

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 316 (2017), 39 – 44

UDC 008.2; 336.76

A.N. Murzakhmetov¹, A.M. Fedotov², M.B. Grishko³, A.E. Dyusembaev⁴^{1,3,4}Department of Information Systems, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;²Institute of Computational Technologies of SB RAS, Novosibirsk, RussiaE-mail: ¹aslanmurzakhmet@gmail.com, ²fedotov@sbras.ru, ³gmv_87@mail.ru, ⁴anuardu@yahoo.comMODELING OF DISTRIBUTION OF INNOVATION
IN SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

Abstract. In this article issues consider the diffusion of innovation in social systems, the dynamics of the spread of innovations in social communities under the influence of the mass media and interpersonal communication, the process of shaping public opinion. Models of innovation dissemination were analyzed. We are realized practical implementation of the simulation of innovation spread and factors affecting the distribution process based on modified Bass model by our. For this, we chose the software product of simulation modeling Anylogic. As the research results show, the processes of distribution of various information messages in social systems can determine mass consciousness and, accordingly, mass behavior of people in these social and economic systems.

Key words: diffusion of innovation, social system, interpersonal communication, media influence, the dissemination of ideas in society, dynamics of innovation spread

ӘОЖ 008.2; 336.76

А.Н. Мурзахметов¹, А.М. Федотов², М.В. Гришко³, А.Е. Дюсембаев⁴^{1,3,4}әль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан;²РГА СБ Есептеу технологиялар институты, Новосібір, РесейӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ҚОҒАМДАРДА
ИННОВАЦИЯНЫҢ ТАРАЛУЫН МОДЕЛЬДЕУ

Аннотация. Мақалада әлеуметтік және экономикалық жүйелердегі инновацияның диффузиясы, бұқаралық ақпараттық құралдар (БАҚ) және тұлғааралық коммуникацияның әсерінен инновацияның қоғамда таралу динамикасы және қоғамдық пікірдің қалыптасу үрдісі қарастырылған. Инновацияның таралу моделі сарапталынған. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей түрлі ақпараттардың әлеуметтік-экономикалық жүйелерде таралу үрдісі жалпы түсінікті, сәйкесінше осы жүйелердегі адамдардың жаппай қылығын анықтайды.

Тірек сөздер: инновация диффузиясы, әлеуметтік жүйе, тұлғааралық коммуникация, БАҚ әсері, қоғамда ой-піріктің таралуы, инновацияның таралу динамикасы.

Кіріспе. Қазіргі заманда ақпараттың таралуында әлеуметтік жүйелер үлкен рөл атқарады, және осы жағдайда ақпараттық технологиялар қоғамға және жалпы түсінікке тиімді және жылдам әсер етуші қару болып табылады. БАҚ және интернет ресурстары арқылы қоғамда дүрлікпе ұйымдастыру механизмдерін ұғу және қолдану қоғамдағы тұрақсыздықты қамтамасыз етуге қажетті ақпаратты бере алады, мұндай келесендіктер өз кезегінде кез келген мемлекеттік экономикасына кері әсерін тигізеді. Инновация ретінде қандай да бір идеяны, пікірді, ақпаратты қарастыруға да болады.

Осылайша, әлеуметтік жүйедегі ақпараттың таралу динамикасын зерттеу көп салада маңызда, соның бірі экономика саласында.

Қоғамдық пікір – бұл қоғамда болып жатқан жайыттарға, болмыстарға және мәселелерге қоғамның немесе оның бір бөлгінің жасырын немесе анық қатынасын қамтитын жалпы ахуалдың жағдайы. Қоғамдық пікір бірқатар функцияларды атқарады. Олар: ақпараттандыру, кеңес беру, бақылау және қоғамның қызығушылығын тудыратын өзекті мәселелер бойынша шешім қабылдауға талап ету. Қоғамдық пікір тек ғана түрлі әлеуметтік факторларға тәуелді емес, сонымен қатар белгілі бір жағдайларда басқа әлеуметтік құбылыстарға әсер етуі мүмкін. Қоғамдық пікірді әлеуметтік жүйелердің түрлі элементтеріне әсер етуін ескере отырып қарастыру керек, нақты айтқанда экономикаға, саясатқа, мәдениет саласына, экологияға және т.б.

