

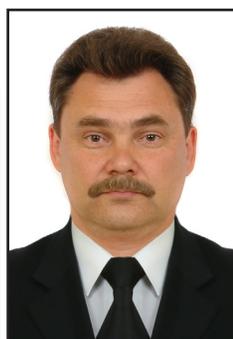


Автобус для перевозки пассажиров с велосипедами на кольцевом маршруте Ханоя



Игорь РЯБОВ
Igor M. RYABOV

Нгуен Тхи Тху ХЬОНГ
Nguyen Thi Thu HUONG



Сергей ДАНИЛОВ
Sergey V. DANILOV

Рябов Игорь Михайлович – доктор технических наук, профессор Волгоградского государственного технического университета, Волгоград, Россия.

Нгуен Тхи Тху Хьонг – кандидат технических наук, Ханой, Вьетнам.

Данилов Сергей Васильевич – кандидат технических наук, ст. преподаватель Северо-Кавказской государственной гуманитарной-технологической академии, Черкесск, Россия.

Bus for Passengers with Bicycles on the Ring Route of Hanoi

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 196)

В статье даны обоснование количества мест в автобусе для пассажиров с велосипедами (оно учитывает прогнозируемый пассажиропоток в Ханое) и описание конструкции стоек для временного хранения велосипедов во время их транспортировки в салоне машины. Автобусы, которые оборудованы специальными стойками для велосипедов, предлагается называть «автовелобусами». Нововведение позволит снизить интенсивность движения транспорта в городе и повысить безопасность на дорогах за счет большей привлекательности автобусных маршрутов.

Ключевые слова: городской транспорт, автобус, перевозка велосипедов, велосипедизация.

Качество обслуживания пассажиров общественным транспортом во вьетнамском Ханое пока не на высоком уровне и желательно его улучшить. Степень доступности автобусов в районах города недостаточная из-за низкой плотности маршрутной сети. Пассажиры при передвижении от дома до рабочего места или учебы затрачивают около часа, а в обе стороны – почти два часа в сутки. Время перемещения от дома до остановки и от остановки до нужного места значительно превышает нормативное. При этом большое количество пассажиров использует велосипед, чтобы быстрее попасть к остановке автобуса. Почти половина из них является молодыми людьми, студентами и школьниками, которым легко осуществить посадку в автобус и выход из него вместе с велосипедом. Для более совершенной организации перевозок предлагается в автобусах с низким полом установить специальные стойки для временного хранения велосипедов во время их транспортировки в салоне машины.



Рис. 1.
Предлагаемый
кольцевой
автобусный
маршрут с участием
автовелобусов,
проходящий через
девять районов
Ханоя.

Таблица 1

Результаты расчета числа жителей, охваченных автобусными перевозками

№ рай- она	Названия рай- онов	Селитебная площадь районов, S_i , км ²		Плотность населения, d_i , чел./м ²	Число жителей в зоне колец, K_{*} , чел.	
		В зоне 500 м от маршрута автобуса	В зоне 1500 м от маршрута автовелобуса		В зоне кольца шириной ±500 м	В зоне кольца шириной ±1500 м
1	Ба Динь	0,52	1,88	24703	12846	46442
2	Кау Жай	1,69	5,11	19683	33264	100580
3	Донг Да	1,75	2,73	35641	62372	97300
4	Хай Ба Чынг	1,71	2,61	29665	50727	77426
5	Тхань Суан	1,39	4,78	1899	26396	90772
6	Хоанг Май	0,67	4,42	8662	5804	38286
7	Лонг Бьен	4,95	14,25	3000	14850	42750
8	Тай Хо	2,74	5,61	5442	14911	30530
9	Донг Ань	7,15	15,12	1796	12841	27156
Итого		22,57	56,51		234011	551241

Специализированный автобус для перевозки пассажиров с велосипедами на разработанном городском кольцевом маршруте, связывающем девять районов Ханоя, предлагается назвать автовелобусом. Использование автовелобуса позволяет увеличить охватываемую маршрутом селитебную площадь города с 22,57 до 56,51 км² (рис. 1).

