ШАҲАР ЖАМОАТ ТРАНСПОРТИДА РАҚАМЛИ МАЪЛУМОТЛАР АСОСИДА СТРАТЕГИК БОШҚАРИШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ МАСАЛАЛАРИ

Руслан Рўзметов
Ўзбекистон Республикаси Президенти ҳузуридаги
Давлат сиёсати ва бошқаруви академиясининг мустақил изланувчиси

Аннотация. Мақолада шаҳар жамоат транспортини стратегик бошқаришда рақамли маълумотлардан фойдаланишнинг ташкилий ва иқтисодий механизми тадқиқ этилган. Лондоннинг Transport for London очиқ маълумотлар платформаси ҳамда Сингапурнинг Land Transport Authority DataMall тизими қиёсий ўрганилган. Йўловчи талаби, автобуснинг қатнов интервали, ҳаракат барқарорлиги ва транспорт турлари ўртасидаги уланишлар асосида бошқарув қарорларини шакллантириш модели таклиф қилинади. Мисол тариқасида ҳисобланган кўрсаткичлар шартли бўлиб, ҳақиқий эксплуатация натижалари сифатида талқин этилмайди.

Калит сўзлар: шаҳар транспорти, стратегик бошқарув, рақамли маълумот, GTFS, GPS, қатнов интервали, йўловчи оқими, хизмат сифати.

Аннотация. Исследуются подходы к стратегическому управлению городским общественным транспортом на основе цифровых данных. Сопоставляются открытые транспортные данные Лондона и система DataMall Сингапура. Предложена модель согласования спроса, регулярности движения и пересадок. Численные примеры являются условными и требуют проверки на реальных данных.

Ключевые слова: городской транспорт, цифровые данные, стратегическое управление, пассажиропоток, регулярность, интервал движения.

Abstract. This article examines a data-driven strategic management mechanism for urban public transport, drawing on London's open transport data and Singapore's DataMall. An analytical framework connects passenger demand, service headway, reliability and intermodal transfers. All numerical scenarios are illustrative and require empirical validation.

Keywords: urban mobility, digital data, strategic management, passenger demand, headway, service reliability, GTFS.

КИРИШ

Шаҳар жамоат транспорти самарадорлигини фақат янги автобуслар харид қилиш ёки йўналишларни кўпайтириш билан баҳолаш етарли эмас. Бир хил транспорт парки турлича бошқарув шароитида кескин фарқ қиладиган хизмат натижасини бериши мумкин. Йўловчи учун асосий натижа — манзилга ўз вақтида, хавфсиз ва қулай етиб бориш. Бу натижа автобуснинг мавжудлиги билан бирга унинг қачон келиши, тўлиш даражаси, бекатлардаги кутиш ва алмашиш жараёнларига боғлиқ.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Анъанавий режалаштиришда қатнов жадвали кўпинча ўртача талабга асосланади. Бироқ талаб иш кунлари ва дам олиш кунлари, эрталабки ва кечки соатлар, маҳаллалар ҳамда транспорт тугунлари кесимида ўзгаради. GPS сигналлари, электрон тўловлар ва бекат кузатувлари ана шу тафовутларни кўриш имконини беради. Шу билан бирга маълумотнинг мавжудлиги ўз-ўзидан тўғри бошқарув қарорини таъминламайди: маълумот сифати, таҳлил усули ва ваколатлар тақсимоти аниқ бўлиши керак.

Тадқиқот мақсади рақамли маълумотларни йўналишларни режалаштириш, хизмат стандартлари ва инвестиция қарорлари билан боғлайдиган стратегик бошқарув механизмини асослашдан иборат. Мақолада маълумотни йиғиш, текшириш, қарор қабул қилиш ва натижани қайта баҳолаш босқичлари ягона циклда кўриб чиқилади.

