

3. Как управлять марсоходом [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : http://www.hi-tech.mail.ru/news/ kak upravlyat_marsohodom/ – Дата доступа : 17.01.2020.
4. Вдовин, В. Ф. Криогенный малошумящий усилитель для радиоастрономических наблюдений и систем дальней космической связи на сантиметровых волнах / В. Ф. Вдовин, В. Г. Грачев, С. Ю. Дрягин, А. И. Елисеев, Р. К. Камалетдинов, Д. В. Коротаев, И. В. Леонов, М. А. Манфельд, Е. Л. Певзнер, В. Г. Перминов, А. М. Пилипенко, Б. Д. Сапожников, В. П. Саурин // *Астрофизический бюллетень*. – 2016. – № 1(71). – С. 134–138.
5. Школьный, В. Н. Экспериментальные исследования электрических характеристик арсенид-галлиевых МИС малошумящего усилителя и двухпозиционного коммутатора собственного производства для аппаратуры автономной радионавигации космических аппаратов / В. Н. Школьный, С. Б. Сунцов, А. В. Кондратенко, Д. А. Шишкин, В. Д. Дмитриев, В. М. Карабан // *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*. – № 3 (8). – 2015. – С. 304–312.
6. Design of a 4 GHz LNA for a TVRO System. Application Note A002 [Электронный ресурс]. – 2015. – Режим доступа : http://www.hp.woodshot.com/hprfhelp/4_downld/lit/other/ana002.pdf/ – Дата доступа : 17.01.2020.
7. Марков, Ю. В. Проектирование устройств приема и обработки сигналов / Ю. В. Марков, А. С. Боков. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – С. 112.
8. К расчету параболической антенны для сверхширокополосных систем радиодоступа [Электронный ресурс] – 2010. – Режим доступа : http://www.fetmag.mrsu.ru/2010-1/pdf/Parabolic_Antenne.pdf – Дата доступа : 17.01.2020.
9. Малыгин, И. В. Разработка автоматических раскрываемых СВЧ антенн для спутников CubeSat / И. В. Малыгин, А. С. Карамышев, С. С. Блинов // *Ural Radio Engineering Journal*. – 2019. – № 3(1). – С. 30–42.
10. Справочник по связи для космических исследований / Бюро радиосвязи ITU. – Женева : Международный союз электросвязи, 2015. – С. 46.
11. Radiocommunication requirements for manned and unmanned deep space research [Электронный ресурс] – 2017. – Режим доступа : <http://www.itu.int/rec/R-REC-SA.1014-3-2017-l/en>. – Дата доступа : 17.01.2020.
12. Диксон, Р. К. Широкополосные системы / Р. К. Диксон. – Москва : Связь, 1979. – 304 с.
13. Варакин, Л. Е. Системы связи с шумоподобными сигналами / Л. Е. Варакин. – Москва : Радио и связь, 1985. – С. 384.
14. Bandwidth requirements for deep-space research [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа : <http://www.itu.int/rec/R-REC-SA.1015/en>. – Дата доступа : 17.01.2020.

31.01.2020

MATYUSHKOV A. L., WOJCIECHOVICH O. Yu., MIKHNIAEV A. L. Estimation of the speed of information transfer via a space communication channel from a robotic complex located on the surface of Mars

An estimate is given of the information transfer rate over the Mars-Earth communication channel with a maximum range between them and the minimum permissible transmitter power of the rover.

656.135.2 (476.2)

.

Введение. Городской общественный пассажирский транспорт играет огромную роль в жизни современных городов. В то же время его финансовое состояние оставляет желать лучшего. Наполняемость общественного транспорта является очень важным показателем. С одной стороны, низкие значения наполняемости приводят к низкой окупаемости перевозок. С другой стороны, слишком высокие значения наполняемости снижают качество предоставляемых пассажирам услуг, что может привести к оттоку пассажиров. Поэтому изучение показателей наполняемости и управление ими является актуальной задачей настоящего времени. Цель данной работы – рассчитать и проанализировать статистические характеристики случайных величин, характеризующих степень использования вместимости автобусов в г. Светлогорске, а также произвести сравнение результатов таких расчетов с аналогичными, выполненными для г. Могилева и г. Гомеля.