Для определения числа жителей города, охваченных автобусными перевозками, с учетом плотности населения по районам при использовании обычного автобуса (на расстоянии ±500 м

от маршрута) и велосипедной доступности маршрута (на расстоянии ±1500 м от линии автовелобуса) была применена формула:

$$K_{*} = \sum_1^n S_i \cdot d_i, \quad (1)$$

где S_i – селитебная площадь каждого района, через который следует новый маршрут, км²; d_i – плотность населения района с новым маршрутом, чел./м²; n – количество районов города, через которые проходит автовелобус.





Рис. 2. Автобус МАЗ-107, модернизированный в автовелобус.



Рис. 3. Размещение сидений для пассажиров в автовелобусе.



Рис. 4. Стойки для крепления велосипеда в автовелобусе.



Рис. 5. Стойки с велосипедами в автовелобусе.



Рис. 6. Световые индикаторы свободных мест для велосипедов.

Для расчета S_j использована специальная программа. Результаты расчетов по формуле (1) приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что число жителей, охваченных автобусными перевозками, возрастает более чем в 2 раза: с 234011 до 551241 человек.

Чтобы обосновать количество мест в автовелобусе для обычных пассажиров и велосипедистов, необходимо определить их соотношение на маршруте. Для этого было проведено статистическое исследование методом анкетирования. Установлено, что оснащённость населения велосипедами или уровень велосипедизации со-

ставляет около 150 единиц на 1000 жителей [1]. Почти половина пассажиров (47%), пользующихся автобусами и велосипедами, относится к категории молодых, им легко осуществить посадку в автобус, установку велосипеда в специальные стойки и выход из автобуса вместе с велосипедом. Причем доля желающих перемещаться в автобусе с велосипедом составляет 25% от общего количества пассажиров.

По сути, вместимость первого салона автовелобуса, предназначенного для перевозки пассажиров с велосипедами, должна быть в 4 раза меньше вместимости второго салона, рассчитанного на перевозку обычных клиентов.

Для удобства посадки и выхода пассажиров с велосипедами предлагается в качестве автовелобуса использовать низкопольный удлиненный одноэтажный модернизированный автобус серии МАЗ-107 (рис. 2, 3).

При модернизации в салоне автовелобуса напротив дверей устанавливаются стойки (рис. 4, 5) для временного хранения велосипедов, а снаружи, возле входной двери, устанавливаются световые индикаторы

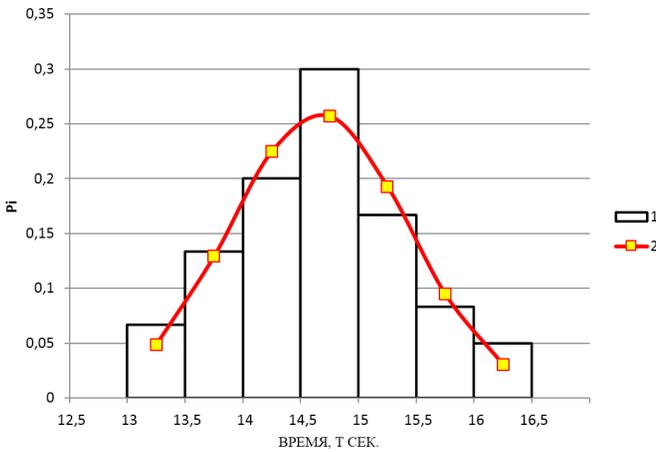


Рис. 7. Гистограмма распределения частоты попадания времени входа в автобус одного пассажира с велосипедом (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

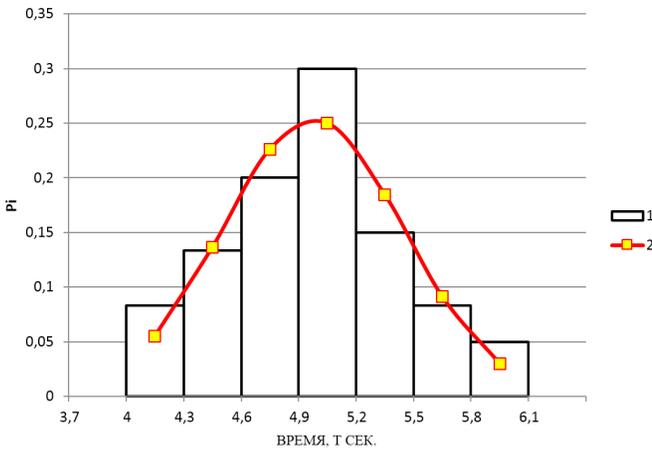


Рис. 8. Гистограмма распределения частоты попадания времени входа в автобус одного пассажира без велосипеда (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

