

**АВТОМОБИЛНИНГ ШАҲАРДА ҲАРАКАТЛАНИШ РЕЖИМИНИНГ
МОДЕЛИНИ – МЕЪЁРИЙ ҲАРАКАТ ЦИКЛИНИ ЯРАТИШ УСЛУБИ**

Зияев К.З. PhD, доцент, Тошкент давлат транспорт университети
Абдужалилова М.В., талаба, Тошкент давлат транспорт университети
Янгиева И.И., талаба, Тошкент давлат транспорт университети

Аннотация: Мақолада автомобилларнинг ёнилғи тежамкорлиги ва экологик ҳавфсизлик хусусиятларини баҳолашда қўлланиладиган, шаҳар эксплуатация шароитини ифодаладиган меъёрий ҳаракат циклини яратиш услуги ёритилган. Тошкент шаҳрида автомобилларнинг ҳаракат режимлари синов натижалари асосида яратилган Тошкент шаҳри ҳаракат цикли энгил автомобилларнинг энергетик самарадорлигини оширишда аҳамиятли ҳисобланади.

Калит сўзлар. ёнилғи тежамкорлиги, экологик ҳавфсизлик, NEDC

Аннотация: В статье рассматривается методика разработки нормативного ездового цикла, характеризующее городские условия эксплуатации, используемые при оценке топливно-экономических свойств и экологической безопасности автомобилей. Разработанный ездовой цикл города Ташкента на основе результатов эксперимента режимов движений способствует повышению энергетической эффективности легковых автомобилей.

Ключевые слова. Топливный экономичность, экологический безопасность, NEDC

Annotation. The method used for estimating the fuel economy and ecologic safety performances of the vehicle and for developing regulated city driving cycle, which reflects urban use condition is represented in this article. The driving cycle of Tashkent city, developed on the base of results of experiments on defining driving modes of vehicles in Tashkent is significant for increasing energy efficiency of passenger cars.

Key words. Fuel consumption, ecological safety, NEDC

Автомобиль ёнилғи тежамкорлиги ва экологик ҳавфсизлигининг кўрсаткичлари маълум шароитни ифодаловчи меъёрий ҳаракат циклларида, яъни ҳаракат шароитини ифодаловчи модел ёрдамида аниқланади. Мазкур хусусиятлар бўйича талабларнинг қатъийлашиши автомобиль конструкциясининг такомиллашувини белгилайди. Хусусан, “евро” талабларини таъминлаш мақсадида двигатель конструкциясини такомиллашувини эвазига автомобилдан чиқаётган углеводород оксиди миқдори 2,7 баробар, углеводород ва

азот оксиди миқдори 7,1 баробарга камайтиришга эришилган [2]. 1998 йилга нисбатан ҳозирги кунда турбонаддувли, бевосита ва ажратиб пуркаш тизимли двигателлар сони кескин ортиши, двигателларда автоматик бошқарув тизимининг қўлланилиши амалдаги меъёрий ҳаракат цикллари билан боғлиқ. Шунинг учун ҳаракат цикллари айнан реал шароитни ифодалаш аҳамиятли ҳисобланади.

2015 йилга қадар автомобилларнинг ёнилғи ва экологик ҳавфсизлик хусусиятлари NEDC меъёрий ҳаракат цикли ёрдамида аниқланган. АҚШнинг Виржина Давлат тадқиқот университетиде ўтказилган тадқиқот натижасида ушбу ҳаракат циклида аниқланган ёнилғи сарфи эксплуатациядаги ёнилғи сарфидан катта фарқ қилиши аниқланган [2]. Шу туфайли 2015 йилдан буён WLTC ҳалқаро уйғунлашган ҳаракат циклининг автомобиль солиштирма қуввати бўйича 3 та тури қабул қилинган. 2017 йил сентябр ойидан бошлаб стенда ўтказилган синовларда автомобилнинг аэродинамик хусусиятларини инобатга олинмаганлиги туфайли ёнилғи сарфи ва экологик ҳавфсизлик хусусиятлари йўл синовларида ўтказилиши белгиланди. Бу эса автомобиль эксплуатацион хусусиятларини баҳолашда унинг аниқлик даражасининг дунё бўйича аҳамиятини ва ҳаракат циклини реал ҳаракат шароити кўрсаткичлари билан мослаш долзарблигини кўрсатади.

