

ТРАНСПОРТНЫЕ НАУКИ

УДК 656.02

DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-80

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В РАМКАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА БАЗЕ ВРЕМЕННОГО И БУФЕРНОГО ИНДЕКСОВ

Р.Н. Горбунов¹, З.В. Горбунова², В.С. Колчин³

Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

¹e-mail: gorbunow@list.ru

²e-mail: flocean@mail.ru

³e-mail: kolchin@istu.edu

Аннотация. В связи с растущим уровнем автомобилизации при сохранении пропускной способности действующих автомобильных дорог, а также в связи с необходимостью проектирования и строительством новых, вопрос об оценке качества и надежности организации дорожного движения становится всё более актуальным. Развитие техники и технологий геоинформационных систем позволяет оптимизировать сбор и обработку данных о фактическом состоянии и функционировании улично-дорожных сетей.

Целью работы является подготовка методики оценки качества обслуживания на базе временного и буферного индексов, рассчитанных на основании данных, поступающих с навигационного оборудования.

В основу предложенных методик лег практический опыт, накопленный при сборе и обработке информации, поступающей с навигационного оборудования в виде треков.

Для оценки временного и буферного индексов на основании данных, поступающих с навигационного оборудования был использован двухэтапный подход. На первом этапе выбираются оцениваемые участки, определяются их границы и координаты, а также периодичность замеров. На втором этапе происходит отбор, обработка и по возможности восстановление данных, соответствующих критериям, определенным на первом этапе.

Анализ описания функционирования сервиса «Яндекс.Пробки», использующего данные, поступающие с навигационного оборудования, показал аналогичный подход к сбору и обработке информации и как следствие возможность использования предоставляемый данным сервисом данных для оценки временного и буферного индексов. В результате была предложена методика расчета временного и буферного индексов на основе данных сервиса «Яндекс.Пробки», позволяющая производить оценку качества обслуживания в рамках улично-дорожной сети или её части.

Предложенная методика позволяет рассчитать временной и буферный индексы, а также оценить качество обслуживания на основании данных, поступающих непосредственно от участников дорожного движения, без использования автомобиля-лаборатории, тем самым значительно снижая трудоемкость и стоимость сбора и обработки данных.

Дальнейшая работа должна быть направлена на апробацию данной методики и определение весовых коэффициентов для оценки качества обслуживания в рамках улично-дорожной сети или её части. Кроме того, важнейшим направлением исследований должна стать экономическая оценка потерь, вызванных заторами, на основании временного и буферного индексов.

Ключевые слова: временной индекс, буферный индекс, уровень обслуживания, мониторинг дорожного движения, улично-дорожная сеть.

Для цитирования: Горбунов Р. Н., Горбунова З. В., Колчин В. С. Методика оценки качества обслуживания в рамках улично-дорожной сети на базе временного и буферного индексов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 8. С. 80-86. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-80.

METHOD OF ESTIMATING STREET-ROAD NETWORK LEVEL OF SERVICE BASED ON TIME AND BUFFER INDICES

R.N. Gorbunov¹, Z.V. Gorbunova², V.S. Kolchin³

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

¹e-mail: gorbunow@list.ru

²e-mail: flocean@mail.ru

³e-mail: kolchin@istu.edu

Abstract. Due to the growing level of motorization while maintaining the capacity of existing roads, as well as due to the need to design and build new ones, the question of assessing the quality and reliability of traffic management is becoming increasingly relevant. The development of engineering and technology of geographic information systems allows to optimize the collection and processing of data on the actual condition and functioning of road networks.

The aim of the work is to prepare a methodology for assessing the travel time and buffer indices based on data from navigation equipment.

The proposed methods are based on practical experience gained in collecting and processing information from navigation equipment in the form of tracks.

A two-stage approach was used to evaluate the travel time and buffer indices based on data coming from navigation equipment. At the first stage, you should select the estimated areas, determine their boundaries and coordinates, as well as the frequency of measurements. At the second stage, the selection, processing and, if possible, restoration of data that meets the criteria defined in the first stage takes place.

Analysis of the description of the operation of the «Yandex.Probki» service, using data from navigation equipment, showed a similar approach to the collection and processing of information and, as a result, the possibility of using the data provided by this service to evaluate time and buffer indices. As a result, a methodology was proposed for calculating the travel time and buffer indices based on the data of the «Yandex.Probki» service, which makes it possible to evaluate the quality of service within the framework of the road network or its part.