Қазірге кезде кез келген мемлекеттің қор нарығы және қаржы жүйесі бағасының өсу немесе құлдырау оқиғаларына жиі әсер етеді. Бір мемлекеттің өзге мемлекетке, компанияларларға және ресми тұлғаларға қолданылған санкциялары жарияланғаннан кейін БАҚ-да «нарықтың құлдырауы» туралы хабар жиі таратылады, бұл өз кезегінде қор нарығының және ұлттық валютаның әлсіреуіне ықпал етеді. Осы жайыттарды ескере отырып, көптеген ғалымдар ақпарат немесе инновация диффузиясын терең зерттеді және сол зерттеулер медиаәсерді түсінуге үлкен септігін тигізді. Мысалы, П. Дойчманн және У. Даниельсон жаңалықтар диффузиясын зерттеу барысында олардың басқа инновация диффузияларына қарағанда біршама жылдам таралатынын байқаған. Бұл зерттеулер үлкен маңыздылыққа ие болды себебі, сол арқылы көптеген ғалымдар жаңалықтар диффузиясына жергілікті, ұлттық және халықаралық деңгейде қызығушылық танытты [1].

Қоғамдағы инновацияның беталысын болжау, олардың тұтынушы топтардың арасында таралу тапсырмалары ақпараттық коммуникациялық технологиялар сервисі дамымай тұрып пайда болған. XX ғасырдың 60-шы жылдары әлеуметтік жүйелерге инновациялардың ену үрдістерін және қоғамдағы өзгерістерді түсіндіретін математикалық модельдер және концепциялар ұсынылды. Олардың ішінде Э. Роджерс және Ф. Бассты айтуға болады, бұл ғалымдардың зерттеу нәтижелері қазіргі кезге дейін қолданылып және дамып келеді [2].

Эверест Роджерстың диффузиялық моделі. Роджерс өзінің "Диффузия инноваций" атты жұмысында түрлі инновациялардың қоғамда қабылдану деңгейлерін зерттеді. Оның зерттеу нәтижелері бойынша қоғам мүшелерінің шешім қабылдау графигі 5 бөлікке бөлінген қонырау тәрізді қисыққа (қалыпты үлестірім) ұқсас. Э.Роджерс стандартты ауытқуларды ескере отырып әрбір сегментке атау және шамалас бағасын берді: инноваторлар (тәуекелге бейім, барлық жаңашылдыққа ашық жеке тұлғалар) - 2,5%; ерте ерушілер (инновация жайлы ақпарат көзі, олардың пікірімен санасады) - 13,5%; ерте көпшілік (жаңа идеяларды және технологияларды бірінші болып қабылдағысы келмейтін адамдар санаты) - 34%; кеш көпшілік (инновацияның артықшылығына сенбей, шүбә көзбен қараушылар) - 34%; артта қалушылар (өткенге, тарихқа байланған және қандай да бір жаңашылдықты баяу қабылдайтын қоғам мүшелері) - 16% [3].

Френк Басстың диффузиялық моделі. Басс моделі бойынша инновациялық өнімді қабылдаушылар санының артуы екі әсермен түсіндіріледі:

- жарнама әсері;
- тұлғааралық коммуникация әсері.

