DOI: 10.65322/j.srd.04182026.01

# ANDIJON SHAHRIDA YO‘LOVCHILAR TALABINI MODELLASHTIRISH VA JAMOAT TRANSPORTI USTUVORLIGI ASOSIDA XIZMAT ISHONCHLILIGINI OSHIRISH

***Nasirov I.Z.,*** *t.f.n., professor,*
*Email: nosirov-ilhom59@mail.ru),*
*Andijon davlat texnika instituti*

***Annotatsiya.*** *Maqolada Andijon shahri sharoitida yo‘lovchilar talabini aniqlash, transport turini tanlashni Logit modeli orqali baholash va jamoat transportiga ustuvorlik berish orqali xizmat ishonchliligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot obyekti sifatida Bobur shoh, Navoiy shoh, Cho‘lpon shoh va A. Temur ko‘chalari bilan bog‘langan shartli markaziy transport koridori qabul qilindi. Usul sifatida OD-talab, headway variatsiyasi, yo‘lovchining o‘rtacha kutish vaqti, signal kechikishi va safar vaqti ko‘rsatkichlari birlashtirilgan ssenariyli model qo‘llandi. Bazaviy va TSP + holding ssenariylari Monte-Karlo hisoblashlari asosida taqqoslandi. Natijalar ustuvor boshqaruv signal kechikishi va headway o‘zgaruvchanligini sezilarli kamaytirishi, jamoat transportining nisbiy jozibadorligini oshirishi mumkinligini ko‘rsatdi. Taklif etilgan yondashuv Andijon shahrida ajratilgan yo‘laklar, signal ustuvorligi va real vaqt monitoringini bosqichma-bosqich joriy etishda qarorlarni asoslash uchun qo‘llanishi mumkin.*

***Аннотация.*** *В статье исследованы вопросы определения пассажирского спроса, оценки выбора вида транспорта с использованием Logit-модели и повышения надежности обслуживания за счет приоритета общественного транспорта в условиях города Андижан. В качестве объекта исследования принят условный центральный транспортный коридор, связанный с улицами Бобур шох, Навои шох, Чулпон шох и А. Темура. Методика объединяет OD-спрос, вариацию интервалов движения, среднее время ожидания пассажиров, задержки на сигналах и время поездки. Базовый сценарий сопоставлен со сценарием TSP + holding посредством расчетов Монте-Карло. Результаты показывают, что приоритетное управление способно существенно снизить сигнальные задержки и вариативность интервалов, одновременно повышая относительную привлекательность общественного транспорта. Предложенный подход может применяться при поэтапном внедрении выделенных полос, приоритета на светофорах и мониторинга в реальном времени в Андижане.*

***Abstract.*** *The paper investigates passenger demand estimation, mode choice using a Logit model, and service reliability improvement through public transport priority in Andijan city. A conceptual central corridor linked to Bobur Shoh, Navoiy Shoh, Cho‘lpon Shoh and A. Temur streets is used as the study network. The method combines OD demand, headway variability, average passenger waiting time, signal delay and travel time within a scenario-based framework. A baseline condition is compared with a TSP + holding scenario using Monte Carlo calculations. The modeled results indicate that transit priority can markedly reduce signal delay and headway variability while increasing the relative attractiveness of public transport. The proposed framework is intended as a decision-support approach for the staged introduction of dedicated lanes, transit signal priority and real-time monitoring in Andijan. The results are simulation-based and should be calibrated with field observations before operational implementation.*

***Kalit so‘zlar:*** *Yo‘lovchi talabi, Logit modeli, jamoat transporti, TSP, headway, ishonchlilik, PTV VISSIM, Andijon.*

***Ключевые слова:*** *Пссажирский спрос, Logit-модель, общественный транспорт, TSP, интервал, надежность, PTV VISSIM, Андижан.*

***Keywords:*** *Passenger demand, Logit model, public transport, TSP, headway, reliability, PTV VISSIM, Andijan.*

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.01

**Kirish.** O‘zbekiston Respublikasida shahar jamoat transportining samaradorligini oshirish, yo‘lovchilarga sifatli transport xizmatlarini ko‘rsatish hamda yo‘l-transport infratuzilmasini takomillashtirish davlat transport siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 4-apreldagi PQ–190-son “Avtomobil yo‘llarida inson xavfsizligini ishonchli ta’minlash va o‘lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorida yo‘l harakati ishtirokchilarining “piyoda – jamoat transporti – velotransport – avtotransport” ustuvorligi asosida xavfsiz harakatlanishi uchun zarur shart-sharoitlarni yaratish muhim vazifa sifatida belgilangan [1].

Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ–59-son “Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori asosida respublika hududlarida jamoat transporti tizimini tubdan takomillashtirish, avtobus yo‘nalishlarini aholining transportga bo‘lgan talabi asosida tashkil etish, transport xizmatlari sifati va samaradorligini oshirishga qaratilgan yangi mexanizmlar joriy etilmoqda [2].

Jamoat transportining yo‘l-ko‘cha tarmog‘idagi ustuvorligini ta’minlashda ajratilgan avtobus yo‘laklari, chorrahalarda transport oqimlarini samarali boshqarish, adaptiv svetofor tizimlari va Transit Signal Priority (TSP) texnologiyalarini qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv jamoat transportining harakat tezligini oshirish, svetoforlardagi kechikishlarni kamaytirish, harakat intervalining barqarorligini ta’minlash va yo‘lovchilarning bekatlarda kutish vaqtini qisqartirish imkonini beradi [3].

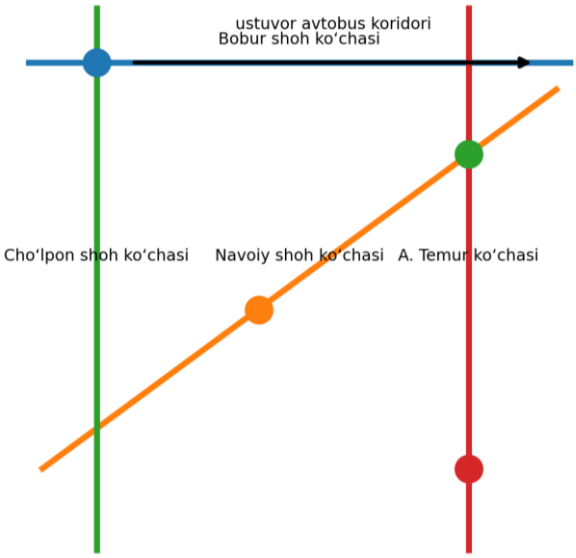
Mazkur vazifalarning Andijon shahri sharoitida amalga oshirilishi shaharning magistral ko‘cha va chorrahalarida jamoat transporti harakatiga ustuvorlik berish, yo‘lovchi oqimlarini samarali boshqarish hamda transport xizmatining ishonchliligini oshirish masalalarini ilmiy jihatdan tadqiq etish zaruratini yuzaga keltiradi. Shu sababli ushbu tadqiqotda Andijon shahri ko‘cha-yo‘l tarmog‘i misolida jamoat transportiga ustuvorlik berish, yo‘lovchilar talabi va transport xizmatining ishonchlilik ko‘rsatkichlarini o‘zaro bog‘liq holda baholash masalalari ko‘rib chiqiladi.

Shahar jamoat transportida talab va xizmat ishonchliligi bir-biriga bog‘liq ikki asosiy omildir. Yo‘lovchi transport turini tanlashda safar vaqti, kutish vaqti, tarif, qulaylik hamda jadvalning barqarorligini birgalikda baholaydi. Manba materialida yo‘lovchi talabi vaqt, narx, transport sifati, hududiy va tashqi omillarga bog‘liqligi, transport turini tanlash esa diskret tanlov va Logit modeli orqali ifodalanishi ko‘rsatilgan. Shuningdek, signal ustuvorligi, ajratilgan yo‘laklar, real vaqt monitoringi va headway nazorati jamoat transporti ishonchliligini oshiruvchi vositalar sifatida qaraladi [4].