Обзор литературы по проблеме исследования. Вопросы оценки эффективности использования вместимости пассажирских транспортных средств отражены во многих научных трудах. Так, в работе [4] авторы установили, что в отношении наполняемости на многих маршрутах действует закон Паретто – на протяжении 80 % пути маршрута используется только 20 % вместимости автобусов. В работе [5] авторы подчеркивают, что уровень занятости для автобусов сильно различается между государствами Европейского союза. Например, в Великобритании автобус перевозит в среднем около 9 человек, в то время как во Франции этот показатель составляет око-

ло 25. Различия между государствами авторы объясняют различной организацией общественного транспорта, а также формой собственности автобусных предприятий. Аналогичные исследования с такими же выводами для США приведены в [3]. В них также отмечается низкая эффективность использования вместимости пассажирских транспортных средств. В Республике Беларусь в работе [2] показано, что уровень использования вместимости пассажирских транспортных средств не высок, при этом коэффициент пассажиронапряженности составляет в среднем 30 %. В работе [1] показано, что существует значимая неравномерность использования вместимости пассажирских транспортных средств по часам суток и, на некоторых маршрутах, по направлениям движения.

Критерии оценки наполняемости автобусов. Степень использования вместимости предполагается оценивать следующими критериями:

- средней наполняемостью за рейс (N), пасс. – отношение выполненных за рейс пассажиро-километров к длине рейса;
- коэффициентом рейсовой вместимости (η) – отношение выполненных за рейс пассажиро-километров транспортной работы к максимально возможной транспортной работе, определяемой произведением вместимости автобуса и расстоянием поездки;
- коэффициентом пассажиронапряженности (ρ) – отношение максимального пассажиропотока за рейс (пассажиронапряженности) к вместимости автобуса.

Аземша Сергей Александрович, к. т. н., заведующий кафедрой «Управление автомобильными перевозками и дорожным движением» Белорусского государственного университета транспорта.

Грищенко Татьяна Владимировна, магистр техники и технологии Белорусского государственного университета транспорта.

Ясинская Ольга Олеговна, магистр техники и технологии Белорусского государственного университета транспорта.

Беларусь, БелГУТ, 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.

Таблица 1 – Основные статистические характеристики критериев оценки степени использования вместимости автобусов в г. Светлогорске

Пере- менная	Описательные статистики (Сводная таблица с данными г. Светлогорска)									
	Среднее	Медиана	Минимум	Максим.	Ст. откл.	Станд. ошибки	Асим- метрия	Стд. ош. асимметрии	Эксцесс	Стд. ош. эксцесса
N	15,61320	13,26039	0,246154	50,92661	10,99831	0,824358	1,028368	0,182075	0,779728	0,3622
	0,15318	0,13000	0,002462	0,50927	0,11152	0,008359	1,026465	0,182075	0,725178	0,3622
K	0,27915	0,23000	0,010000	0,98000	0,19618	0,014705	1,178306	0,182075	1,211537	0,3622

Таблица 2 – Результаты подгонки распределения

	p -значение критерия		
	Колмогорова-Смирнова	Андерсон-Дарлинга	Хи-квадрат
г. Светлогорск			
Средняя наполняемость за рейс (N)	Смешанное Гауссовское	Смешанное Гауссовское	Смешанное Гауссовское
Коэффициент рейсовой вместимости ()	Обобщение экстремальных значений	Смешанное Гауссовское	Обобщение экстремальных значений
Коэффициент пассажирапряженности ()	Смешанное Гауссовское	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений
г. Могилев			
Средняя наполняемость за рейс (N)	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений	Смешанное Гауссовское
Коэффициент рейсовой вместимости ()	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений	Вейбула
Коэффициент пассажирапряженности ()	Джонсона SU	Обобщение экстремальных значений	Релея
г. Гомель			
Средняя наполняемость за рейс (N)	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений
Коэффициент рейсовой вместимости ()	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений
Коэффициент пассажирапряженности ()	Обобщение экстремальных значений	Обобщение экстремальных значений	Джонсона SU

Статистические исследования критериев оценки наполняемости автобусов в г. Светлогорске. Для расчета трех приведенных выше критериев использования вместимости автобусов на ряде маршрутов г. Светлогорска производилось обследование пассажиропотоков. Такое обследование сделано путем непосредственного подсчета учетчиками количества входящих и выходящих пассажиров на каждой остановке. Общее количество обследованных рейсов равно 178. Основные статистические характеристики исследуемых величин приведены в таблице 1.

