

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-1-251

УДК 657



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА ГОРОДСКИХ ДОРОГАХ В КЕРБЕЛЕ

*Х.С. Алхудхир, Х.А.И. Аль-Джамиль,
В.Н. Коноплев*

В данной статье мы анализируем работу дорожной сети города Кербела в Ираке, который характеризуется своим религиозным и туристическим характером, и оцениваем эффективность городской уличной сети в нем, чтобы определить основные шаги, которые необходимо предпринять принять меры для повышения эффективности движения и сокращения задержек. Научная новизна данной работы заключается в том, что она является первой в своем роде, насколько нам известно, которая затрагивает проблему эффективности дорожного движения в городе Кербела в целом, поскольку плотность движения на основных транспортных осях в этом городе сильно варьируется в обычное время, и часы пик (утром и вечером). Результаты анализа показали, что некоторые сектора работают в условиях перегруженного (стабильного) дорожного движения (УО-Ф) в утренние и вечерние часы, и такие сектора требуют немедленных стратегий управления дорожным движением. В то время как остальные сектора работают на той же мощности или близко к ней (УО-Е).

Цель – проанализировать работу дорожной сети города Кербела в Ираке и оценить ее эффективность, чтобы определить основные шаги, которые необходимо предпринять для

повышения эффективности дорожного движения и сокращения задержек.

Методы исследования. В данной работе применялась экспериментально-аналитическая методология, при которой данные собирались, анализировались и сравнивались с соответствующими источниками информации.

Результаты. Категории городских дорог были определены на основе скорости свободного потока движения (ССПД), а уровень обслуживания (УО) рассчитывается для выбранных городских улиц с учетом средней скорости движения (ССД). Измерения скорости и времени в пути показали, что на улице Фатима Аль-Захра, второй части улицы Рамадан и некоторых сегментов улицы Аль-Аббас утром возникали пробки. Эти районы требуют немедленных стратегий управления дорожным движением. Вечером также наблюдались пробки на сегментах улицы Фатима Аль-Захра, части 2 улицы Аль-Искан и первом сегменте улицы Рамадан.

Снижение скорости движения привело к возникновению пробок на улицах Аль-Аббас, Аль-Искан и некоторых сегментов улицы Фатима Аль-Захра. Низкие значения FFS указывают на то, что на этих сегментах средняя скорость движения низкая даже при небольшом потоке.

Область применения результатов. Рекомендуется применить результаты, полученные в Управлении управления дорожным движением города Кербела.

Ключевые слова: скорость свободного движения; средняя скорость движения; уровень обслуживания; руководство по пропускной способности шоссе

Для цитирования. Алкхудхир Х.С., Аль-Джамиль Х.А.И., Коноплев В.Н. Исследования эффективности дорожного движения на городских дорогах в Кербеле // *International Journal of Advanced Studies*. 2024. Т. 14, № 1. С. 51-68. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-1-251

Original article | Operation of Road Transport

INVESTIGATION OF TRAFFIC EFFICIENCY ON KARBALA ROADS

H.S. Khudhair, H.A.E. Al-Jameel, V.N. Konoplev

In this article, we analyze the operation of the road network of the city of Karbala in Iraq, which is characterized by its religious and tourist character, and evaluate the effectiveness of the urban street network in it in order to identify the main steps that need to be taken to take measures to improve traffic efficiency and reduce delays. The scientific novelty of this work lies in the fact that it is the first of its kind, as far as we know, which addresses the problem of traffic efficiency in the city of Karbala as a whole, since the traffic density on the main transport axes in this city varies greatly during normal times and peak hours (morning and evening). The results of the analysis showed that some sectors operate in conditions of congested (stable) traffic (LOS F) in the morning and evening hours, and such sectors require immediate traffic management strategies. While the rest of the sectors are operating at or close to the same capacity (LOSE).

