

Оригинальная статья

УДК 338.22.021.1

DOI: 10.57070/2304-4497-2022-4(42)-33-39

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФОВОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПИСАНИЯ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ИНФОРМАЦИИ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ**

© 2022 г. Т. В. Кораблина, Н. Б. Бабичева, М. М. Гусев

Сибирский государственный индустриальный университет (Россия, 654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, Новокузнецк, ул. Кирова, 42)

Аннотация. Рассмотрен процесс распространения информации среди агентов социальной сети с целью верификации, оценки и точности разработанной модели. Построенная модель социальной сети позволяет проводить исследование распространения информации с учетом психофизиологических особенностей агента. Используемые в модели коэффициенты приема и передачи информации зависят от типа личности и определяются на основе анализа различных объектов деятельности. Источником информации является один из участников эксперимента, которая передается «ближнему кругу» агентов. Реализован программный модуль модели социальной сети. Модуль позволяет проводить исследования распространения информации с учетом психофизиологических особенностей агента. Программный модуль имеет интуитивно понятный интерфейс, позволяет задавать начальные условия эксперимента и выводить полученные результаты в удобном для пользователя виде. Для проверки адекватности работы модели проведена серия натурных экспериментов. Агенты сети, принявшие участие в эксперименте, до его начала прошли процедуру анкетирования с целью установления их типологического спектра личности с использованием методики многовариантного типирования личности. Показаны результаты заражения информацией участников сети на каждом шаге эксперимента.

Ключевые слова: социальная сеть, графовая модель, агенты сети, этапы эксперимента

Для цитирования: Кораблина Т.В., Бабичева Н.Б., Гусев М.М. Использование графовой модели для описания распространения информации в социальной сети // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2022. № 4 (42). С. 33 – 39. [https://doi.org/10.57070/2304-4497-2022-4\(42\)-33-39](https://doi.org/10.57070/2304-4497-2022-4(42)-33-39)

Original article

**USING A GRAPH MODEL TO DESCRIBE THE DISTRIBUTION OF INFORMATION IN
A SOCIAL NETWORK**

© 2022 T. V. Korablina, N. B. Babicheva, M. M. Gusev

Siberian State Industrial University (42 Kirova Str., Novokuznetsk, Kemerovo Region – Kuzbass, 654007, Russian Federation)

Abstract. The process of information dissemination among social network agents for the purpose of verification, evaluation and accuracy of the developed model is considered. The constructed model of the social network makes it possible to conduct a study of the dissemination of information taking into account the psychophysiological characteristics of the agent. The coefficients of receiving and transmitting information used in the model depend on the type of personality and are determined based on the analysis of various objects of activity of each type of personality. The source of information is one of the participants of the experiment, which is transmitted to the "inner circle" of agents. The software module of the social network model is implemented. The module allows you to conduct research on the dissemination of information, taking into account the psychophysiological characteristics of the agent. The software module has an intuitive interface, allows you to set the initial conditions of the experiment and display the results in a user-friendly form. To check the adequacy of the model, a series of field experiments were conducted. The participants who

took part in the experiment, before it began, underwent a questionnaire procedure in order to establish their typological spectrum of personality using the technique of multivariate personality typing. The results of infecting network participants with information at each step of the experiment are shown.

Keywords: social network, graph model, network agents, experiment stages

For citation: Korablina T.V., Babicheva N.B., Gusev M.M. The use of Graph Model to describe the dissemination of information in a social network. *Bulletin of the Siberian State Industrial University*. 2022, no. 4 (42), pp. 33 – 39. (In Russ.). [https://doi.org/10.57070/2304-4497-2022-4\(42\)-33-39](https://doi.org/10.57070/2304-4497-2022-4(42)-33-39)

Введение

В современном мире информация является мощным инструментом влияния на объективную реальность. Поэтому особое внимание наука уделяет изучению механизмов распространения и конкурентирования информации. Существует множество каналов распространения информации, один из которых является социальные сети.

В настоящей работе представлены результаты использования графовой модели для описания распространения информации в социальной сети.

