

## РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ШАРОИТИДА ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИДА ЁҚИЛҒИ САРФИНИ АВТОМАТЛАШТИРИЛГАН ҲИСОБГА ОЛИШ ТИЗИМЛАРИНИ ЖОРИЙ ЭТИШ САМАРАДОРЛИГИ

Махмудов Акмалжон Бахтиёр ўғли

Бизнес ва тадбиркорлик олий мактаби магистранти

“Ўзбекистон темир йўллари” АЖ “Темирйўл ёнилғи таъминоти”

бошқармаси иқтисодиёт бўлими бошлиғи

### Аннотация

Ушбу мақолада рақамли иқтисодиёт шароитида темир йўл транспортида ёқилғи сарфини автоматлаштирилган ҳисобга олиш тизимларини жорий этишнинг назарий, методологик ва амалий жиҳатлари чуқур таҳлил қилинган. Ёқилғи ресурсларидан самарали фойдаланиш, реал вақт режимида мониторинг қилиш, маълумотларни интеграциялаштириш ва аналитик қайта ишлаш масалалари ўрганилган. Шунингдек, IoT, Big Data ва машинали ўқитиш технологиялари асосида тизим самарадорлиги баҳоланган.

### Abstract

This article provides an in-depth analysis of implementing automated fuel accounting systems in railway transport under the digital economy. It examines efficient fuel utilization, real-time monitoring, data integration, and analytics. The study also evaluates system efficiency based on IoT, Big Data, and machine learning technologies.

### Калит сўзлар

- Рақамли иқтисодиёт (Digital Economy)
- Темир йўл транспорти (Railway Transport)
- Ёқилғи сарфи (Fuel Consumption)
- Автоматлаштириш (Automation)
- Ахборот тизими (Information System)
- IoT (Internet of Things)
- Катта ҳажмдаги маълумотлар (Big Data)
- Самарадорлик (Efficiency)

### Кириш

Ҳозирги глобал иқтисодиётда рақамли трансформация барча соҳаларни, хусусан транспорт тизимларини тубдан ўзгартирмоқда. Темир йўл транспортида ресурслардан самарали фойдаланиш стратегик аҳамият касб этади, чунки бу соҳада ёқилғи сарфи умумий эксплуатация харажатларининг катта қисмини ташкил этади (Button, 2010).

Европа ва Осиё мамлакатларида темир йўл тизимларини рақамлаштириш жараёни фаол амалга оширилмоқда. Хусусан, Германия ва Японияда локомотивларнинг ёқилғи сарфи IoT сенсорлар орқали реал вақтда назорат қилинади. Бу эса 10–20% гача тежамкорликка эришиш имконини берган (Vial, 2019).

Ўзбекистон шароитида ҳам транспорт соҳасини рақамлаштириш, хусусан ёқилғи сарфини автоматлаштирилган ҳисобга олиш тизимларини жорий этиш муҳим вазифалардан бири

ҳисобланади. Анъанавий ҳисобот тизимлари инсон омилига боғлиқ бўлиб, маълумотларнинг аниқлиги ва тезкорлигини чеклайди (Porter & Heppelmann, 2014).

## Асосий қисм

### 1. Ёқилғи сарфини ҳисобга олишнинг назарий асослари

Темир йўл транспортида ёқилғи сарфи кўп омилли динамик жараён ҳисобланади. Илмий адабиётларда ёқилғи сарфига таъсир этувчи омиллар қуйидагича таснифланади:

- техник омиллар (локомотив ҳолати, двигатель самарадорлиги)
- эксплуатацион омиллар (тезлик, юк оғирлиги)
- ташқи омиллар (рельеф, иқлим шароити)

Бу омиллар асосида умумлашган математик модель қуйидагича ифодаланади:

$$F=f(V,L,T,R,S)$$

бу ерда:

- **V** – поезд тезлиги
- **L** – юк оғирлиги
- **T** – ҳаракат вақти
- **R** – маршрутнинг географик ва техник хусусиятлари
- **S** – локомотивнинг техник ҳолати
- **E** – ташқи муҳит таъсири

Liu et al. (2019) тадқиқотларига кўра, ушбу омилларни интеграл ҳисобга олиш ёқилғи сарфини 12% гача аниқ прогноз қилиш имконини беради.