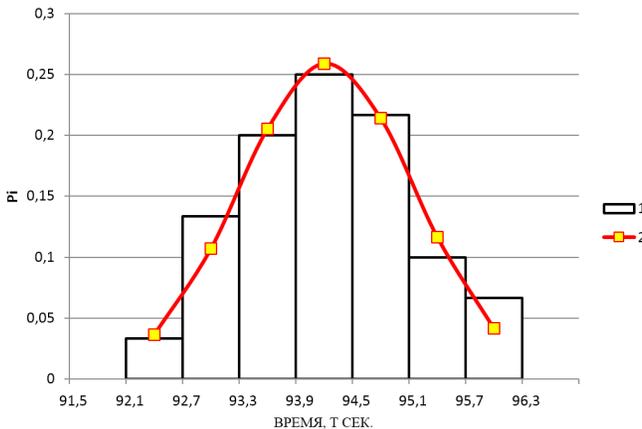


Рис. 9. Гистограмма распределения частоты попадания времени входа в автобус девяти пассажиров с велосипедом (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

торы свободных стоек (рис. 6), которые срабатывают от датчиков, расположенных в каждой из ячеек.

Пассажиры с велосипедом заходят в салон, устанавливают его в стойки, которые могут иметь крепление с замком, рассчитанным на магнитные карты. При вынимании карты из щели замок закрывается;

при ее введении открывается, и велосипед снимается со стойки.

Поскольку велосипеды устанавливаются в стойки почти вертикально, под острым углом в плане $\alpha = 60$ градусов, они занимают мало места в автовелобусе (рис. 5). На панели приборов машины расположена сигнальная лампа, которая загорается, как



Рис. 10. Гистограмма распределения частоты попадания времени входа в автобус девяти пассажиров без велосипеда (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

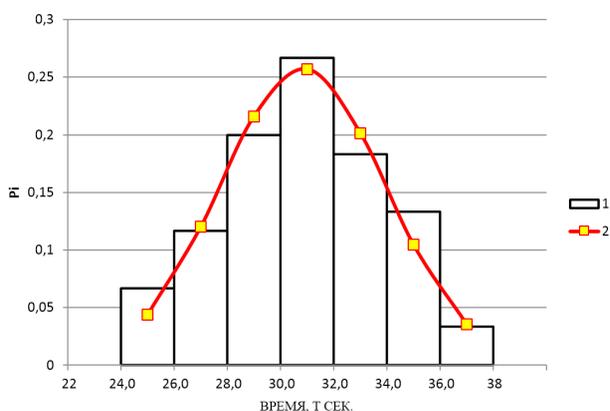


Рис. 11. Гистограмма распределения частоты попадания времени выхода из автобуса одного пассажира с велосипедом (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

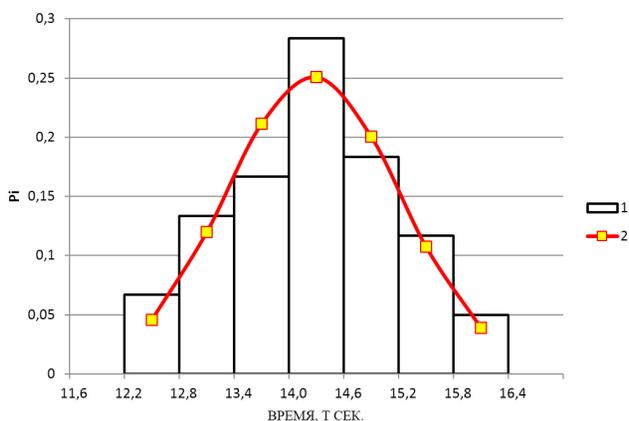
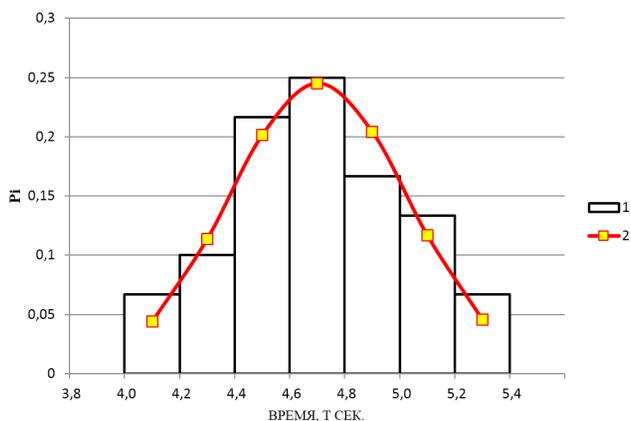


Рис. 12. Гистограмма распределения частоты попадания времени выхода из автобуса одного пассажира без велосипеда (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).



