

DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-2-285

УДК 657



Научная статья | Эксплуатация автомобильного транспорта

## ВЛИЯНИЕ БОКОВОГО ТРЕНИЯ НА ДВИЖЕНИЕ ТРАНСПОРТА НА УЛИЦЕ ФАТИМА АЛЬ-ЗАХРА В КЕРБЕЛЕ: ПРИЧИНЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

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

*Боковое трение считается одной из основных причин снижения эффективности дорожного движения в городских улицах и вызывается рядом факторов, таких как парковка транспортных средств на обочине, переход пешеходов в непредназначенных для них местах, въезд транспортных средств на главную дорогу с второстепенных и их выезд с нее на второстепенные дороги и др. Научная новизна данной работы заключается в том, что она впервые, насколько нам известно, дает статистическое описание влияния факторов бокового трения на эффективность дорожного движения на улице Фатима Аль-Захра в городе Кербела, а также как на классификации дорог. Результаты исследования показали, что боковое трение является причиной значительного снижения эффективности эксплуатации исследуемой дороги, а также снижения классификации дороги.*

***Цель** – определение влияния бокового трения на эффективность дорожного движения на улице Фатимы Захры в городе Кербела и определение оптимальных решений для улучшения эффективности дорожного движения на этой улице.*

***Методы исследования.** В данной работе использовались как экспериментальные методы сбора данных, так и статистические методы их обработки.*

**Результаты** исследования показали, что боковое трение является причиной снижения эффективности эксплуатации исследуемой дороги на величину в пределах 62,16–86,3%, а также понижения класса дороги с I или II до IV.

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

**Ключевые слова:** боковое трение; городские улицы; пешеходы; пробки на дорогах; эффективность дорожного движения

**Для цитирования.** Кхудохаир Х.С., Коноплев В.Н., Аль-Джамиль Х.А.И. Влияние бокового трения на движение транспорта на улице Фатима Аль-Захра в Кербеле: причины, результаты и пути решения // *International Journal of Advanced Studies*. 2024. Т. 14, № 2. С. 51-63. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-2-285

Original article | Operation of Road Transport

## THE INFLUENCE OF SIDE FRICTION ON TRAFFIC ON FATIMA AL-ZAHRA STREET IN KARBALA: CAUSES, RESULTS AND SOLUTIONS

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

*Side friction is considered one of the main reasons for reducing the efficiency of traffic in urban streets and is caused by a number of factors, such as parking vehicles on the side of the road, pedestrians crossing in places not intended for them, vehicles entering the main road from secondary roads and leaving it on secondary roads, etc. The scientific novelty of this work lies in the fact that for the first time, as far as we know, it provides a statistical description of the influence of Side friction factors on traffic efficiency on Fatima Al-Zahra Street in Karbala, as well as on the classification of roads. The results of the study showed that side friction is responsible for significantly reduc-*

ing the operating efficiency of the studied road, as well as reducing the road classification.

**Purpose:** determination the effect of side friction on the efficiency of traffic on Fatima Zahra Street in Karbala and to determine the optimal solutions to improve the efficiency of traffic on this street.

**Methodology.** In this work, both experimental methods of data collection and statistical methods of their processing were used.

**Results** of the study have shown that Side friction is responsible for a decrease in the operational efficiency of the studied road by an amount in the range of 62.16-86.3%, as well as a decrease in the road classification from I or II to IV.

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

**Keywords:** side friction; urban streets, pedestrians; traffic jams; traffic efficiency

**For citation.** Khudhair H.S., Konoplev V.N., Al-Jamil H.A.E. *The Influence of Side Friction on Traffic on Fatima Al-Zahra Street in Karbala: Causes, Results And Solutions. International Journal of Advanced Studies, 2024, vol. 14, no. 2, pp. 51-63. DOI: 10.12731/2227-930X-2024-14-2-285*

Дорожная сеть представляет собой основу, на которой жители городских сообществ могут передвигаться в густонаселенной среде. Это помимо проблемы ограниченного пространства [1, с. 116]. У предназначенных для городских дорог есть еще одна проблема, ограничивающая плавность движения, - боковое трение.