The proposed technique allows you to calculate the travel time and buffer index, as well as evaluate the quality of service based on data coming directly from road users, without using a car laboratory, thereby significantly reducing the complexity and cost of collecting and processing data.

Further work should be aimed at testing this methodology and determining weighting coefficients for assessing the quality of traffic within the framework of the road network or part thereof. In addition, the most important area of research should be the economic assessment of losses caused by congestion, based on the travel time and buffer index.

Keywords: travel time index, buffer index, level of service, traffic monitoring, street-road network.

Cite as: Gorbunov, R.N., Gorbunova, Z.V., Kolchin, V.S. (2019) [Method of estimating street-road network level of service based on time and buffer indices]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovation. Investments]. Vol. 8, pp. 80-86. DOI: 10.25198/2077-7175-2019-8-80.

Введение

В соответствии с п.6 Постановления Правительства РФ № 1379 от 16 ноября 2018 г. «Об утверждении Правил определения основных параметров дорожного движения и ведения их учета» (далее Правила), вступившего в действие с 30.12.2018 г., расчет значений основных параметров дорожного движения должен осуществляться с учетом методических рекомендаций по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения, утверждаемых Министерством транспорта Российской Федерации. Данные методические рекомендации должны регламентировать оценку основных параметров дорожного движения, на основе которых должен осуществляться анализ состояния организации дорожного движения на федеральном уровне. В числе пара-

метров, предлагаемых к рассмотрению, указаны временной индекс (ТТi) и буферный индекс (Ib). Анализ работ других авторов [1–6, 8–12] показал наличие широкого спектра возможностей по сбору и обработке данных для расчёта указанных индексов, в том числе для оценки качества и надёжности функционирования улично-дорожной сети (далее – УДС). Данные работы отражают различные подходы к оценке функционирования УДС, но не содержат подробной информации о методиках сбора и обработки геоинформационных данных (далее ГИС данные), поступающих из массовых источников информации.

ГИС данные уже много лет широко используются за рубежом для оценки качества обслуживания, например, TomTom Traffic Index, Inrix Traffic Index [14, 15]. В России методика сбора и обработ-

ки данных для оценки качества обслуживания в рамках УДС или части УДС отсутствует и нормативно не закреплена. TomTom и Inrix проводят оценку качества организации дорожного движения всего для нескольких городов России, в то время как использование отечественного источника информации, например, сервиса «Яндекс. Пробки» позволит организовать работу, нацеленную на оценку и повышение качества и надёжности функционирования УДС для большего числа городов России.

Целью работы является разработка методики оценки качества обслуживания на базе временного и буферного индексов, рассчитанных на основании данных, поступающих с навигационного оборудования.

Получение данных с навигационного оборудования

В связи с повсеместным распространением навигационного оборудования (навигаторы, смартфоны и т. п.) источником данных в режиме реального времени для определения указанных индексов может являться информация, поступающая с такого оборудования в режиме реального времени, расположенного в движущихся автомобилях.

Преимуществами получения данных с навигационного оборудования в режиме реального времени перед использованием автомобиля-лаборатории являются:

- отсутствие влияния исследователя (автомобиля-лаборатории) на объект исследования;
- возможность сбора данных с нескольких автомобилей одновременно (большой объём выборки, более точные данные);
- возможность учёта влияния периодически возникающих факторов;
- снижение расходов на сбор данных.

Для подготовки к обработке данных, поступающих с навигационного оборудования, следует:

1. Определить цель проводимого исследования.
2. Выбрать далее УДС или её часть, оценка которой будет производиться.
3. Разделить УДС или её часть на участки (сегменты) в зависимости от цели проводимого исследования.
4. Определить координаты участков, а также коридор, в рамках которого допустимо отклонение координат, вызванного погрешностью навигационного оборудования.
5. Определить протяженность участков.
6. Определить период, в течение которого будет производиться оценка (один день, неделя, месяц, будни, выходные, сезонные изменения индексов и т. п.)