Для описания механизмов передачи и распространения информации в социальной сети в работе [1] предложена графовая модель, описывающая информационное взаимодействие агентов с учетом их психофизиологических особенностей на основе методики многовариантного типирования, а также учитывающая коммуникативные навыки агентов социальной сети, их интересы к получаемой информации, степень их «близости», отражающая личные взаимоотношения агентов, степень их знакомства, частоту коммуникации. Чтобы учесть перечисленные факторы, в графовую модель введены специальные весовые коэффициенты как для вершин графов, так и для ребер. Для проверки адекватности работы модели было решено провести серию натурных экспериментов, а для проведения моделирования с помощью рассматриваемой модели сравнивали результаты моделирования с данными натурных экспериментов, разработан программный модуль в среде Visual Studio.

В эксперименте участвовало 16 человек различного возраста, зарегистрированных в мессенджере WhatsApp и имеющих общих знакомых. Участники, принявшие участие в эксперименте, до его начала прошли процедуру анкетирования с целью установления их типологического спектра личности с использованием методики многовариантного типирования личности [2]. Многовариантное типирование интеллекта направлено на построение многовариантной типологической модели характерных свойств интеллекта конкретной личности. По информации о типологическом спектре интеллекта конкретной личности и о предпочтительных для базисных типов

интеллекта объектах деятельности и функционально-обеспечивающих компонентах деятельности строится тройка профориентирующих индивидуальных спектров [3]:

1 – индивидуальный спектр приемлемости для конкретной личности различных обобщенных объектов деятельности (ЛОД-спектр);

2 – индивидуальный спектр приемлемости для конкретной личности различных функциональных компонентов деятельности (ЛФК-спектр);

3 – индивидуальный спектр приемлемости для конкретной личности различных обеспечивающих компонентов деятельности (ЛОК-спектр).

На основе этих спектров привлеченными экспертами выставляются коэффициенты. Коэффициенты обрабатывали методом индивидуального экспертного опроса. Исходные данные представлены в табл. 1 (где Ив, Эв, С, И, М, Ч, Р и В – интровертный, экстравертный, сенсорный, интуитивный, мыслительный, чувствующий, решающий и воспринимающий коэффициенты).

Общей целью серии экспериментов является апробация модели и оценка ее точности [1], а также определение количества «зараженных» информацией пользователей. Эксперимент считается состоявшимся, в том случае, когда все пользователи социальной сети «заражены» информацией или дальнейшее заражение невозможно. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- провести моделирование процесса распространения информации, когда каждый агент является «источником информации»;
- найти наиболее активного агента;
- провести натурный эксперимент;
- сравнить результаты моделирования с данными натурального эксперимента.

На рис. 1 представлен граф связей между агентами. В соответствии с условиями эксперимента каждый агент являлся «источником информации». Рассмотрим результаты эксперимента для агентов трех типов:

1 – агент с высоким коэффициентом передачи информации (агент 4);

Исходные данные для проведения первого эксперимента
Table 1. Initial data for the first experiment

Агент	Тип	$k_{\text{МТЛпр}}$	$k_{\text{МТЛпер}}$	Заинтересованность	Количество связей
1	ИвСМВ	0,19	0,94	0,7	3
2	ИвСМР	1,00	0,38	0,6	4
3	ЭвСМВ	0,90	0,44	0,9	4
4	ЭвСМР	0,12	1,00	1,0	3
5	ИвИМР	0,06	0,19	0,1	3
6	ЭвИМР	0,56	0,90	0,4	5
7	ИвИЧВ	0,75	0,50	0,2	5
8	ЭвИМВ	0,31	0,25	0,5	4
9	ИвИМВ	0,25	0,12	0,8	3
10	ЭвИЧВ	0,94	0,62	0,1	7
11	ЭвСЧВ	0,62	0,81	0,6	4
12	ИвСЧР	0,44	0,31	0,8	4
13	ИвСЧВ	0,50	0,75	0,7	3
14	ЭвСЧР	0,81	0,69	0,5	2
15	ЭвИЧР	0,37	0,06	0,4	1
16	ИвИЧР	0,69	0,56	1,0	5

2 – среднестатистический пользователь социальных сетей (агент 13);

3 – агент с большим количеством связей в социальной сети (агент 10).