Факторы бокового трения определяются как те действия, которые происходят по обочинам транспортных дорог или даже на транспортных маршрутах и которые могут повлиять на нормальное движение транспорта, проходящего по транспортным маршрутам [2; 3].

Несколько конкретных элементов способствуют нарушению дорожного движения и проблемам безопасности. Первым из них

является парковка на улице, которая относится к транспортным средствам, припаркованным вдоль улицы. Эти транспортные средства занимают линию вдоль улицы и, выезжая на движение, создают потенциальное препятствие и требуют корректировки основного потока движения, что приводит к задержкам и потенциально увеличивает риск аварий [4; 5].

Вторым элементом бокового трения является пешеходный переход улицы, который может нарушить движение транспорта, особенно при отсутствии соответствующей инфраструктуры, такой как пешеходные переходы или светофоры. Транспортным средствам может потребоваться резкая остановка, чтобы позволить пешеходам перейти дорогу, что приводит к заторам и нарушениям транспортного потока [6; 7].

Третьим элементом бокового трения является разворот, при котором транспортные средства разворачиваются, чтобы двигаться в противоположном направлении [8; 9]. Если разворот не организован должным образом или выполняется в зонах с высокой интенсивностью движения, разворот может нарушить движение транспорта и потенциально привести к несчастным случаям.

Последний элемент — движение автомобилей, выезжающих на главную дорогу и выезжающих из нее по боковым дорогам [10; 11]. Как и в случае с парковкой, транспортным средствам, выезжающим на главную дорогу, возможно, придется слиться с потоком транспорта, что приведет к сбоям в работе и потенциальной угрозе безопасности.

Боковое трение влияет на транспортный поток несколькими способами: оно снижает эффективную пропускную способность проезжей части, поскольку прерывает поток движения, что приводит к заторам и задержкам [12]. Кроме того, транспортные средства, выезжающие на проезжую часть или выезжающие из нее, создают конфликты с основным потоком транспорта, что приводит к замедлению движения, пробкам и потенциальному возникновению пробок [13].

Более того, боковое трение увеличивает вероятность несчастных случаев, особенно столкновений сзади или боковых ударов, поскольку транспортные средства маневрируют, чтобы приспособиться к приближающимся или выезжающим транспортным средствам. Более того, постоянные помехи, вызванные въездом или выездом транспортных средств на проезжую часть, могут нарушить плавный поток движения, что приведет к нестабильной скорости и увеличению времени в пути для всех транспортных средств.

Боковое трение также способствует образованию заторов, особенно в часы пик, поскольку перебои, вызванные слиянием транспортных средств, снижают общую эффективность дороги.

В этой статье мы обсудим влияние бокового трения на движение транспорта на одной из самых важных улиц города Кербела, улице Фатимы Аль-Захра, и представим некоторые предложения по улучшению движения транспорта на ней.

### **Методы и оборудование**

В данном исследовании использовались как экспериментальный, так и статистический подходы. Для сбора данных на исследуемой территории была задействована видеочкамера (HIKVISION DS-2DY3420IW-DE4(S6), Калифорния, США), которая использовалась для измерения количества событий. Также был использован скоростной измерительный пистолет (Velocity Speed gun 1 MPH Snelheid Richten & Schieten Grijs, Bushnell, Канзас, США) для измерения скорости транспортных средств на дороге с целью определения средней скорости. Эти методы позволили получить комплексные данные о движении и событиях на дороге, что способствует более точному анализу ситуации и принятию обоснованных выводов.

Местоположение исследуемой территории:

Улица Фатимы Аль-Захра превращается в трехполосную городскую магистраль, разделяющуюся на полосы для движения

транспорта в обоих направлениях. Протянувшись более чем на 1,4 километра, он имеет ширину 45 метров и имеет приподнятую срединную часть шириной пять метров [14].

