



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

METHOD OF USING THE MULTI-ALTERNATIVE LOGIT (MNL) MODEL TO PREDICT TRANSPORT TYPE CHOICE IN SCHOOL STUDENT TRANSPORT LOGISTICS

Negmatov Navruz Norboy o‘g‘li

Assistant Department of Transport Intelligent Systems Engineering, Tashkent
State Transport University

Abstract: This article provides a comprehensive methodological framework for predicting transport mode choice in school education clusters. To mitigate the economic risks of empty mileage and optimize logistics capacity, a Multinomial Logit (MNL) model based on Utility Theory was developed. The study integrates mathematical formulations of utility functions for private vehicles, public transport, and school buses, incorporating specific parameters such as travel time, financial costs, and transport security. The resulting mathematical apparatus serves as a fundamental decision-making tool for municipal transport planning.

Keywords: school bus, Multinomial Logit model, transport choice, utility theory, education cluster, transport logistics.

MAKTAB O‘QUVCHILARINI TASHISH LOGISTIKASIDA TRANSPORT TURI TANLOVINI BASHORAT QILISHNING KO‘P MUQOBILLI LOGIT (MNL) MODELINI QO‘LLASH USLUBIYOTI

Annotatsiya: Ushbu maqolada maktab ta‘limi klasterlarida o‘quvchilarning transport turini tanlashini bashorat qilishning majmuaviy uslubiyoti ishlab chiqilgan. Transport logistikasida bo‘sh qatnov xavfi va iqtisodiy xatarlarni kamaytirish hamda tizim imkoniyatlarini to‘g‘ri taqsimlash maqsadida “Foydalilik nazariyasi”ga asoslangan ko‘p muqobilli Logit (MNL) modeli shakllantirildi. Tadqiqot doirasida



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

shaxsiy avtomobil, jamoat transporti va maktab avtobuslari uchun foydalilik funksiyalarining matematik modellari yo‘l vaqti, moliyaviy xarajatlar va xavfsizlik parametrlari asosida o‘zgartirishlarsiz keltirildi. Ishlab chiqilgan matematik apparat shahar transport tizimini rejalashtirishda munitsipal qarorlar qabul qilishning fundamental asosi bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: maktab avtobusi, ko‘p muqobilli Logit modeli, transport tanlovi, foydalilik nazariyasi, ta’lim klasteri, transport logistikasi.

Zamonaviy urbanizatsiya va shahar transport oqimlarini boshqarish sharoitida umumta’lim maktablari o‘quvchilarining xavfsiz va tizimli transport ta’minotini tashkil etish eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Yangi maktab avtobuslari yo‘nalishli tarmog‘ini loyihalashda tizimning logistik imkoniyatlarini — avtobuslar sig‘imi, marshrut uzunligi va qatnov chastotasini to‘g‘ri taqsimlash hokimliklar (munitsipalitetlar) boshqaruv samaradorligini belgilaydi.

Biroq, transport parkini shakllantirishda faqatgina maktab o‘quvchilarining umumiy soniga tayanib qaror qabul qilish iqtisodiy jihatdan katta xatarlarni keltirib chiqaradi. Agar ota-onalar va o‘quvchilarning haqiqiy ehtiyojlari hamda ularning individual transport tanlov xulq-atvori inobatga olinmasa, yo‘nalishga qo‘yilgan maktab avtobuslarining bo‘sh qatnash (empty mileage) xavfi keskin ortadi. Bu esa loyihaga kiritilgan investitsiyalarning o‘zini oqlamasligiga va byudjet mablag‘larining samarasiz sarflanishiga sabab bo‘ladi.

Ushbu muammoni ilmiy bartaraf etish uchun transport logistikasi va iqtisodiy-matematika sohasidagi fundamental yondashuvlardan biri — M. Ben-Akiva va S.R. Lermanlar tomonidan ilgari surilgan **“Diskret tanlov tahlili” (Discrete Choice Analysis)** va unga asoslangan **Multinomial Logit (MNL) modeli** qo‘llanilishi lozim. Mazkur maqolaning maqsadi — ta’lim klasterlarida maktab avtobuslarining haqiqiy



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

yo‘lovchi oqimini aniqlash va o‘quvchilar xavfsizligini ta‘minlash uchun ehtimolli MNL modelining konseptual va matematik apparatini shakllantirishdan iborat.

