

MORFOLOGIK TAHLIL ORQALI TELEKOMMUNIKATSIYA ELEKTR TA'MINOTI TIZIMNING KO'P SATHLI MODELINI ISHLAB CHIQISH

Qodirov Fazliddin Misliddinovich

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, energiya ta'minlash tizimlari kafedrası kata o'qituvchisi

Saidova Gulchehra Erkinovna

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, energiya ta'minlash tizimlari kafedrası kata o'qituvchisi

Saidova Gulchexra Alisherovna

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, energiya ta'minlash tizimlari kafedrası kata o'qituvchisi

Agzamova Mutabar Raximjonovna

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, energiya ta'minlash tizimlari kafedrası kata o'qituvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7422230>

Annotatsiya. Telekommunikatsiya elektr ta'minoti tizimi uchun uning elektr ta'minoti tizimlarini maqbul loyihalash muammosini hal qilish uchun texnik yechimlarni morfologik tahlil qilish va tahlil qilishga asoslangan loyihalash tamoyillari va usullarini ishlab chiqish zarur. Morfologik usulning mohiyati shundaki, hal qilinayotgan muammo uchun ahamiyatli bo'lgan bir nechta morfologik xususiyatlarni (tipik, o'ziga xoslik, farqlash) aniqlash va ushbu xususiyatlarni (parametrlarni) barcha mumkin bo'lgan kombinatsiyalarni tuzish kerak.

Kalit so'zlar: elektr ta'minoti tizimi, elektr energiyasini ishlab chiqarish, o'zgartirish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish, kombinator-mantiqiy sintez, morfologik to'plam, morfologik sintez.

РАЗРАБОТКА МНОГОУРОВНЕВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ ПОСРЕДСТВОМ MORFOLOGICHESKOGO ANALIZA

Аннотация. Для системы электроснабжения телекоммуникационной системы необходима разработать принципов и методов проектирования, основанных на морфологическом синтезе и анализе технических решений для решения задачи оптимального проектирования ее систем электроснабжения. Сущность морфологического метода состоит в том, что необходимо выявить несколько морфологических признаков (тип, специфичность, дифференциация), значимых для решаемой задачи, и составить все возможные комбинации этих признаков (параметров).

Ключевые слова: система электроснабжения, преобразование, передача, распределение и потребление электроэнергии, комбинаторно-логический синтез, морфологический набор, морфологический синтез.

DEVELOPMENT OF A MULTILEVEL MODEL OF THE TELECOMMUNICATIONS POWER SUPPLY SYSTEM THROUGH MORPHOLOGICAL ANALYSIS

Abstract. For the power supply system of the telecommunications system, it is necessary to develop principles and design methods based on morphological synthesis and analysis of technical solutions to solve the problem of optimal design of its power supply systems. The essence of the morphological method is that it is necessary to identify several morphological

signs (type, specificity, differentiation) significant for the problem being solved and compile all possible combinations of these signs (parameters).

Keywords: *power supply system, transformation, transmission, distribution and consumption of electricity, combinatorial-logical synthesis, morphological set, morphological synthesis.*