только будет занята последняя стойка для велосипеда. Тогда водитель на следующей остановке не откроет дверь для входа велосипедистов. Но если кто-то из едущих пожелает выйти и снимет велосипед со стойки, то сигнальная лампа гаснет, и водитель открывает двери для входа и выхода.

Нами были определены законы распределения времени входа в автобус одного

пассажира с велосипедом, одного пассажира без велосипеда, времени входа в автобус девяти пассажиров с велосипедами, девяти пассажиров без велосипедов, соответственно и времени их выхода из машины. Результаты исследования свидетельствуют, что они вполне подчиняются нормальному закону распределения. Все данные статистических расчетов показаны на рис. 7-14.

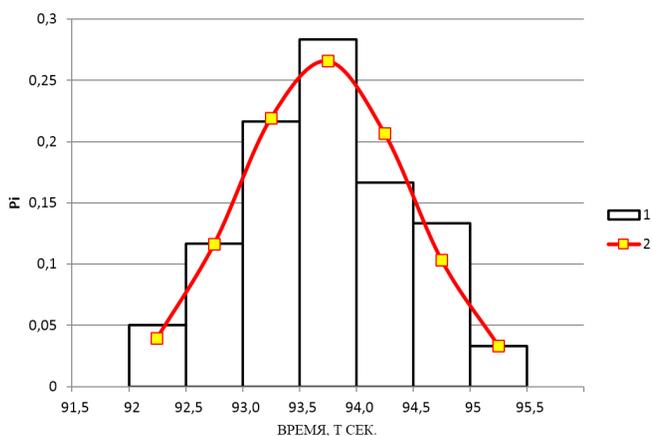


Рис. 13. Гистограмма распределения частоты попадания времени выхода из автобуса девяти пассажиров с велосипедом (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

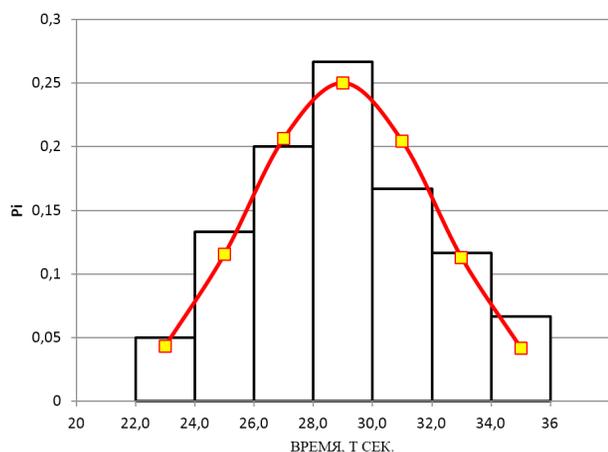


Рис. 14. Гистограмма распределения частоты попадания времени выхода из автобуса девяти пассажиров без велосипеда (1) и выравнивающая ее теоретическая кривая нормального закона (2).

Результаты статистического исследования времени посадки пассажиров с велосипедами в первый салон автовелобуса показали, что оно в среднем не превышает времени посадки обычных пассажиров во второй салон, поскольку их в среднем в 4 раза больше. Поэтому скорость сообщения при использовании автовелобусов не уменьшится.