Пусть источником информации будет выбран агент 4, который имеет высокий коэффициент передачи информации $k_{\text{МТЛпер}}$. Выбранному

агенту с высоким коэффициентом передачи информации и небольшим количеством связи понадобилось четыре шага для «заражения» выбранной социальной сети. Шаг – это момент передачи информации пользователю из «ближнего круга». Заражение считается завершённым, так как дальнейшее распространение информации

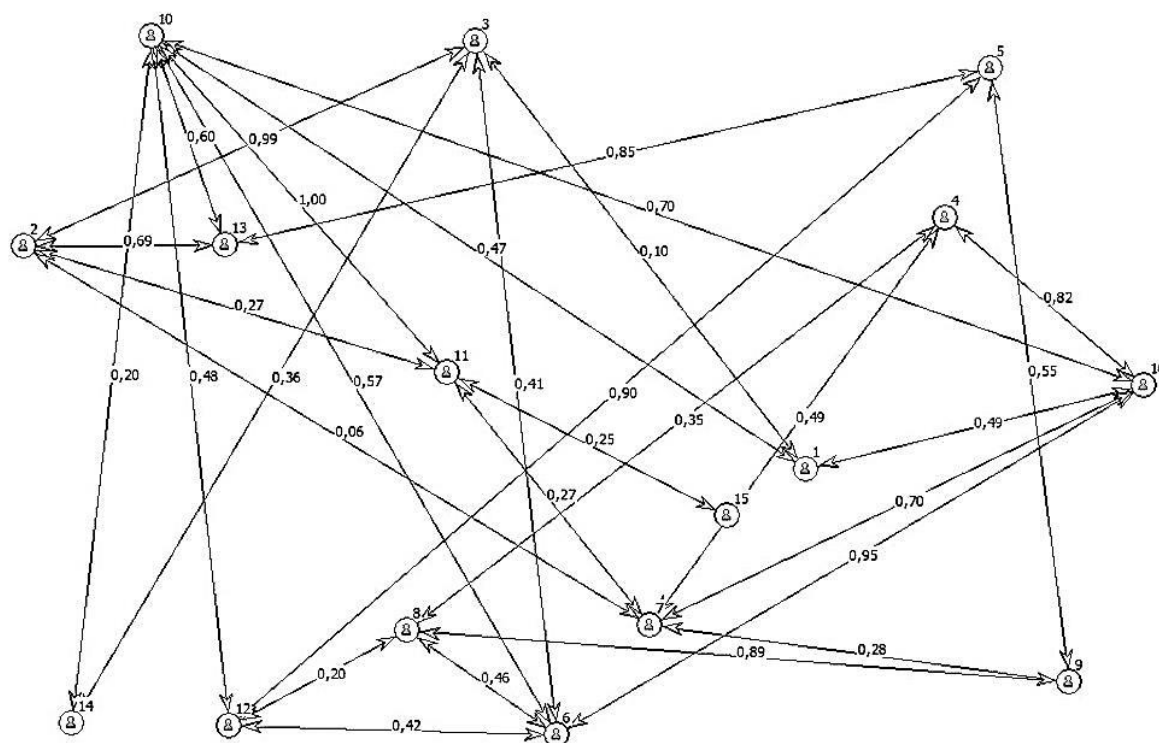


Рис. 1. Граф связей агентов
Fig. 1. Graph of agent connections

невозможно. Информацией было заражено восемь человек вместе с источником информации. Рассмотрим ситуацию, когда источником информации будет среднестатистический пользователь социальных сетей (агент 13). В результате моделирования заражению подверглось тринадцать агентов за три шага. Далее источником информации был выбран участник с большим количеством связей. Для первичного заражения был выбран агент 10, который имеет семь связей. В результате моделирования заражению подверглось восемь агентов за три шага. Можно сделать вывод, что агенту 10 со средним коэффициентом передачи информации, но с большим количеством связей понадобилось три шага для заражения других агентов.

Для проверки работоспособности и точности модели был проведен натурный эксперимент. На начальном этапе эксперимента был выбран агент с большим количеством связей «друзей» в социальной сети, в котором выбранному агенту 10 была передана ссылка на пост внутри социальной сети. В результате эксперимента в течение короткого промежутка времени на ссылку отреагировало девять агентов. При исследовании модели в качестве критерия оценки ее точности использовали ошибку модели, которая определяется как отношение неправильно распознанных объектов к общему количеству объектов:

$$\varepsilon = \frac{K_{\text{непр}}}{K_{\text{пр}}} 100 \%,$$

где $K_{\text{непр}}$ – количество неправильно распознанных объектов; $K_{\text{пр}}$ – общее количество объектов.

