

## AQLLI SVETOFOR TIZIMINI LOYIHALASH

**Nabijonov Ravshanbek Muxammadjon o'g'li**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona  
filiali "Axborot texnologiyalari" kafedrasida assistenti  
E-mail: rmnabijonov@gmail.com

**Nabiyev Iskandar Farxodjon o'g'li**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona  
filiali talabasi  
E-mail: inabiyev088@gmail.com

**Nabiyeva Maysaraxon Shuhratjon qizi**

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Farg'ona  
filiali talabasi  
E-mail: nabiyevamaysaraxon@gmail.com

**Annotatsiya.** Bugungi kunda aqlli va mustahkam svetofoorni boshqarish tizimlarini ishlab chiqish va uni loyihalash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ko'plab shaharlar transport vositalari va infratuzilmaning xilma-xilligi tufayli murakkab yo'l tarmoqlariga ega, bu esa an'anaviy svetofoirlar uchun qiyinchilik tug'diradi. An'anaviy svetofoirlar belgilangan vaqt oralig'ida ishlaydi, bu esa transport zichligi yoki piyodalarning harakatlanishiga moslashmaydi. Shu sababli, kutish vaqtlari ko'payishi va yoqilg'i sarfi oshishi kabi kamchiliklar yuzaga keladi. Ushbu maqolada bu muammolarning bir necha usullari keltirib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** svetofoir, aqlli tizim, loyihalash, avtomatlashtirish, avtomobillarning tirbandligi.

**Kirish.** Texnologiya va raqamli asrning rivojlanishi odamlar va shaharlar uchun avtomatlashtirilgan va aqlli yechimlarni taklif qilmoqda. Tadqiqotlarga ko'ra ITLCS(Intelligent Traffic Light Control System)ni yaratish uchun axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va matematik usullarni qo'llashni o'rganadi. Ushbu tizim chorrohalardagi avtomobillar soni va piyodalar harakatini doimiy kuzatish orqali transport va piyodalar oqimini optimallashtiradi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, yangi ITLCS tizimi turli trafik zichligi sharoitlarida samarali ishlaydi va transport oqimining yaxshilanishiga olib keladi. Dasturiy ta'minotda amalga oshirilgan va sinovdan o'tkazilgan tizim, haqiqiy transport vaziyatlariga asoslangan natijalarni taqdim etadi. Ushbu tadqiqot matematikaning AKT bilan integratsiyasi orqali yangi va mustahkam svetofoorni boshqarish tizimini ishlab chiqish imkoniyatini ko'rsatadi, bu esa shahar

transportini boshqarishda samarali yechimlar taqdim etadi.

Avtomobil yo'llaridagi tirbandlik dunyoning ko'plab shaharlarida katta tashvish va muammo hisoblanadi. Ushbu tirbandlik transport hajmi mavjud ko'cha sig'imidan ko'proq bo'sh joyga talabni keltirib chiqarganda yuzaga keladi.

Qo'shimcha yo'llar, avtomagistrallar va avtomagistrallar qurilishi har doim qo'shimcha yo'laklarning izchil qo'shilishi bilan ko'rinib tursada, ko'proq yo'l maydoniga bo'lgan talab aholi sonining ko'payishi, xarajatlarning kuchayishi, sanoat inqilobi va aholi turmush tarzining o'zgarishi bilan saqlanib qolmoqda.

Avtotransport tirbandligini takrorlanuvchi va takrorlanmaydigan turlarga ajratish mumkin. Takroriy tirbandlikni infratuzilma bilan bog'liq deb tasniflash mumkin va takrorlanmaydiganlar uchta toifaga bo'linishi mumkin; atrof-muhit, mexanik va inson bilan bog'liq. Bu muammolar yechim topish uchun