Этот конкретный участок простирается от перекрестка Аль-Дариба до кольцевой развязки Хамза Аль-Сагир и включает в себя три перекрестка: Аль-Дариба, Альсафина и Сайед Джауда, изображенные на рисунке 1.

На этом пути расположены многочисленные коммерческие и развлекательные заведения что вызывает значительные заторы. На рисунке 2 показано разделение улицы на шесть сегментов.

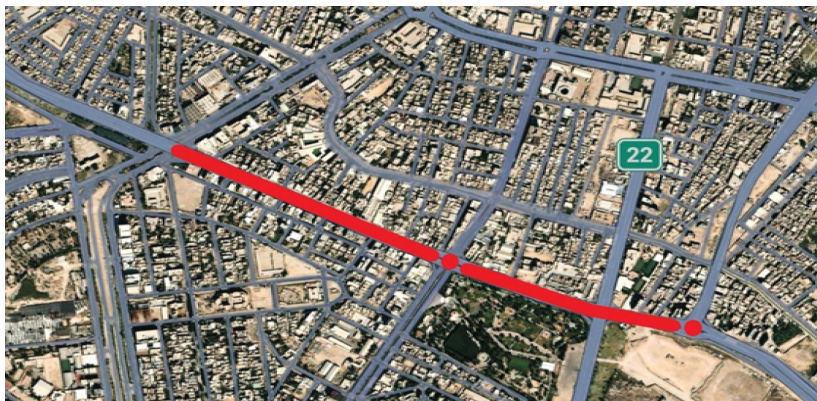


Рис. 1. Расположение дороги Фатима аль-Захраа

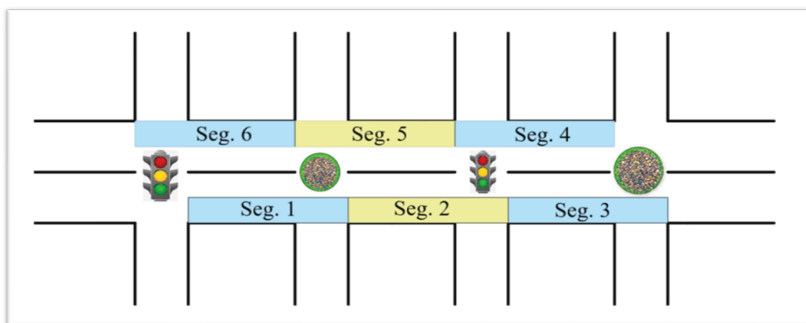


Рис. 2. Сег. улицы № 1 (улица Фатима Аль-Захраа)

## Результаты и обсуждение

Результаты повторения события на час (измерение проводилось в течение двух часов) для каждого бокового трения показали, что поворот назад, осуществляемый автомобилем (U-Turn), играл ключевую роль в возникновении наибольшего бокового трения на улицах.

Это можно объяснить тем, что данная маневренность требуется из-за особенностей коммерческого характера района. Водители вынуждены совершать поворот назад и переходить на дорогу с противоположным направлением движения, чтобы иметь возможность припарковать свой автомобиль как можно ближе к нужному торговому объекту. Это создает дополнительные точки контакта и потенциальные ситуации конфликта с другими участниками движения.

Что касается влияние въезжающих и выезжающих автомобилей с боковых дорог оказывает второе по значимости воздействие на боковое трение. При этом маневры въезда и выезда на главную дорогу также могут создавать опасные ситуации, особенно при неудачном выборе момента для перестроения или при недостаточной видимости. Эти моменты становятся особенно критичными в районах с высокой плотностью транспортного потока.

