында таратушылар қалмаған кезде аяқталады.

Осылайша, фейктердің таралуының классикалық *SIR* моделі келесідей кеңейтілді:

1) хабарсыз адамның таратушымен байланысқан жағдайда және хабарсыз адам белгілі бір ықтималдықпен тікелей бәсеңдетушіге айналу жағдайын ескеру арқылы;

2) ұмыту механизмі арқылы таратушылар тобынан шығып, кейін есте сақтау механизмі арқылы қайтадан таратушыларға айналатын «ұйқыдағылар» (*H* – Hibernators) деп аталатын қосымша топты енгізу арқылы.

Қауесеттердің таралуының сипаттамалық ерекшелігіне жалпыламалық, қайталанушылық және өзгергіштік тән. «Ұйқыдағылар» деп аталатын жаңа топ фейктердің таралуының қайталанушылығын көрсетеді (Сурет 1).



Сурет 1. Фейктің таралу моделінің *SIHR* схемасы.

$N(t)$  дарадан тұратын тұйық және біртекті араласқан популяцияны элеуметтік желі ретінде қарастырайық. Шын мәнінде, әрбір адамның тікелей байланысқа түсетін адамдар саны іс жүзінде бірдей және шамамен Пуассон үлестіріміне бағынатынын атап өткен жөн. Осы болжам негізінде біртекті желіде келесі элементтер қарастырылады:  $I(t)$ ,  $S(t)$ ,  $H(t)$  және  $R(t)$  сәйкесінше  $t$  уақыт мезетіндегі хабарсыздар, таратушылар, «ұйқыдағылар» және бәсеңдетушілерден тұратын популяцияның тығыздығын білдіреді. Олар нормалау шартын қанағаттандырады:

$$1 = I(t) + S(t) + H(t) + R(t) \quad (1)$$

Фейктердің таралу динамикасының моделі келесі қарапайым дифференциалдық теңдеулер жүйесімен сипатталады:

$$\begin{cases} \frac{dI(t)}{dt} = -(\lambda + \beta)\bar{k}I(t)S(t), \\ \frac{dS(t)}{dt} = \lambda\bar{k}I(t)S(t) - \alpha\bar{k}S(t)(S(t) + H(t) + R(t)) - \delta S(t) + \xi H(t) + \eta\bar{k}H(t)S(t), \\ \frac{dH(t)}{dt} = \delta S(t) - \xi H(t) - \eta\bar{k}H(t)S(t), \\ \frac{dR(t)}{dt} = \beta\bar{k}I(t)S(t) + \alpha\bar{k}S(t)(S(t) + H(t) + R(t)). \end{cases} \quad (2)$$

Мұндағы  $\bar{k}$  – түзету коэффициенті, ол түйіннің орташа дәрежесін, яғни желідегі әрбір қатысушының байланыстарының орташа санын көрсетеді. Фейктер тарала бастаған сәтте тек бір ғана таратушы болады деп ұйғарылады. Фейктердің таралуының бастапқы шарты келесідей беріледі:

$$I(0) = \frac{N-1}{N}, \quad S(0) = \frac{1}{N}, \quad H(0) = 0, \quad R(0) = 0. \quad (3)$$

Бұл қарапайым бастапқы модель (2) келесідей өзара байланысты құрамдас бөліктерді қамтиды:

- Таратушылар  $S(t)$  – фейктерді тарататын адамдар;
  - Хабарсыздар  $I(t)$  – фейктер туралы ешқашан естімеген адамдар;
  - «Ұйқыдағылар»  $H(t)$  – фейктерді естіген, бірақ оларды таратуы да, таратпауы да мүмкін адамдар;
  - Бәсеңдетушілер  $R(t)$  – фейктерді естіген, бірақ оларды таратпайтын адамдар.
- SINR моделінің параметрлерінің мәні мен сипаттамасы 1 кестеде келтірілді.