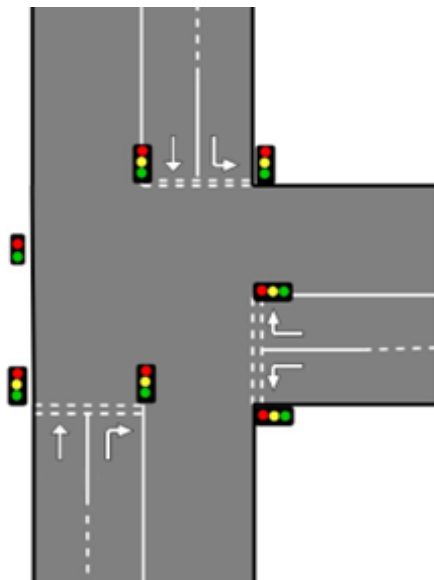


ko'plab usullar mavjud, lekin ularning barchasi bir-biriga bog'liq va bir-birini ta'sir qiladi. Bu esa, bu muammolarni yechishning murakkab va ko'plab o'zgaruvchanlarni hisobga olgan yondashuvni talab qiladi. Bu esa, transport tizimlarini rejalashtirish va boshqarishning murakkabligini ortga suradi.

**Metodologiya.** Tashqi ko'rinish jihatidan zamonaviy svetofor dizayni standartlashtirilgan, ammo bu o'zgarishsiz qolgan yagona omil. Sanoatlashtirish davrida bo'lgani kabi, yo'l harakati nazorati tizimlarini rivojlantirishni talab qiladigan darajaga yetdi. Biroq, endi bu yutuqlar ko'proq texnologik jihatga tegishli.

Mavjud yo'l harakati nazorati tizimlari transport vositalarini aniqlash texnikasi va prognozlash algoritmlarini o'rganadi va ularga urg'u beradi. Avtomobilni aniqlash texnikasi sensorlar, induktiv halqalar va tasvirni qayta ishlashning turli usullari atrofida aylanadi. Mashinani o'rganish va boshqa shunga o'xshash bashorat qilish algoritmlarining paydo bo'lishi bilan tirbandlikni bashorat qilish svetoforni boshqarishning aqlli tizimlariga qiziqish maydoniga aylandi.

1-rasmda ko'rsatilganidek, T-tugmani ifodalovchi harakatni boshqarish tizimi belgilangan kechikish davrlari asosida ishlaydi. Mavjud yo'l tarmog'ida chorrahaga kiruvchi oltita yo'lak va chorrahadan chiqadigan uchta bo'lak mavjud. Har bir qatorga oltita svetofor va bitta piyoda chiroqlari mos keladi.



1-rasm. Mavjud yo'l tarmog'i.

Mavjud tizim belgilangan vaqt asosida ishlaydi, bunda har bir qatorga yashil chiroq yonishi uchun belgilangan vaqt ajratiladi. Bunga qarashning yana bir yo'li shundan iboratki, har bir trafik "holati" keyingi holat bajarilishidan oldin ma'lum muddat belgilanadi. Shtat - bu svetofor konfiguratsiyasi to'plami. Mavjud tizim, shuningdek, transport vositalarining bandligidan qat'i nazar, bir xil shtat tartibiga amal qiladi. Bu shuni anglatadiki, tizim har doim bir xil tartibda shtatlarni bajaradi va faqat belgilangan vaqt tugashi bilan o'zgaradi.

Quyida keltirilgan 1-jadvalda har bir chorraxadagi svetoforlarning konfiguratsiyasi ko'rsatilgan. Tizimda to'rtta markaziy o'tish holati mavjud. O'tish holatlari markaziy chorraxalarning uzluksiz o'zgarishiga imkon beradi. 4-tomonda barcha chiroqlar qizil rangga sozlangan, shunda barcha transport to'xtatiladi va piyodalar chorraxadan o'tishlari mumkin. Biroq, 4 tomon faqat piyoda tugmasi bosilganda amalga oshiriladi, ya'ni piyodalar o'tishni kutayotganliklarini tizimga bildiradilar. Agar piyoda tugmasi bosilmasa, tizim piyodalar kutmagan deb hisoblaydi va shu tariqa "3 dan 1" gacha o'tish holatidan foydalanib 3-shtatdan 1-shtatga o'tishni tanlaydi.