Роджерс қарағанда Басс адамдар санатын 5 емес тек 2 ғана бөледі: 1) инновацияны бірінші кезекте өздері татып көретін және ол жайлы түрлі хабарламалардан білетін адамдар; 2) инновацияны бірінші санаттағы адамдардан біліп, олардың пікіріне құлақ асатын адамдар. Мұнда жарнаманың әсері едәуір төмендейді. Көп жағдайда бірінші санаттығы адамдардың пікірі қызық, себебі новатор үшін бүгінгі қалыпты жағдай ертен көпшілік үшін қалыпты жағдайға айналады. Төменде Басс моделі көрсетілген:

$$\frac{dF}{dt} = \left(p + q \frac{F(t)}{N} \right) (N - F(t))$$

мұндағы $F(t)$ - t уақыт аралығына дейін инновацияны қабылдаған агенттер саны, N – максималды мүмкін болатын агенттер саны, p – сыртқы әсер ету коэффициенті (жарнама, БАҚ), q - ішкі әсер ету коэффициенті (тұлғааралық коммуникация) [4].

Басс моделі біршама кеңейтулерге ие, дегенімен өзінің бастапқы түрінде ол агенттердің кері өсімін және агенттер аудиториясына бәсекелестікті ескеру мүмкіндігіне қабілетсіз.

Жұмысымызда N көлемді агенттер қоғамын қарастырайық. Жорамалмен, әрбір агент қоғамның әрбір мүшесімен байланыса алады. Айнымалы y арқылы «х» инновациялық идеясы бар агенттер (инноватор) санын белгілейміз. Айтарлық, инноватор n агенттермен бірлік уақыт аралығымен байланысады және инновациялық идеяны k_1 ықтималдығымен бөліседі, бұл ретте $k_1 = k_0 p$, мұндағы k_0 – бір байланыстан кейін инновациялық идеяны қабылдау ықтималдығы, p – агенттердің инновация тақырыбы бойынша байланысу ықтималдығы. Басқаша айтқанда, инноватор бірлік уақыт аралығында «х» инновациялық идеяны $k_1 n$ агенттерге таратады, мұндағы $k_1 n$ идеяны қабылдаушылардың математикалық күтілімі. Инноватор және идеясыз агенттен байланысу ықтималдығы тең $\frac{y}{N}$, байланыс нәтижесінде идеяны қабылдау ықтималдығы осы ықтималдықтың k_1 туындысына тең. Осылайша, n байланыста идеяны тым болмаса бір рет қабылдау ықтималдығы келесідей болмақ:

$$q \approx k_1 n \frac{y}{N}$$

Бірлік уақыт аралығында идеяны ерте қабылдаған агенттерден қабылдау санының математикалық күтілімі q туындысының инновациялық идеясы жоқ агенттер санына тең: $q(N - y)$. Сонымен бірге, бірлік уақыт аралығында идеяны қабылдаған агенттердің өзгерген санының математикалық күтілімі келесі теңдеумен сипатталады:

$$\frac{dy}{dt} = a \frac{N - y}{N} y \quad (1)$$

мұндағы $a = k_1 n$ – бірлік уақыт аралығында инновациялық идеяны бір агентпен қабылдау ықтималдығы; y – инновацияны қабылдағандар саны; N – инновацияны қабылдауға қабілетті максималды мүмкін болатын агенттер саны.

Егер жаңа идеяны қабылдаушы агенттер тығыздығын $f(t) = \frac{y}{N}$ арқылы белгілесек, онда тығыздық үшін келесі теңдеуді аламыз:

$$\frac{df(t)}{dt} = a(1 - f(t))f(t). \quad (2)$$

Логистикалық өсу теңдеуі деп аталатын (2) теңдуді ең бірінше рет Пьер Ферхюльст 1838 жылы популяцияның өсу динамикасын сипаттау үшін жазып шығарды және бұл теңдеудің аналитикалық шешімі бар [5].