Purpose – *Analyzed the operation of the Karbala city road network in Iraq and evaluate its effectiveness to identify the main steps that need to be taken to improve traffic efficiency and reduce delays.*

Methodology. *In this work, an experimental analytical methodology was used, in which data were collected, analyzed and compared with relevant information sources.*

Results. *The categories of urban roads were determined based on the speed of free movement (FFS), and the level of service (LOS) is calculated for selected urban streets taking into account the average speed of traffic (ATS). Measurements of speed and travel time showed that traffic jams occurred on Fatima Al-Zahra Street, the second part of Ramadan Street and some sections of Al-Abbas Street in the morning.*

These areas require immediate traffic management strategies. In the evening, traffic jams were also observed on sections of Fatima Al-Zahra Street, part 2 of Al-Iskan Street and the first section of Ramadan Street. The decrease in traffic speed led to traffic jams on Al-Abbas, Al-Iskan Streets and some sections of Fatima Al-Zahra Street. Low FPS values indicate that the average speed of movement in these areas is low even with a small flow.

Practical implications. *It is recommended to apply the results obtained to the Traffic Management Department of the city of Karbala.*

Keywords: *Free Flow Speed; Average Travel Speed; Level of Service; Highway Capacity Manual*

For citation. *Khudhair H.S., Al-Jameel H.A.E., Konoplev V.N. Investigation of Traffic Efficiency on Karbala Roads. International Journal of Advanced Studies, 2024, vol. 14, no. 1, pp. 51-68. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-1-251*

Проблемы, связанные с дорожной безопасностью и задержками, вызванными дорожными заторами, являются одной из основных проблем, тесно связанных с операционной эффективностью городских дорожных сетей [1], и они оказывают значительное влияние на устойчивость автомобильного транспорта в городских районах [2]. В связи с этим регулярная проверка дорожных сетей и управление паттернами движения транспорта в городских районах являются одной из важнейших задач уполномоченных органов, отвечающих за эксплуатацию этих сетей [3]. Для достижения эффективного управления дорожными сетями необходимо оценить качество транспортного потока в них, чтобы определить проблемы, снижающие их эффективность, и найти лучшие решения для удовлетворения роста спроса на транспорт [4].

Пробки на дорогах являются одной из наихудших проблем, с которыми сталкиваются транспортные средства в городских районах, и они имеют множество негативных последствий, которые влияют на водителей, пассажиров, стоимость поездки и на окру-

жающую среду [5-7]. Дорожные заторы приводят к задержкам в движении, что может означать более длительное время на дороге для достижения назначенного пункта, что в конечном итоге влияет на производительность рабочего класса в обществе, а также на их качество жизни [8, 9].

Также стоит отметить, что перегруженность дорог влияет на цепочки поставок, что отрицательно влияет на производительность компаний, а также отрицательно влияет на уровень услуг, предоставляемых некоторыми сервисными компаниями [10].

Следует отметить, что дорожные заторы увеличивают сложность доставки услуг чрезвычайной помощи, таких как скорая помощь, пожарные машины, полиция и другие, к местам происшествий, что отрицательно сказывается на скорости предоставления помощи и спасения людей в чрезвычайных ситуациях [11].

В Фаллудже оценка дорожной сети была проведена в три этапа. На первом этапе были изучены транспортные потоки и уровень обслуживания. На втором этапе была оценена разметка дорог и перекрестков. Наконец, на третьем этапе была проведена оценка долгосрочной жизнеспособности сети. Результаты первого этапа показали, что большинство сегментов сети в северной зоне перегружены и имеют низкий уровень обслуживания. С другой стороны, большинство сегментов сети в южной зоне имеют высокий уровень обслуживания и высокий объем трафика. Большая часть сети страдала от недостаточной маркировки, что вызывало проблемы у пользователей дорожной сети. Они отмечали недостаток внимания со стороны дизайнеров и принимающих решения, когда речь заходила о устойчивом развитии. Было принято решение о необходимости экономически обоснованных решений по трафику для некоторых областей сети, что должно привести к улучшению ее производительности на всех трех уровнях [12].

В исследовании, проведенном Z. A. Alkaissi и другими исследователями [13], по продолжительности задержек на улице Аль-Карада Харидж, результаты показали, что общая задержка

маршрута состоит из задержек на прямой линии и задержек на светофорных перекрестках. Согласно результатам исследования, средняя задержка на сегменте без светофора была больше, чем на светофорных перекрестках, при этом задержка, вызванная остановками некоторых транспортных средств, их поворотами, переходом пешеходов или сменой полос, составляла меньшую часть общей задержки на светофорных перекрестках.

Говоря о надежности дорожных сетей, стоит отметить множество показателей, используемых для оценки этой надежности, таких как время в пути, интенсивность движения, скорость движения, уровень обслуживания (УО), индекс перегруженности и другие [14].