Обработка данных, полученных с навигационного оборудования

Получив данные с навигационного оборудования, следует:

1. Сопоставить полученные данные с выбранными участками.
2. Провести программную проверку получаемых данных на наличие ошибок.
3. В случае технической возможности провести восстановление данных.
4. Провести проверку соответствия полученных координат с координатами УДС.
5. Исключить данные, не соответствующие требованиям достоверности (наличие большого числа ошибок, несоответствие координат и т. п.).
6. Провести анализ данных на наличие отклонений по времени (скорости) передвижения.
7. На основе проведенного анализа исключить нехарактерные данные для каждого участка УДС, например, данные, полученные от автомобилей, двигающихся с превышением скорости или же снижающих скорость с целью остановки.
8. На основе итоговых данных определить:
 - а) среднее время прохождения автомобилей на выбранном участке;
 - б) время простоев транспортного средства на выбранном участке;
9. Провести этапы 1–8 для данных полученных с заданной периодичностью.
10. На основе собранной статистики провести расчёт показателей функционирования УДС.

Оценка временного индекса, согласно Правилам, осуществляется по формуле:

$$TTi_{\text{п}} = \frac{T_{\text{прост}}}{T_{\text{дв}}}, \quad (1)$$

где

$T_{\text{прост}}$ – время простоя транспортного средства;
 $T_{\text{дв}}$ – затраты времени на движение транспортного средства.

Буферный индекс, согласно Правилам, определяется по формуле:

$$I_b = \frac{T_{\text{факт}}}{\bar{T}_{85}}, \quad (2)$$

где

$T_{\text{факт}}$ – фактическая продолжительность передвижения;
 \bar{T}_{85} – средняя продолжительность передвижения, которая не превышает 85 процентов обследованных проездов транспортных средств по этому участку дороги.

Согласно описанию работы сервиса «Яндекс. Пробки», данный сервис проводит обработку данных, опираясь на сходные с описанными выше принципами [7]. Таким образом, данные, получа-

емые от сервиса «Яндекс.Пробки», могут быть использованы для расчёта указанных индексов.

Однако, в связи с тем, что целью сервиса «Яндекс.Пробки» является информирование пользователей о состоянии дорожной ситуации в данный момент (скорости движения), то представляемые в открытом доступе данные не позволят провести оценку временного и буферного индексов в соответствии с Правилами и потребуется запрос дополнительной информации.

В то же время, данных, предоставляемых сервисом «Яндекс.Пробки» в открытом доступе, достаточно для определения индексов в соответствии с методикой, предложенной Бюро транспортной статистики США [13].


Таблица 1. Таблица для сбора данных

№ п/п	Отрезок пути	Протяженность	Время 1	Время 2	...	Время n

7. Периодичность замеров и временные интервалы определяем в зависимости от поставленной задачи, при этом следует учитывать время, которое потребуется на сбор данных.

8. Двигаясь по исследуемому пути, последовательно выбираем отрезки пути, на которых будем снимать показания скорости. Рекомендуется ограничивать отрезки пути перекрестками с главной дорогой, светофорными объектами и местами, где возможно значительное снижение скорости движения потока.

9. Заносим в таблицу, в графу «Отрезок пути» его описание, позволяющую его однозначную идентификацию. Например: «Улица, которую пересекли в начале движения» – «Улица, по которой движемся» – «Улица, которую пересекли в конце движения».

10. С помощью функции «Линейка»  измеряем протяженность отрезка пути в метрах и заносим в таблицу, в графу «Протяженность».

11. В наименовании следующих граф заполняем соответствующие значения периодичности замеров.

12. Выполняем шаги 9–11 для всех участков УДС.

13. Сохраняем таблицу.

Второй этап. Сбор данных:

1. Запускаем подготовленный файл с таблицей для сбора данных.

2. Подключаемся к сети Интернет.

3. Запускаем браузер.

4.) Переходим на страницу «Яндекс.Карты» (<https://yandex.ru/maps>).


Сбор и обработка информации с помощью сервиса «Яндекс.Пробки»

Сбор и обработка информации с помощью сервиса «Яндекс.Пробки» может быть проведена в три этапа, согласно следующему алгоритму:

Первый этап. Подготовка к сбору данных:

1. Подключаемся к сети Интернет.
2. Запускаем браузер.
3. Переходим на страницу «Яндекс.Карты» (<https://yandex.ru/maps>).
4. Перемещая курсором карту, выбираем интересующий нас исследуемый путь.
5. Запускаем Excel или иной табличный редактор.
6. В табличном редакторе создаём таблицу

5. Перемещая курсором карту, выбираем интересующий нас участок УДС.

6. Включаем режим «Дорожная ситуация» .

7. Колесиком мыши или иным образом изменяем масштаб для приближения и отдаления карты.