МАВЗУГА ОИД АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ

Стратегик бошқарув нуқтаи назаридан транспорт тармоғи алоҳида операторлар йиғиндиси эмас, ўзаро боғлиқ хизматлар тизимидир. Mintzberg ва Waters стратегиянинг аввалдан режалаштирилган ҳамда амалиётда шаклланадиган қисмларини ажратади [1]. Бу ёндашув шаҳар транспортида талаб ўзгаришига мос равишда қатнов жадвалини қайта кўриб чиқиш заруратини тушунтиради.

ITDPнинг BRT Planning Guide қўлланмаси йўловчи оқими, транспорт воситаси сиғими ва рухсат этилган тўлиш даражаси орқали минимал қатнов частотасини ҳисоблашга йўл-йўриқ беради [2]. GTFS очиқ стандарти эса бекат, маршрут, жадвал ва реал вақтдаги ҳаракат маълумотларини ахборот тизимлари ўртасида бир хил форматда алмашиш имконини беради [3]. Шу тариқа рақамли маълумотлар стратегик режалаштириш учун техник инфратузилма, лекин унинг ўрнини босмайди.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ

Тадқиқотда қиёсий-институционал таҳлил, очиқ норматив-техник ҳужжатларни мазмуний ўрганиш, сценарий ҳисоб-китоби ва хизмат натижаларини баҳолаш ёндашувлари қўлланилди. Биринчи босқичда Лондон ва Сингапурда маълумотларни тақдим этишнинг расмий механизмлари таққосланди. Иккинчи босқичда маълумотларнинг режалаштириш циклидаги вазифалари ажратилди. Учинчи босқичда талаб, хизмат интервали ва кутиш вақти ўртасидаги назарий боғлиқлик ҳисобланди.

Таҳлилнинг асосий бирлиги — муайян йўналишнинг энг серқатнов кесимида бир соат мобайнида бир томонга ҳаракатланувчи йўловчилар оқими. Ҳисоблаш мисоллари ҳақиқий оператор маълумотларига таянмайди; улар таклиф этилаётган механизм қандай ишлашини кўрсатиш учун тузилган.

$$f = \lceil q / (C \times \alpha) \rceil ; \quad h = 60 / f; \quad N = \lceil \tau / h \rceil$$

Бунда q — соатлик йўловчилар сони; C — бир автобуснинг ҳисобий сиғими; α — мақбул тўлиш улуши; f — соатига қатновлар; h — дақиқада интервал; τ — айланма вақт; N — ишдаги автобуслар сони. Бутун сонга юқорига яхлитлаш хавфсизлик ва сиғим талабларини бузмаслик мақсадида қўлланилади. Захира автобуслар алоҳида ҳисобланади.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.



1-расм. Маълумотларга асосланган бошқарув цикли. Муаллиф ишланмаси.

ТАҲЛИЛ ВА НАТИЖАЛАР

Лондон тажрибаси. Transport for London (TfL) жамоат транспорти бўйича очиқ маълумотларни Unified API орқали тақдим этади. Расмий ҳужжатларда автобусларнинг реал вақтдаги етиб келиш прогнози, бекатлар, йўналишлар ва транспорт хизматларига оид интерфейслар кўрсатилган [4; 5]. Масалан, автобуснинг келиши ҳақидаги янгиланувчи маълумот фойдаланувчига сафарни режалаштиришда ёрдам беради; режалаштирувчи учун эса прогноз ва ҳақиқий ҳаракат ўртасидаги тафовутни таҳлил қилиш имконини беради.

Лондондан олинадиган асосий сабоқ ахборотни фақат ички ҳисобот сифатида сақламасдан, уни аниқ стандартлар билан ташқи рақамли хизматларга ҳам тақдим этишдир. Лекин очиқ интерфейс транспорт сифати яхшиланганини ўзи исботламайди. Самарани баҳолаш учун кутиш вақти, мунтазамлик ва йўловчи қониқиши каби натижа кўрсаткичлари талаб этилади.