Кесте 1. SINR моделінің параметрлерінің мәні мен сипаттамасы

Параметрлер	Сипаттамасы	Мәні	Ескерту
$N(t)$	Желі қолданушыларының популяциясы	$10^6$	
$\lambda$	Фейктің таралу жылдамдығы	0.2 – 0.8	Жоғары мәндер фейк жылдам тарайтын жағдайларға сәйкес келеді. Төмен мәндер – сирек байланыстар немесе «жұғымдылығы» төмен фейктер үшін.
$\beta$	Таратудан бас тарту жылдамдығы	0.1 – 0.5	Бұл мән қатысушылардың қызығушылығын жоғалту немесе фейкті ескірген деп санау жылдамдығын бағалау негізінде таңдалады.
$\alpha$	Бәсеңдету жылдамдығы	0.1 – 0.7	Параметрдің жоғары мәндері басқа таратушымен немесе бәсеңдетушімен байланыс кезінде фейктің таралуының жылдам тоқтауын көрсетеді.
$\delta$	Ұмыту жылдамдығы	0.1 – 0.6	Жоғары мән фейкке деген қызығушылық жылдам жоғалатын, мысалы, жаңалықтың өзектілігі тез жойылатын жағдайларға тән.
$\xi$	Кенеттен еске түсіру жылдамдығы	0 – 0.2	Егер адамдар фейкті байланыссыз-ақ кенеттен «еске түсіруі» мүмкін немесе бұл сирек құбылыс деп болжанса, әдетте төмен мән немесе нөл алынады.
$\eta$	«Ояну» жылдамдығы	0.2 – 0.8	Жоғары мәндер «ұйқыдағы» қатысушылардың таратушымен байланыс кезінде белсенді таратуға оңай қайта оралатынын білдіреді.
$\bar{k}$	Түйіннің орташа дәрежесі	5 – 15	Параметрдің мәні желінің тығыздығына байланысты таңдалады.

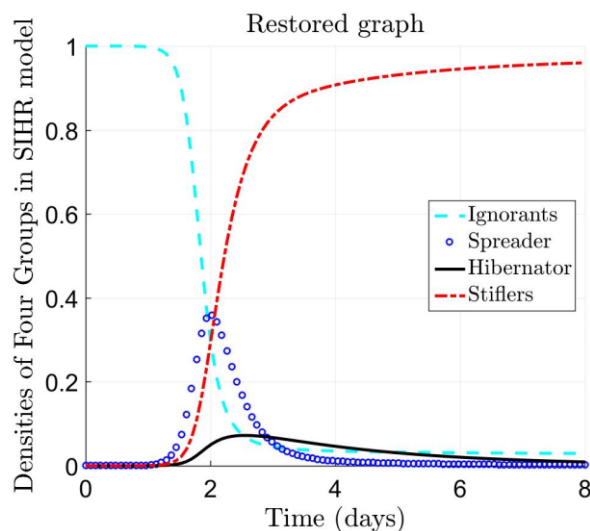
1-кестеде әлеуметтік желілердегі фейктердің таралу динамикасын модельдейтін дифференциалдық теңдеулер жүйесіне қатысатын барлық параметрлер көрсетілген.

$\lambda$  – фейктердің таралу жылдамдығы, яғни хабарсыз адамның ( $I(t)$ ) қауесет таратушымен байланысқанда фейк таратушыға ( $S(t)$ ) айналу ықтималдығы, ал  $\beta$  параметрі хабарсыз адамның фейк таратудан бас тартып, бәсеңдетушіге ( $R(t)$ ) айналу ықтималдығына жауап береді.  $\delta$  параметрі фейк таратушының ( $S(t)$ ) «ұйқыдағы» күйге ( $H(t)$ ) ауысу жылдамдығын білдіреді, яғни бұл жағдайда адам фейкті ұмытып, оны таратпайды.  $\xi$  параметрі фейктердің өздігінен қайта жаңғыруына және «ұйқыдағылардың» ( $H(t)$ ) ешқандай байланыссыз-ақ қайтадан таратушыларға айналуына жауап береді, ал  $\eta$  параметрі – «ұйқыдағылардың» таратушымен байланысқан кезде «оянып», фейкті қайтадан тарату ықтималдығы.  $\alpha$  – таратушының фейк таратуды тоқтатып, бәсеңдетушілер ( $R(t)$ ) тобына өту ықтималдығы.

### Зерттеу нәтижелері

SIHR моделінің динамикасын бағалау үшін бірқатар сандық эксперименттер жүргізілді. (2) жүйесін интегралдау үшін MATLAB бағдарламалық ортасында іске асырылған дәлдігі төртінші ретті Рунге-Кутта алгоритмі қолданылды. Модельдеу  $N = 10^6$  түйіннен тұратын популяцияда жүргізілді. Бастапқы сценарий ретінде вирустық контенттің жылдам таралуын сипаттайтын параметрлер таңдалды: таралу қарқындылығы  $\lambda = 0.8$  және байланыстардың орташа жиілігі  $\bar{k} = 10$ .