Kirish. Murakkab texnik tizimlarni yaratishda sintezning bir necha bosqichlarini, ya'ni strukturaviy, funksional va parametrik bosqichlari bosib o'tiladi. Ilmiy tadqiqotlar sohasida hech qanday mezon asosida murakkab tizim yoki qurilmaning optimal tuzilishini darhol tanlashga imkon beruvchi usullar mavjud emas. Shuning uchun murakkab texnik tizimlarni yaratish jarayoni takroriydir (iterativ) [10-12]. Birinchidan, modellashtirilayotgan qurilma qaysi sinfga tegishli ekanligi aniqlanadi, so'ngra bu sinf chegaralarini qisqartirib, shu sinfga tegishli bo'lgan bir necha yechimlarni sinab ko'rib va eng maqbuli tanlanadi. Analitik modellar va raqamli optimallashtirish usullaridan tortib, evristik usullar va ekspert baholash tizimlarigacha qaror qabul qilish tizimlarini ishlab chiqish uchun asos bo'la oladigan juda ko'p konseptual yondashuvlar mavjud [6]. Morfologik usulning mohiyati shundaki, hal qilinayotgan muammo uchun ahamiyatli bo'lgan bir nechta morfologik xususiyatlarni (tipik, o'ziga xoslik, farqlash) aniqlash va ushbu xususiyatlarni (parametrlarni) barcha mumkin bo'lgan kombinatsiyalarni tuzish kerak. Takomillashtirilayotgan texnik tizimlarda unga xos bo'lgan bir qancha strukturaviy yoki funksional morfologik xususiyatlar mavjud bo'lib, masalan, har bir xususiyat tizimning qandaydir tarkibiy birilgini, uning qandaydir vazifasini, tizimning qandaydir ishlash rejimini, ya'ni muammoning yechimi va asosiy maqsadga erishish bilan bog'liq bo'lgan tizimning parametrlari yoki xususiyatlarini tavsiflashi mumkin. Morfologik usulning afzalligi uning rasmiylashtirishda, algoritmlashda va kompyuterda amalga oshirish imkoniyatlarini kengligidir.

Morfologik tahlil natijasida ko'rib chiqilayotgan tizimning variantlarining haqiqatda xam mavjudligi va gipotetik, patentlanadigan tuzilmalarining barcha strukturaviy yechimlarini o'z ichiga olgan morfologik to'plam aniqlanadi. Morfologik to'plam xajmini kattaligi sababli butun bir tizimni yaratish mumkin emas. Tizimni yaratish uchun ushbu to'plamga kiritilgan qurilmalar tavsiflanadi, tasniflash xususiyatlari aniqlanadi va ularning mumkin bo'lgan qiymatlari oralig'i aniqlanadi.

Masalaning qo'yilishi. Har qanday qurilma yoki tizim strukturaga ega bo'lgani va ushbu strukturani tashkil etuvchi elementlari parametrlarga ega bo'lgani uchun strukturaviy-parametrik sintez usullarini ilmiy-texnik bilimlarning deyarli barcha sohalarida qo'llash mumkin. Shuning uchun ushbu ishda morfologik to'plam tarkibiga kiruvchi elektr ta'minoti tiziminig (ETT) strukturalari va alohida qurilmalari, konduktiv xalaqitlarni hisobga olgan holda ETTning modellarini o'z ichiga oluvchi morfologik sintez nazariyasini ishlab chiqishni rivojlantirish taklif qilingan. Morfologik usulni amalga oshirish uchun morfologik to'plamni ko'rib chiqilayotgan ob'ektlarni matematik modellashtirish usullari bilan, shuningdek, ularning ishlash jarayonida olingan muhandislik hisob-kitoblari va bilimlar bilan to'ldirish kerak. Shuni ta'kidlash kerakki, morfologik usullar asosan murakkab texnik tizimlarni modellashtirish uchun asos bo'lib, barcha darajadagi ierarxiyaning modellarida mavjud. Shu sababli telekommunikatsiya tizimlari uchun optimal ETTni loyihalashtirish tamoyillari morfologik usullar, matematik modellashtirish usullari va muxandislik ishlanmalarining yig'indisidir. Konduktiv xalaqitlar ta'sirini hisobga

olgan holda elektr ta'minoti tizimining makromodeli bir necha sinf qurilmalarining modeli bo'lib, bu qurilmalarni ma'lum mezonlar bo'yicha (konduktiv xalaqitlarning past darajasi, ishonchliligi, energiyani o'zgartirish sifati, yuqori energetik ko'rsatgichlar, minimal tan narxi va hokazo) optimallashtirish bilan sintez qilish usullari va algoritmlari bilan to'ldiriladi [8].