Мазкур тадқиқот реал эксплуатация шароитини ифодаловчи енгил автомобиль ҳаракат режимларини синтезлаш орқали меъёрий ҳаракат циклини яратиш услубини ишлаб чиқишга қаратилган.

Муайян шаҳар учун ҳаракат цикли шаҳарда автомобилнинг ҳаракатланиш жараёни параметрларини аниқлаш катта массивли маълумотлар базасини ташкил этади. Меъёрий шаҳар ҳаракат цикли синов тадқиқотларини ўтказиш учун амалий жиҳатдан қулай бўлиши зарур, яъни синов ўтказиладиган полигон йўл узунлиги, юриш вақти, синовчи-ҳайдовчининг мослана олиши ва шу кабилар. Шундай қилиб, шаҳардаги ҳаракатланиш жараёнининг параметрларини таъминлаган ҳолда ҳаракат циклини шакллантириш учун катта массив маълумотларини масштабда кичиклаштириш мақсадга мувофиқ:

$$\tau_t = \frac{T_{ym}}{T_{xq}} \quad (1)$$

Бу ерда T_{xq} – меъёрий шаҳар ҳаракат циклининг умумий вақти, с.

(1) тенгламага асосан маълумотлар базасидаги барча ҳаракатланиш режимлари фазаларига (салт ишлаш режими, ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш режими, тезланиш ва секинланиш режими) тўғри келган вақтлар мос равишда масштабланади.

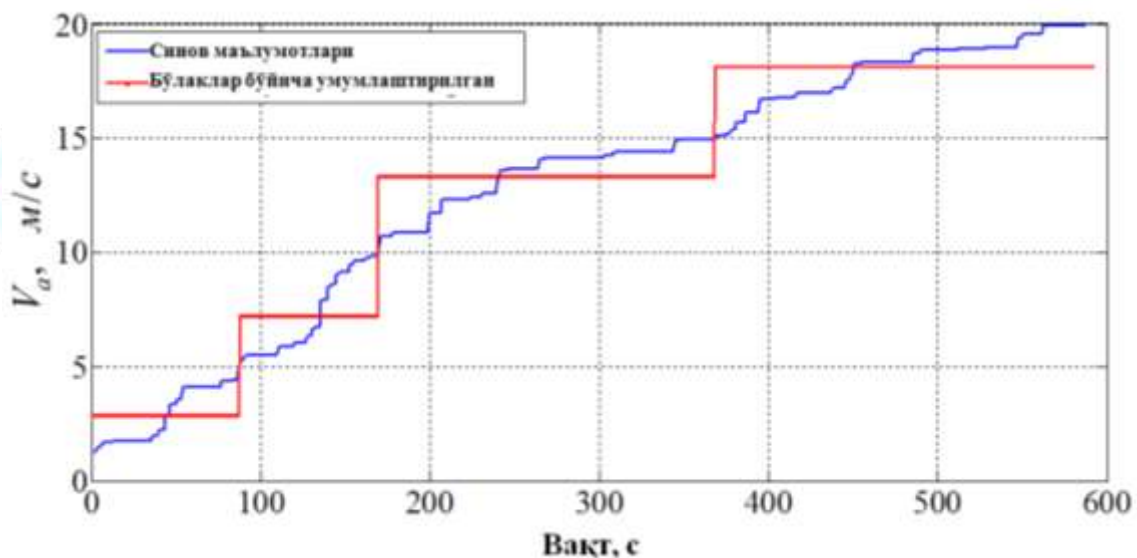
Шаҳар шароитида автомобилнинг ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш

жараёнида унинг тезлигига мос равишда турли характерга эга бўлади. Шаҳардаги максимал тезлик қийматининг рухсат этилган миқдори 70 км/с (19,4 м/с) чегарасидан келиб чиққан холда 0-70 оралиғига тўғри келган тезлик қийматларининг вариацион қаторини К.Брукс тенламаси [1] орқали ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш режими қуйидаги тўртта бўлақларга ажратамиз: g_1^{ym} – тирбанд ҳаракатлар, $0 \div 5$ м/с; g_2^{ym} – ўрта тезликлар, $5 \div 10$ м/с; g_3^{ym} – юқори тезликлар, $10 \div 15$ м/с; g_4^{ym} – энг юқори тезликлар, $15 \div 20$ м/с. Шаҳар шароитида автомобилнинг ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш режими белгиланган бўлақлар бўйича қуйидагича яхлитланди:

$$g_i^{ym} = \frac{\sum_n V_{yp}^n \cdot t_{ym_i}^n}{\sum_n t_{ym_i}^n} \therefore m_i < V_{yp}^n \leq k_i, [м/с];$$

бу ерда m_i – ажратилган бўлақнинг бошланғич тезлиги, [м/с];

k_i – ажратилган бўлақнинг сўнги тезлиги, [м/с];



1-расм. Автомобилнинг ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш режимини бўлақлар бўйича умумлаштириш

Демак, ҳар бўлақ учун аниқланган ўртача тезликлари ва унинг давомийлиги бўйича ҳаракат циклида масштабда ўз аксини топади (1-расм).

Тезланиш режимини ҳаракат циклидаги кўрсаткичларини аниқлаш учун ажратилган ҳар бўлақ тезликлари қирқимиға тўғри келган тезланиш ўртача қийматлари аниқланади

$$j_{mez}^{yp} = \frac{\sum_n j_{mez}^n \cdot S_{mez}^n}{\sum_n S_{mez}^n} \therefore m_i < g_i^{ym} \leq k_i$$

Шунингдек, $\mathcal{G}_i^{\dot{y}m}$ киркимида ажратилган қисмларга тўғри келган ўртача ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш тезликлари орасидаги тезланиш сони қуйидагича аниқланади:

$$a_i^{mez} = \frac{j_{mez}^{\dot{y}p} \sum^n S_{mez}^n}{\mathcal{G}_i^{\dot{y}p}} \therefore S_{mez}^n = \mathcal{G}_i^{\dot{y}m} t_{mez}^n + \frac{j_{mez}^n \cdot t_{mez}^n{}^2}{2}; \quad t_{mez}^n = \frac{\Delta V_{mez}^n}{j_{mez}^n} \therefore m_i < \mathcal{G}_i^{\dot{y}m} \leq k_i$$

Секинланиш режимини ҳаракат циклидаги кўрсаткичларини аниқлаш учун ажратилган ҳар бўлак тезликлари киркимида тўғри келган секинланиш ўртача қийматлари аниқланади:

$$j_{сек_i}^{\dot{y}p} = \frac{\sum^n j_{сек_i}^n \cdot S_{сек_i}^n}{\sum^n S_{сек_i}^n} \therefore m_i < \mathcal{G}_i^{\dot{y}m} \leq k_i$$

Шунингдек, $\mathcal{G}_i^{\dot{y}m}$ киркимида ажратилган қисмларга тўғри келган ўртача ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш тезликлари орасидаги секинланиш сони қуйидагича аниқланади:

$$a_i^{сек} = \frac{j_{сек_i}^{\dot{y}p} \sum^n S_{сек_i}^n}{\mathcal{G}_i^{\dot{y}p}} \therefore S_{сек_i}^n = \mathcal{G}_i^{\dot{y}m} t_{сек}^n + \frac{j_{сек_i}^n \cdot t_{сек_i}^n{}^2}{2}; \quad t_{сек_i}^n = \frac{\Delta V_{сек_i}^n}{j_{сек_i}^n} \therefore m_i < \mathcal{G}_i^{\dot{y}m} \leq k_i$$

Меъёрий шаҳар ҳаракат циклининг салт ишлаш режими унинг такрорланиш сони N_c ва давомийлиги $T_{x_{и}}^c$ орқали қуйидаги тенглама билан аниқланади:

$$N_c = a_1^{mez} + 1$$

$$T_{x_{и}}^c = \frac{T_{x_{и}}^c}{N_c}$$

Яратилган услуб бўйича синов маълумотларининг ҳаракат режимларини алоҳида фазалар бўйича таҳлил қилиш орқали меъёрий шаҳар ҳаракат циклининг йўл узунлиги S , доимий ҳаракатланиш тезликлари $V_{\dot{a}yр}$, тезланиш ва секинланишлари $\pm j$, барча ҳаракат режимлари учун сарфланган вақтни аниқлаш имконини берувчи мантиқий ҳисоб дастури ишлаб чиқилди.