1-jadval. Mavjud tizimning holati

|     | 1-svetofor | 2-svetofor | 3-svetofor | 4-svetofor | 5-svetofor | 6-svetofor |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 1   | Yashil     | Yashil     | Yashil     | Qizil      | Qizil      | Qizil      |
| 2   | Yashil     | Qizil      | Qizil      | Qizil      | Yashil     | Yashil     |
| 3   | Qizil      | Qizil      | Yashil     | Yashil     | Qizil      | Qizil      |
| 4   | Qizil      | Qizil      | Qizil      | Qizil      | Qizil      | Qizil      |
| 1-2 | Yashil     | Sariq      | Sariq      | Qizil      | Qizil      | Qizil      |
| 2-3 | Sariq      | Qizil      | Qizil      | Qizil      | Sariq      | Sariq      |
| 3-4 | Qizil      | Qizil      | Sariq      | Sariq      | Qizil      | Qizil      |
| 3-1 | Qizil      | Qizil      | Yashil     | Sariq      | Qizil      | Qizil      |

Taklif etilgan ITLCS uyali avtomatlashtirish nazariyasiga asoslanadi. Uyali avtomatlar diskret matematik modellar bo'lib, ular cheksiz muntazam hujayralardan iborat bo'lib, ular panjara hosil qiladi.

**Tizimli matematik modellash.** Taklif etilayotgan aqlli svetofor tizimini matematik modellash ushbu qismda keltirilgan. Tizim asosan uchta omil bilan belgilanadi:

- avtomobil tezligi,



- transport vositasining holati va xarajat funktsiyasi,
- ularning har biri buyurtma qilingan juftlik sifatida ifodalanadi.

Chorrahaga yaqinlashayotgan transport vositalarining tezligi quyidagicha aniqlanadi.

$$V_i(t) = [v_i^-(t), v_i^+(t)] \quad (1)$$

Bu yerda

$v_i^-(t)$ , pastki nuqta

$v_i^+(t)$ , yuqori nuqta

Pastki va yuqori so'nggi nuqtalar quyidagilarga muvofiq yangilanadi:

$$v_i^-(t) = \min\{v_i^-(t-1) + 1, g_i^-(t), v_{max}^-\} \quad (2)$$

$$v_i^+(t) = \max\{v_i^+(t-1) + 1, g_i^+(t), v_{max}^+\} \quad (3)$$

Bu yerda

$v_i^{-/+}(t-1)$  pastki/yuqori-oxirgi pozitsiyasi  $t-1$  qadamidagi transport vositasining  $i$   $g_i^{\pm}(t)$  - oldidagi bo'sh katakchalar soni transport vositasi  $i$  vaqt bosqichida  $t$   $v_i^{-/+}$  pastki/yuqori maksimal tezlik. Avtomobillarning joylashuvi,

$$X_i(t) = [x_i^-(t), x_i^+(t)] \quad (4)$$

avtomobil tezligiga qarab yangilanadi:

$$x_i^-(t+1) = x_i^-(t) + v_i^-(t) \quad (5)$$

$$x_i^+(t+1) = x_i^+(t) + v_i^+(t) \quad (6)$$

Bu yerda

$$x_i^{-/+}(t+1) - t + 1 \quad (7)$$

pog'onadagi  $i$  transport vositasining taxminiy pastki/yuqori pozitsiyasi  $x_i^{-/+}(t)$ -joriy pastki/yuqori uchi  $i$  vaqtdagi  $t$  qadamidagi holati.

Mumkin bo'lgan nazorat harakatlarining narxini aniqlash uchun xarajat funksiyasidan foydalaniladi va undan eng kam xarajatga ega bo'lgan nazorat harakati tanlanadi va bajariladi. Xarajat vaqt bo'yicha aniqlanadi kechikish intervallari

$$C(a) = [c^-(a), c^+(a)] \quad (8)$$

va u quyidagi orqali olinadi:

$$c^-(a) = \min\left\{\sum_i \sum_i w_i^-(t), \sum_i \sum_i w_i^+(t)\right\}, \quad (9)$$

$$c^+(a) = \max\left\{\sum_i \sum_i w_i^-(t), \sum_i \sum_i w_i^+(t)\right\}, \quad (10)$$

Bu yerda

$$w_i^-(t) = \begin{cases} 1, & v_i^-(t) = 0 \\ 0 & \end{cases} \quad (11)$$

$$w_i^+(t) = \begin{cases} 1, & v_i^+(t) = 0 \\ 0 & \end{cases} \quad (12)$$

**Muammoning yechimi.** Taklif etilayotgan aqlli svetofoor tizimi MATLAB dasturlash tilidan foydalangan holda dasturiy ta'minotda amalga oshirilgan.