8. В определённое для сбора данных время начинаем последовательный сбор данных по выбранным отрезкам пути, для этого:

- наводим курсор на интересующий нас отрезок пути;
- появится окно со значением скорости движения на выбранном отрезке;
- проверяем в нескольких точках выбранного отрезка пути значение скорости;
- в случае, если значение скорости на отрезке пути одинаковое, то заносим значение в таблицу;
- в случае, если скорости разные, то необходимо определить среднюю скорость на отрезке пути;
- для определения средней скорости можно воспользоваться формулой:

$$v_{12} = \frac{(l_1 + l_2) \cdot v_1 \cdot v_2}{v_1 \cdot l_2 + v_2 \cdot l_1}, \quad (3)$$

где

v_1, v_2 – скорости на участках сегмента УДС, км/ч,
 l_1, l_2 – протяженность участков отрезка пути, м.

9. Протяженность может быть определена с помощью функции «Линейка» .

10. Для ускорения проведения расчётов данную формулу можно занести в табличный редактор. Занося в соответствующие ячейки значения

скорости и протяженности будет получен результат – значение средней скорости.

11. Повторяя этапы алгоритма из п. 8 с заданной периодичностью для каждого отрезка пути, будет получена таблица – массив данных по скоростям на оцениваемом пути.

12. Сохраняем таблицу.

Третий этап. Обработка собранных данных:

1. Для упрощения работы с полученной информацией следует перевести значения скорости в значения времени движения по отрезку пути, для этого копируем лист с собранной информацией.

2. На новом листе рассчитываем значения времени t перемещения по каждому участку пути в каждый момент замера по формуле:

$$t = \frac{l \cdot 3,6}{v}, \quad (4)$$

где

l – протяженность сегмента, м, v – скорость, км/ч

Время передвижения по нескольким подряд идущим отрезкам пути представляет собой сумму времени передвижения по ним.

3. На основании собранных данных выбираем значения времени передвижения в пиковые периоды, в свободных условиях и средние значения для отрезков пути, для нескольких подряд идущих отрезков и для всего исследуемого пути.

4. Рассчитываем временной и буферный индексы для отрезков пути для нескольких подряд идущих отрезков и для всего исследуемого пути.

5. В соответствии с методикой, предложенной Бюро транспортной статистики США [13], временной индекс определяется по формуле:

$$TTi = \frac{T_p}{T_{ff}}, \quad (5)$$

где

T_p – затраты времени на передвижение в пиковый период; T_{ff} – затраты времени на передвижение в свободных условиях.

6. Буферный индекс по этой методике определяется по формуле:

$$I_b = \frac{T_p - \bar{T}}{\bar{T}}, \quad (6)$$

где

T_p – продолжительность передвижения в пиковый период; \bar{T} – средняя продолжительность передвижения.

7. Оценка качества обслуживания (LOS) в рамках УДС или части УДС может быть осуществлена на основании значений временного и буферного индексов, рассчитанных для отдельных участков, с учётом весовых коэффициентов (k).

$$LOS_{TTi} = \sum_{i=1}^k TTi_i \cdot k_i, LOS_{TTi} = [1; +\infty) \quad (7)$$

$$LOS_{Ib} = \sum_{i=1}^k Ib_i \cdot k_i, LOS_{Ib} = [0; +\infty) \quad (8)$$

В качестве весовых коэффициентов может быть принята интенсивность движения на каждом участке.

8. Сохраняем полученные результаты.

Заключение

В результате работы была разработана методика оценки качества обслуживания на базе временного и буферного индексов, рассчитанных на основании данных, поступающих с навигационного оборудования (сервиса «Яндекс.Пробки»). Предложенная методика позволяет осуществлять сбор данных о состоянии дорожного движения в режиме реального времени на основе геоинформационных данных. Таким образом, возможно значительное снижение расходов за счет использования имеющихся источников данных по сравнению с использованием автомобиля-лаборатории. На основании собранных данных может производиться оценка уровня обслуживания в рамках УДС. Для оценки качества обслуживания УДС в городах потребуются дополнительные исследования, на основе которых должна осуществляться разработка и обоснование шкал для такой оценки, в которых наиболее качественной организации дорожного движения соответствуют минимальные значения расчётных показателей оценки, равные 1 для оценки на базе временного индекса и 0 для оценки на базе буферного индекса.