Andijon shahrida jamoat transportini yangilash va ustuvor yo‘laklarni rivojlantirish amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Rasmiy ma’lumotlarga ko‘ra, 2025-yilda Andijon markazi uchun elektrobuslar xarid qilingan, 3,6 km ajratilgan avtobus yo‘laklari tashkil etilgan va 2026-yilda jamoat transportiga ustuvorlik berilgan yo‘laklarni 5,8 km gacha kengaytirish rejalashtirilgan [4,5]. Mazkur sharoit talab, signal kechikishi va xizmat ishonchliligini yagona modelda baholash zaruratini yuzaga keltiradi (1-rasm).

Tadqiqotning maqsadi- Andijon shahri misolida yo‘lovchilar talabini Logit yondashuvi bilan ifodalash, headway va kutish vaqti ko‘rsatkichlarini hisoblash hamda TSP (Transit Signal Priority) va holding strategiyalarining xizmat ishonchliligiga ta’sirini ssenariyli modellashtirish orqali baholash. Tadqiqot natijalari dala o‘lchovlari emas, balki Andijon sharoitiga moslashtirilgan hisoblash tajribasi sifatida talqin qilinadi.

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.01




**1-rasm. Andijon shahri markaziy transport koridori uchun shartli tadqiqot sxemasi**

**Usullar.** Tadqiqot tarmog‘i Andijon shahrining birinchi darajali ko‘chalari ro‘yxatida uchraydigan Bobur shoh, Navoiy shoh, Cho‘lpon shoh va A. Temur ko‘chalari asosida shartli koridor ko‘rinishida tuzildi [5]. Geometrik sxema real loyihalash chizmasi emas; uning vazifasi yo‘lovchi talabi, chorraha kechikishi va jamoat transporti ustuvorligi o‘rtasidagi bog‘lanishni bir xil hisoblash muhitida ko‘rsatishdan iborat.

Yo‘lovchi talabi OD (origin-destination) juftliklari bo‘yicha shakllantiriladi. Transport turini tanlash ehtimoli ko‘p variantli Logit modeli bilan ifodalanadi [6]:

$$P_i = exp(U_i) / \Sigma_j\, exp(U_j)$$

bu yerda $P_i$- i-transport turini tanlash ehtimoli; $U_i$- transport turining umumlashtirilgan foydaliligi. Foydalilik funksiyasi safar vaqti T, xarajat C va kutish vaqti W bilan bog‘landi:

$$U_i = \beta_0 + \beta_1 T_i + \beta_2 C_i + \beta_3 W_i$$

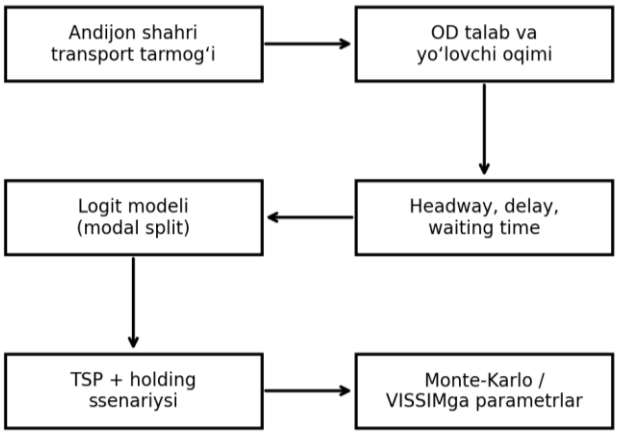
Maqoladagi hisoblashlar modal tanlovning yo‘nalishini ko‘rsatish uchun normalashtirilgan koeffitsientlardan foydalanadi; ular Andijon aholisi bo‘yicha ekonometrik kalibrlangan parametrlar sifatida talqin qilinmaydi. Bazaviy ssenariyda avtobus foydaliligi-1,6, ustuvor ssenariyda-1,2, shaxsiy avtomobil uchun-1,3 va piyoda yurish uchun-2,0 qabul qilindi.