Автовелобусы являются перспективным решением задачи повышения качества обслуживания пассажиров в Ханое. Вместе с совершенствованием инфраструктуры автобусного маршрута для велосипедистов, включающую велосипедные парковки, камеры хранения и пункты проката велосипедов, велосипедные станции (с ремонтным сервисом) на автобусных остановках, автовелобусы будут способствовать велосипедизации населения, помо-

гут сделать транспортную систему столицы Вьетнама более удобной и экологичной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рябов И. М., Нгуен Тхи Тху Хыонг. Современное состояние пассажирского транспорта города Ханой // Известия ВолгГТУ. Серия «Наземные транспортные системы». Вып. 8. – 2014. – № 3. – С. 93–96.
2. Рябов И. М., Нгуен Тхи Тху Хыонг. Анализ обслуживания пассажиров автобусами в России и за рубежом // Мир транспорта. – 2014. – № 2. – С. 122–131.
3. Shehovtsov, V. V., Pobedin, A. V., Lyashenko, M. V. Service Quality—Developing a Service Quality Index in the Provision of Commercial Bus Contracts // Seminarium Kół Naukowych «Mechaników», Warszawa, 22–23 kwietnia 2010 r.: referaty / Wojskowa Akademia Techniczna. – Warszawa 2010. – pp. 499–517.
4. Silva Ana, Ilce Pinto, Denise Ribeiro, Juan Delgado. Multicriteria Analysis for Evaluation of Bike Lane Routes Integrated to Public Transportation. Procedia – Social and Behavioral Sciences. Volume 162, 19 December 2014. – pp. 388–397.
5. Zhang, P., Ren, F., & Liu, X. M. Study on the transferring between bikes and normal buses. China Journal of Highway and Transport, 1995, № 8. – pp. 153–157.

Координаты авторов: **Рябов И. М.** – rjabov1603@mail.ru, **Нгуен Тхи Тху Хыонг** – thuhuong@mail.ru, **Данилов С. В.** – sergey-danilov1@ya.ru.

Статья поступила в редакцию 30.06.2015, принята к публикации 27.08.2015.



BUS FOR PASSENGERS WITH BICYCLES ON THE RING ROUTE OF HANOI

Ryabov, Igor M., Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia.

Nguyen Thi Thu Huong, Hanoi, Vietnam.

Danilov, Sergey V., North-Caucasian State Humanitarian-Technological Academy, Cherkessk, Russia.

ABSTRACT

The buses, which are equipped with special racks for bicycles, are proposed to be deployed in Hanoi and which can be called «velobuses» («bicycle-carrying buses» or «bicycle-buses»). This innovation will reduce traffic intensity in the city and improve safety on roads

due to the greater attractiveness of bus routes. The article provides justification for the number of seats in the bus for passengers with bicycles (it takes into account projected passenger traffic in Hanoi) and a description of the design of racks for temporary storage of bicycles during their transportation inside the bus.

Keywords: urban transport, bus, transportation of bicycles.

Background. *The quality of passenger service offered by public transport in Vietnam's Hanoi is not at a high level and it is preferable to improve it. The availability offered by buses in city districts is insufficient due to the low density of the route network. Passengers when traveling from home to the workplace or school spend about an hour, and in both directions – almost two hours a day. The travel time from home to the bus stop and from the stop to the destination place significantly exceeds standard. At the same time a large number of passengers use bicycles to quickly get to the bus stop. Almost half of them are young people, students and schoolchildren, for which it is easy to board the bus and get out of it with the bike. For better organization of transportation it is offered in buses with a low floor to install special racks for temporary storage of bicycles during their transportation inside the bus.*

Objective. *The objective of the authors is to consider innovative bus type, which is designed to transport passengers with bicycles.*

Methods. *The authors use general scientific methods, comparative analysis, evaluation approach.*

Results. *Specialized bus for passengers with bicycles on the developed city ring route linking nine districts of Hanoi, is proposed to be called bicycle-bus (or «velobus» either bicycle-carrying bus). The use of bicycle-buses enables to increase area of the city intended for building, which is covered by the bus route, from 22,57 km² to 56,51 km² (Pic. 1).*

To determine the number of residents covered by bus transportation, taking into account the population density of areas with conventional bus (at a distance of ±500 m from the route) and the availability of route for bicycles (at a distance of ±1500 m from the line of auto-bicycle-bus) the following formula was used:

Pic. 1. *The proposed ring bus route with «velobuses» passing through nine districts of Hanoi.*