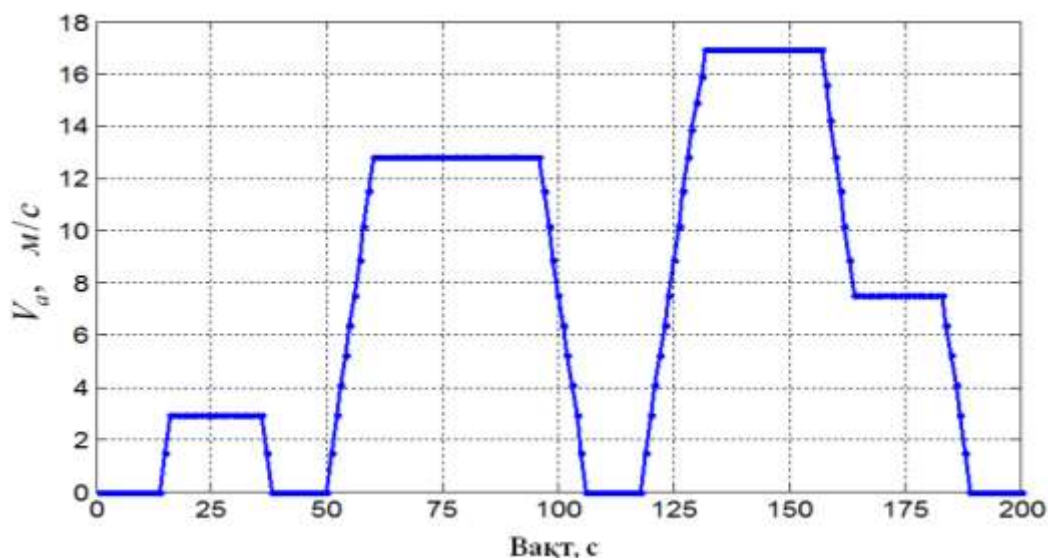
Ҳаракат циклини қуриш автомобиль ҳаракатланиш режимлари фазаларини таҳлил қилиш орқали аниқланган қийматлари уларнинг масштабдаги даври бўйича синтезлаш орқали амалга оширилади.

Тошкент шаҳрининг эксплуатация шароитида енгил автомобилларнинг ҳаракат режимларини аниқлаш синов тадқиқотлари ўтказилди ва юқорида келтирилган услуб асосида ҳаракат цикли ишлаб чиқилди. Яратилган ҳаракат циклининг кўрсаткичлари 1 - жадвалда келтирилган:

1-жадвал

Тошкент шаҳар ҳаракат циклининг кўрсаткичлари

| Ҳаракат режимлари | Вақт, с | Масофа, м | Ўртача қиймати | Вақт бўйича салмоғи, % |
|------------------------------------|------------|---------------|-----------------------|------------------------|
| Салт ишлаш | 49 | 0 | 0 | 24.5 |
| Ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш | 100 | 1087.4 | 39.3 км/соат | 50.0 |
| Тезланиш | 26 | 191.7 | 1.26 м/с ² | 13 |
| Секинланиш | 25 | 176.8 | 1.31 м/с ² | 12.5 |
| Жами | 200 | 1455.9 | 26.3 км/соат | 100 |



2-расм. Тошкент шаҳри ҳаракат цикли

Автомобилнинг ҳаракат режимларини синтез услуби билан шаҳар шароити меъёрий ҳаракат циклини аниқлаш мантиқий ҳисоб дастури асосида Тошкент шаҳри учун ишлаб чиқилган ҳаракат цикли (2-расм) қуйидаги кўрсаткичлар билан аниқланди: вақт 200 с; масофа 1455.9 м; ўртача тезлик 26.3 км/соат; ўртача тезланиш/секинланиш 1.26/1.31 м/с². Цикл фазаларининг вақт бўйича салмоғи: салт режими 24.5%; ўзгармас тезлик билан ҳаракатланиш режими 50%; тезланиш/секинланиш салмоғи 13/12.5%.