Далее следует фактор пересечения пешеходами дороги. Ограниченное количество пешеходных переходов, ограничивающееся всего несколькими (одним на каждый светофор), в сочетании с отсутствием пешеходных мостов, приводит к тому, что многие пешеходы вынуждены пересекать дорогу из самых неудобных для этого мест. Они выбирают ближайшие точки к торговым объектам, игнорируя иногда даже наличие безопасных мест для перехода.

Это увеличивает вероятность возникновения конфликтных ситуаций с автомобилями и снижает общий уровень безопасности движения как для пешеходов, так и для водителей.

Наконец, стоянка автомобилей по обочине дороги оказывает наименьшее воздействие на боковое трение. В отличие от других факторов, стоянка не представляет собой непосредственного элемента движения и реже становится причиной аварийных ситуаций.

Тем не менее, она также может вносить свой вклад в создание препятствий для движения и уменьшение пропускной способности дороги. Можно сказать что, эти факторы взаимодействуют друг с другом, создавая сложную ситуацию на исследуемой улице. В таблицах 1 ниже показаны значения каждого фактора, вызывающего боковое трение в вечерние пиковые периоды.

Таблица 1.

Данные о боковом трении в вечерний период пик

Время	Пешеход (событие/час)	Парковка автомобиля (Event/hr)	Автомобиль U-Turn (событие/час)	Въезд-выезд автомобиля (событие/час)	Скорость потока (ав/час)
4:00-4:15	284	240	504	480	2771
4:15-4:30	264	240	428	448	3186
4:30-4:45	425	232	440	380	3152
4:45-5:00	384	260	436	372	3189
5:00-5:15	416	224	480	476	3066
5:15-5:30	180	216	468	488	3734
5:30-5:45	284	216	464	364	3264
5:45-6:00	368	248	456	328	2813

Что касается влияния бокового трения на эффективность транспортного движения, то результаты измерения средней скорости транспортных средств в утренние и вечерние часы пик свидетельствуют о том, что существует большая разница между средней скоростью транспортных средств и скоростью свободного потока транспортных средств движения где это разница достигала до 62,16-86,3%, как показан в диаграммах 3 и 4 ниже. Такое снижение скорости движения автомобиля означает снижение рейтинга дороги с I или II до IV [15].

Можно объяснить большую разницу между средней скоростью движения транспортных средств и скоростью свободного потока в утренние и вечерние часы пик в том что, повышенное боковое трение, вызванное такими факторами, как повороты назад, въезд и выезд с боковых дорог, а также пересечение пешеходами дороги, создает дополнительные точки заторов и конфликтных ситуаций на дороге.



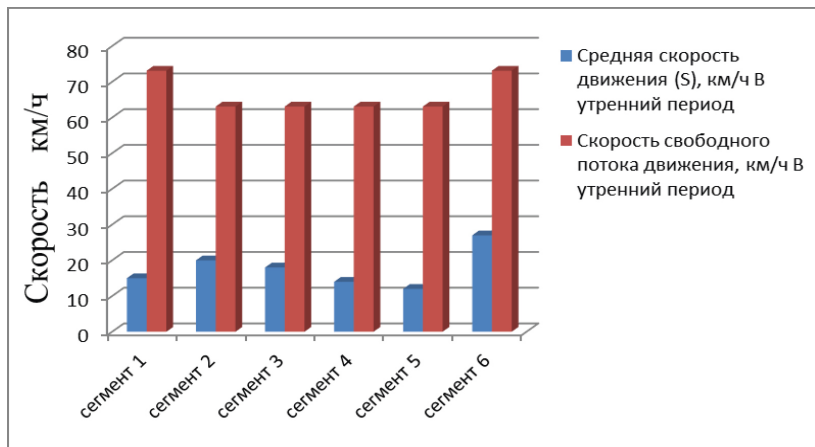


Рис. 3. Разница между скоростью свободного потока и скоростью свободного потока транспортных средств в утренний пик