Оценка описательных статистик показывает, что распределение исследуемых случайных величин отлично от нормального закона. Для оценки нормальности распределения также были построены гистограммы распределения частот исследуемых величин, их нормально-вероятностные графики и ящичные диаграммы размаха. Все проведенные тесты показали, что распределение исследуемых величин отлично от нормального, что согласуется с проведенными ранее исследованиями для г. Гомеля и г. Могилева.

Результаты подгонки распределения в программе Statistica для исследуемых трех случайных величин, произведенных при помощи p -значений критерия Колмогорова-Смирнова, Андерсон-Дарлинга и Хи-квадрат, приведены в таблице 2. Из таблицы 2 видно, что исследуемые переменные распределены по законам «Обобщение экстремальных значений» и «Смешанное Гауссовское распределение». Такие результаты согласуются с полученными данными при анализе перевозок пассажиров троллейбусами в г. Могилеве и автобусами в г. Гомеле.

Для расчета средних значений показателей использования вместимости автобусов в г. Светлогорске (X), а также их предельной абсолютной ошибки (ε) использовалась методика, приведенная в [2]. Результаты таких расчетов, а также аналогичных расчетов для г. Гомеля и г. Могилева приведены в таблице 3. Из этой таблицы видно, что с уменьшением численности жителей города значения всех трех критериев оценки степени использования вместимости пассажирских транспортных средств снижаются.

Диаграмма размаха значений средней наполняемости за рейс по трем рассматриваемым городам приведена на рисунке 1. Для оценки значимости различий в критериях оценки степени использования вместимости для трех городов применялись дисперсионный анализ Краскела-Уоллиса, медианный тест и сравнение средних рангов всех групп, реализованные в [6]. Их результаты позволяют сделать вывод о значимости различий в средних значениях трех анализируемых показателей оценки по всем статистическим критериям. То есть все критерии оценки степени использования вместимости пассажирских транспортных средств в трех рассмотренных городах значимо отличаются друг от друга. Аналогичные результаты были получены и для коэффициента рейсовой вместимости (), и для коэффициента пассажирапряженности ().

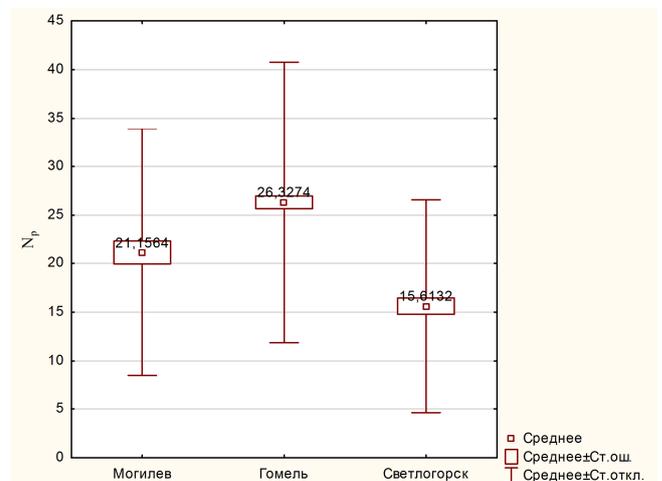
**Рисунок 1** – Диаграмма размаха значений переменной N для г. Гомеля, г. Могилева и г. Светлогорска

Таблица 3 – Сравнение степени использования вместимости пассажирских транспортных средств в г. Гомеле, г. Могилеве и г. Светлогорске

Город	Население, тыс. чел	Средняя наполняемость за рейс (N), пасс		Коэффициент рейсовой вместимости (), %		Коэффициент пассажиронапряженности (), %	
		\bar{X}	ε	\bar{X}	ε	\bar{X}	ε
Гомель	536,6	26,33	2,58	17,33	1,7	30,14	3
Могилев	382,3	21,16	3	17,2	2	30	2
Светлогорск	67,3	15,6132	2,34	15,318	2,3	27,915	4,2

Также была выдвинута гипотеза о значимости различий приведенных выше трех критериев оценки степени использования вместимости автобусов в г. Светлогорске по дням недели (будний, выходной), по маршрутам и по направлениям движения на каждом маршруте. При оценке значимости различий по маршрутам использовались дисперсионный анализ Краскела-Уоллеса, медианный тест, сравнение средних рангов для всех групп, реализованные в [6]. При оценке значимости различий по направлениям движения на каждом маршруте, а также по дням недели (будний и выходной) использовались тест Вальда-Вольфовица, Колмогорова-Смирнова, U -тест Мана-Уитни, реализованные в [6].

