

Date: 7th August-2026

TEMIR YO‘L AVTOMATIKA VA TELEMEXANIKA TIZIMLARIDA
MANYOVR SVETOFORLARINI BOSHQARUVCHI TERISH GURUHI
TEXNIKAVIY VOSITALARINING ISHINI TADQIQ ETISH VA ULARNING
MATEMATIK TARIFI

Jo‘rayev Javoxirjon Farxodjon o‘g‘li

Toshkent davlat transport universiteti tayanch doktoranti

Kirish

Temir yo‘l stansiyalarida manyovr svetoforlarini boshqaruvchi NM2P va NM2AP bloklarining tuzilayotgan marshrutdagi aniq topologik pozitsiyalarini inobatga olgan holda matematik modelini ishlab chiqish mazkur bloklarning funksional faoliyatini optimallashtiruvchi algoritmlarni sintez qilish imkoniyatini taqdim etadi. Tadqiqotning maqsadi-manyovr svetoforlarini boshqaruvchi bloklar ishini tizimli tahlil qilish va ularning funksional xususiyatlarini chuqur o‘rganish imkonini beruvchi, chekli avtomatlar nazariyasi asosida matematik modelni ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida temir yo‘l avtomatikasi va telemexanikasi tizimlarining manyovr svetoforlarini boshqarish terish guruhi bloklari tanlangan. Qo‘yilgan ilmiy-texnik vazifani yechish uchun asosiy tadqiqot metodi sifatida chekli avtomatlar nazariyasiga asoslangan formal modellashirish usulidan foydalanildi. [1,2]

Asosiy qism

Manyovr svetoforini boshqarish bloklari NM2P va NM2AP tarkibida mos ravishda beshta (K, KN, MP, VP, VKM), va oltita (K, KN, AKN, MP, VP, VKM) relalar mavjud bo‘lib, bloklar marshrutda uch xil holatda ishtirok eta oladi: birinchi holatda tuzilayotgan marshrutning boshlang‘ich uzal sifatida, bunda ketma-ket ravishda K, KN, MP relalari ishga tushadi; ikkinchi holatda - oraliq uzal sifatida, bunda ketma-ket ravishda KN, VP (NM2AP blokida AKN, KN, VP), relalari ishga tushadi; uchinchi holatda - yakuniy uzal sifatida, bunda ketma-ket ravishda K, KN, VKM relalari ishga tushadi.[8] Relalar ketma-ket ishga tushgani uchun har bir yangi tokli holatdagi relalar kombinatsiyasi avtomatning alohida holati sifatida qaraladi. Boshlang‘ich va yakuniy holatlar umumiy boshlanishga ega (avval K , so‘ng KN), shu sababli ular q_2 holatigacha bitta yo‘ldan boradi va u yerda tarmoqlanadi.

Avtomatning formal ta‘rifi

$$A = (Q, X, Y, \delta, \lambda, q_0, F) \quad (1)$$

bunda

$Q = \{q_0, q_1, q_{1.1}, q_2, q_3, q_4, q_5\}$ - holatlar to‘plami;

$X = \{x_0, x_1, x_2, \dots, x_8\}$ - kirishlar alifbosi

Y — chiqishlar to‘plami;

$\delta: Q \times X \rightarrow Q$ - o‘tish funksiyasi;

$\lambda: Q \rightarrow Y$ - chiqish funksiyasi;

q_0 — boshlang‘ich holat;

$F = \{q_3, q_4, q_5\}$ - yakuniy (qabul qiluvchi) holatlar to‘plami.



Date: 7th August-2026

Holatlarining mazmuni: $q0$ - hech qaysi rele tokli emas; $q1$ - K tokli; $q1.1$ - AKN tokli; $q2$ - K, KN tokli; $q3$ - K, KN, MP tokli (blok marshrutda boshlang'ich uzel); $q4$ - KN, VP tokli (blok marshrutda oraliq uzel); $q5$ - K, KN, VKM tokli (blok marshrutda yakuniy uzel).[3]

Manyovr svetoforlarini boshqarish NM2P va NM2AP bloklari funksiyasini modellashtiruvchi A avtomatning o'tish funksiyalari quyidagi tengliklar bilan aniqlanadi:

1-2- jadvallar

1-jadval

O'tish funksiyasi	O'tish holat	O'tish funksiyasi	O'tish holat	O'tish funksiyasi	O'tish holat
$x0=i0 \vee j0 \vee k0$	$q0 \rightarrow q0$	$x6=i6$	$q3 \rightarrow q3$	$x12=k9$	$q5 \rightarrow q0$
$x1=i1 \vee k1$	$q0 \rightarrow q1$	$x7=k5$	$q2 \rightarrow q5$	$x13=j3$	$q2 \rightarrow q4$
$x2=i2 \vee k2$	$q1 \rightarrow q1$	$x8=k6$	$q5 \rightarrow q5$	$x14=j4$	$q4 \rightarrow q4$
$x3=i3 \vee j1 \vee k3$	$q1 \rightarrow q2, q0 \rightarrow q2$	$x9=i7 \vee k7$	$q1 \rightarrow q0$	$x15=j6$	$q4 \rightarrow q0$
$x4=i4 \vee j2 \vee k4$	$q2 \rightarrow q2,$	$x10=i8 \vee k8 \vee j5$	$q2 \rightarrow q0$		
$x5=i5;$	$q2 \rightarrow q3$	$x11=i9$	$q3 \rightarrow q0$		

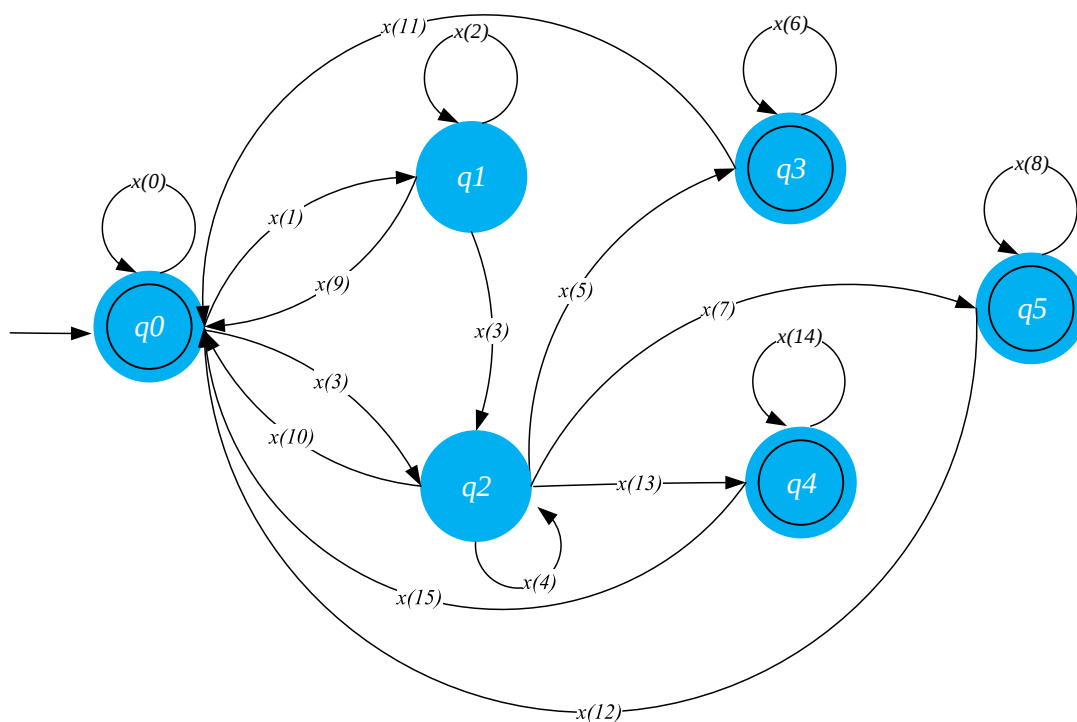
2-jadval

O'tish funksiyasi	O'tish holat	O'tish funksiyasi	O'tish holat	O'tish funksiyasi	O'tish holat
$x0=i0 \vee r0 \vee k0$	$q0 \rightarrow q0$	$x7=i5;$	$q2 \rightarrow q3$	$x14=k9$	$q5 \rightarrow q0$
$x1=i1 \vee k1$	$q0 \rightarrow q1$	$x8=i6$	$q3 \rightarrow q3$	$x15=r5$	$q2 \rightarrow q4$
$x2=i2 \vee k2$	$q1 \rightarrow q1$	$x9=k5$	$q2 \rightarrow q5$	$x16=r6$	$q4 \rightarrow q4$
$x3=r1$	$q0 \rightarrow q1.1$	$x10=k6$	$q5 \rightarrow q5$	$x17=r9$	$q4 \rightarrow q0$
$x4=r2$	$q1.1 \rightarrow q1.1$	$x11=i7 \vee k7$	$q1 \rightarrow q0$	$x18=r7$	$q1.1 \rightarrow q0$
$x5=i3 \vee r3 \vee k3$	$q1 \rightarrow q2$	$x12=i8 \vee k8 \vee r8$	$q2 \rightarrow q0$		
$x6=i4 \vee r4 \vee k4$	$q2 \rightarrow q2$	$x13=i9$	$q3 \rightarrow q0$		