Дальнейшая работа должна быть направлена на апробацию данной методики и определение весовых коэффициентов для оценки качества обслуживания в рамках УДС или части УДС. Кроме того, важнейшим направлением исследований является экономическая оценка потерь, вызванных заторами, на основании временного и буферного индексов.

Литература

1. Блинкин М. Я., Ткаченко Б. А. Системная оценка условий движения на базе модели Хермана-Пригожина // Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов и зон их влияния: науч. мат. XV международной научно-практической конф. (Екатеринбург, 16–17 июня 2009 г.). – Екатеринбург: Изд-во АБМ, 2009. – С. 135–143.
2. Глик Ф. Г. Методы прогнозирования загрузки сети магистральных городов // Схемы и проекты

организации движения в городах в условиях самоуправления территорий: тезисы докл. научно-практического семинара (Свердловск, 12-14 июня 1991 г.). – Свердловск : Комвакс, 1991. – С. 24-27.

3. Головных И. М., Михайлов А. Ю. Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов – Новосибирск: Наука, 2004. – 267 с.

4. Горбунов Р. Н., Горбунова З. В., Михайлов А. Ю. Уровень обслуживания как показатель надёжности улично-дорожной сети // Мир транспорта. – 2018. – № 4 (77). – Т. 16. – С. 194-203.

5. Горбунов Р. Н., Михайлов А. Ю., Пиров Ж. Т. Оценка уровня обслуживания на основе критериев надёжности // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – № 10. – С. 188-194.

6. Захаров Н. С. Закономерности формирования количества легковых автомобилей на улично-дорожной сети города / Н. С. Захаров, Е. Ф. Бояркина. – Тюмень : ТюмГНГУ, 2011. – 160 с.

7. Как работают Яндекс.Пробки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://yandex.ru/company/technologies/yarprobk/> (дата обращения: 06.06.2019).

8. Левашев А. Г., Шаров М. И. Развитие критериев оценки качества обслуживания на городском пассажирском транспорте // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2015. – № 7. – С. 174-178.

9. Левашев А. Г. Современные методы оценки качества организации дорожного движения в городах / Левашев А. Г., Михайлов А. Ю., Шаров М. И. – Иркутск, 2015. – 218 с. Деп. в ВИНТИ РАН 31.03.2015, № 64-B2015.

10. Румянцев Е. А. Об эффективности критериев для оценки условий движения транспортных потоков // Организация безопасности дорожного движения: сб. докл. IX междунар. конф. (Санкт-Петербург, сент. 2010 г.). – Санкт-Петербург, – С. 121-123.

11. Тебеньков С. Е. Развитие методов мониторинга транспортных потоков для оперативного управления дорожным движением на магистралях: реф. дисс. канд.техн.наук: 05.22.10. – Иркутск : ИрГТУ, 2013. – 20 с.

12. Bennecke, A.; Friedrich, B.; Friedrich, M.; Lohmiller, J. (2011) [Time-dependent Service Quality of Network Sections] *Highway Capacity and Quality of Service 2011 (June 28 – July 1): Proc. of the 6th International Symposium*. Stockholm, Sweden, pp. 364-373.

13. Bureau of Transportation Statistics (2018). Available at: <https://www.bts.gov/content/travel-time-index> (accesse 06.05.2018) (In Eng.)

14. INRIX (2018). Global Traffic Scorecard. Available at: <http://inrix.com/scorecard/> (accessed 06.06.2019) (In Eng.).

15. TomTom Traffic Index (2019). Available at: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ (accessed 06.06.2019) (In Eng.).

References

1. Blinkin, M.Ya., Tkachenko, B.A. (2009) [Systematic assessment of traffic conditions based on the Herman-Prigogine model]. *Social'no-ekonomicheskie problemi razvitiya transportnyh system gorodov izonihvlianiya – 2009: nauch. mat. XV mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konf.* [Socio-economic problems of the development of transport systems of cities and zones of their influence: scientific materials of the XV international scientific and practical conf.]. Ekaterinbu g: Ekaterinburg :Publishing house ABM, pp. 135-143.(In Russ.).

2. Glik, F.G. (1991) [Methods for predicting the loading of the network of backbone cities]. *Skhemy i projekty organizacii dvizheniya v gorodah v usloviyah samoupravleniya territorij – 1991: tezisy dokl. nauchno-prakticheskogo seminara* [Schemes and projects of the organization of movement in cities in the conditions of self-government of territories: abstracts of reports of a scientific and practical seminar]. Sverdlovsk: Sverdlovsk: Komvaks, pp. 24-27.(In Russ.).