Сингапур тажрибаси. Land Transport Authorityнинг DataMall платформаси автобус келиши прогнози, йўналишлар, бекатлар, бекатлар кесимида йўловчилар ҳажми ва келиб чиқиш–манзил жуфтликлари бўйича маълумот тоифаларини белгилайди [6; 7]. Реал вақтдаги маълумот билан даврий статистиканинг бир тизимда мавжудлиги қисқа муддатли диспетчерлик қарорлари ҳамда узоқ муддатли транспорт режалари ўртасида боғлиқлик яратади.

Шуни таъкидлаш лозимки, DataMallда барча тўпламлар бир хил очиқлик даражасида тақдим этилмайди. Айрим маълумотлар рўйхатдан ўтиш ёки алоҳида сўров ва келишувни талаб этади [7]. Демак, маълумотлар бошқарувининг иқтисодий фойдаси махфийлик, хавфсизлик ва қонуний фойдаланиш талаблари билан бирга баҳоланиши зарур.

Икки тажрибанинг умумий жиҳати — аниқ маълумот майдонлари, янгиланиш тартиби ва фойдаланиш қоидалари мавжудлигидир. Фарқ шундаки, TfL мисоли оммавий сафар ахбороти платформасининг аҳамиятини, DataMall эса операцион ва таҳлилий маълумотларни бирлаштириш салоҳиятини яққол кўрсатади.

ҚАТНОВ ИНТЕРВАЛИ ВА ЙЎЛОВЧИ КУТИШИНИ ҲИСОБЛАШ

Режалаштириш нуқтаи назаридан қатнов частотаси хизмат сифатига таъсир қилувчи асосий ўзгарувчилардан биридир. Агар автобуслар мунтазам ораликда ҳаракатланса ва йўловчилар бекатга тасодифий келса, кутиш вақтининг назарий ўртачаси интервалнинг ярмига тенг бўлади. Ушбу соддалаштириш нотекис интервал, автобуснинг тўлиб келиши ёки махсус жадвалга боғланган сафарлар учун тўлиқ қўлланилмайди.

$$W \approx h / 2$$

Шартли равишда автобуслар 10 дақиқалик интервалда келганда ўртача кутиш 5 дақиқа, 8 дақиқалик интервалда 4 дақиқа, 6 дақиқалик интервалда эса 3 дақиқани ташкил этади. Бу

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

жадвални ўзгартиришнинг ўзигина бундай натижани таъминлашини билдирмайди: мавжуд парк, йўл шароити ва тўхташ нуқталаридаги кечикишлар инобатга олиниши керак.



2-расм. Қатнов интервалига кўра шартли ўртача кутиш вақти. Муаллиф ҳисоб-китоби.

Масалан, q = 960 йўловчи/соат, C = 100 киши ва α = 0,80 бўлса, ҳисобий талабни қондириш учун f = 12 қатнов/соат, яъни h = 5 дақиқа талаб этилади. Айланма вақт τ = 75 дақиқа бўлганда ишдаги парк N = 15 автобусдан иборат бўлади. Агар светофордаги кечикиш ва охирги бекатдаги тартибсизликни қисқартириш орқали айланма вақт 65 дақиқага тушса, бир хил интервални таъминлаш учун N = 13 автобус етарли бўлиши мумкин. Бу фақат шартли оптималлаштириш сценарийсидир.