На рисунке 2 приведена диаграмма размаха значений средней наполняемости за рейс (N) по маршрутам. Из рисунка видно, что минимальное значение средней наполняемости за рейс составляет 9,2534 пасс на маршруте 10, а максимально – 27,2512 пасс на маршруте 12Б.

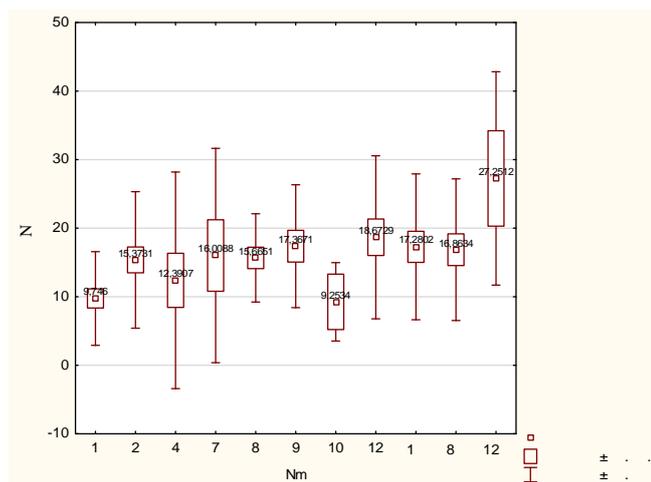


Рисунок 2 – Диаграмма размаха значений переменной N для г. Светлогорска по маршрутам

Результаты расчетов показывают, что по маршрутам движения имеются значимые различия всех трех критериев оценки степени использования вместимости автобусов по всем трем тестам, за исключением медианного теста для переменной N . Аналогичные исследования для г. Гомеля показали, что имеются значимые различия всех трех критериев оценки степени использования вместимости автобусов по всем трем тестам. Для г. Могилева (рассматривались троллейбусные маршруты) было установлено отсутствие значимости таких различий по маршрутам движения.

На рисунке 3 приведена диаграмма размаха значений средней наполняемости за рейс (N) по дням недели (будний и выходной). Из рисунка видно, что значение средней наполняемости за рейс в будний день составляет 13,44 пасс, а в выходной – 5,44 пасс.

По результатам оценки значимости различий по дням недели (будний и выходной) можно сделать выводы о том, что такие различия значимы для переменной N по критерию Колмогорова-Смирнова и U -теста Мана-Уитни и для переменной $K_{рвм}$ по U -тесту Мана-Уитни.

Анализ значимости различий степени использования вместимости автобусов в г. Светлогорске по направлениям движения на каждом маршруте показал, что не имеется значимых различий. В то же

время, аналогичный анализ для г. Могилева и г. Гомеля показал наличие значимости таких различий для некоторых маршрутов.

Заключение. Таким образом, проведенная работа позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1. Критерии оценки степени использования вместимости автобусов в г. Светлогорске имеют низкие значения и составляют:

- средняя наполняемость за рейс (N) – 15,61 пасс;
- коэффициент рейсовой вместимости () – 15,3 %;
- коэффициент пассажиронапряженности () – 27,9 %.

2. Значения трех критериев оценки степени использования вместимости пассажирских транспортных средств для г. Светлогорска, г. Могилева и г. Гомеля значимо отличаются друг от друга и уменьшаются со снижением числа жителей населенного пункта.