3. Golovnyh, I.M., Mihajlov, A.Yu. (2004) *Sovremennye tendencii proektirovaniya i rekonstrukcii ulichno-dorozhnyh setej gorodov* [Current trends in the design and reconstruction of urban road networks]. Novosibirsk: Science, 267 p.

4. Gorbunov, R.N., Gorbunova, Z.V., Mihajlov, A.Yu. (2018) [Current trends in the design and reconstruction of urban road networks]. *Mir transporta* [World of transport]. Vol. 16. No 4(77), pp. 194-203. (In Russ.).

5. Gorbunov, R.N., Mihajlov, A.Yu., Pirov, Zh.T. (2017) [Service level assessment based on reliability criteria]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. Vol. 10, pp. 188-194. (In Russ.).

6. Zaharov, N.S., Boyarkina E.F. (2011) *Zakonomernosti formirovaniya kolichestva legkovykh avtomobilej naulichno-dorozhnoy seti goroda* [Patterns of forming the number of cars on the city's road network]. Tyumen': TyumGNGU, 160 p.

7. Yandex (2019) *How do Yandex.Tubes work?* Yandex blog, June, 6 Available at: <https://yandex.ru/company/technologies/yaprobki> (accessed 06.06.2019) (In Russ.).
8. Levashev, A.G., Sharov, M.I. (2015) [Development of criteria for assessing the quality of service in city pass-fat transport]. *Vestnik Irkutskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. Vol. 7, pp. 174-178. (In Russ.).
9. Levashev, A.G., Mihajlov, A.YU., Sharov, M.I. (2015) *Sovremennye metody ocenki kachestva organizacii dorozhnogo dvizheniya v gorodah* [Modern methods for assessing the quality of traffic management in cities]. Irkutsk, 218 p.
10. Rumyansev, E.A. (2010) [On the effectiveness of criteria for assessing traffic conditions]. *Organizaciya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya – sb. dokl. IX mezhdunar. konf.* [Schemes and projects of the organization of movement in cities in the conditions of self-government of territories: abstracts of reports of a scientific and practical seminar]. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburg, pp. 121-123. (In Engl.).
11. Teben'kov, S.E. (2013) *Razvitie metodov monitoring transportnyh potokov dlya operativnogo upravleniya dorozhnym dvizheniem na magistralyakh*. Dokt.Diss. [Development of methods for monitoring traffic flows for operational traffic control on highways. Doc.Diss]. Irkutsk, 20 p
12. Bennecke, A., Friedrich, B., Friedrich, M., Lohmiller, J. (2011) Time-dependent Service Quality of Network Sections. *Highway Capacity and Quality of Service 2011 (June 28 – July 1)*: Proc. of. the 6th International Sym-posium. Stockholm, Sweden, pp. 364-373.
13. Bureau of Transportation Statistics (2018). Available at: <https://www.bts.gov/content/travel-time-index> (accessed 06.05.2018) (In Eng.).
14. INRIX (2018). Global Traffic Scorecard. Available at: <http://inrix.com/scorecard/> (accessed 06.06.2019) (In Eng.).
15. Tom Tom Traffic Index (2019). Available at: https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ (accessed 06.06.2019) (In Eng.).

Информация об авторах:

Роман Николаевич Горбунов, аспирант, направление подготовки 23.06.01. Техника и технологии наземного транспорта, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

e-mail: gorbunow@list.ru

Зинаида Васильевна Горбунова, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

e-mail: flocea@mail.ru

Василий Савельевич Колчин, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, Россия

e-mail: kolchin@istu.edu

Статья поступила в редакцию 02.08.2019; принята в печать 29.11.2019.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Roman Nikolaevich Gorbunov, postgraduate student, training direction 23.06.01. Engineering and technology of land transport, Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

e-mail: gorbunow@list.ru

Zinaida Vasilievna Gorbunova, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Road Transport, Irkutsk National Research Technical University; Irkutsk, Russia

e-mail: flocean@mail.ru

Vasily Savelyevich Kolchin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Road Transport, Irkutsk National Research Technical University; Irkutsk, Russia

e-mail: kolchin@istu.edu

The paper was submitted: 02.08.2019.

Accepted for publication: 29.11.2019.

The authors have read and approved the final manuscript