Идеяны ұмыту әсері және қоғамға ақпараттық қысым көрсету (мысалы БАҚ арқылы) байланысты «Инновация диффузиясы» моделінің жалпылауын қарастырайық. Айтарлық, бірлік уақыт аралығындағы «х» идеясын ұмыту ықтималдығы g шамасына тең, онда gy уақыт аралығындағы идеяны ұмытқан агенттердің санының математикалық күтілімінің (1) теңдеуі келесі түрге ие болады:

$$\frac{dy}{dt} = a \frac{N - y}{N} y - gy \quad (3)$$

ал (2) теңдеу :

$$\frac{df(t)}{dt} = a(1 - f(t))f(t) - gf(t). \quad (4)$$

Сыртқы әсердің қоғамға қарқындылығы $M(t)$ функциясымен белгіленсін, бірлік уақыт аралығында бір идеядан хабардар болудың ортақ саны k_2 болсын, сәйкесінше идеяны

қабылдамаған агенттердің осы идеядан хабардар болу ықтималдығы тең $\left(\frac{N-y}{N}\right)$ және идеяны қабылдау ықтималдығы тең - k_3 . Онда бірлік уақыт аралығында жаңа идеяны сыртқы жайттардың әсерінен қабылдаудың математикалық күтілімі тең - $M(t)k_2k_3\left(\frac{N-y}{N}\right)$.

Осылайша, (3) теңдеу сыртқы әсерді есебімен келесі теңдеуге көшеді:

$$\frac{dy}{dt} = a\frac{N-y}{N}y + M(t)b\frac{(N-y)}{N} - gy \quad (5)$$

мұндағы $b = k_2k_3$ - агенттің бірлік уақыт аралығында инновацияны қабылдау ықтималдығы. $M'(t) = \frac{M(t)}{N}$ арқылы қоғамға қысым көрсету тығыздығын белгілеп, жаңа идеяны қабылдаушы агенттердің тығыздық теңдеуін аламыз:

$$\frac{df(t)}{dt} = a(1-f(t))f(t) + M'(t)b(1-f(t)) - gf(t). \quad (6)$$

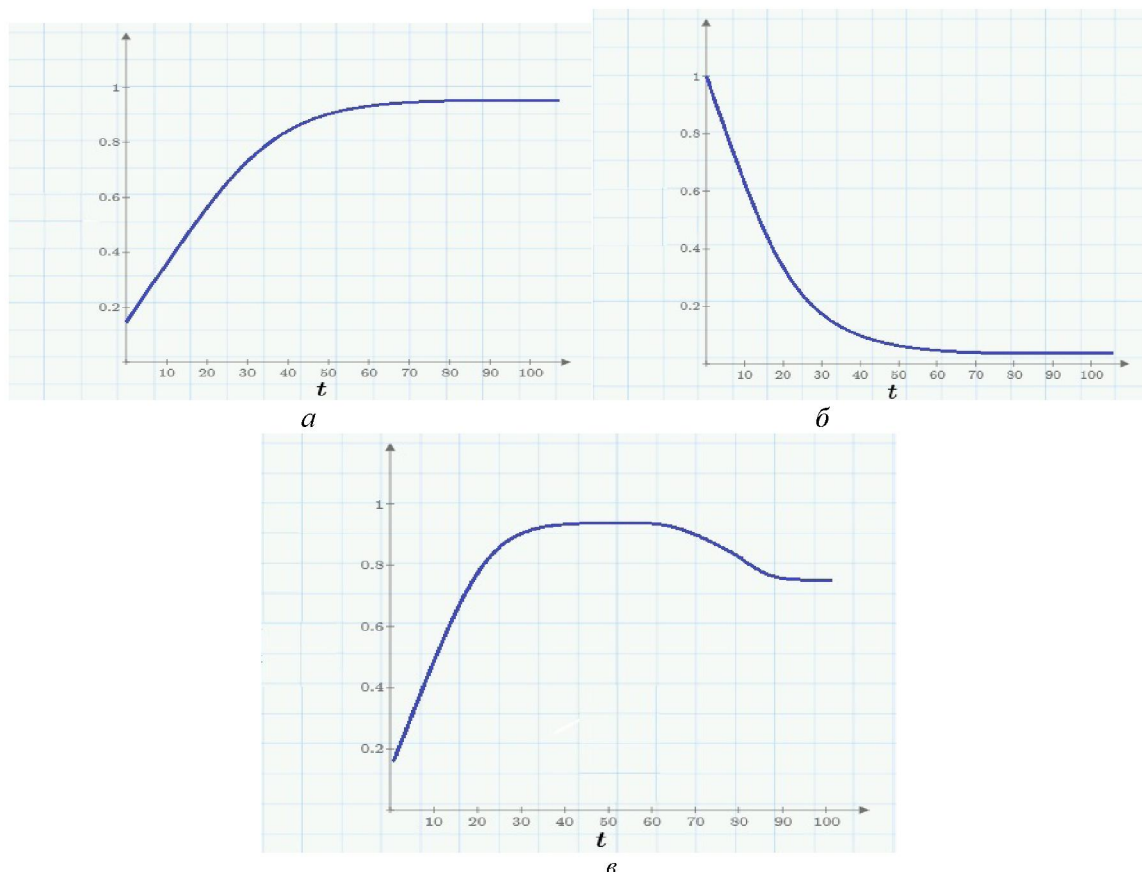
(6) теңдеудің оң жағындағы бірінші қосылғыш қоғамда инновацияның таралуына қатысты ішкі коммуникациялық үрдістермен байланысты; екінші қосылғыш әлеуметтік жүйеде инновацияның таралуына қатысты сыртқы үрдістермен байланысты, мысалы, БАҚ арқылы; және үшінші қосылғыш (азайтқыш) (6) теңдеуде инновацияны ұмыту әсерімен байланысты. Бұл теңдеу инновация теңдеуі деп аталады, БАҚ әсерінсіз теңдеу ұмыту коэффициентіне байланысты екі шешімге ие: өсудің оң және теріс динамикасы. Әлеуметтік жүйеде инновацияны тарату сыртқы процестердің әсерінен болса онда инновация динамикасы әрқашан өседі (сурет 1, а), БАҚ болмаса, онда екі шешімнің бірін қабылдайды, яғни, инновацияны ұмыту коэффициенті үлкен болса инновация таратылмайды (сурет 1, б), егер ұмыту коэффициенті үлкен болмаса инновация қоғамда тарайды (сурет 1, в).