Transport intervali tasodifiy bo‘lganda yo‘lovchining o‘rtacha kutish vaqti headway taqsimotining birinchi va ikkinchi momentlari orqali baholandi [5,7]:

$$E(W) = E(H^2) / [2E(H)]$$

Headway barqarorligi CV = σH / H̄ koeffitsienti bilan baholandi. Bazaviy holatda o‘rtacha interval 10 min va yuqori variatsiya, ustuvor ssenariyda esa shu o‘rtacha interval saqlangan holda holding va real vaqt boshqaruvi hisobiga tarqoqlik kamaytirildi (1-jadv.). Signal kechikishi to‘rtta shartli chorrahada Gamma taqsimoti bilan, bekatdagi umumiy to‘xtash vaqti esa normal taqsimot bilan modellashtirildi (2-rasm). Har bir ssenariy uchun 100 000 Monte-Karlo iteratsiyasi bajarildi. Mikrosimulyatsiyaga o‘tkazishda ushbu parametrlar PTV VISSIMda jamoat transporti to‘xtashlari, signal boshqaruvi, TSP va kechikish KPIlari orqali qayta qurilishi mumkin [8].

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.01




2-rasm. Andijon shahri uchun talab va ishonchlilikni baholash algoritmi

1-jadval.

**Andijon modeli uchun bazaviy va ustuvor ssenariy parametrlari**

| Ko‘rsatkich | Bazaviy ssenariy | TSP + holding ssenariysi |
|---|---|---|
| O‘rtacha headway, min | 10,0 | 10,0 |
| Headway standart og‘ishi, min | 4,5 | 1,8 |
| Shartli chorrahalar soni | 4 | 4 |
| Bir chorrahadagi o‘rtacha signal kechikishi | ≈ 1,5 min | ≈ 0,75 min |
| Boshqaruv | oddiy signal rejimi | TSP + holding + monitoring |
| Iteratsiyalar soni | 100 000 | 100 000 |

**Natijalar.** Logit hisobiga ko‘ra, bazaviy ssenariyda avtobusni tanlash ehtimoli 33.1% ni tashkil etdi. Safar va kutish sharoitlari yaxshilangan ustuvor ssenariyda ushbu ko‘rsatkich 42.5% gacha ko‘tarildi. Bu natija tarif o‘zgarmagan holda vaqt va ishonchlilik omillarini yaxshilash jamoat transportining nisbiy jozibadorligini oshirishini ko‘rsatadi (2-jadv.).

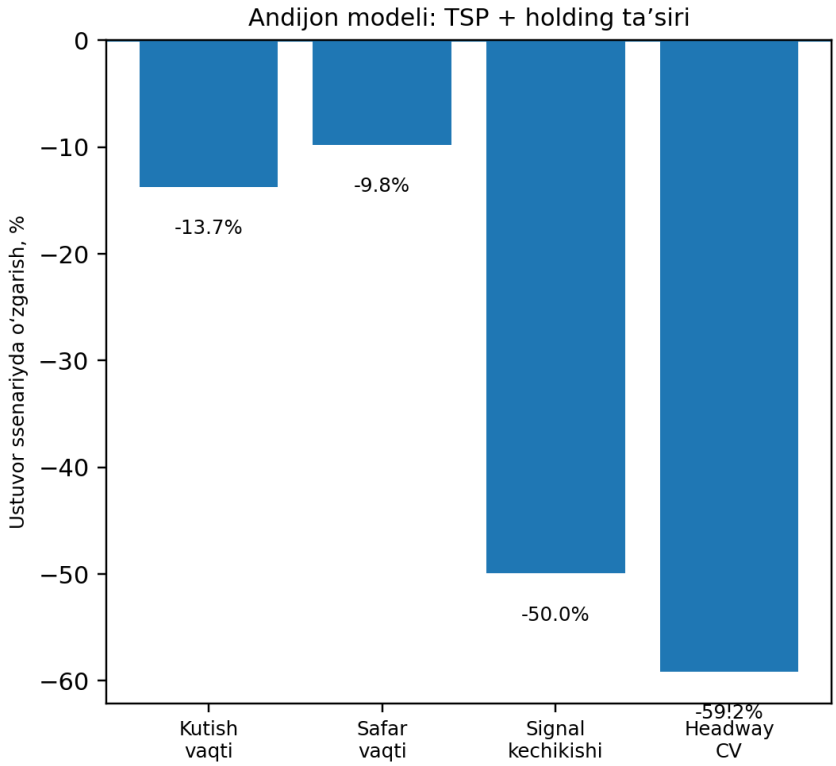
Monte-Karlo hisoblashlarida bazaviy ssenariy uchun o‘rtacha kutish vaqti 5.99 min, TSP + holding ssenariyida 5.16 min bo‘ldi. Signal kechikishi 6.00 min dan 3.00 min gacha, o‘rtacha safar vaqti esa 32.60 min dan 29.40 min gacha kamaydi. Headway variatsiya koeffitsienti 0.44 dan 0.18 gacha pasaydi. Jadval vaqtidan ±3 min oralig‘ida kelish mezoni bo‘yicha shartli punctuality ko‘rsatkichi taxminan 62.3% dan 99.9% gacha oshdi (3-rasm).