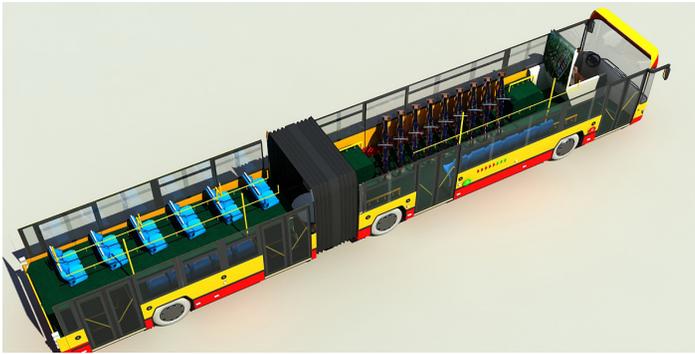
Pic. 2. *The bus MAZ-107, upgraded in bicycle-carrying bus.*



Table 1

The results of calculating the number of residents covered by bus transportation

№ of district	District title	District area, intended for building S_i , km ²		Population density, d_i , pers./m ²	Number of residents in the ring zone, K_i , pers.	
		In the area 500 m from the bus route	In the area 1500 m from bicycle-bus route		In the ring zone with the width of ± 500 m	In the ring zone with the width of ± 1500 m
1	Ba Dinh	0,52	1,88	24703	12846	46442
2	Cow Zhi	1,69	5,11	19683	33264	100580
3	Dong Da	1,75	2,73	35641	62372	97300
4	Hai Ba Trung	1,71	2,61	29665	50727	77426
5	Thanh Xuan	1,39	4,78	1899	26396	90772
6	Hoang May	0,67	4,42	8662	5804	38286
7	Long Bien	4,95	14,25	3000	14850	42750
8	Tay Ho	2,74	5,61	5442	14911	30530
9	Dong Anh	7,15	15,12	1796	12841	27156
Total		22,57	56,51		234011	551241



Pic. 3. Placement of seats for passengers in bicycle-bus.

$$K_i = \sum_1^n S_i \cdot d_i, \quad (1)$$

where S_i is area of each district intended for building, through which a new route follows, km²; d_i is population density of the area with a new route, pers./m²; n is a number of city districts, covered by auto-bicycle-bus.

To calculate a special program was used. Calculation results by the formula (1) are shown in Table 1.

The table shows that the number of people covered by bus transportation, increased more than 2-fold: from 234011 to 551241 people.

To justify the number of seats in bicycle-bus for ordinary passengers and cyclists it is necessary to define their ratio on the route. To this end, a statistical study was conducted by surveying. It was found that the equipment of people with bicycles or level of bicyclization is about 150 units per 1000 inhabitants [1]. Almost half of passengers (47%) who use buses and bicycles, is classified as young, it is easy for them to board the bus, to put a bicycle in special racks and to get out of the bus with the bicycle. The share of those wanting to move in the bus with the bike is 25% of the total number of passengers.

In fact, the capacity of the first compartment of auto-bicycle-bus is intended for the carriage of passengers with bicycles, should be 4 times less than the capacity of the second compartment, designed for transportation of ordinary passengers.

For the convenience of boarding and exit of passengers with bicycles it is offered to use a low-floor, elongated one-storey modernized bus MAZ-107 series as an auto-bicycle-bus (Pic. 2, 3).

When upgrading in the compartment of auto-bicycle-bus in front of doors racks (Pic. 4, 5) for temporary storage of bicycles are installed, and outside, near the front door light indicators of free racks (Pic. 6) are installed, which will be triggered by sensors located in each cell.

Passenger with a bicycle comes to the compartment, puts it in the rack (Pic. 5), which can be fixed with the lock, designed for magnetic cards. When removing the card from the slot the lock is closed; when putting the card the lock opens and the bike can be removed from the rack.

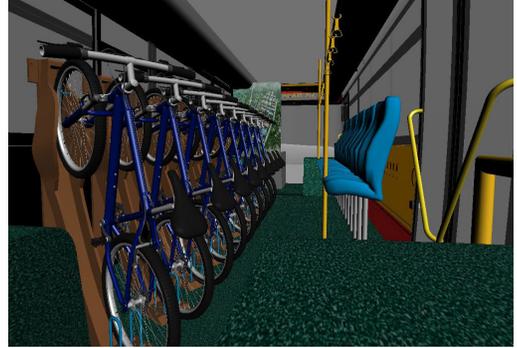
Since bicycles are put almost vertically in the racks at an acute angle in terms of $\alpha = 60$ degrees, they occupy little space in the auto-bicycle-bus (Pic. 5). On the dashboard of the vehicle a warning light is located, which lights up as soon as the last rack for the bicycle is occupied. Then the driver at the next stop will not open the door for the entrance of cyclists. But if someone wishes to go out and removes a bicycle from the rack, the warning light goes out and the driver opens the door for entry and exit.