Бұл модельдер коммуникациялық гипотезаға негізделген, гипотеза бойынша қоғамда ақпараттар алдымен кішігірім топты қамтиды, содан кейін өзге тұлғаларға әсер етеді.

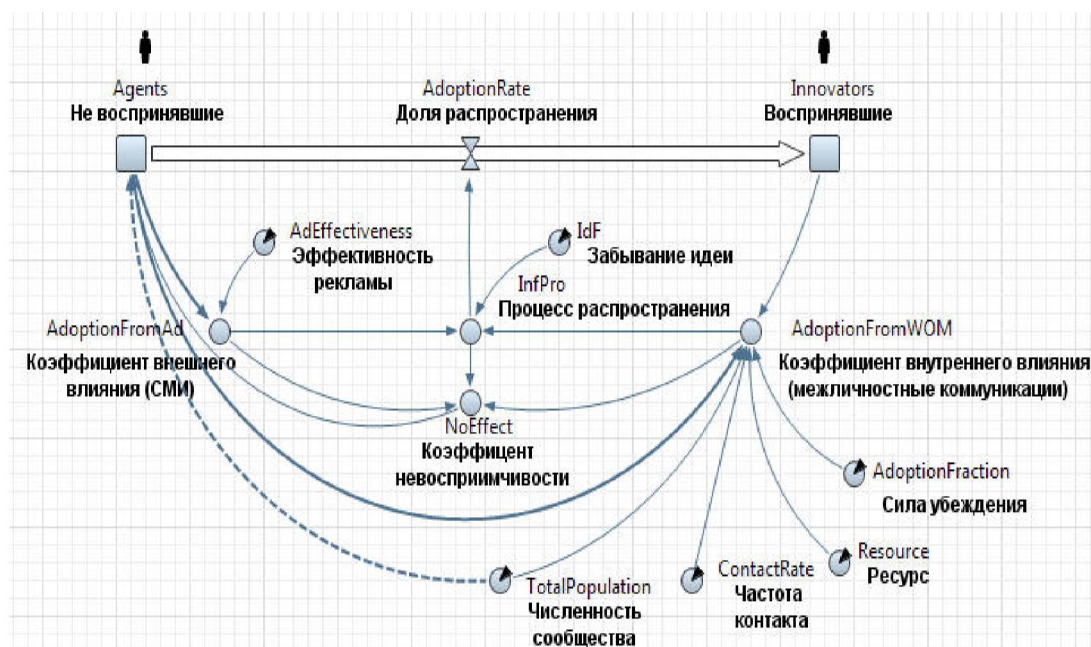
Айталық, әрбір инноватор идеяны тарату үшін біршама ресурс (энергия) жұмсайды және оның сендіру күші жұмсалған ресурсқа пропорционалды болсын:

$$\frac{df(t)}{dt} = a(1-f(t))f(t)h(R) - gf(t). \quad (7)$$

Инновацияның таралуын тәжірибе жүзінде моделдеу Anylogic [6] имитациялық модельдеу пакетінде орындалған. Бұл модельде агенттердің тәртібін түрлі әсер етуші параметрлердің есебімен зерттеуге болады. Өмірлік циклдың бастапқы деңгейінде инновация жарнама әсері ұшырайды, инновация ешкімге белгісіз, және агенттер оны қабылдау үшін инновация жарнамаланады. Нәтижесінде, жарнаманың тиімділігі, агенттер саны сияқты параметрлерге байланысты агенттердің белгілі бір бөлігі инновацияны сыртқы жайыттардың әсерінен қабылдайды (жарнама, БАҚ). Инновацияны қабылдаған агенттер санының артуымен жарнаманың тиімділігі төмендейді, бірақ қандайда бір сәтте тұлғааралық коммуникация әсері артады. Бұл эффектiнiң себебi, агенттер инновацияны ресурс көлемi, сендiру күшi, байланыс жиiлiгi параметрлерiнiң тәуелдiлiгiнен қабылдайды және идеяны ендi қабылдаушы агенттер идеяны бiрiншi болып қабылдаған агенттермен сұхбаттасу нәтижесiнде қабылдайды (сурет. 2).



Сурет 1 - Инновацияның таралу динамикасы: *a* - оң; *б* - теріс; *в* - ақпаратты ұмыту есебімен оң.



Сурет 2 - AnyLogic ортасындағы идеяны тарату моделінің диаграммалар классы

Сонымен қатар, белгілі уақыт аралығында белгісі бір ықтималдықпен қолданушылардың бір күйден екінші күйге ауысуын моделдеуден бөлек, тәжірибелік маңыздылығы және іске асырылуы бойынша қолданушылардың қоғамға тікелей әсері, олардың әртүрлі әлеуметтік байланыстардан ауысу процесстері де үлкен қызығушылыққа ие.

Аталған модель қор нарығындағы инвесторлардың беталысын сипаттауға қолданылуы мүмкін. Бұл ретте, "х" идеясы ретінде инвесторлардың қандайда бір қаржы құралының баға трендісі бойынша көтерілу немесе құлдыруы туралы пікірі болуы мүмкін. Инвесторлар өз бағаларын белгілеу, ұсыну және келісімге тұру арқылы "х" идеясын таратады. Қаржы құралы бойынша жасалған келісімнің бағасын көру арқылы басқа инвесторлар "х" идеясы туралы біледі, және осы трендті қолдай отырып идеяны қабылдайды немесе қабылдамайды. α және n параметрлерінің косвенный оценоксы дегеніміз тренд кезіндегі сатылған қаржы активтерінің көлемі болып табылады. β коэффициенті трендтің әсер етуі бойынша корреляцияланған. R коэффициенті қоғам арасында қаржы құралының айтылу жиілігі бойынша бағаланады.