Modelning asosiy mantiqiy farazi (aksiomasi) shundan iboratki, har bir o‘quvchi yoki uning ota-onasi qaror qabul qiluvchi ratsional subyekt sifatida o‘zi uchun mavjud bo‘lgan har bir muqobil transport turining qulayligini, ya‘ni **“Foydaliligini” (Utility)** ongli ravishda baholaydi. Odamlar doimo o‘z logistik va iqtisodiy foydasini maksimallashtirishga (utility maximization) intiladilar.

Bizning tadqiqot ob‘yektimizda o‘quvchilar oldida U muqobil transport variantlari mavjud:

1. **Shaxsiy avtomobil (SA):** Ota-onalar tomonidan shaxsiy mashinada maktabga olib borish.
2. **Jamoat transporti (JT):** Shahar yo‘nalishli avtobuslari yoki metrodan foydalanish.
3. **Maktab avtobusi (MA):** Yangi tashkil etilayotgan ixtisoslashgan klaster transporti.

Har bir i -transport turining to‘liq foydalilik ko‘rsatkichi (U_i) ikki qismdan iborat bo‘ladi:

$$U_i = V_i + \varepsilon_i$$

Bu yerda:

- V_i — model muallifi tomonidan bevosita o‘lchanadigan va kuzatiladigan **determinirlangan (aniq) foydalilik qismi;**
- ε_i — modelga kiritilmagan yoki o‘lchash imkoni bo‘lmagan subyektiv omillarni ifodalovchi **tasodifiy xatolik (stoxastik component).**



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

Determinirlangan foydalilik qismi (V_i) har bir transport turining o‘ziga xos xarakteristikalarini (o‘zgaruvchilari) asosida chiziqli regressiya tenglamasi shaklida ifodalanadi:

$$V_{SA} = \beta_{0SA} + \beta_1 X_{vaqtSA} + \beta_2 X_{xarajatSA} + \beta_3 X_{qulaylikSA} + \beta_4 X_{xavfsizlikSA}$$

$$V_{JT} = \beta_{0JT} + \beta_1 X_{vaqtJT} + \beta_2 X_{xarajatJT} + \beta_3 X_{qulaylikJT} + \beta_4 X_{xavfsizlikJT}$$

$$V_{MA} = \beta_{0MA} + \beta_1 X_{vaqtMA} + \beta_2 X_{xarajatMA} + \beta_3 X_{qulaylikMA} + \beta_4 X_{xavfsizlikMA}$$

Bu yerda:

- X_{vaqt} — eshikdan eshikgacha (door-to-door) bo‘lgan umumiy harakatlanish vaqti (daqiqqa);
- $X_{xarajat}$ — safar uchun ketadigan moliyaviy xarajat (yoqilg‘i, amortizatsiya yoki yo‘l haqi, so‘mda);
- $X_{xavfsizlik}$ — transport turining xavfsizlik va qulaylik darajasi (ball tizimida);
- $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ — mos ravishda vaqt, xarajat va xavfsizlik omillarining ota-onalar uchun naqadar muhimligini ko‘rsatuvchi **empirik vazn koeffitsiyentlari (parametrlari)**;

• β_0 — muqobil variantlarning o‘ziga xos doimiy koeffitsiyenti (Alternative-Specific Constant - ASC).

Tasodifiy xatolik komponenti ε_i) mustaqil va bir xil taqsimlangan (IID – Gumbel taqsimoti) deb qaralganda, ma’lum bir transport turining tanlanish ehtimolligini hisoblash uchun ko‘p muqobilli Logit modelining klassik formulasi keltirib chiqariladi:

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j \in U} e^{V_j}}$$

Ushbu umumiy matematik qonuniyatdan kelib chiqib, bizning tizimimizdagi uchta muqobil transport turi uchun ehtimollik modellari quyidagi ko‘rinishni oladi:



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

1. Shaxsiy avtomobilni tanlash ehtimolligi (P_{SA}):

$$P_{SA} = \frac{e^{V_{SA}}}{e^{V_{SA}} + e^{V_{JT}} + e^{V_{MA}}}$$

2. Jamoat transportini tanlash ehtimolligi (P_{JT}):

$$P_{JT} = \frac{e^{V_{JT}}}{e^{V_{SA}} + e^{V_{JT}} + e^{V_{MA}}}$$

3. Maktab avtobusini tanlash ehtimolligi (P_{MA}):

$$P_{MA} = \frac{e^{V_{MA}}}{e^{V_{SA}} + e^{V_{JT}} + e^{V_{MA}}}$$

Ushbu eksponensial tenglamalar tizimi har bir transport muqobilining raqobatbardoshlik darajasini miqdoriy baholash imkonini beradi.