2-jadval

**Andijon shahri uchun simulyatsion natijalarni taqqoslash**

| KPI | Bazaviy | TSP + holding | O‘zgarish |
|---|---|---|---|
| O‘rtacha kutish vaqti, min | 5.99 | 5.16 | -13.7% |
| O‘rtacha safar vaqti, min | 32.60 | 29.40 | -9.8% |
| Signal kechikishi, min | 6.00 | 3.00 | -50.0% |
| Headway CV | 0.44 | 0.18 | -59.2% |
| Punctuality (±3 min), % | 62.3 | 99.9 | +37.6 p.p. |

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.01




**3-rasm. Andijon modeli bo‘yicha TSP + holding ssenariysining asosiy KPIlarga ta’siri**

**Olingan natijalar tahlili.** Eng katta nisbiy ta’sir signal kechikishida kuzatildi: ustuvor ssenariyda u qariyb 50.0% ga kamaydi. Bu TSPning chorrahalarda jamoat transporti uchun yashil fazani uzaytirish yoki fazani muddatidan oldin chaqirish orqali to‘xtashlar sonini kamaytirish mexanizmi bilan izohlanadi. PTV VISSIMda transit priority, detektorlar va signal nazoratchilaridan foydalanish orqali bunday strategiyalarni mikroskopik darajada sinash mumkin [6,8].

Headway CVning 0.44 dan 0.18 gacha tushishi avtobuslarning bir-biriga to‘planib qolishi-bunching xavfini kamaytiradi. Natijada o‘rtacha interval o‘zgarmasa ham, tasodifiy keluvchi yo‘lovchining kutish vaqti 5.99 min dan 5.16 min gacha qisqardi. Bu holat kutish vaqtining faqat H/2 ga emas, headway variatsiyasiga ham bog‘liqligini ko‘rsatadi [5,8].

Hisoblashda ustuvorlikning shaxsiy avtomobillar oqimiga salbiy ta’siri alohida optimallashtirilmagan. Shu sababli real loyiha bosqichida jamoat transporti kechikishi bilan umumiy chorraha kechikishi o‘rtasida muvozanat topilishi kerak. Andijon shahrida ajratilgan yo‘laklarning bosqichma-bosqich kengaytirilishi bunday tahlilni ayniqsa dolzarb qiladi [4,9].

**Muhokama.** Olingan model natijalari transport xizmatining ishonchliligi yo‘lovchi talabi bilan ikki tomonlama bog‘liq ekanini tasdiqlaydi. Bir tomondan, qisqa va barqaror kutish vaqti Logit modelidagi jamoat transporti foydaliligini oshiradi; ikkinchi tomondan, talab ortishi bekatlarda dwell time va transport sig‘imiga bosim beradi. Shu sababli TSP alohida vosita sifatida emas, balki headway control, holding, AVL/GPS monitoring va real-time passenger information bilan birgalikda qo‘llanishi lozim.

TRBning Transit Capacity and Quality of Service Manual qo‘llanmasida transport sig‘imi va xizmat sifati ishonchlilik, headway va bekat jarayonlari bilan chambarchas bog‘liq ekani qayd etiladi [5]. PTV VISSIM esa signal strategiyalari, jamoat transporti to‘xtashlari va multimodal oqimlarni ssenariylar bo‘yicha taqqoslash imkonini beradi [9]. Andijon uchun taklif etilayotgan algoritm ushbu ikki yondashuvni mahalliy shahar koridoriga moslashtirishga qaratilgan.