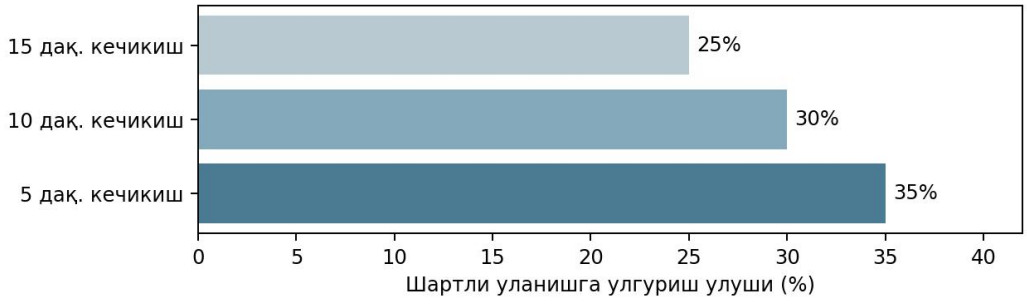
ТРАНСПОРТ ТУГУНЛАРИ ВА УЛАНИШ СИФАТИ

Шаҳар транспортини баҳолашда битта автобуснинг ўз вақтида келиши бутун сафар муваффақиятини англатмайди. Йўловчи метро, шаҳар автобуси ва шаҳарлараро транспорт ўртасида алмашиши мумкин. Биринчи қатновнинг 5 дақиқа кечикиши кейинги транспортни 20 дақиқа кутишга сабаб бўлса, кичик локал носозлик бутун тизимда катта вақт йўқотишига айланади.

Тумумий = Тетиб_бориш + Ткутиш + Тқатнов + Талмашиш + Тсўнгги_йўл

Бу ерда ҳар бир таркибий қисм рақамли маълумотлар орқали алоҳида ўлчаниши керак. GPS транспорт воситасининг ҳаракатини, электрон тўлов ва ихтиёрий саноқ усуллари талаб тақсимотини, алмашиш нуқталаридаги кузатув эса уланиш имкониятини акс эттиради. Шахсий идентификаторларга киришни чеклаш ва маълумотларни умумлаштириб таҳлил қилиш лозим.

Сценарий сифатида 100 нафар йўловчининг 15 дақиқали кечикишда 25 нафари, 10 дақиқали кечикишда 30 нафари ва 5 дақиқали кечикишда 35 нафари режадаги уланишга улгуриши фараз қилинди. Ушбу рақамлар кузатув натижаси эмас, нисбатан кичик кечикишлар ҳам уланиш кўрсаткичларига таъсир қилиши мумкинлигини кўрсатувчи иллюстрациядир.



© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

3-расм. Кечикиш сценарийси ва шартли уланиш улуши. Муаллиф модели.

Транспорт тугунида умумий жадвал, пиёдалар ўтиш вақти, платформалар орасидаги масофа ва хавфсиз алмашиш учун захира ҳисобга олинса, сафар занжирини режалаштириш яхшиланади. Мазкур ёндашув янги инфратузилма қуришдан олдин мавжуд хизматларни ўзаро мувофиқлаштириш имконини ҳам кўрсатади.

МУҲОКАМА

Таҳлил натижалари рақамлилаштиришни мустақил мақсад эмас, стратегик қарор сифатига хизмат қилувчи восита сифатида кўриш зарурлигини кўрсатади. Очиқ интерфейс, GPS мониторинги ёки электрон тўлов жорий этишнинг ўзи хизматни автоматик яхшиламайди. Муҳими, маълумотлар режалаштирувчи орган ва ташувчилар учун аниқ амалий қарорга айланиши, қарор эса белгиланган кўрсаткичлар билан текширилишидир.

Ўзбекистон шароитида таклиф этиладиган бошқарув модели уч босқични қамраб олади. Биринчи босқич — маълумотларни стандартлаштириш: маршрут, бекат, жадвал ва ҳаракат ҳолатини ягона идентификаторлар билан белгилаш. Иккинчи босқич — талаб асосида режалаштириш: соатлик ва ҳудудий оқимлар асосида автобус тури, интервал ва ишдаги паркни ҳисоблаш. Учинчи босқич — натижадорлик мониторинги: режавий ва ҳақиқий интерваллар, кутиш вақти, тўлиш даражаси ҳамда уланишга улгуриш улушини ўлчаш.