Modelni amaliyotda qo‘llash uchun dastlab uning parametrlari (β koeffitsiyentlari) sotsiologik so‘rovnomalar (Stated Preference - SP) ma‘lumotlari asosida, **Maksimal ehtimollikni baholash (Maximum Likelihood Estimation - MLE)** usuli yordamida kalibrlanadi.

Ota-onalar xulq-atvorini o‘rganish natijasida olingan empirik koeffitsiyentlar quyidagi mantiqiy xususiyatlarga ega:

- $\beta_{vaqt} < 0$: Yo‘lga ketadigan vaqt qanchalik ortsa, ushbu transport turining jozibadorligi (foydaliligi) shunchalik kamayadi.

- $\beta_{xarajat} < 0$: Safar narxi yoki iqtisodiy xarajatning yuqoriligi foydalilik funksiyasini pasaytiradi.

- $\beta_{xavfsizlik} > 0$: Transport vositasining xavfsizlik darajasi yuqori bo‘lishi ota-onalarning unga bo‘lgan moyilligini oshiradi.



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

Modelning ishlash mexanizmini ko‘rish uchun quyidagi real logistik sharoit va ssenariyni ko‘rib chiqamiz. Faraz qilaylik, hududiy o‘rganishlar va kalibrlash natijasida foydalilik funksiyasining tenglamalari aniq raqamli ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi:

$$V_{SA} = 1.5 - 0.05 \times (Vaqt) - 0.0002 \times (Xarajat)$$

$$V_{JT} = 0.0 - 0.04 \times (Vaqt) - 0.0001 \times (Xarajat)$$

$$V_{MA} = 0.8 - 0.03 \times (Vaqt) - 0.00015 \times (Xarajat)$$

Ushbu tenglamalarda shaxsiy avtomobil uchun ASC koeffitsiyenti ($\beta_0^{SA} = 1.5$) yuqori qilib belgilangan, bu ota-onalarning shaxsiy qulaylik va mashinaga bo‘lgan subyektiv moyilligini ifodalaydi.

Ssenariy shartlari:

- **Shaxsiy avtomobil (SA):** Vaqt = 15 daqiqa, Xarajat = 5000 so‘m (yoqilg‘i).
- **Jamoat transporti (JT):** Vaqt = 35 daqiqa, Xarajat = 2000 so‘m (yo‘l haqi).
- **Maktab avtobusi (MA):** Vaqt = 25 daqiqa, Xarajat = 3000 so‘m (belgilangan tarif).

Ushbu raqamli qiymatlarni foydalilik tenglamalariga qo‘yib, determinatsiyalangan foydalilik ko‘rsatkichlarini hisoblaymiz:

$$V_{SA} = 1.5 - (0.05 \times 15) - (0.0002 \times 5000) = 1.5 - 0.75 - 1.0 = -0.25$$

$$V_{JT} = 0.0 - (0.04 \times 35) - (0.0001 \times 2000) = 0.0 - 1.4 - 0.2 = -1.60$$

$$V_{MA} = 0.8 - (0.03 \times 25) - (0.00015 \times 3000) = 0.8 - 0.75 - 0.45 = -0.40$$

Eksponensial qiymatlarni (e^{V_i}) aniqlaymiz:

$$\bullet e^{-0.25} = 0.7788$$

$$\bullet e^{-1.60} = 0.2019$$

$$\bullet e^{-0.40} = 0.6703$$

Umumiy maxraj (barcha muqobillarning yig‘indisi):



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

$$\sum = 0.7788 + 0.2019 + 0.6703 = 1.6510$$

Endi MNL formulalari orqali har bir transport turining tanlanish ehtimolligini foiz ko‘rinishida hisoblaymiz:

• **Shaxsiy avtomobil (P_{SA}):**

$$P_{SA} = \frac{0.7788}{1.6510} \approx 0.4717 \rightarrow 47.2\%$$

• **Jamoat transporti (P_{JT}):**

$$P_{JT} = \frac{0.2019}{1.6510} \approx 0.1223 \rightarrow 12.2\%$$

• **Maktab avtobusi (P_{MA}):**

$$P_{MA} = \frac{0.6703}{1.6510} \approx 0.4060 \rightarrow 40.6\%$$

(Eslatma: Taqdim etilgan materialdagi yakuniy yaxlitlangan ko‘rsatkichlar: $P_{SA} = 47\%$, $P_{JT} = 11\%$, $P_{MA} = 42\%$ ni tashkil etadi).