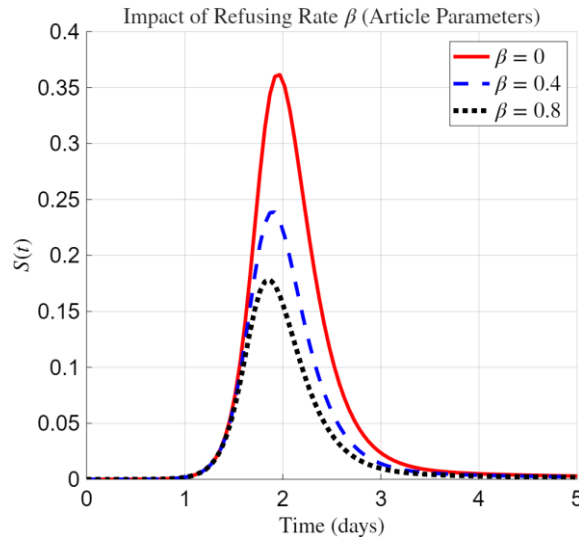
Сурет 2-де агенттердің төрт тобының уақыт бойынша тығыздығының өзгеруінің жалпы динамикасы көрсетілген. График ақпараттық процестің классикалық сценарийін сипаттайды: бастапқы кезеңде хабарсыздар ( $I$ ) үлесінің жылдам төмендеуімен қатар жүретін таратушылар ( $S$ ) санының күрт, қарқынды өсуі байқалады. Хабарсыздар ресурсы таусылған сайын таратушылар қисығы шыңына жетеді, содан кейін ақпараттық эпидемияның белсенді фазасының аяқталғанын білдіретін құлдырау кезеңіне өтеді. Бәсеңдетушілер тобы ( $R$ ) біртіндеп тұрақты күйге жетіп, орнықты, монотонды өсім көрсетеді. «Ұйқыдағы» топтың ( $H$ ) динамикасы ерекше назар аударуға тұрарлық: оның траекториясы таратушылар қисығының формасын сапалы түрде қайталайды (өсімнен кейінгі төмендеу), бірақ ұмыту процесінің баяу динамикасын сипаттай отырып, едәуір төмен жылдамдықпен және бірқалыпты өзгереді.



Сурет 2.  $\lambda = 0.8, \beta = 0.2, \alpha = 0.3, \delta = 0.6, \xi = \eta = 0.5$  мәніндегі ақпараттан хабарсыздар, таратушылар, ұйқыдағылар және бәсеңдетушілер тығыздығының уақыттық динамикасы.

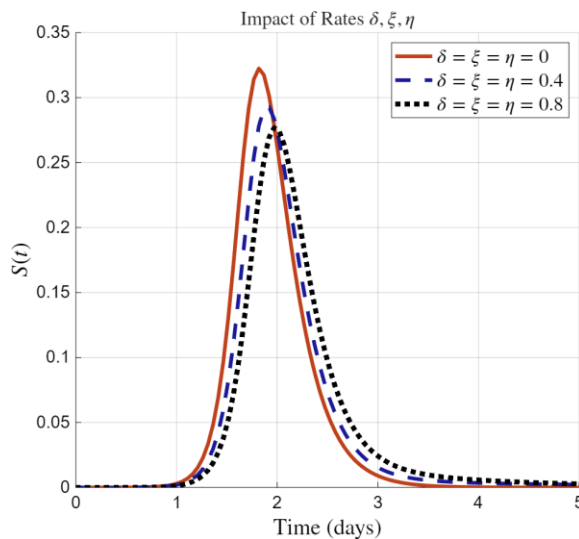
Одан әрі зерттеуде іс-әрекеттік факторларының әсеріне, атап айтқанда ақпаратты таратудан бас тарту коэффициенті –  $\beta$  параметріне назар аударылды (Сурет 3). Сценарийлерде  $\beta = 0$  кезінде ақпаратты таратуға қарсылықтың болмауы және  $\beta = 0,4$  пен  $0,8$  мәндерінде қауесеттерді таратудан белсенді бас тарту жағдайлары модельденді.