Отклонение от модельных данных на этом этапе составило примерно 12 % (рис. 2).

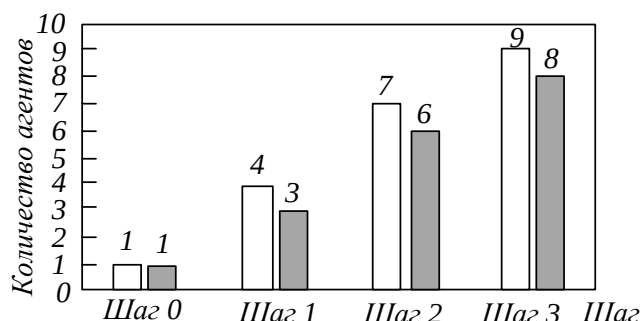


Рис. 2. Сравнение результатов первого эксперимента (белый цвет) и моделирования (серый цвет)

Fig. 2. Comparison of the results of the first experiment (white) and simulation (gray)

По аналогии были проведены эксперименты, в которых каждого представителя социотипа выбрали источником информации. В табл. 2 представлено количество зараженных им выбранным агентов, коэффициент передачи информации, зависящий от социотипического типа, а также количество шагов, за которые произошло заражение.

Выводы

Как показали натурные эксперименты и результаты моделирования на передачу информации в социальных сетях влияют следующие факторы:

- количество связей агента;
- коэффициент передачи информации, зависящий от социотипа агента;
- коэффициент заинтересованности той или иной информацией.

Также на распространение информации в социальных сетях влияет передача информации «ключевым» пользователям социальных сетей. Под ключевыми пользователями подразумеваются агенты способные передавать информацию большому количеству агентов «ближнего круга».

Поскольку во время проведения моделирования ошибка модели не превысила 9 %, то можно сделать вывод о том, что модель социальной

Т а б л и ц а 2
Результаты моделирования
Table 2. Simulation results

Агент	$k_{\text{МТЛпер}}$	Количество зараженных им агентов	Количество шагов
1	0,9375	10	3
2	0,3750	2	3
3	0,4375	3	2
4	1,0000	8	4
5	0,1875	1	1
6	0,8750	10	3
7	0,5000	7	4
8	0,2500	1	1
9	0,1250	1	1
10	0,6250	8	2
11	0,8125	6	3
12	0,3125	1	1
13	0,7500	8	3
14	0,6875	3	2
15	0,0625	1	1
16	0,5625	10	3

сети адекватна и необходимые коэффициенты были подобраны правильно.