Tizim samaradorligi o'lchanadi va mavjud tizim bilan taqqoslanadi. Tizim samaradorligi transport zichligi darajasiga qarab avtomobillarning o'rtacha oqimi nuqtai nazaridan o'lchandi.

Zichlik diapazoni 0% dan 10% gacha, intervallar 0,01% ni tashkil qiladi.

ITLCS mustahkam chiziqli progressiya bilan ancha yaxshi natijalarni ko'rsatdi, zichlik oshgani sayin o'rtacha oqimning barqaror o'sishi bilan. 0,1% oraliqda 0% dan 100% gacha bo'lgan zichlik uchun simulyatsiya natijalari.

Taxminan 20% dan 50% gacha bo'lgan zichlik uchun qisqa doimiy o'rtacha oqimni ko'rsatdi. Samaradorlik 100% zichlikka tushib qolgandek tuyulsada, u hali ham mavjud tizimga qaraganda ancha yaxshi ishlaydi.

Kompyuter simulyatsiyasi natijalari ITLCS ning mavjud belgilangan vaqt tizimiga nisbatan samaradorligini aniq ko'rsatib turadi. Past zichliklar uchun

(0-10%), belgilangan vaqt tizimi eng past zichlik uchun maqbul samaradorlikni ko'rsatdi. Trafik zichligi past bo'lgani uchun tizim trafikni samarali boshqarishi kutilmoqda. Kutilganidek, taklif qilingan ITLCS mavjud tizimga qaraganda ancha samarali ishlaydi.

Yuqori trafik zichligi uchun tavsiya etilgan ITLCS hali ham maqbul samaradorlikni namoyish etadi. Biroq, mavjud tizim kutilmaganda 80% gacha bo'lgan zichlikka dosh bera oladi. Biroq, taklif qilingan ITLCS yuqori zichlikdagi trafikni juda ko'p samaradorlikni yo'qotmasdan boshqarishini yana isbotladi.



**Xulosa.** Bu maqolada aqlli svetofor tizimini loyihalash va amalga oshirish haqida, shuningdek, uning samaradorligini baholash uchun ishlatilgan kompyuter simulyatsiyasi va haqiqiy prototiplar to'g'risida so'z yuritiladi. Ushbu tizimda svetoforlarni boshqarish uchun yangi jadvali joriy etildi, ular yordamida tirbandlikni kamaytirish maqsadida transport vositalarining joylashuvi va tezligi kabi ma'lumotlar tahlil qilindi. Ushbu ma'lumotlarga asoslanib xarajat funksiyasi yaratildi va unga ko'ra svetoforlar uchun optimal boshqaruv qarorlari qabul qilindi.

Loyiha simulyatsiyalari oltita yo'l bo'lagi bo'lgan T-shaklidagi yo'l tarmog'ini modellashtirdi va unda piyodalar o'tish joylari ham hisobga olindi. Simulyatsiya natijalari ko'rsatdiki, aqlli svetofor tizimi transport oqimini yuqori va past tirbandlik davrlarida samarali boshqarishga qodir. Ushbu tizimda uyali avtomatlar deb nomlangan matematik usul ishlatildi va u optimal boshqaruv qarorini olish uchun mikroskopik darajadagi ma'lumotlardan foydalandi.

Bu yondashuv an'anaviy o'zgarmas taymer tizimlariga qaraganda yaxshiroq ishlaydi, chunki u turli trafik sharoitlariga moslashadi va ustun transport oqimini ta'minlash imkoniyatiga ega. Olingan natijalar taklif etilgan aqlli svetofor tizimi transport oqimini nazorat qilish va tirbandlikni kamaytirishda samarali ekanligini ko'rsatmoqda.