Алынған қисықтарды талдау –  $\beta$  мәні мен ақпараттың таралу ауқымы арасында кері тәуелділік бар екенін көрсетті: бас тарту коэффициентінің жоғарылауы  $S(t)$  функциясының максималды мәнінің төмендеуіне және эпидемиялық процестің ұзақтығының қысқаруына әкеледі. Бұл егер қатысушылар жалған ақпаратқа деген қызығушылығын тезірек жоғалтса немесе онымен алғаш кездескен кезде-ақ ескірген деп санаса, вирустық таралу тиімді түрде тежеледі деген гипотезаны растайды.



Сурет 3. Ақпаратты таратудан бас тарту  $\beta$  жылдамдығының әртүрлі мәндеріндегі  $S(t)$  таратушылар тығыздығының динамикасы, мұндағы  $\lambda = 0.8, \alpha = \delta = \xi = \eta = 0.5$ .

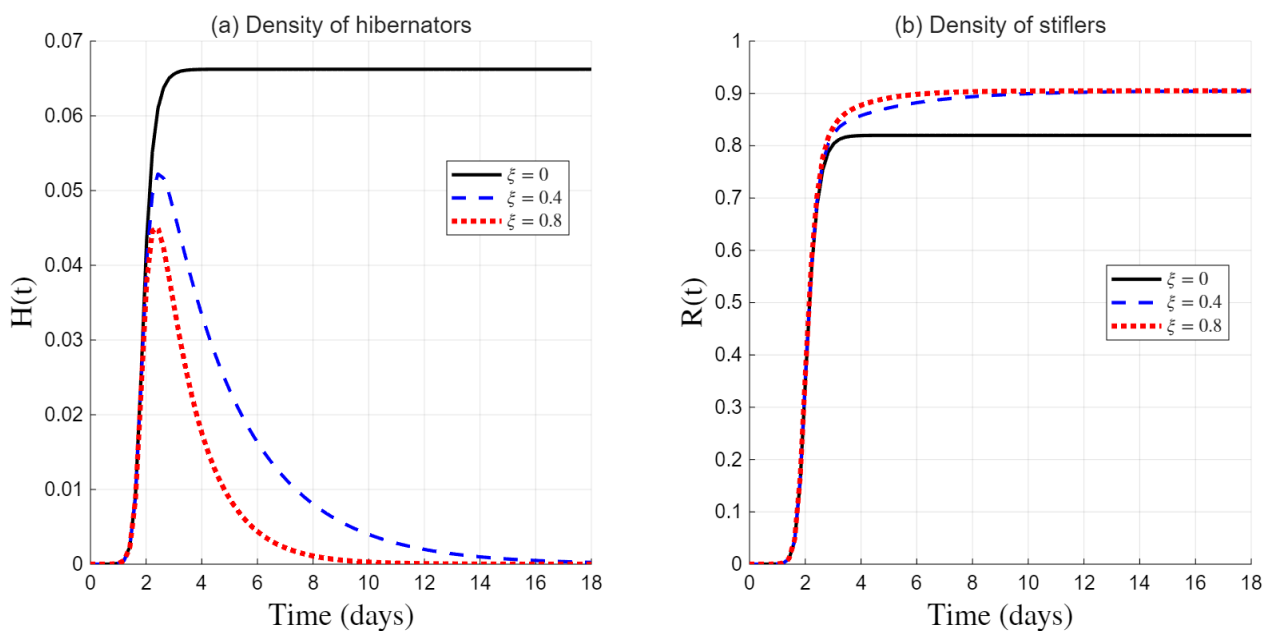
Сурет 4-те ұмыту жылдамдығы  $\delta$ , кенеттен еске түсіру жылдамдығы  $\xi$  және байланыс арқылы еске түсіру жылдамдығы  $\eta$  сияқты жады параметрлеріне тәуелді таратушылар тығыздығының уақыт бойынша өзгеруі көрсетілген. Қызыл тұтас сызық жады механизмдері ескерілмейтін және барлық параметрлер нөлге тең болатын негізгі сценарийді білдіреді. Көк үзік сызық пен қара нүктелі сызық барлық үш параметр сәйкесінше 0,4 және 0,8 мәндеріне белгіленген сценарийлерге сәйкес келеді, бұл 40% және 80% қарқындылықты білдіреді.



Сурет 4.  $\lambda = 0.8, \beta = 0.2, \alpha = 0.5$  тұрақты болған жағдайда таратушылар тығыздығының  $\delta, \xi$  және  $\eta$  жады параметрлеріне тәуелділігі.