В этой работе мы будем опираться на три показателя для оценки надежности дорожной сети города Кербела: скоростью свободного потока движения (ССПД), время и скорость в пути для каждого сегмента сети, а также уровень обслуживания (УО).

Область исследования

Город Кербела расположен в центральной части Ирака, примерно в 110 км к юго-западу от Багдада, между $41^{\circ}10'$ и $44^{\circ}20'$ долготы и между 32° и 31° широты и находится на высоте около 36 метров над уровнем моря [15]. Территория, изучаемая в данной работе, охватывает центральные коммерческие районы, которые соединены городскими дорогами с промышленными, торговыми, жилыми и образовательными районами с высокой плотностью населения. На рисунке 1 показана территория исследования с выделенными улицами и узлами.

В Таблице 1 представлены основные параметры изученных сегментов дорог, включая названия местных улиц, их длину и количество полос движения, а также краткое описание каждого сегмента. Эти данные были собраны в рамках текущего исследования в результате выездов на место. Область исследования включала три кольцевые развязки и пять перекрестков с различными городскими улицами.

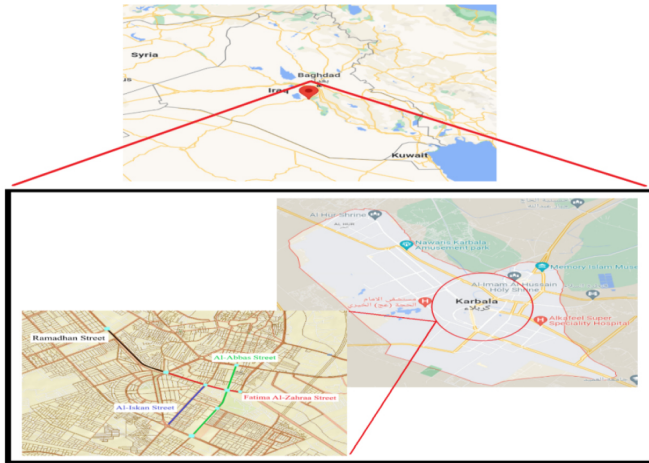


Рис. 1. Территория исследования

Таблица 1.

Дороги, выбранные для данного исследования

Дорога №.	Местное название	полоса движения / направление	Номер сегмента	Описание сегмента	Длина (м)
1	Аль-Аббас улица	3	1	От перекрестка Саиф Саад до перекрестка Алмулхак.	961
			2	От перекрестка Алмулхак до перекрестка Сайед Гауда	584
			3	От перекрестка Сайед Гауда до кольцевой развязки Аль-Мизан.	769
			4	От кольцевой развязки Аль-Мизан до перекрестка Сайед Гауда	768
			5	От перекрестка Сайед Гауда до перекрестка Алмулхак	570
			6	От перекрестка Алмулхак до перекрестка Саиф Саад	981

2	Улица Фатимы Аль-Захраа	3	1	От перекрестка Алдхариба до кольцевой развязки Альсафина	814
			2	От кольцевой развязки Альсафина до перекрестка Сайед Гауда	419
			3	От перекрестка Сайед Гауда до кольцевой развязки Аамиль Альназафа.	258
			4	От кольцевой развязки Аамиль Альназафа до перекрестка Сайед Гауда	240
			5	От перекрестка Сайед Гауда до кольцевой развязки Альсафина	439
			6	От кольцевой развязки Альсафина до перекрестка Алдхариба	797
3	Аль-Искан улица	3	1	От моста Имама Али до кольцевой развязки Альсафина	1429
			2	От кольцевой развязки Альсафина до моста Имама Али	1397
4	Рамадан улица	3	1	От перекрестка Алдхариба до перекрестка Макбас Алтумур	1755
			2	От перекрестка Макбас Алтумур до перекрестка Алдхариба	1746

Методы исследования

В данном исследовании использовалась экспериментально-аналитическая методика, в рамках которой на каждой улице проводились полевые исследования и анкетирование для выявления пикового времени, после чего полученные данные сопоставлялись с международными стандартами. С целью оценки значения средней скорости использовались данные о скорости свободного движения на каждом сегменте сети с целью классификации. Также

были рассчитаны временные параметры и скорости движения для каждого сегмента сети, затем был определен уровень обслуживания (УО) с использованием процедур HCM2000 [14].