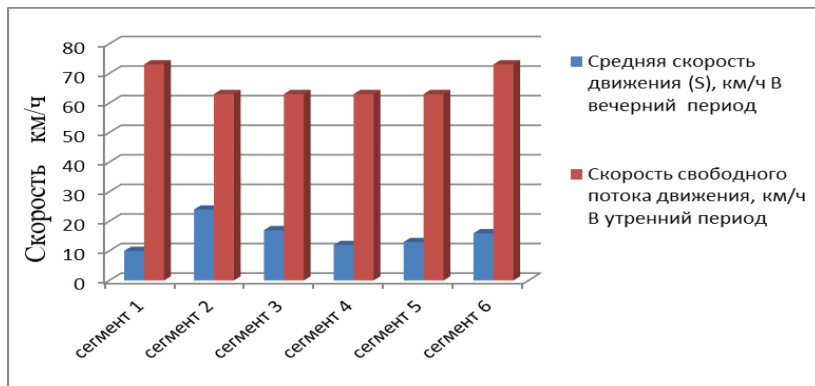


Рис. 4. Разница между скоростью свободного потока и скоростью свободного потока транспортных средств в вечерний период пиковой нагрузки

Эти ситуации приводят к замедлению движения и увеличению времени, необходимого для того, чтобы автомобили могли продвигаться по улицам. В результате, средняя скорость транспортных средств снижается по сравнению со скоростью свободного потока, что приводит к более выраженным задержкам и перегрузкам на дорогах в периоды пиковой нагрузки.

### **Заключение**

В данной работе мы выявили причины бокового трения на улице Фатима Аль-Захра в городе Кербела и изучили его влияние на эффективность дорожного движения на этой улице. На основании анализа результатов можно сказать что, для повышения эффективности движения в таких условиях необходимо принять меры, направленные на снижение бокового трения и улучшение транспортного потока. Это может включать в себя строительство пешеходных мостов, которые позволят пешеходам пересекать дорогу без вмешательства в движение автотранспорта. Также важно обеспечить доступ транспортных средств к коммерческим объектам без создания дополнительных препятствий для движения. Например, требование к коммерческим центрам строить парковки на подземных этажах поможет освободить поверхностные участки от автотранспорта, что снизит вероятность заторов и улучшит проходимость дороги. Кроме того, важно учитывать потребности пешеходов при проектировании и развитии городской инфраструктуры, чтобы сделать их перемещение более безопасным и удобным. Это может включать в себя создание дополнительных пешеходных зон, обустройство пешеходных дорожек и установку дополнительных светофоров и знаков безопасности.

Результаты, полученные в данной работе, направлены в первую очередь органам власти, ответственным за организацию дорожного движения в городе Кербела, чтобы извлечь из них пользу для повышения эффективности дорожного движения на исследуемой территории в частности и в дорожной сети города в целом.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

### ***Список литературы / References***

1. Zhao, P., Lyu, D. Correction to: Lifestyle Change and Transport in China. In: Lifestyle Change and Transport in China. Population, Re-