График көрсеткендей, ұмыту және есте сақтау әсерлерінің күшеюі аудиторияны максималды қамту деңгейін төмендеткенімен, таратушылардың толық жойылуына қажетті уақытты айтарлықтай ұзартады. Ұмыту жылдамдығы  $\delta$  жоғары болғанда, белсенді қолданушылардың айтарлықтай бөлігі «ұйқыдағылар» санатына өтеді, бұл эпидемия шыңының төмендеуіне алып келеді. Дегенмен, «ұйқыдағы» қолданушылар  $\xi$  және  $\eta$  еске түсіру механизмдері арқылы белсенді күйге қайта орала алатындықтан, бұл процестердің жиынтық әсері фейктің түпкілікті жойылу уақытын кешіктіреді.

Сурет 5-те «ұйқыдағылар» және «бәсеңдетушілер» топтарының тығыздығының  $\xi$  параметріне тәуелді өзгеруі сипатталған.



Сурет 5.  $\lambda = 0.8, \beta = 0.2, \alpha = \delta = \eta = 0.5$  кезіндегі өздігінен еске түсіру  $\xi$  жылдамдығының әр түрлі мәндеріндегі «ұйқыдағылар» (a) және «бәсеңдетушілер» (b) топтары тығыздығының уақыттық динамикасы

5(a)-суретте «ұйқыдағылар» тобының динамикасы көрсетілген. Кенеттен қалпына келу жиілігі нөлге тең болмайтын сценарийлер 0,4 және 0,8 мәндері үшін сәйкесінше көк үзік және қызыл нүктелі сызықтармен бейнеленген. Кенеттен еске түсіру жиілігінің артуы «ұйқыдағы» агенттердің ең жоғарғы (пиктік) санының азаюына әкеледі және олардың нөлге дейін төмендеуін тездеткендігін графиктен көруге болады. Керісінше, қара тұтас сызықпен көрсетілген  $\xi = 0$  жағдайында «ұйқыдағылар» тобының тығыздығы жүйеден жойылмай, тұрақты оң мәнге дейін монотонды түрде өседі.

5(b)-суретте осы фактордың «бәсеңдетушілер» тобына әсері көрсетілген. Түрлі-түсті сызықтармен берілген  $\xi > 0$  жағдайлары үшін қалпына келу жылдамдығының жоғары болуы жүйені тепе-теңдікке тезірек алып келеді. Дегенмен, қара үзік сызықпен көрсетілген  $\xi = 0$  жағдайында «бәсеңдетушілер» тобының соңғы өлшемі едәуір аз болады. Бұл «бәсеңдетуші» бола алатын популяцияның бір бөлігінің «ұйқыдағы» күйде бұғатталып қалуымен байланысты.

Тұрақты күйде «ұйқыдағы» индивидтердің қалдық тобының болуы немесе болмауы  $\eta$  емес, толығымен  $\xi$  параметрімен анықталады. Бұл қайта оралу механизмдеріндегі іргелі айырмашылықпен түсіндіріледі. Себебі  $\xi$  ықтималдығымен жүзеге асатын кенеттен қайта оралу шартсыз процесс болып табылады, сондықтан «ұйқыдағы» индивидтердің таратушылар тобына қайта оралуына уақыт өте келе кепілдік беріледі. Керісінше,  $\eta$  ықтималдығымен жүретін «ояту» арқылы қайта белсендіру міндетті түрде белсенді таратушымен байланысты

талап етеді. Демек, эпидемия басылып, таратушылар қалмаған кезде бұл әдіс жұмыс істемейді. Сондықтан, егер  $\xi = 0$  кезінде тәуелсіз қайта оралу мүмкін болмаса, таратушылар жойылғаннан кейін «ұйқыдағы» индивидтер талқылауға қайта оралу мүмкіндігінен айырылады.

### Дискуссия

Жоғарыда сипатталған фейктердің таралу механизмінің өзіндік кемшіліктері бар. Мысалы, хабарсыз адам таратушымен байланысқан кезде, ол хабарсыз күйде қалуы немесе фейкті қабылдап, өзі де таратушыға айналуы мүмкін. Алайда бұл болжам хабарсыз адамның тікелей бәсеңдетушіге айналу мүмкіндігін ескермейді. Бұл мүмкіндік кейбір хабарсыз адамдардың жеткілікті базалық білімге, екіншілерінің логикалық ойлау дағдыларына ие болуымен, ал үшіншілерінің фейктерге жай ғана қызығушылық танытпауымен байланысты.