DOI: 10.65322/j.srd.04182026.01

Tadqiqotning asosiy cheklovi- maqoladagi natijalar real GPS, validator, bekat yo‘lovchi sanog‘i yoki chorraha detektori ma’lumotlari bilan kalibrlanmaganidir. Shuning uchun sonli natijalar amaliy loyihalash uchun tayyor normativ qiymat emas, balki ustuvor strategiyalarning kutiladigan yo‘nalish va nisbiy ta’sirini ko‘rsatuvchi simulyatsion eksperimentdir. Keyingi bosqichda Andijonning aniq marshrutlari bo‘yicha AVL va elektron to‘lov ma’lumotlari yig‘ilib, OD-matritsa va Logit koeffitsientlari kalibrlanishi lozim [10].

**Xulosa.** Andijon shahri misolida ishlab chiqilgan ssenariyli model yo‘lovchilar talabi, transport turini tanlash va xizmat ishonchliligini yagona baholash zanjiriga birlashtirdi. Hisoblash natijalarida TSP + holding strategiyasi signal kechikishini taxminan 50%, headway CVni qariyb 59% va safar vaqtini qariyb 10% kamaytirgan; Logit modelida avtobus tanlovi esa 33,1% dan 42,5% gacha oshgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, Andijonda jamoat transporti ustuvorligini rivojlantirishda faqat ajratilgan yo‘lak bilan cheklanmay, signal ustuvorligi, interval boshqaruvi va real vaqt monitoringini integratsiyalashgan tarzda joriy qilish maqsadga muvofiq [11,12].

Amaliy tavsiya sifatida: birinchi bosqichda Bobur shoh- Navoiy shoh- Cho‘lpon shoh- A. Temur ko‘chalari kabi yuklangan koridorlarda AVL/GPS va bekat kesimidagi yo‘lovchi ma’lumotlarini yig‘ish; ikkinchi bosqichda OD va Logit modellarini kalibrlash; uchinchi bosqichda PTV VISSIMda bazaviy, bus lane va TSP ssenariylarini taqqoslash; to‘rtinchi bosqichda pilot chorrahalarda shartli ustuvorlik algoritmini sinash tavsiya etiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar**

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ–59-son “Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 4-apreldagi PQ–190-son “Avtomobil yo‘llarida inson xavfsizligini ishonchli ta’minlash va o‘lim holatlarini keskin kamaytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 25-martdagi PQ–139-son “Jamoat transportini moliyalashtirish tizimini takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori.
4. Andijon viloyati hokimligi. Information about public transport. 2026. URL: https://gov.uz/en/marhamat/sections/view/169830 (murojaat sanasi: 24.08.2026).
5. Andijon viloyati hokimining 2025-yil 31-yanvardagi 39-1-0-Q/25-son qaroriga 5-ilova. Andijon shahri bo‘yicha birinchi darajali ko‘chalar ro‘yxati. 2025.
6. Ortúzar J. de D., Willumsen L.G. Modelling Transport. 4th ed.- Chichester: Wiley, 2011.- 607 p.
7. Transportation Research Board. Transit Capacity and Quality of Service Manual. TCRP Report 165, 3rd Edition.- Washington, DC, 2013.
8. PTV Group. PTV Vissim- Multimodal Traffic Simulation Software. URL: https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim (murojaat sanasi: 24.08.2026).
9. Nasirov Ilxam Zakirovich. “Transport oqimini modellash va simulyatsiyalash”. O‘quv qo‘llanma– “Omadbek print number one” MCHJ. Andijon: 2026.– 358 b.
10. Nasirov I.Z. Intellektual transport vositalarining texnologiyalari. Darslik.// Andijon: “Omadbek print number one” MCHJ- 2026-396 b.
11. Nasirov I.Z. Intellektual transport tizimlari. Darslik // Andijon: “Omadbek print number one” MCHJ- 2024-212
12. Nasirov I.Z. Transport telematikasi. Darslik.// Andijon: “Omadbek print number one” MCHJ- 2026-248 b.