- gional Development and Transport. Springer, Singapore, 2023. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-4399-7\\_11](https://doi.org/10.1007/978-981-19-4399-7_11)
2. Adinarayana I., Anil N.C. The Study Exploration towards Side Friction Influences by traffic performance measures on roads // *International Journal of Science Engineering and Advance Technology*, 2017. Vol. 5, No. 11. P. 1024-1031. <https://core.ac.uk/download/pdf/235197024.pdf>
  3. Salini S., George S., Ashalatha R. Effect of Side Frictions on Traffic Characteristics of Urban Arterials // *Transportation Research Procedia*. 2016. Vol. 17. P. 636-643. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.118>
  4. Biswas S., Chandra S., Ghosh I. Side friction parameters and their influences on capacity of Indian undivided urban streets // *International Journal of Transportation Science and Technology*. 2021. T. 10, № 1. P. 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.ijst.2020.03.007>
  5. Fadriani H. Evaluate the Performance of Jalan Otista Bandung with on-Street Parking / H. Fadriani, S. Afyah, Y. Liklikwatil, S. Haris, I. Hidayat, R. Hidayat // *Journal of Physics: Conference Series*. 2021. № 1783. P. 012082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012082>
  6. Road and Airfield Pavement Technology / Ed. H. R. Pasindu, Saman Bandara, W. K. Mampearachchi, T. F. Fwa // *Proceedings of 12th International Conference on Road and Airfield Pavement Technology*, 2021. Springer Nature, 2022. 917 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-87379-0>
  7. Radjawane L.E. Study of Pedestrians Proportion to Roadside Friction Index // 2021 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. Vol. 841, 012011. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/841/1/012011>
  8. Mansour A.I., Al-jameel H.A. Side-friction impacts on urban streets performance in divided and undivided streets // *Pollack Periodica*. 2023. Vol. 18, Issue 3. P. 147-153. DOI: <https://doi.org/10.1556/606.2023.00817>
  9. Mohanty M., Dey P.P. Modeling the lane changing behavior of major stream traffic due to U-turns // *Transportation Engineering*. 2020. Vol. 2, 100012. <https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100012>
  10. Arya V. S., Aswathy B. Binu, Jyothi Pradeep, Greena Thomas, Suminamol A., Aparna V. Impact of Side Friction on Urban Roads // *Journal of Transportation Engineering and Traffic Management*. 2020. Vol. 1, Issue 2. P. 1-9.

11. Gulivindala P., Mehar A. Analysis of Side Friction on Urban Arterials // Transport and Telecommunication. 2018. Vol. 19, No. 1. P. 21-30. <https://doi.org/10.2478/tj-2018-0003>
12. Mahendra M., Wicaksono A., Djakfar L. The Effect of Side Friction on Delays in One-Way Urban Road Sections // Journal of South-west Jiaotong University. 2021. Vol. 56, № 5. P. 265-274. <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.56.5.24>
13. Han Xie, Qinghua Ren, Zheng Lei Influence of Lane-Changing Behavior on Traffic Flow Velocity in Mixed Traffic Environment // Journal of Advanced Transportation. 2022. Vol. 2022. P. 1-26. <https://doi.org/10.1155/2022/8150617>
14. Fatima Al-Zahraa Street // waze. URL: <https://www.waze.com/ar/live-map/directions/iq/krblaa-mhafzh/krblaa/shara-fatmh-alzhaara-a?to=place.ELLYtNin2LHYuSDZgdin2LfZhdipINin2YTYstmH2LHY-p9ihINi52IwgS2FyYmFsYScsIEthcmJhbGEgR292ZXJub3Jhd-GUuSIdU2MDAxLCBJcmFxi4qLAoUChIJd8MPqtrWRURFJGX-WjAf2KYSFAoSccnNuEfha1kVEfARoa6q2sX2>
15. 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 // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1973, № 1. P. 012226-012238. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1973/1/012226>

## ДААННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Хайдер Салман Кхурдаир**, аспирант кафедры техники и технологий транспорта

*Российский университет дружбы народов*

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

*hyder.s@uokerbala.edu.iq*

**Коноплев Владимир Николаевич**, профессор кафедры техники и технологий транспорта

*Российский университет дружбы народов*

*ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Российская Федерация*  
*konoplev-vn@rudn.ru*

**Хамид Адаб Идан Аль-Джамиль**, профессор  
*Университет Куфа*  
*Куфа, мухафаза Наджаф, Ирак*  
*hamid.aljameel@uokufa.edu.iq*

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Hayder S. Khudhair**, Postgraduate student of the Department of Transportation Engineering and Technologies  
*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>*

**Vladimir N. Konoplev**, Professor of the Department of Transportation Engineering and Technologies  
*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>*

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

Поступила 05.04.2024  
После рецензирования 10.05.2024  
Принята 01.06.2024

Received 05.04.2024  
Revised 10.05.2024  
Accepted 01.06.2024