Жапониядағы атом электр станциясында апат болды деген фейк тараған кездегі Қытайдағы жағдайды қарастырайық. Ақпарат теңіз суы мен теңіз тұзын ластауы мүмкін радиоактивті заттардың таралуы және йодталған тұздың ядролық радиациядан қорғайтыны туралы болды. Бұл фейк тез таралып, Қытайда дүрбелең мен әлеуметтік толқулар туғызды және тұз бағасының он есе өсуіне алып келді. Егер барлығы йодталған тұздың теңізден емес, минералдардан алынатынын білгенде, олар бұл фейкке сенбес еді және оны таратпас еді.

Жоғарыда сипатталған фейктердің таралу механизмінің тағы бір кемшілігі – кейбір зерттеушілер ұмыту механизмін ескергенімен, есте сақтау механизмін назардан тыс қалдырады. Адамдар фейктерді ұмыту арқылы таратуды тоқтатуы мүмкін, сондай-ақ кенеттен немесе қандай да бір стимулға жауап ретінде еске түсіріп, оларды қайтадан тарата бастауы мүмкін.

### Қорытынды

Бұл мақалада классикалық *SIR* схемасына негізделген дезинформация таралуының кеңейтілген моделі қарастырылды. Қарастырылып отырған модель ұмыту және есте сақтау механизмдерін, сондай-ақ хабарсыздар мен жалған ақпаратты бәсеңдетушілер арасындағы тікелей байланыстарды қамтиды. Зерттеу аясында осы әлеуметтік процестерді шынайырақ бейнелеуге мүмкіндік беретін *SIHR* моделі қолданылады.

Сандық модельдеу жаңадан енгізілген факторлардың негізінен процестің сипатына, яғни таратушылардың пиктік белсенділігіне және қауесеттің сөну уақытына әсер ететінін, ал соңғы аудиторияны қамту деңгейін іс жүзінде өзгертпейтінін көрсетті. Атап айтқанда, жады механизмдері таратушылардың максималды санын азайтады, бірақ процестің аяқталуын кешіктіреді, ал тікелей бас тарту пиктік белсенділікті тиімді түрде төмендетеді.

Жады параметрлерін талдау жұмыстың негізгі нәтижесі болды. Жүйенің орнықты күйінде «ұйқыдағы» агенттердің болуы мәжбүрлі еске түсіру жылдамдығымен ( $\eta$ ) емес, толығымен кенеттен еске түсіру параметрімен ( $\xi$ ) анықталатыны көрсетілді.  $\xi = 0$  болғанда, жасырын агенттер жүйеде қалады, ал  $\xi > 0$  болғанда, олардың саны уақыт өте келе нөлге ұмтылады. Қауесет мазмұнының өзгергіштігі мен бұрмалануының осы модель параметрлерінің мәндеріне әсерін талдау – келесі зерттеулердің перспективалы бағыты болып табылады.

### Алғыс

Зерттеу Қазақстан Республикасы ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің гранттық жобасының қаржылық қолдауымен жүзеге асырылды (грант № AP26197729).

### Пайдаланылған дереккөздердің тізімі

[1] Самые популярные фейковые новости, в которые казахи поверили в 2023 году // Информационно-аналитический портал *Orda.kz*. – 2023. – URL: <https://orda.kz/populjarnye-fejki-2023-goda-v-kotorye-poverili-kazahstancy-380941/>