Класс городских улиц

Категории городских улиц разделены на четыре типа, категории пронумерованы как первая, вторая, третья и четвертая. Для классификации городских дорог используются проектная категория, функциональная категория или прямое наблюдение за скоростью свободного потока движения (ССПД) [14]. В данном исследовании был принят критерий СППД.

Показатель СППД выражает среднюю скорость транспортного потока в условиях плотного дорожного движения, когда на водителей не влияет присутствие других транспортных средств и где нет светофора или знака, контролирующего движение, или когда он находится достаточно далеко, чтобы не влиять на определение скорости. В результате СППД чаще всего наблюдается на сегментах городских дорог в середине кварталов [14]. Таблица 2 используется для расчета класса улицы после определения СППД.

Таблица 2.

Класс городских улиц на основе СППД [14]

Класс городских улиц	I	II	III	IV
СППД, км/ч	с 90 до 70	от 70 до 55	55 на 50	от 55 до 40

Разделение городских улиц

В начале анализа необходимо определить местоположение и длину городской улицы, которая будет оцениваться. При этом важно учитывать следующие параметры: длину городской дороги, которая должна составлять не менее 1 мили в центре города и 2 мили в других районах, а также возможность включения дополнительных сегментов. В рамках анализа основной единицей является сегмент, который представляет собой расстояние в одном направлении между двумя сигнальными перекрестками. Длина

сегмента для конкретного маршрута движения рассчитывается в соответствии с представленным на рисунке 2 методом.

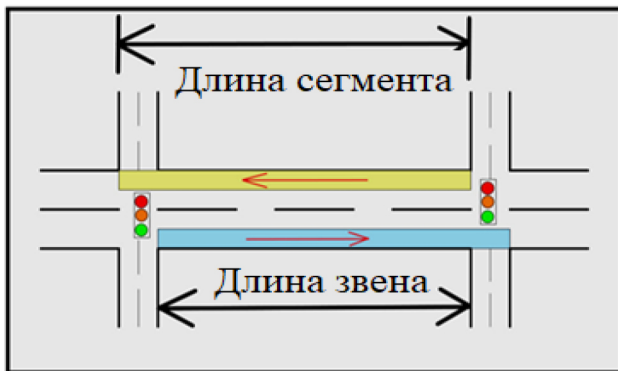


Рис. 2. Диаграмма длины сегмента (адаптировано из HCM 2010)

Определение времени в пути и средней скорости движения

В ситуациях, когда дорожное движение регулируется на улице, скорость транспортных средств обычно ниже средней скорости движения. Средняя скорость определяется как параметр, отражающий воздействие регулирования дорожного движения, и вычисляется путем деления длины сегмента на среднее время в пути [16, с. 26].

Стоит отметить, что время в пути включает в себя все задержки на остановках. Для вычисления среднего времени в пути использовался метод плавающего автомобиля, который основывается на измерении расстояния, пройденного транспортным средством, для определения уровня задержек.

После этого процесс измерения повторялся несколько раз, и полученное среднее время фиксировалось как среднее время в пути.

Чтобы установить минимальное количество необходимых эмпирических операций, рекомендуется применять определенные статистические показатели, такие как уровень достоверности,

стандартное отклонение и допустимая ошибка. В данном исследовании для каждого сегмента и направления было проведено шесть испытаний времени в пути.

Для определения количества пробегов использовались рекомендации, представленные в руководстве по сбору данных о времени в пути, которые устанавливают размер выборки для изучения времени движения на магистральных дорогах. Измерения времени в пути производились в утренние и вечерние пики трафика. Средняя скорость движения для всех сегментов рассчитывалась путем измерения среднего времени движения и длины измеренных сегментов с помощью программного обеспечения ArcGIS 10.5.

Следует отметить, что повторяющиеся задержки, которые обычно происходят в часы пик, учитывались при измерении времени в пути, тогда как неповторяющиеся задержки, такие как работы по техническому обслуживанию, планирование дорог и внезапные аварии, не учитывались.