Серию экспериментов проводили с целью апробация модели и оценки ее точности. Итоги проведение натурного эксперимента и сравнения результатов с модельным свидетельствуют о том, что модель адекватная. Рассматриваемую модель возможно использовать для исследования процесса распространения информации внутри малых социальных групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гусев М.М., Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Пермякова Е.П. Моделирование процесса распространения информации в социальной сети // Системы управления и информационные технологии. 2021. № 1 (83). С. 54–59.
2. Пермякова Е.П., Кораблина Т.В., Киселева Т.В., Гусев М.М. Формирование эффективных проектных команд на МвПРОП-технологии // Системы управления и информационные технологии. 2019. № 3 (77). С. 67–71.
3. Пермякова Е.П., Киселева Т.В. Многовариантное типирование интеллекта с гибкой профориентацией и адаптацией обучения. Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2020. 95 с.
4. Rakhmetullina Z., Mukasheva R., Mukhamedova R., Batyrkhanov B. Mathematical modeling of the interests of social network users. In.: Proceedings – 2021 International Young Engineers Forum in Electrical and Computer Engineering, YEF-ECE 2021. 2021. No. 5. P. 98–103.
5. Батура Т.В. Модели и методы анализа компьютерных социальных сетей // Программные продукты и системы. 2013. № 3.
6. О'Нил К., Шатт Р. Data Science. Инсайдерская информация для новичков. Включая язык R. Санкт-Петербург: Питер, 2019. 368 с.
7. Фетинина Е.П. Человеческая многовариантность в познании и созидании. Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2001. 136 с.
8. Пермякова Е.П., Киселева Т.В. Многовариантное типирование интеллекта с гибкой профориентацией и адаптацией обучения. Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2020. 95 с.
9. Liu X., He D. Nonlinear dynamic information propagation mathematic modeling and analysis based on microblog social network // Social Network Analysis and Mining. 2020. Vol. 10. No. 1. P. 87.
10. Фетинина Е.П., Кораблина Т.В. Применение теории нечетких множеств в многовариантной технологии профориентации и адаптации обучения // Системы управления и информационные технологии. 2007. № 1 (27). С. 95–101.
11. Wei J., Wu J., Johansson K.H., Cvetkovic V., Molinari M. On the modeling of neural cognition for social network applications. In: 1st Annual IEEE Conference on Control Technology and Applications, CCTA 2017. 2017. P. 1569–1574.
12. Пермякова Е.П., Кораблина Т.В., Киселева Т.В., Гусев М.М. Формирование эффективных проектных команд на МвПРОП-технологии // Системы управления и информационные технологии. 2019. № 3 (77). С. 67–71.
13. Zhou Y., Sun X., Zheng Q., Liu T., Zhang B. Analyzing and modeling dynamics of information diffusion in microblogging social network // Journal of Network and Computer Applications. 2017. Vol. 86. P. 92–102.
14. Киселева Т.В., Кораблина Т.В., Гусев М.М., Гусева А.Н. Классификация агентов при распространении информации внутри социальной сети. В кн.: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019. Труды XII всеросс. научн.-практ. конф. (с межд. уч.). Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2019. С. 301–302.
15. Мелехин И.В. Управленческо-деятельностный процесс поведения человека при размещении информации в социальных сетях // Актуальные направления научных исследований: от теории к практике. 2016. № 4-1 (10). С. 181–191.
16. Liu X., He D., Liu C. Modeling information dissemination and evolution in time-varying online social network based on thermal diffusion motion // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2018. Vol. 510. P. 456–476.
17. Yang D., Chen G., Liao X., Shen H., Cheng X. Modeling the reemergence of information diffusion in social network // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2018. Vol. 490. P. 1493–1500.
18. Целых А.А., Дедюлина М.А. Теоретико-графовые подходы к моделированию актор-сетей в исследованиях науки и технологий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2018. № 4 (23). С. 244–259.
19. Gorshkov S., Ilyushin E., Chernysheva A., Goiko V., Namiot D. Using topic modeling for communities clusterization in the vkontakte social network // International Journal of Open Information Technologies. 2021. Vol. 9. No. 5. P. 12–17.
20. Wang C., Jiang C., Tang S., Yang L., Guo Y., Li F. Modeling data dissemination in online social networks: a geographical perspective on bounding network traffic load. In: Proceedings of the

International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc). "MobiHoc 2014 – Proceedings of the 15th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing" 2014. P. 53–62.