Қорытынды. Бізбен өңделген Басс моделі негізінде инновацияның таралу процессі сипатталынды. Инновацияны модельдеу кезінде циклдық қасиет анықталды. Сұраныс ауытқуы ішкі параметрлер коэффициентіне тәуелді. Жұмыс нәтижелері көрсеткендей, ұлғаю коэффициентінің есебінен біздің жүйе әрдайым тұрақты, сондықтан жүйе нөлдік күйде болмайды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Брайант Д., Томпсон С (2004) Основы воздействия СМИ.: Пер. с англ. ISBN 5-8459-0597-4.
- [2] Минаев В.А., Овчинский А.С., Скрыль С.В., Тростянский С.Н. (2012) Как управлять массовым сознанием: современные модели. ISBN 978-5-89789-089-7.
- [3] Rogers E (1995) Diffusion of Innovation. 4 ed. ISBN-13: 978-0029266717.
- [4] Bass F (1969) "A new product growth model for consumer durables". Management Science 15 (5). p. 215–227.
- [5] Ломакин С.Г., Федотов А.М. (2014) Анализ модели передачи информации в сети клеточных автоматов. Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. Том 12, выпуск 3. стр. 86–99. ISSN 1818-7900.
- [6] Borshchev A. (2013) The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with AnyLogic 6. AnyLogic North America, 614 p.

REFERENCES

- [1] Brajant D., Tompson S (2004) Osnovy vozejdstvija SMI.: Per. s Angl ISBN 5-8459-0597-4 (in Russ.).
- [2] Minaev V.A., Ovchinskij A.S., Skryl' S.V., Trostjanskij S.N. (2012) Kak upravljat' massovym soznaniem: sovremennye modeli. ISBN 978-5-89789-089-7 (in Russ.).
- [3] Rogers E (1995) Diffusion of Innovation. 4 ed. ISBN- 13: 978-0029266717.
- [4] Bass F (1969) "A new product growth model for consumer durables". Management Science 15 (5). p. 215–227.
- [5] Lomakin S. G., Fedotov A. M. (2014) Analiz modeli peredachi informacii v seti kletochnyh avtomatov. Vestnik NGU. Serija: Informacionnye tehnologii. Tom 12, vypusk 3. str. 86–99. ISSN 1818-7900 (in Russ.).
- [6] Borshchev A. (2013) The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with AnyLogic 6. AnyLogic North America, 614 p. ISBN 0989573176.

А.Н. Мурзахметов¹, А.М. Федотов², М.В. Гришко³, А.Е. Дюсембаев⁴

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИННОВАЦИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы диффузии инновации в социальных системах, динамика распространения инноваций в социальных сообществах под воздействием СМИ и межличностной коммуникации, процесс формирования общественного мнения. Были проанализированы модели распространения инноваций. На основе модифицированного нами модели Басса реализована практическая реализация моделирования распространения инноваций и факторы, влияющие на процесс распространения. Для этого мы выбрали программный продукт имитационного моделирования Anylogic. Как показывают результаты исследования, процессы распространения разных информационных сообщений в социальных системах могут определять массовое сознание и, соответственно, массовое поведение людей в этих социальных и экономических системах.

Ключевые слова: диффузия инноваций, социальная система, межличностная коммуникация, влияние СМИ, распространение идей в обществе, динамика распространения инноваций.

Авторлар туралы мәлімет:

Федотов Анатолий Михайлович - PFA корреспондент-мүшесі, ф-м.ғ.д, профессор, PFA CB Есептеу технологиялар институты, Новосібір, Ресей;

Дюсембаев Ануар Ермуқанович - ф-м.ғ.д, профессор, аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан;

Мурзахметов Асланбек Нурбекович - аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің докторанты, Алматы, Қазақстан;

Гришко Михайл Валерович - аль-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық Университетінің докторанты, Алматы, Қазақстан.