Определение уровня обслуживания:

После проведения процесса классификации каждого сектора по его свободной скорости движения, эффективность движения транспорта на главных улицах города оценивалась на основе значения средней скорости движения, так как этот показатель считается одним из важнейших показателей. определение эффективности обслуживания на улицах города и рассчитывается посредством сбора данных о времени в пути по сектору. Таблица 3 представляет критерии уровня обслуживания для городских улиц в зависимости от их класса и средней скорости движения. Здесь предусмотрены шесть уровней обслуживания, начиная от УО-А (свободное движение и полная свобода маневрирования) до УО-F (перегруженное движение), когда потребность в транспорте превышает пропускную способность улицы [14].

Таблица 3.

Потери городских улиц по данным ССПД и ССД [14]

УО	Средняя скорость движения (ССД) (км/ч)			
	>72	>59	>50	>41
A	>56-72	>46-59	>39-50	>32-41
B	>40-56	>33-46	>28-39	>23-32
C	>32-40	>26-33	>22-28	>18-23
D	>26-32	>21-26	>17-22	>14-18
E	≤26	≤21	≤17	≤14

Результаты исследования и их обсуждение**Класс дороги на основе ССПД**

Скорость, полученная для каждой дороги, определяется сегментами на основе данных о (ССПД), полученных с помощью прибора (Velocity Speed gun 1 MPH Snelheid Richten & Schieten Grijs от Bushnell, Канзас, США). Таким образом, ССПД применяется для определения класса каждой дороги, перечисленной в таблицах 5 и 6. Классификация в этих таблицах рассчитана с использованием HCM 2000. В таблице 4 представлены данные о средней скорости движения для всех сегментов.

Таблица 4.

Анализ данных ССПД

Название улицы	сегменты	Значение скорости	стандартное отклонение	Количество образцов
Аль-Аббас улица	1 и 6	63,75	4,897	77
	2 и 5	69,41	4,774	71
	3 и 4	58,81	5,590	47
Фатимы Аль-Захраа улица	2,3,4 и 5.	63,08	5,444	52
	1 и 6	73,11	7,873	36
Аль-Искан улица	1 и 2.	69,84	12,11	83
Рамадан улица	1 и 2.	83,25	7,885	88

Уровень обслуживания (УО) в зависимости от ССД

Результаты измерений в Таблице 3 показывают, что некоторые отделения работают в условиях многолюдного (нестабильного) дорожного движения (УО-F) в часы пик (утром и днем). Эти условия являются результатом сочетания нескольких факторов, таких

как движение учащихся в школы и ВУЗы и Рабочие и служащие отправляются на свои рабочие места утром и возвращаются во второй половине дня, что вызывает увеличение количества транспортных средств, проходящих по дороге, а также задержки, возникающие из-за остановки и трогания с места. Такие районы требуют немедленных стратегий управления дорожным движением, таких как перенаправление части трафика на параллельные улиц. Результаты также показали, что остальные площади работают на полную мощность (УО-Е) или близкую к своей мощности, при этом большая часть отнесена ко второму классу, сегмент 1 улицы Фатима Аль-Захраа и сегменты 1,2 улицы Рамадан отнесены к категории первого класса (Высокая ССПД).

Результаты уровня обслуживания в вечерние часы на сегментах улицы Аль-Аббас оказались лучше, чем в утренние часы, Это связано с относительно небольшим перемещением на работу и в университеты в вечерние часы. Большое количество медицинских клиник и магазинов на улице Аль-Искан приводит к увеличению заторов на дорогах в вечернее время из-за частой остановки транспортных средств из-за пешеходных переходов, парковок, маневровой активности, что приводит к крупным задержкам.

Таблица 5.

Убытки для оцениваемых сегментов зависят от времени и скорости в пути в утреннее время

Название дороги	Сегмент номер	ССПД (КМ/Ч)	Сегмент Класс	Среднее время в пути (с)	ССД, км/ч	УО HCM2000
Аль-Аббас улица	1	63,75	II	170,3	20	F
	2	69,41	II	168,2	13	F
	3	58,81	II	387,3	7	F
	4	58,81	II	74	37	C
	5	69,41	II	85	24	E
	6	63,75	II	190,8	19	F

Улица Фатимы Аль-Захраа	1	73.11	I	319,83	9	F
	2	63.08	II	98,67	15	F
	3	63.08	II	50,7	18	F
	4	63.08	II	167,2	5	F
	5	63.08	II	134,2	12	F
	6	73.11	I	109,83	26	F
Аль-Искан улица	1	69,84	II	150,7	34	C
	2	69,84	II	120	42	C
Рамадан-стрит	1	83,25	I	207	31	E
	2	83,25	I	338	19	F

Таблица 6.