Институционал жиҳатдан стратегик режалаштириш органи минимал хизмат кўрсаткичларини белгилаши, ташувчи ҳаракат маълумотларини мунтазам тақдим этиши, оператор ёки диспетчерлик маркази эса кунлик оғишларни қайд қилиши мақсадга мувофиқ. Маълумотлар тўплами учун масъул ташкилот, янгиланиш даврийлиги ва хатоларни тузатиш тартиби олдиндан белгиланиши керак.

Бироқ рақамли қарорларни жорий этишда чекловлар ҳам мавжуд. GPS сигнали узилиши, электрон тўловдан фойдаланмайдиган йўловчилар, смартфонга эга бўлмаган қатламлар ва йўналиш бўйича танланма хато талабни нотўғри баҳолаш хавфини туғдиради. Шу сабабли электрон маълумот бекатдаги даврий саноқ ва сайёр кузатув билан солиштирилиши лозим.

Моделнинг муҳим чегараси — реал шаҳар маълумотлари билан калибрланмаганидир. Қўллашдан олдин бир нечта йўналишда базавий кузатув, сўнг пилот бошқарув ва ўхшаш назорат йўналиши билан қиёслаш талаб этилади. Ижтимоий самара фақат тежалган автобус сони билан эмас, йўловчиларнинг умумий вақт тежами ва хизматга кириш имконияти орқали ҳам ўлчанади.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Тадқиқот натижасида шаҳар жамоат транспортини рақамли маълумотлар асосида стратегик бошқаришда маълумот йиғиш, таҳлил, хизмат режасини ўзгартириш ва натижани баҳолашнинг узлуксиз цикли таклиф этилди. Лондон тажрибаси ахборотни стандартлаштирилган очиқ интерфейслар орқали тарқатиш аҳамиятини, Сингапур тажрибаси эса реал вақт ва даврий талаб маълумотларини бирлаштириш имкониятларини кўрсатди.

Амалий таклифлар: (1) йўналиш, бекат ва жадваллар учун GTFSга мос маълумот алмашиш талабларини босқичма-босқич жорий этиш; (2) қатнов интервали ҳамда автобус сиғимини йўналишнинг энг юкланган кесими бўйича ҳисоблаш; (3) транспорт тугунларида ўтиш ва кутиш вақтларини биргаликда баҳолаш; (4) GPS ва электрон тўлов маълумотларини назорат саноғи билан солиштириш; (5) самарадорликни аниқлашда пилот ва таққослаш йўналишларидан фойдаланиш. Булар ташкилий таклифлар бўлиб, амалдаги норматив талаблар ва маҳаллий маълумотлар асосида текширишни талаб этади.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Mintzberg H., Waters J. A. Of Strategies, Deliberate and Emergent. Strategic Management Journal. 1985. Vol. 6(3). P. 257–272.
2. Institute for Transportation and Development Policy. The BRT Planning Guide. Service Planning. https://brtguide.itdp.org/
3. General Transit Feed Specification. Overview and GTFS Schedule/Realtime documentation. https://gtfs.org/documentation/overview/
4. Transport for London. Our open data. https://tfl.gov.uk/info-for/open-data-users/our-open-data
5. Transport for London. Unified API documentation. https://api.tfl.gov.uk/ (API порталы).
6. Land Transport Authority (Singapore). LTA DataMall API User Guide, version 6.2, 21.11.2024. https://datamall.lta.gov.sg/
7. Land Transport Authority (Singapore). DataMall Search Datasets and On-Request Datasets. https://datamall.lta.gov.sg/
8. General Transit Feed Specification. GTFS Schedule Reference. https://gtfs.org/documentation/schedule/reference/
9. Institute for Transportation and Development Policy. BRT Planning Guide, section 6.3: Basic Service Planning Concepts. https://brtguide.itdp.org/branch/master/guide/service-planning/basic-service-planning-concepts
10. General Transit Feed Specification. What is GTFS? https://gtfs.org/getting-started/what-is-gtfs/

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.