- [2] ТАСС. Количество фейковых новостей в интернете в 2022 году увеличилось в шесть раз // ТАСС: информационное агентство. – 2023. – URL: <https://tass.ru/obschestvo/16642301>
- [3] Tengrinews.kz. "жалған" деп белгіленген материалдар // Tengrinews.kz: жаңалықтар порталы. – URL: <https://tengrinews.kz/tag/фейк/>
- [4] Расопова С.С., Богдан Е.Н. Фейковые новости: их природа и происхождение // Вестник Челябинского государственного университета. – 2017. – № 11 (407). – С. 48-53. DOI: [10.47475/1999-5407-2023-64-3-79-84](https://doi.org/10.47475/1999-5407-2023-64-3-79-84)
- [5] BBC Russian Service. Как распознать фейковые новости // BBC Russian Service. – URL: <https://www.bbc.com/russian/articles/c4gw304ejngo>
- [6] Фиолина А. С. (2023). Определение, источники и классификация термина «искусственные новости». Огарев-Онлайн, № 6 (191). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-istochniki-i-klassifikatsiya-termina-fake-news>
- [7] Zhao L., Wang J., Chen Y., Wang C., Cheng J., Cui H. SIHR rumor spreading model in social networks // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2012. – Т. 391, № 7. – С. 2444-2453. DOI: [10.1016/j.physa.2011.12.008](https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.12.008)
- [8] Hethcote H.W. The mathematics of infectious diseases // SIAM Review. – 2000. Т. 42. – С. 599-653. DOI: [10.1137/S0036144500371907](https://doi.org/10.1137/S0036144500371907)
- [9] Daley D.J., Kendall D.G. Epidemics and rumours // Nature. – 1964. – Т. 204. – С. 11-18. DOI: [10.1038/2041118a0](https://doi.org/10.1038/2041118a0)
- [10] Sudbury A. The proportion of population never hearing a rumour // Journal of Applied Probability. – 1985. – Т. 22. – С. 443-446. DOI: [10.2307/3213787](https://doi.org/10.2307/3213787)
- [11] Nekovee M., Moreno Y., Bianconi G., Marsili M. Theory of rumour spreading in complex social networks // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – 2007. – Т. 374. – С. 457-470. DOI: [10.1016/j.physa.2006.07.017](https://doi.org/10.1016/j.physa.2006.07.017)

#### References

- [1] Samye populjarnye fejkovye novosti, v kotorye kazahi poverili v 2023 godu // Informacionno-analiticheskij portal Orda.kz. – 2023. URL: <https://orda.kz/populjarnye-fejki-2023-goda-v-kotorye-poverili-kazahstancy-380941/> (In Russian)
- [2] TASS. Kolichestvo fejkovyh novostej v internete v 2022 godu uvelichilos' v shest' raz // TASS: informacionnoe agentstvo. – 2023. URL: <https://tass.ru/obschestvo/16642301> (In Russian)
- [3] Tengrinews.kz. "Zhalghan" dep belgilengen materialdar // Tengrinews.kz: zhanalyktar portaly. URL: <https://tengrinews.kz/tag/fejki/> (In Kazakh)
- [4] Raspopova S.S., Bogdan E.N. (2017) Fejkovye novosti: ih priroda i proishozhdenie // Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta. – № 11 (407). P. 48-53. (In Russian) DOI: [10.47475/1999-5407-2023-64-3-79-84](https://doi.org/10.47475/1999-5407-2023-64-3-79-84)
- [5] BBC Russian Service. Kak raspoznat' fejkovye novosti // BBC Russian Service. – URL: <https://www.bbc.com/russian/articles/c4gw304ejngo> (In Russian)
- [6] Fionina A. S. (2023) Opredelenie, istochniki i klassifikacija termina «iskusstvennye novosti». Ogarev-Onlajn, № 6 (191). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-istochniki-i-klassifikatsiya-termina-fake-news> (In Russian)
- [7] Zhao L., Wang J., Chen Y., Wang C., Cheng J., Cui H. (2012) SIHR rumor spreading model in social networks // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. V. 391, № 7. P. 2444-2453. DOI: [10.1016/j.physa.2011.12.008](https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.12.008)
- [8] Hethcote H.W. (2000) The mathematics of infectious diseases // SIAM Review. V. 42. P. 599-653. DOI: [10.1137/S0036144500371907](https://doi.org/10.1137/S0036144500371907)
- [9] Daley D.J., Kendall D.G. (1964) Epidemics and rumours // Nature. V. 204. P. 11-18. DOI: [10.1038/2041118a0](https://doi.org/10.1038/2041118a0)
- [10] Sudbury A. (1985) The proportion of population never hearing a rumour // Journal of Applied Probability. V. 22. P. 443-446. DOI: [10.2307/3213787](https://doi.org/10.2307/3213787)
- [11] Nekovee M., Moreno Y., Bianconi G., Marsili M. (2007) Theory of rumour spreading in complex social networks // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. V. 374. P. 457-470. DOI: [10.1016/j.physa.2006.07.017](https://doi.org/10.1016/j.physa.2006.07.017)