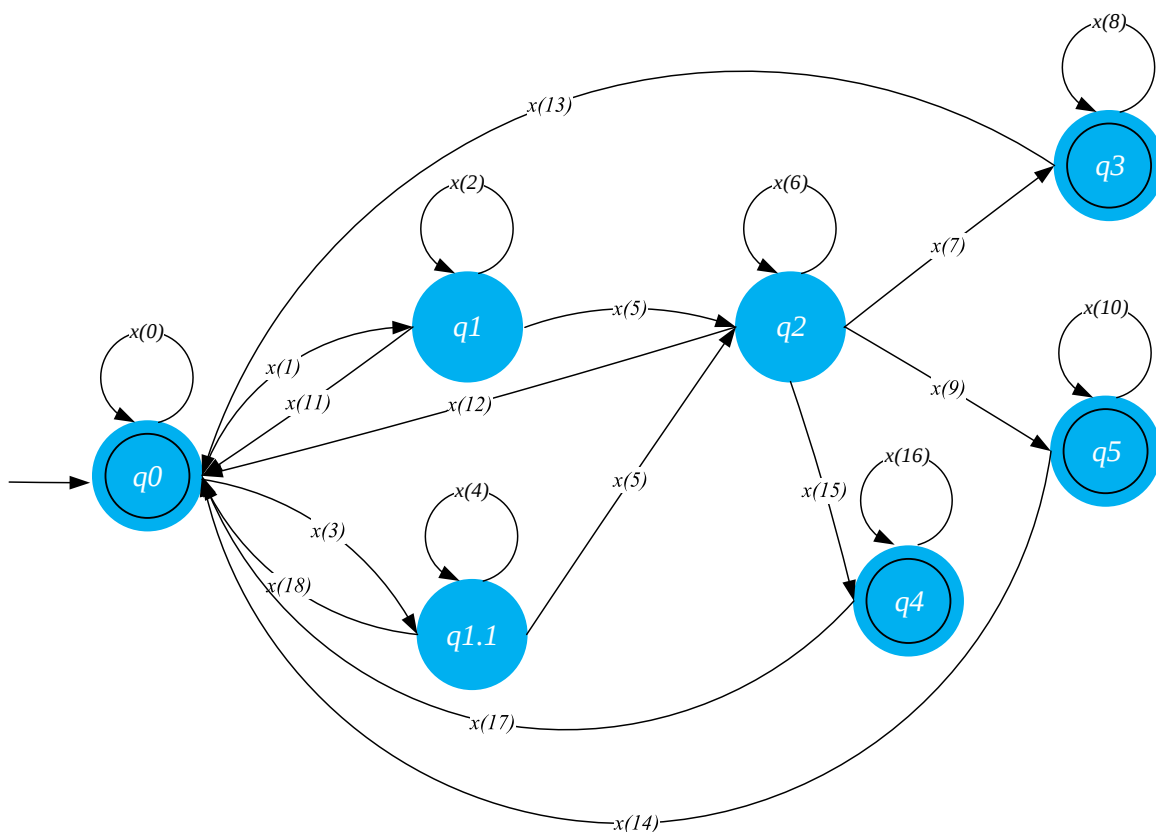
Jadvallarda qayd etilgan i, j, r hamda k mos ravishda boshlang'ich, oraliq va yakuniy marshrutlar uchun aniqlangan elementar o'tish funksiyalari. x o'tish funksiyalari esa elementar o'tishlarning mantiqiy YOKI ($\vee$) operatori orqali birlashtirilishi natijasida hosil bo'ladi. Shunday qilib, avtomatning har bir kirish signali bir yoki bir nechta marshrutlarda bir xil funksional ma'noga ega bo'lgan o'tishlarni umumlashtiradi va bu DFA modelining ixcham hamda tizimli ifodalanishini ta'minlaydi. NM2P va NM2AP manyovr svetoforlarini boshqarish bloklari funksiyasini modellashtiruvchi A avtomatining o'tish grafiklari quyidagi 1-2-rasmlarda keltirilgan.

Manyovr svetoforlarini boshqarish bloklarini DFA asosida modellashtirishda, chiqish signali sifatida relelarning joriy holatini emas, balki avtomatning yakuniy holatlarini qabul qilish ancha maqsadga muvofiq. Chunki modelning asosiy vazifasi relelarning ichki ishlash jarayonini ko'rsatish emas, balki marshrutni shakllantirish natijasini ifodalashdir. Shu nuqtai nazardan, avtomatning $x5, x7$ va $x13$ (NM2AP uchun $x7, x9, x15$) holatlari mos ravishda boshlang'ich, oraliq va yakuniy uzellarning muvaffaqiyatli shakllanganligini bildiruvchi chiqish signallari sifatida qaraladi.