We have defined the laws of time distribution for entry into a bus by one passenger with a bicycle, one





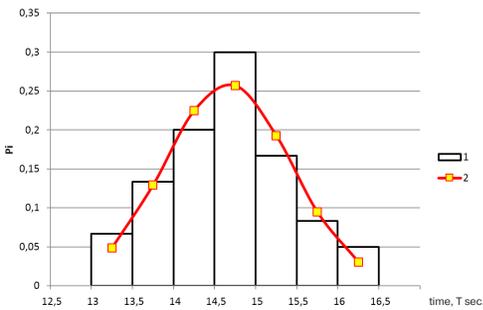
Pic. 4. Racks for mounting a bicycle in bicycle-bus.



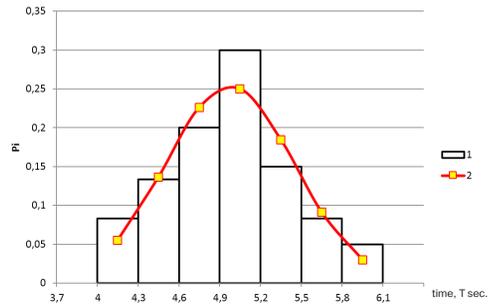
Pic. 5. Racks with bicycles in bicycle-carrying bus.



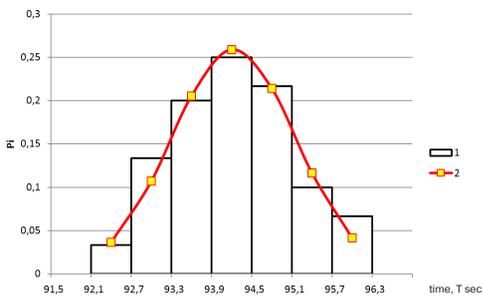
Pic. 6. Light indicators of free places for bicycles.



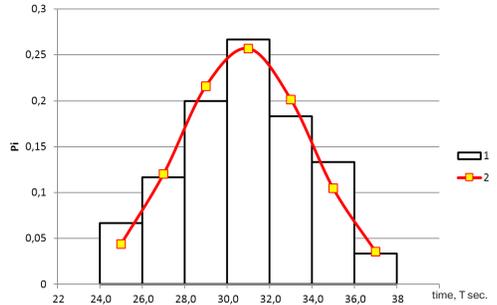
Pic. 7. Histogram of frequency distribution of falling time of entry into a bus by one passenger with a bicycle (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



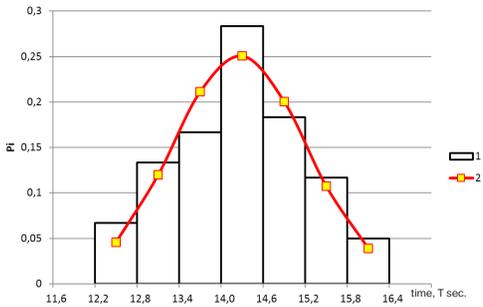
Pic. 8. Histogram of frequency distribution of falling time of entry into a bus by one passenger without a bicycle (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



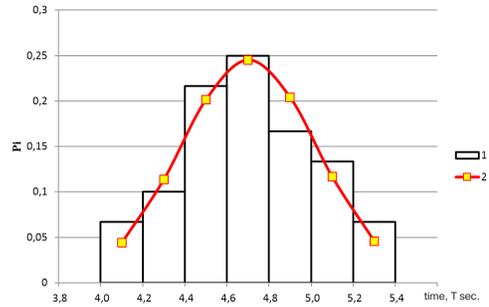
Pic. 9. Histogram of frequency distribution of falling time of entry into a bus by nine passengers with bicycles (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