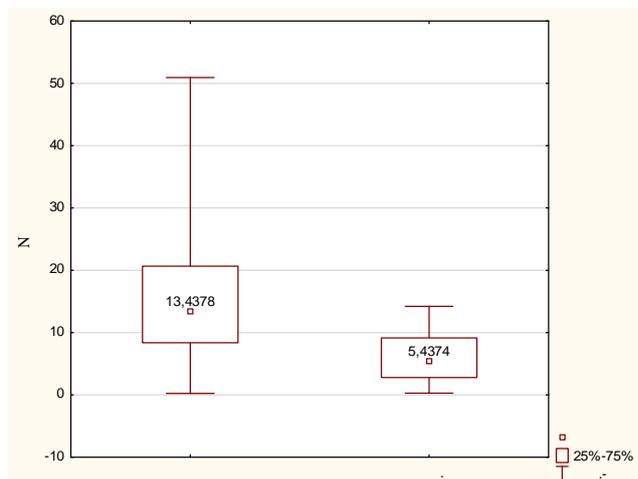


Рисунок 3 – Диаграмма размаха значений переменной N для г. Светлогорска по дням недели (будний и выходной)

3. По маршрутам движения имеются значимые различия всех трех критериев оценки степени использования вместимости автобусов по всем тестам, за исключением медианного теста для переменной N . Аналогичные исследования для г. Гомеля показали, что имеются значимые различия всех трех критериев оценки степени использования вместимости автобусов по всем тестам. Для г. Могилева (рассматривались троллейбусные маршруты) было установлено отсутствие значимости таких различий по маршрутам движения.

4. Анализ значимости различий значений критериев оценки степени использования вместимости автобусов в г. Светлогорске по направлениям движения на каждом маршруте показал, что не имеется значимых различий. В то же время аналогичный анализ для г. Могилева и г. Гомеля показал наличие значимости таких различий для некоторых маршрутов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аземша, С. А. Оценка неравномерности использования вместимости общественного пассажирского транспорта / С. А. Аземша // Логистический аудит транспорта и целей поставок: материалы II Международной научно-практической конференции (26 апреля 2019 г.) / Отв. редактор С. А. Эртман. – Тюмень: ТИУ, 2019. – С. 16–23.
2. Azemsha, S. / The Study of the Trolley Buses Occupancy / S. Azemsha // Global Journal of Management and Business Re-

- search: F Real Estate, Event and Tourism Management – 2019. – Volume 19 Issue 1 Version 1.0 – P. 6–15. – URL : https://globaljournals.org/GJMBR_Volume19/2-The-Study-of-the-Trolley-Buses.pdf.
3. Average Vehicle Occupancy Factors for Computing Travel Time. – URL : https://www.fhwa.dot.gov/tpm/guidance/avo_factors.pdf.
 4. Caio, Ponte. Traveling heterogeneity in public transportation / Caio Ponte, Hygor Piaget M. Melo, Carlos Caminha, Jos S. Andrade Jr., Vasco Furtado. – URL : <https://epjdatascience.springeropen.com/articles/10.1140/epjds/s13688-018-0172-6>.
 5. Adra, N. Analysis of the load factor and the empty running rate for road transport. Artemis - assessment and reliability of transport emission models and inventory systems. Rapport de recherché / N. Adra, J. L. Michaux, Michel Andre. – 2004. – 31 p. – URL : https://www.researchgate.net/publication/277183200_Analysis_of_the_load_factor_and_the_empty_running_rate_for_road_transport_Artemis_-_assessment_and_reliability_of_transport_emission_models_and_inventory_systems.
 6. Statistica 13.3. Computer program. Serial number JRR709H998119TE-A.

26.02.2020

AZEMSHA S. A., GRISHCHENKO T. V., YASINSKY O. O. Study of bus filling in urban passenger transport in the City of Svetlogorsk

The degree of use of passenger vehicle capacity is an indicator affecting the economic component of the carrier's work, as well as the comfort of the trip. In order to improve the economic efficiency of the carrier, efforts should be made to maximize capacity utilization. However, this will reduce the comfort of the trip, and therefore the quality of the service provided. Therefore, decisions to optimize the capacity utilization of buses (trolleybuses) are trade-offs and should be supported by appropriate justifications, which can be based only on knowledge of the existing values of the criteria for assessing the capacity utilization of passenger vehicles.