Kelajakda tizim samaradorligini yanada oshirish va boshqaruv funksiyalarini takomillashtirish uchun turli algoritmlarni qo'llash va tizimga qo'shimcha intellektual elementlarni kiritish rejalashtirilgan.

#### Foydalanilgan adabiyotlar.

1. R. Jalelov (2022). SHAHAR SVETOFORLARI UCHUN QAT'IYMAS MANTIQUIY BOSHQARISH TIZIMINI LOYIHALASH. *Science and innovation*, 1 (A8), 838-842. doi: 10.5281/zenodo.7442782
2. Obukhov, V., Qadamova, Z., Sobirov, M., Ergashev, O., & Nabijonov, R. (2024). Methods for using elliptic curves in cryptography. In *E3S*

Web of Conferences (Vol. 508, p. 05009). EDP Sciences.

3. Muminovich, S. A., & Mavlon, X. (2023). AQLLI SVETOFORLAR TEXNOLOGIYANING RIVOJLANTIRISH YOLLARI. O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI, 2(16), 228-235.
4. Abdugani, N. (2024). DEVELOP A "SMART TRAFFIC LIGHT" COMPUTER MODEL TO PREVENT TRAFFIC JAMS AT INTERSECTIONS. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 26, 230-232.
5. Nizomiddinova, M. S., Luqmonjonov, A. B., & Nematjonov, I. I. (2024). CHORRAHALARNI SVETORLAR BILAN BOSHQARISH UCHUN SAMARALI VA XAVFSIZ STRATEGIYALAR. ZAMONAVIY TARAQQIYOTDA ILM-FAN VA MADANIYATNING O'RN, 3(4), 33-37.
6. Isroiljon o'g'li, M. I., & Muzaffar O'g'li, O. D. (2024). AVTOMOBIL YO'LLARINI NAZORAT QILISHDA INTERNET OF THINGS (NARSALAR INTERNETI). *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 1(1), 102-110.
7. Sh, M. N., & Davlatnazarovna, M. G. (2022). AQLLI SHAHAR STANDARTLASHTIRISH TIZIMI: MUAMMOLAR VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI. *BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI*, 12-14.
8. Nabijonov Ravshanbek Mukhammadjon ugli, Abduqodirov Abdulhay Abdulaziz ugli, & Mamayeva Oydiyoy Ismoiljon kizi. (2023). ANALYSIS OF MULTI-CORE PROCESSOR ARCHITECTURE. *Best Journal of Innovation in Science, Research and Development*, 217-222.
9. Raximova A'loxon Qaxxorjon Qizi, N. I. F. o'g'li, N. M. S. qizi. (2024). ARDUINO MIKROKONTROLLERI YORDAMIDA HARORAT DATCHIKLARINI TAHLIL QILISH. *Miasto Przyszłości*, 47, 229-233.



10. Nabiyeva Maysaraxon Shuhratjon qizi , N. I. F. o‘g‘li , . (2024). BIR RAZRYADLI 7 TA SEGMENTLI INDIKATORNI ARDUINO TIZIMIDA TAHLIL QILISH . Miasto Przyszłości, 47, 222–228.
11. Raximova A‘loxon Qaxxorjon Qizi , N. I. F. o‘g‘li , N. M. S. qizi , . (2024). OZIQ-OVQAT SANOATIDA SUN‘IY INTELLEKT ROBOTLARINING TUTGAN O‘RNI . Miasto Przyszłości, 47, 234–239.
12. Otaqulov, O. X., & Pulatova, G. A. Q. (2021). Sun‘iy intellekt va uning insoniyat faoliyatida tutgan o‘rni. Scientific progress, 2(8), 929-935.
13. Ergashev, O. M., Turgunov, B. X., & Turgunova, N. M. (2023). Microprocessor Control System for Heat Treatment of Reinforced Concrete Products. INTERNATIONAL JOURNAL OF INCLUSIVE AND SUSTAINABLE EDUCATION, 2(5), 11-15.
14. Ergashev, O. M., & Turgunov, B. X. (2023). INTELLIGENT OPTOELECTRONIC DEVICES FOR MONITORING AND RECORDING MOVEMENT BASED ON HOLLOW FIBERS. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 4(5), 34-38.