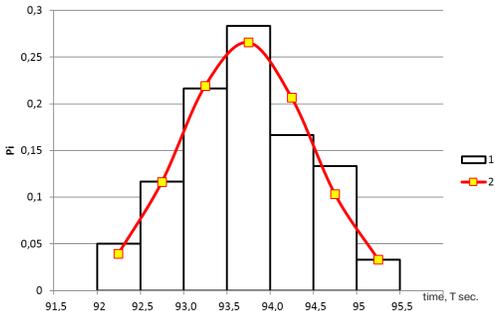
Pic. 10. Histogram of frequency distribution of falling time of entry into a bus by nine passengers without bicycles (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



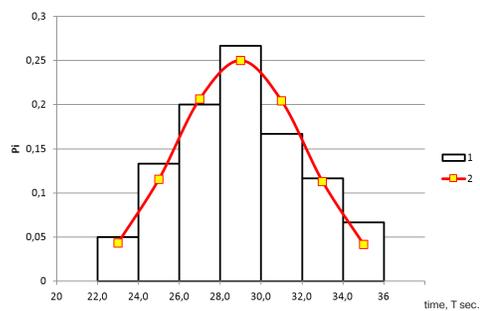
Pic. 11. Histogram of frequency distribution of falling time of exit of a bus by one passenger with a bicycle (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



Pic. 12. Histogram of frequency distribution of falling time of exit of a bus by one passenger without a bicycle (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



Pic. 13. Histogram of frequency distribution of falling time of exit of a bus by nine passengers with bicycles (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).



Pic. 14. Histogram of frequency distribution of falling time of exit of a bus by nine passengers without bicycles (1) and theoretical curve of the normal law aligning it (2).

passenger without a bicycle, time of entry into a bus by nine passengers with bicycles, nine passengers without bicycles, respectively, and the time of their exit from the bus. The findings suggest that they are fully subject to the normal distribution law. All data of statistical calculations are shown in Pic. 7-14.

The results of the statistic study of the boarding time for passengers with bicycles in the first compartment of auto-bicycle-bus have shown that on average it does not exceed boarding time of ordinary passengers in the second compartment because on average there are 4 times more of such passengers. Therefore, the speed of communication when using auto-bicycle-buses will not decrease.

Conclusion. New type of bicycle-carrying buses seems to be a promising solution to the problem of improving of the quality of passenger service in Hanoi. Along with the improvement of bus route infrastructure for cyclists, including bicycle parking, luggage storage and bike rental, bike station (with repair service) at bus stops, «velobuses» will contribute to bicyclization of population and will help to make the transport system of the capital of Vietnam more comfortable and environmentally friendly.

REFERENCES

- Ryabov, I.M., Nguyen Thi Thu Huong. Current state of passenger transport in Hanoi [Sovremennoe sostojanie passazhirsogo transporta goroda Hanoj]. *Izvestiya of VSTU. The series «Land transport systems»*, Vol. 8, 2014, Iss. 3, pp. 93–96.
- Ryabov, I.M., Nguyen Thi Thu Huong. Analysis of bus passenger services in Russia and abroad. *World of Transport and Transportation*, Vol. 12, 2014, Iss. 2, pp. 122–131.
- Shehovtsov, V. V., Pobedin, A.V., Lyashenko, M. V., Shehovtsov, V. V. Service Quality—Developing a Service Quality Index in the Provision of Commercial Bus Contracts. Abstracts of Seminarium Kół Naukowych «Mechaników», Warszawa, 22–23 kwietnia 2010 r. Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa, 2010, pp. 499–517.
- Ana, Silva; Pinto, Ilce; Ribeiro, Denise; Delgado, Juan. Multicriteria Analysis for Evaluation of Bike Lane Routes Integrated to Public Transportation. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, Vol. 162, 19 December 2014, pp. 388–397.
- Zhang, P., Ren, F., & Liu, X. M. Study on the transferring between bikes and normal buses. *China Journal of Highway and Transport*, 1995, Iss. 8, pp. 153–157. ●

Information about the authors:

Ryabov, Igor M. – D.Sc. (Eng.), professor at the department of Road transportation of Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia, rjabov1603@mail.ru.

Nguyen Thi Thu Huong – Ph.D. (Eng.), Hanoi, Vietnam, thuhuong@mail.ru.

Danilov, Sergey V. – Ph.D.(Eng.), senior lecturer of North-Caucasian State Humanitarian-Technological Academy, Cherkessk, Russia, sergey-danilov1@ya.ru.

Article received 30.06.2015, accepted 27.08.2015.