Убытки для оцениваемых сегментов зависят от времени и скорости движения в вечернее время

Местное название	Сегмент номер	ССПД (км/ч)	Сегмент Класс	Среднее время в пути (мин.)	ССД, км/ч	УО НСМ2000
Аль-Аббас улица	1	63,75	II	109,5	32	D
	2	69,41	II	91,5	23	E
	3	58,81	II	64,3	43	C
	4	58,81	II	94,5	29	D
	5	69,41	II	79,8	26	E
	6	63,75	II	150,2	24	E
Улица Фатимы Аль-Захраа	1	73.11	I	253,5	12	F
	2	63.08	II	124,5	12	F
	3	63.08	II	40,5	23	E
	4	63.08	II	62,8	14	F
	5	63.08	II	74,2	21	F
	6	73.11	I	192,5	15	F
Аль-Искан улица	1	69,84	II	149,7	34	C
	2	69,84	II	248,5	20	F
Рамадан-стрит	1	83,25	I	245,83	26	F
	2	83,25	I	186,17	34	D

Заключение

В данной работе эффективность эксплуатации дорожной сети города Кербела оценивалась на основе показателей надежности сети, где были использовались данные о скорости свободного дви-

жения на каждом сегменте сети с целью классификации, и рассчитаны временные параметры и скорости движения для каждого сегмента сети, затем был определен уровень обслуживания (УО). По результатам измерений мы пришли к следующим выводам:

1) Согласно проверке скорости и времени в пути, все сегменты улицы Фатима Аль-Захра, сегмент 2 улицы Рамадан и сегменты 1, 2 и 3 улицы Аль-Аббас в течение утреннего часа работали в условиях пробок. Такие сегменты требуют немедленных стратегий управления дорожным движением. в то время как сегмент 5 улицы Аль-Аббас и сегмент 1 улицы Рамадан работали на своей мощности.

2) В вечернее время сегменты 1,2,4,5,6 от улицы Фатима Аль-Захра, сегмент 2 от Аль-Улица Искан и 1-й сегмент улицы Рамадан работают в условиях пробки, а улица Аль-Аббас и 2-й сегмент улицы Рамадан работают в режиме мощность или близка к ней.

3) Более низкие скорости свободного потока и, следовательно, более низкие классы наблюдаются на всех сегментах улиц Аль-Аббас и Аль-Искан, а также на сегментах 2, 3 и 4 улицы Фатима Аль-Захра. Низкие значения ССПД указывают на то, что средняя скорость движения на этих сегментах низкая даже в условиях малого объема перевозок. В результате необходимо учитывать проблемы, не связанные с дорожным движением, которые могут снизить ССПД.

Чтобы решить проблему заторов на дорогах, необходимо отрегулировать настройки светофоров на перекрестках, чтобы сократить время ожидания, улучшить транспортный поток и использовать динамическое регулирование на основе текущего трафика.

Кроме того, сеть общественного транспорта должна быть расширена и улучшена, чтобы уменьшить зависимость от индивидуальных транспортных средств, что уменьшит количество транспортных средств на улицах.

Наконец, должны быть предусмотрены альтернативные методы управления транспортным потоком и уменьшения заторов на

загруженных сегментах дорог путем направления части движения на дороги, прилегающие к загруженным дорогам.

Информация о конфликте интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Список литературы / References