Ишлаб чиқилган ҳаракат цикли кўрсаткичлари синов натижасидан қуйидаги қийматга фарқ қилди: босиб ўтилган йўл 1.6 %; ўртача тезлиги 1.4 %; ўртача тезланиш 4.5 %; ўртача секинланиш 4.4 %. Шунингдек, ишлаб чиқилган ҳаракат циклининг ўртача тезлиги 26.3 км/соатни ташкил этган ҳолда шаҳар шароитида автомобилларнинг ўртача техник тезликлари таҳлили асосида аниқланган ўртача тезликдан 1.4 % га фарқ қилди.

Адабиётлар:

1. Abdurazzokov, U., Sattivaldiev, B., Khikmatov, R., & Ziyaeva, S. (2021a). Method for assessing the energy efficiency of a vehicle taking into account the load under operating conditions. E3S Web of Conferences, 264, 05033. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405033>
2. Abdurazzokov, U., Sattivaldiev, B., Khikmatov, R., & Ziyaeva, S. (2021b). Method for assessing the energy efficiency of a vehicle taking into account the load under operating conditions. E3S Web of Conferences, 264, 05033. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405033>
3. Dashdamirov, F., Abdurazzokov, U., Ziyaev, K., Verdiyev, T., & Javadli, U. (2023). Simulation testing of traffic flow delays in bus stop zone. E3S Web of Conferences, 401, 01070. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101070>
4. Faizullaev, E. Z., Rakhmonov, A. S., Mukhtorjanov, U. M., Turdibekov, S., & Nasirjanov, Sh. I. (2023). Parameters of the access road for disaster situations on the roads in the mountain area. E3S Web of Conferences, 401, 03022. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103022>
5. Fayzullaev, E., Tursunbaev, B., Xakimov, S., & Rakhmonov, A. (2022). Problems of vehicle safety in mountainous areas and their scientific analysis. 030099. <https://doi.org/10.1063/5.0089596>
6. Fayzullayev, E., Khakimov, S., Rakhmonov, A., Rajapova, S., & Rakhimbaev, Z. (2023). Traffic intensity on roads with big longitudinal slope in mountain conditions. E3S Web of Conferences, 401, 01073. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340101073>
7. Ikromov, A. (2023). Components modifying methods with the using of energy technologies. 060037. <https://doi.org/10.1063/5.0115559>
8. Kasimov, O. (2023). Method for regulation of permissible irregularity of brake forces on front axle. E3S Web of Conferences, 401, 02033. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340102033>
9. Kasimov, O., & Tukhtamishov, S. (2023). Mathematical model of braking process of car. E3S Web of Conferences, 401, 02034. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340102034>
10. Keldiyarova, M., Ruzimov, S., Bonfitto, A., & Mukhitdinov, A. (2022). Comparison of two control strategies for range extender hybrid electric vehicles. 2022 International Symposium on Electromobility (ISEM), 1–6. <https://doi.org/10.1109/ISEM55847.2022.9976663>
11. Khakimov, S., Fayzullaev, E., Rakhmonov, A., & Samatov, R. (2021). Variation of reaction forces on the axles of the road train depending on road longitudinal slope. E3S Web of Conferences, 264, 05030. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405030>