Date: 7th August-2026



1-rasm. NM2P manyovr svetoforlarini boshqarish bloki funksiyasini modellashtiruvchi A avtomatining o'tish grafigi (qo'sh doiralar - yakuniy holatlar)



2-rasm. NM2AP manyovr svetoforlarini boshqarish bloki funksiyasini modellashtiruvchi A avtomatining o'tish grafigi (qo'sh doiralar - yakuniy holatlar)

Qolgan holatlar esa bloklarning marshrutdagi ishtiroki hali to'liq shakllanmagan oraliq holatlar bo'lib, ular alohida chiqish signalini hosil qilmaydi. Bunday holda, chiqish funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda: Q \rightarrow Y \quad (2)$$

bu yerda $Y = \{Y_0, Y_1, Y_2, Y_3\}$, bunda: Y_0 - marshrut shakllanish jarayoni davom etmoqda; Y_1 - boshlang'ich uzal shakllantirildi; Y_2 - oraliq uzal shakllantirildi; Y_3 - yakuniy uzal shakllantirildi. Shunday qilib, chiqish funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\lambda_{NM2P}(x) = \begin{cases} Y0, x = (x0 \div x4; x6; x8 \div x12; x14; x15) \\ Y1, x = x5 \\ Y2, x = x7 \\ Y3, x = x13 \end{cases} \quad (3)$$

$$\lambda_{NM2AP}(x) = \begin{cases} Y0, x = (x0 \div x6; x8; x10 \div x14; x16 \div x18) \\ Y1, x = x7 \\ Y2, x = x9 \\ Y3, x = x15 \end{cases}$$

Xulosa

Elektr magnit relelar elektr zanjirlarning modellari ehtimoliy ketma-ket sodir bo'ladigan hodisalarni aniqlash uchun zaruriy ma'lumotlarni hamda ushbu zanjirlarning kommutatsiyasini tashkil etish uchun barcha holatlarni hisobga olish, maqbul algoritmini ishlab chiqish va ular asosida dasturiy ta'minotni yaratish imkonini berdi.

Modellashtirish jarayoni bloklarning marshrutdagi ishtirokiga ko'ra relelarning ishga tushish ketma-ketligini, zanjirlarining o'zini-o'zi blokirovkalashga ulanishining to'g'riligini dinamik rejimda tekshirish hamda relelarning qo'zg'alish sxemalari ishini tahlil qilish imkonini berdi.

Modellashtirish natijalari ko'rib chiqilgan elektr zanjirlarning realizatsiyasi va kommutatsiyasi uchun barcha zaruriy sharoitlarni inobatga olish imkonini berdi, bunda 2-sinf ishonchlilikka ega elektr magnit relelarni qo'llagan holda bajarilgan NM2P va NM2AP bloklarining amaldagi prinsipial elektr sxemalari asos sifatida qabul qilindi. O'tkazilgan tahlil va o'rganishlar shu ko'rsatadiki ushbu zanjirlarni dasturiy ta'minot asosida mikroprotessorli asosga o'tkazishni nazariy jihatdan imkoniyati mavjud.

ADABIYOTLAR:

1. В. И. Сороко Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики : справ. : в 1 кн., Кн. 1. / В. И. Сороко, Ж. В. Фотькина— М. : НПФ «Планета», 2020. — 958 с.
2. Ametova E.K. (2020) Dissertatsiya. Temir yo'l avtomatika va telemexanikatizimi terish guruhining strelkalarni boshqarish mikroprotessorli bloki. Dissertatsiya Ametova E.K. Toshkent –2020.
3. Азизов А.Р., Аметова Э.К. Жураев Ж.Ф. “К вопросу о разработке микроэлектронного блока управления маневровыми светофорами железных дорог Республики Узбекистан.” Известия Транссиба / Journal of Transsiba Railway Studies «Омский государственный университет путей сообщения»2 (66) 2026- С.35-46.
4. E. K. Ametova, J.F.Jo'rayev (2021) Bittalik strelkani boshqaruvchi mikroprotessorli NSO*2M bloki uchun sinov standini yaratish// Республиканская научно-техническая

Date: 7th August-2026

конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии транспорте.». – Ташкент, ТГТрУ. 2021 - С.299-301.

5. Азизов А.Р., Аметова Э.К. (2019) Сравнительный анализ современных систем электрических централизаций. // ВЕСТНИК, Ташкент: ТашиИТ, 2019 №4. С. 380-384. (05.00.00; №11).

6. Сапожников В.В., Сапожников Вл.В., Ефанов Д.В. Теория дискретных устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник. 2016 г. - 560 с.

7. Прохоренко А.Г., Годяев А.И. (2012). Расширение функциональных возможностей существующих систем электрической централизации. Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – Хабаровск: Издательство университета ДвГУПС, 2012. – Т.2. – С.107-112.

8. Типовые проектные решения: Увязка БМРЦ с различными устройствами (МРЦ-15-80). Альбом 1 – Пояснительная. – Л.: Гипротрансигналсвязь, 1982. – 40 с.