REFERENCES

1. Gusev M.M., Kiseleva T.V., Korablina T.V., Permyakova E.P. Modeling of the process of information dissemination in a social network. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*. 2021, no. 1 (83), pp. 54–59. (In Russ.).
2. Permyakova E.P., Korablina T.V., Kiseleva T.V., Gusev M.M. Formation of effective project teams on MVPRR-technologies. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*. 2019, no. 3 (77), pp. 67–71. (In Russ.).
3. Permyakova E.P., Kiseleva T.V. *Multivariate typing of intelligence with flexible career guidance and adaptation of learning*. Novokuznetsk: ITs SibGIU, 2020, 95 p. (In Russ.).
4. Rakhmetullina Z., Mukasheva R., Mukhamedova R., Batyrkhanov B. Mathematical modeling of the interests of social network users. In: *Proceedings – 2021 International Young Engineers Forum in Electrical and Computer Engineering, YEF-ECE 2021*. 2021, no. 5, pp. 98–103.
5. Batura T.V. Models and methods of analysis of computer social networks. *Programmnye produkty i sistemy*. 2013, no. 3. (In Russ.).
6. O'Nil K., Shatt R. *Data Science. Insider information for beginners. Including the language of R*. Sankt-Peterburg: Piter, 2019, 368 p. (In Russ.).
7. Fetinina E.P. *Human multivariance in cognition and creation*. Novokuznetsk: ITs SibGIU, 2001, 136 p. (In Russ.).
8. Permyakova E.P., Kiseleva T.V. *Mathematical modeling and analysis of nonlinear dynamic dissemination of information based on the social network of microblogs*. Novokuznetsk: ITs SibGIU, 2020, 95 p. (In Russ.).
9. Liu X., He D. Nonlinear dynamic information propagation mathematic modeling and analysis based on microblog social network. *Social Network Analysis and Mining*. 2020, vol. 10, no. 1, pp. 87.
10. Fetinina E.P., Korablina T.V. Application of the theory of fuzzy sets in the multivariate technology of career guidance and adaptation of training. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*. 2007, no. 1 (27), pp. 95–101. (In Russ.).
11. Wei J., Wu J., Johansson K.H., Cvetkovic V., Molinari M. On the modeling of neural cognition for social network applications. In: *1st Annual IEEE Conference on Control Technology and Applications, CCTA 2017*. 2017, pp. 1569–1574.
12. Permyakova E.P., Korablina T.V., Kiseleva T.V., Gusev M.M. Formation of effective project teams on MvPROP-technologies. *Sistemy upravleniya i informatsionnye tekhnologii*. 2019, no. 3 (77), pp. 67–71. (In Russ.).
13. Zhou Y., Sun X., Zheng Q., Liu T., Zhang B. Analyzing and modeling dynamics of information diffusion in microblogging social network. *Journal of Network and Computer Applications*. 2017, vol. 86, pp. 92–102.
14. Kiseleva T.V., Korablina T.V., Gusev M.M., Guseva A.N. Classification of agents in the dissemination of information within a social network. In: *Automation systems in education, science and production. LIKE '2019. Proceedings of the XII All-Russian Scientific.- practical conf. (with intern. uch.)*. Novokuznetsk: ITs SibGIU, 2019, pp. 301–302. (In Russ.).
15. Melekhin I.V. Managerial-activity process of human behavior when posting information in social networks. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy: ot teorii k praktike*. 2016, no. 4-1 (10), pp. 181–191. (In Russ.).
16. Liu X., He D., Liu C. Modeling information dissemination and evolution in time-varying online social network based on thermal diffusion motion. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2018, vol. 510, pp. 456–476.
17. Yang D., Chen G., Liao X., Shen H., Cheng X. Modeling the reemergence of information diffusion in social network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2018, vol. 490, pp. 1493–1500.
18. Tselykh A.A., Dedyulina M.A. Graph-theoretic approaches to modeling actor networks in research of science and technology. *Modelirovanie, optimizatsiya i informatsionnye tekhnologii*. 2018, no. 4 (23), pp. 244–259. (In Russ.).
19. Gorshkov S., Ilyushin E., Chernysheva A., Goiko V., Namiot D. Using topic modeling for communities clusterization in the vkontakte social network. *International Journal of Open Information Technologies*. 2021, vol. 9, no. 5, pp. 12–17.
20. Wang C., Jiang C., Tang S., Yang L., Guo Y., Li F. Modeling data dissemination in online social networks: a geographical perspective on bounding network traffic load. In: *Proceedings of the International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc). "MobiHoc 2014 – Proceedings of the 15th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing" 2014*. 2014, pp. 53–62.

Сведения об авторах

Татьяна Валентиновна Кораблина, к.т.н., доцент,
Сибирский государственный индустриальный университет
Email: ktv@siu.sibsiu.ru

Надежда Борисовна Бабичева, к.т.н., доцент, Си-
бирский государственный индустриальный универ-
ситет
Email: babicheva_nb@mail.ru

Гусев Максим Михайлович, старший преподава-
тель, Сибирский государственный индустриальный
университет
Email: mx-border@bk.ru

Information about the authors

Tat'jana V. Korablina, Cand. Sci., Asist. Prof., Head of
the Department of Applied Information Technologies and
Programming, Siberian State Industrial University
Email: ktv@siu.sibsiu.ru

Nadezhda B. Babicheva, Cand. Sci., Asist. Prof., Head
of the Department of Applied Information Technologies
and Programming, Siberian State Industrial University
Email: babicheva_nb@mail.ru

Maksim M. Gusev, senior lecturer, Siberian State Indus-
trial University
Email: mx-border@bk.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта инте-
ресов.*

The authors declare that there is no conflict of interest.

Поступила в редакцию 02.08.2022

После доработки 22.08.2022

Принята к публикации 24.08.2022

Received 02.08.2022

Revised 22.08.2022

Accepted 24.08.2022