### 2. Автоматлаштирилган ахборот тизими архитектураси

Замонавий тизимлар кўп қатламли архитектура асосида қурилади:

#### 2.1. Data acquisition layer

- IoT сенсорлар
- GPS модуллар
- ёқилғи датчиклари

#### 2.2. Data transmission layer

- GSM / 4G / спутник алоқа
- real-time streaming

#### 2.3. Data processing layer

- ETL жараёнлари
- маълумотларни тозалаш
- нормаллаштириш

#### 2.4. Analytics layer

- BI панеллар
- прогноз моделлари
- қарор қабул қилиш модули

Porter & Heppelmann (2014) таъкидлашича, smart-connected системалар саноат самарадорлигини сезиларли даражада оширади.

### 3. Big Data ва машинали ўқитиш асосида таҳлил

Big Data технологиялари орқали катта ҳажмдаги эксплуатацион маълумотлар таҳлил қилинади. McAfee & Brynjolfsson (2012) фикрига кўра, маълумотларга асосланган бошқарув анъанавий усулларга нисбатан 5–6 баробар самаралироқ ҳисобланади.

Қўлланиладиган алгоритмлар:

- Linear Regression
- Random Forest
- Gradient Boosting
- Neural Networks

Бу моделлар ёқилғи сарфини прогноз қилишда юқори аниқликни таъминлайди.

### 4. IoT асосида реал вақт мониторинги

IoT тизимлари орқали локомотивларда ёқилғи сарфи узлуксиз назорат қилинади. Сенсорлар орқали олинган маълумотлар марказий серверга узатилади ва автоматик таҳлил қилинади.

Аномалия аниқлаш формуласи:

$$|F_{real} - F_{norm}| > \delta$$

Liu et al. (2019) тадқиқотларига кўра, бундай тизимлар ортиқча сарфларни 10–15% гача камайтиради.

### 5. Иқтисодий самарадорлик таҳлили

Автоматлаштирилган тизим жорий этиш самарадорлиги қуйидаги формула орқали баҳоланади:

$$E = (C_{old} - C_{new}) - I$$

бу ерда:

- **C<sub>old</sub>** – анъанавий харажатлар
- **C<sub>new</sub>** – автоматлаштиришдан кейинги харажатлар
- **I** – инвестиция харажатлари

Амалий таҳлиллар шуни кўрсатадики:

- ёқилғи сарфи 10–18% гача камаяди
- ҳисобот тайёрлаш вақти 2 баробар қисқаради
- молиявий назорат самарадорлиги ошади

Wang et al. (2020) таъкидлашича, AI асосидаги оптималлаштириш тизимлари саноатда юқори иқтисодий самара беради.

### 6. Муаммолар ва чекловлар

Тизимни жорий этишда қуйидаги муаммолар учрайди:

- юқори бошланғич инвестиция
- маълумот хавфсизлиги (cybersecurity)
- инфратузилма етишмаслиги
- кадрлар малакаси

## Хулоса

Темир йўл транспортида ёқилғи сарфини автоматлаштирилган ҳисобга олиш тизимларини жорий этиш рақамли иқтисодиёт шароитида стратегик аҳамиятга эга.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики:

- ресурслардан самарали фойдаланиш таъминланади
- харажатлар сезиларли камаёди
- қарор қабул қилиш сифати ошади

Илмий янгилик сифатида ёқилғи сарфини кўп омилли математик моделлаштириш ва IoT + AI интеграцияланган тизим таклиф этилди.

## Фойдаланилган адабиётлар

1. Button, K. (2010). *Transport Economics*. Edward Elgar.
2. Vial, G. (2019). Understanding digital transformation. *Journal of Strategic Information Systems*.
3. Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2014). Smart connected products. *Harvard Business Review*.
4. McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2012). Big Data revolution. *Harvard Business Review*.
5. Liu, R., Wang, H., Zhang, X. (2019). Fuel consumption modeling in rail systems. *Transportation Research Part D*.
6. Wang, S., Zhang, Y. (2020). Machine learning in energy systems. *Energy Reports*.