Natijalarning logistik tahlili:

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, hatto shaxsiy avtomobil subyektiv afzalliklarga (1.5 koeffitsiyentga) ega bo‘lsa-da, maktab avtobuslarining vaqt (25 daqiqa) va narx (3000 so‘m) jihatidan optimallashtirilishi ota-onalarning **42%** qismini o‘ziga jalb qila oladi. Jamoat transporti esa o‘zining uzoq vaqti (35 daqiqa) sababli raqobatda eng past ko‘rsatkichni (**11%**) qayd etadi.

XULOSA

Transport turi tanlovining MNL modeli hokimlik (munitsipal) organlarga maktab avtobuslari tarmog‘iga bo‘lgan dastlabki ehtiyojni an’anaviy umumiy hisoblash usullariga qaraganda yuqori aniqlikda prognozlash imkonini beradi.



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

Taqdim etilgan ssenariy modeli orqali har bir ta’lim muassasasi yoki klasteri uchun maktab avtobuslarini tanlash ehtimolligini (P_{MA}) oldindan aniqlash, ortiqcha harakatlanuvchi tarkib (avtobuslar) sotib olish xarajatlarini cheklaydi va davlat byudjetini himoya qiladi.

Ushbu maqolada keltirilgan sof matematik ehtimollik ko‘rsatkichlari kelgusi ishlarda ota-onalarning subyektiv ijtimoiy ishonch koeffitsiyenti (α) bilan integrallashgan holda haqiqiy logistik talab tenglamasiga ($D_{real} = N_{jami} \times P_{MA} \times \alpha$) aylantirilishi tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ben-Akiva M., Lerman S. R. Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand. — MIT Press, 1985.
2. McFadden D. Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. — Academic Press, 1973.
3. Train K. E. Discrete Choice Methods with Simulation. — Cambridge University Press, 2009.
4. O‘zbekiston Respublikasi transport va logistika sohasini rivojlantirish bo‘yicha 2023–2027 yillar davlat dasturi. — Toshkent, 2023.
5. Rashidov A., Tursunov B. Toshkent shahri jamoat transporti samaradorligini oshirish muammolari // O‘zbekiston texnika universiteti ilmiy axborotnomasi. — 2022. — №3. — B. 45–52.
6. Negmatov N.N. MAKTAB AVTOBUSLARI XIZMATI TIZIMINI TASHKIL ETISHDA HUDUDIY TAFOVUTLARNI INOBATGA OLGAN HOLDA REJALASHTIRISH VA SALBIY OQIBATLARNING OLDINI OLIISH



**“ZAMONAVIY ILMIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK
TARAQQIYOTNING USTUVOR YO‘NALISHLARI” nomli Respublika
ilmiy-amaliy masofaviy konferensiyasi
VOLUME-1, ISSUE-3, 2026**

Международный научный журнал «Научный импульс» № 33 (100), часть 1 Май, 2025

7. Negmatov N.N МАКТАБ АВТОБУСЛАРИ ХИЗМАТИ ТИЗИМИНИ ТАШКИЛ ҚИЛИШДА ДАРСЛАР БОШЛАНИШИ ВА ТУГАШ ВАҚТЛАРИНИ КОМБИНАТСИЯЛАШ ОРҚАЛИ МАРШРУТ ТАРМОҚЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАСHTИРИШ МОДЕЛИ Международный научный журнал “Научный импульс” № 33 (100), часть 1 Май, 2025

8. Negmatov N.N МАКТАБ АВТОБУСЛАРИГА БО‘ЛГАН ТАЛАБНИ HISOBLASH: USLUBLAR, MODEL VA MATRITSALAR Международный научный журнал “Научный импульс” № 33 (100), часть 1 Май, 2025

9. Negmatov N.N МАКТАБ АВТОБУСЛАРИ ТИЗИМИНИ JОRIY QILISH SAMARADORLIGINI GIS MA‘LUMOTLARI YORDAMIDA MAKROSKOPIK BAHOLASH МОДЕЛИ Международный научный журнал Новости образования: исследование в XXI веке» № 33 (100), часть 1 Май , 2025

10. Negmatov N.N МАКТАБ АВТОБУСЛАРИ ХИЗМАТИНИ ТАШКИЛ QILISH SAMARADORLIGINI INTEGRATSIYALASHGAN BAHOLASH so‘ngi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi respublika ilmiy-uslubiy jurnali 8-jild 5-son 13.05.2025

11. N.N. Negmatov Optimization of school bus stops based on risk factors to ensure student road safety in the GIS environment Journal Engineer ISSN: 3030-3893 Volume:4 Issue:2 2026