338.2: 681.3

. " . " . " . "

()

Введение. В промышленности, питании, спорте и многих других областях деятельности общества часто приходится решать задачу отслеживания хода совершенствования объекта или процесса относительно заданных нормативов (требования к будущему изделию, нормы готовности к применению одобренной системы питания и т. п.) Во всех странах мира сейчас наиболее актуальным становятся вопросы продовольственной безопасности и рационального питания [1–5]. Установление рекомендуемых норм потребления пищевых продуктов является сложным процессом, в котором требуется участие ученых из всех областей науки (медицины, микробиологии, политологии, экономики, биофизики и многих других). В Беларуси и России приняты Доктрины продовольственной безопасности этих стран [2, 3]. В Беларуси Доктрина по продовольственной безопасности страны содержит целевое поручение национальной академии наук выполнять её мониторинг, в России издан приказ, регламентирующий нормы потребления продуктов в год на душу населения [5]. Удобным методом для целей их мониторинга является метод радарных диаграмм, так как площадь диаграммы характеризует весь рассматриваемый объект с комплексным учётом всех основных его показателей. Достигнутое увеличение площади характеризует приближение объекта к заданному нормативу.

Общая структура одного из возможных алгоритмов. Оценку состояния дел в различных странах относительно норм питания, рекомендуемых их медицинскими службами, можно выполнить с помощью радарных диаграмм. Особенность метода радарных диаграмм заключается в подходящем выборе образца для группы сравниваемых объектов, чтобы на его основе провести нормирование изучаемого множества однородных объектов по фиксированной пользователем группе показателей в отдельных случаях с указанием их веса () и выделением из них прогрессивных и регрессивных.

Обычно предлагается использовать идеальную модель несуществующего объекта из имеющихся образцовых (лучших) доступных данных.

Показатели для построения радарных диаграмм часто состоят из двух типов: прогрессивных (чем больше, тем лучше) и регрессивных (чем меньше, тем лучше), отражающих существенные стороны

для решения поставленных задач. Смысл их нормирования состоит в переходе к безразмерным показателям диаграмм относительно хорошего образца и переводу значений всех показателей в интервал от 0 до 1, что позволяет строить диаграмму в виде многоугольника, вписанного в круг единичного радиуса, и выбирать размер единичного радиуса в соответствии с обеспечением наглядности диаграммы. Она строится для конкретного объекта так: на единичных радиусах, исходящих из центра круга под заданными углами относительно первого радиуса, по всем нормированным радиусам откладываются их значения для избранного объекта, эти точки соединяются отрезками в порядке следования радиусов, и получают многоугольник, площадь которого характеризует данный объект.

Все объекты, как уже отмечалось выше, можно отобразить разными цветами на одном чертеже либо линиями одного цвета, но разных типов (толщина, пунктир и т. п.). Наибольшей трудностью является определение весов признаков, так как они определяются экспертами. Сами виды признаков, характеризующие объекты, как правило, определяются пользователями, исходя из требований исследования. Нормированная матрица из признаков объектов является основой построения диаграммы. Каждому объекту соответствует своя строка признаков, которые перечисляются в заданном порядке. Угол между радиусами вычисляется по формуле:

$$i = 2\pi p_i, \quad (1)$$

где $\pi = 3,14$, p_i – вес признака.

На практике используются два вида радарных диаграмм: равноугольные (при равных весах признаков n все углы равны ($i = 2\pi/n$)) и разноугольные ($i = 2\pi p_i$).

Если через ij обозначим нормированный признак j объекта i в нормированной матрице, то получим следующую формулу (1) для расчёта площадей i соответствующих диаграмм для объектов i :

$$i = 0,5 \cdot (\sin(2\pi p_1) \cdot i_{i1} \cdot i_{i2} + \sin(2\pi p_2) \cdot i_{i2} \cdot i_{i3} + \dots + \sin(2\pi p_n) \cdot i_{in} \cdot c_{i1}). \quad (2)$$

Матюшков Леонид Петрович, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий Брестского государственного технического университета.

Муравьев Геннадий Леонидович, к. т. н., доцент, доцент кафедры интеллектуальных информационных технологий Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Пилипчук И. В., магистр, старший преподаватель Брестского государственного университета им. А. С. Пушкина.

Беларусь, БрГУ им. А. С. Пушкина, 224016, г. Брест, б-р Космонавтов, 21.