12. Kulmukhamedov, Z., Khikmatov, R., Erbekov, S., & Saidumarov, A. (2022). Maximum temperature values of the engine and auto motor vehicles units in conditions of elevated ambient temperatures. 030040. <https://doi.org/10.1063/5.0093466>
13. Kulmukhamedov, Z., Khikmatov, R., Saidumarov, A., & Kulmukhamedova, Y. (2021). Theoretical research of the external temperature influence on the traction and speed properties and the fuel economy of cargo-carrying vehicles. *Journal of Applied Engineering Science*, 19(1), 68–76. <https://doi.org/10.5937/jaes0-27851>
14. Kutlimuratov, K., Khakimov, S., Mukhitdinov, A., & Samatov, R. (2021). Modelling traffic flow emissions at signalized intersection with PTV vissim. *E3S Web of Conferences*, 264, 02051. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402051>
15. Mavlonov, J., Ruzimov, S., Tonoli, A., Amati, N., & Mukhitdinov, A. (2023). Sensitivity Analysis of Electric Energy Consumption in Battery Electric Vehicles with Different Electric Motors. *World Electric Vehicle Journal*, 14(2), 36. <https://doi.org/10.3390/wevj14020036>
16. Mukhitdinov, A., Abdurazzokov, U., Ziyaev, K., & Makhmudov, G. (2023). Method for assessing the vehicle energy efficiency on a driving cycle. 060028. <https://doi.org/10.1063/5.0114531>
17. Mukhitdinov, A., Ziyaev, K., Abdurazzokov, U., & Omarov, J. (2023). Creation of the driving cycle of the city of Tashkent by the synthesis method. 060029. <https://doi.org/10.1063/5.0126363>
18. Mukhitdinov, A., Ziyaev, K., Omarov, J., & Ismoilova, S. (2021). Methodology of constructing driving cycles by the synthesis. *E3S Web of Conferences*, 264, 01033. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126401033>
19. Nurmetov, K., Riskulov, A., & Ikromov, A. (2022). Physicochemical aspects of polymer composites technology with activated modifiers. 020011. <https://doi.org/10.1063/5.0106358>
20. Sanjarbek, R., Mavlonov, J., & Mukhitdinov, A. (2022). Analysis of the Powertrain Component Size of Electrified Vehicles Commercially Available on the Market. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 24(1), B74–B86. <https://doi.org/10.26552/com.C.2022.1.B74-B86>
21. Topalidi, V., Yusupov, U., & Allaberganov, S. (2022). Improving the efficiency of transport logistics support. 030072. <https://doi.org/10.1063/5.0089587>
22. Tursunov, S., & Khikmatov, R. (2023). Increasing environmental safety, increasing service life of ice units and assembly and saving fuel consumption through application of multifunctional fuel additives. *E3S Web of Conferences*, 365, 01012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202336501012>

23. Usmanov, U., Ruzimov, S., Tonoli, A., & Mukhitdinov, A. (2023). Modeling, Simulation and Control Strategy Optimization of Fuel Cell Hybrid Electric Vehicle. *Vehicles*, 5(2), 464–481. <https://doi.org/10.3390/vehicles5020026>
24. Yusupov, U., Kasimov, O., & Anvarjonov, A. (2022). Research of the resource of tires of rotary buses in career conditions. 030073. <https://doi.org/10.1063/5.0089590>
25. Yusupov, U., & Mukhitdinov, A. (2023). Evaluation of the influence of the longitudinal slope of carriage roads on the tire life. *E3S Web of Conferences*, 401, 03025. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103025>
26. Avdeychik, S., Goldade, V., Struk, V., Antonov, A., & Ikromov, A. (2020). THE PHENOMENON OF NANOSTATE IN MATERIAL SCIENCE OF FUNCTIONAL COMPOSITES BASED ON INDUSTRIAL POLYMERS. *Theoretical & Applied Science*, (7), 101-107.
27. Ziyaev K, Omarov J, Research of passenger traffic in public transport, *AIP Conference Proceedings*, 2024, 3045(1), 040030, DOI: 10.1063/5.0197314
28. Mukhitdinov, A., Yusupov, U., Tukhtamishov, S., Urinbayev, Q., Results of the study of the influence of an average longitudinal slope of routes on the life of tires in the quarry, *AIP Conference Proceedings*, 2024, 3045(1), 040041, DOI:10.1063/5.0197301
29. Abdurazzoqov, U., Anvarjonov, A., State of transport system organization in developed cities, *AIP Conference Proceedings*, 2024, 3045(1), 040012, DOI:10.1063/5.0197302
30. Tursunov, S.R., Sharipov, S.S., Khikmatov, R.S. Saving natural gas through the use of used oils in replacement by the method of their safe burning, *AIP Conference Proceedings*, 2024, 3045(1), 050022, DOI:10.1063/5.0197545
31. Tursunov, S.R., Khikmatov, R.S., Khusanov, S.N.-U., Increasing the efficiency of the use of mining transport due to increasing the periodicity of maintenance time, *AIP Conference Proceedings*, 2024, 3045(1), 050021, DOI:10.1063/5.0197547