1. Samal S.R. et al. Analysis of Traffic Congestion Impacts of Urban Road Network under Indian Condition // 2020 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 1006, 012002. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1006/1/012002>
2. Busari A.A et al. Ameliorating Urban Traffic Congestion for Sustainable Transportation // 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 1107, 012102. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1107/1/012102>
3. Khademi N., Choupani A.-A. Investigating the road safety management capacity: Toward a lead agency reform // IATSS Research, 2018, vol. 42, issue 3, pp. 105-120. <https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2017.08.001>
4. Du W., Dash A., Li J., Wei H., Wang G. Safety in Traffic Management Systems: A Comprehensive Survey // Designs, 2023, vol. 7(4), pp. 100-129. <https://doi.org/10.3390/designs7040100>
5. Li G., Lai W., Sui X., Li X., Qu X., Zhang T., Li Y., et al. Influence of traffic congestion on driver behavior in post-congestion driving // Accident Analysis & Prevention, 2020, vol. 141, 105508. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105508>
6. Gierszewski M., Koźlak A. The Impact of Congestion on the Costs of Public Transport in Starogard Gdański // Transport Economics and Logistics, 2019, vol. 84, pp. 7-18. <https://doi.org/10.26881/etil.2019.84.01>
7. Harrou F., Zeroual A., Hittawe M. M., Sun Y. Road Traffic Modeling and Management: Using Statistical Monitoring and Deep Learning. Amsterdam: Elsevier, 2022, 262 p. <https://doi.org/10.1016/C2019-0-05283-1>
8. Wan Noratikah Wahidah Binti Ghazali, Che Nurhamizah 'Atikah Binti Zulkifli, Zakiah Ponrahono The Effect Of Traffic Congestion On Quality Of Community Life // The European Proceedings of Multidisciplinary Sciences EpMs, 2019, pp. 759-766. <https://doi.org/10.15405/epms.2019.12.77>

9. Kamruzzaman M., Rumpa Z.F. The effect of traffic congestion on employee productivity in Dhaka Bangladesh // The International Journal of Business & Management, 2019, vol. 7, no. 5, pp. 222-228. <https://doi.org/10.24940/theijbm/2019/v7/i5/BM1811-023>
10. Otengl M., Opoku O. A., Gyamfi E. The Effect of Road Traffic on Supply Chain Performance of Kwasi Oppong Company Limited in Ghana // Journal of Production, Operations Management and Economics, 2022, vol. 2, no. 1, pp. 27-36. <https://doi.org/10.55529/jpome.21.27.36>
11. Brent D., Beland L. P. Traffic congestion, transportation policies, and the performance of first responders // Journal of Environmental Economics and Management, 2020, vol. 103, pp. 102339. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2020.102339>
12. Mhana K. H. Evaluation of transportation network in AL- Fallujah city // Anbar Journal of Engineering Sciences, 2021, vol. 12, no. 2, pp. 146-156. <https://doi.org/10.37649/aengs.2021.171173>
13. Alkaiisi Z. A., Kadem A. J., Alattar E. F. Travel Time Prediction Models for Major Arterial Road in Baghdad City using Manufactured GPS device // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2021, vol. 1090, no. 1, 012110. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1090/1/012110>
14. Al Ghanim A. M., Asad F. H., Al-Jameel H. A. Traffic Performance Evaluation for Selected Streets within the Southern Part of Al-Najaf City Network // J. Phys.: Conf. Ser., 2021, vol. 1973, 012226. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012226>
15. Karbala Iraq. Country Coordinate. URL: <https://www.countrycoordinate.com/city-karbala-iraq/> (accessed 16.02.2024).
16. Kerner B.S. Understanding Real Traffic: Paradigm Shift in Transportation Science. Berlin: Springer Nature, 2021, 243 p.

ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Алкхудхир Хайдер Салман Кхудхаир, аспирант

Российский университет дружбы народов

ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Российская Федерация

hyder.s@uokerbala.edu.iq

Хамид Адаб Идан Аль-Джамиль, профессор, инженерная академия
Университет Куфа, Ирак
hamid.aljameel@uokufa.edu.iq

Коноплев Владимир Николаевич, д.т.н., профессор департа-
мента транспорта инженерной академии
Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Российская Федерация
konoplev-vn@rudn.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Hayder S. Khudhair, Postgraduate Student
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
6, Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russian Federation
hyder.s@uokerbala.edu.iq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6833-7780>

Hamid A.E. Al-Jameel, Professor, Civil Department, Engineering
College
University of Kufa
P.O Box 21, Kufa, Najaf Governorate, Iraq
hamid.aljameel@uokufa.edu.iq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1367-4421>

Vladimir N. Konoplev, Doctor of Technical Sciences, Professor of
Transportation at the Academy of Engineering
Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)
6, Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198, Russian Federation
konoplev-vn@rudn.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1662-6254>

Поступила 21.02.2024
После рецензирования 09.03.2024
Принята 13.03.2024

Received 21.02.2024
Revised 09.03.2024
Accepted 13.03.2024