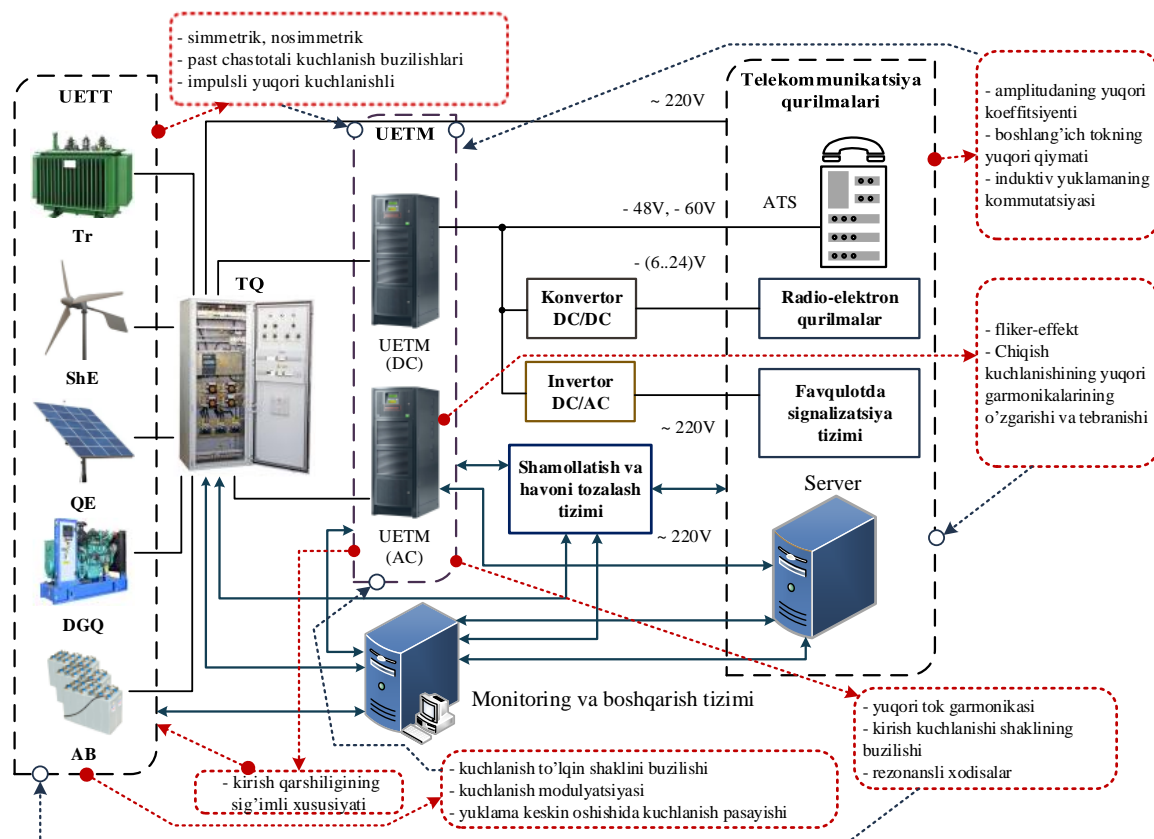
Telekommunikatsion tizimlari elektr ta'minotining morfologik to'plami tartiblanmagan barcha ob'ekt strukturalarining butun majmuasini tushunamiz. ETTlari majmuini morfologik daraxt yordamida ifodalash uchun to'plam elementlarini ba'zi xususiyatlariga ko'ra - funksional, struktura yoki boshqa jihatlariga ko'ra tartibga solish kerak. Tasniflash xususiyatlari bir xil bo'lishiga qaramasdan telekommunikatsion tizimlarining elektr ta'minoti tizimlari va qurilmalari xususiyatlarining morfologik to'plamini xar xil usullar bilan tartiblash mumkin.

Tasniflash xususiyatlarini aniqlab, ularni bir tizimga keltirgan holda, identifikatsiya darajasida morfologik to'plamning modelini ifodalaydigan to'plamni olamiz. O'rganilayotgan elektr ta'minoti tizimining bu modelini M1 makromodel deb ataymiz (1-rasm). Uni morfologik daraxt yoki morfologik jadval sifatida ifodalanishi mumkin. Morfologik to'plamning u yoki bu shaklda ifodalanishini matematik modellar (tenglamalar sistemalari ko'rinishida) shakliga keltiriladi [6].

Elektr ta'minoti tizimining ko'p sathli modeli

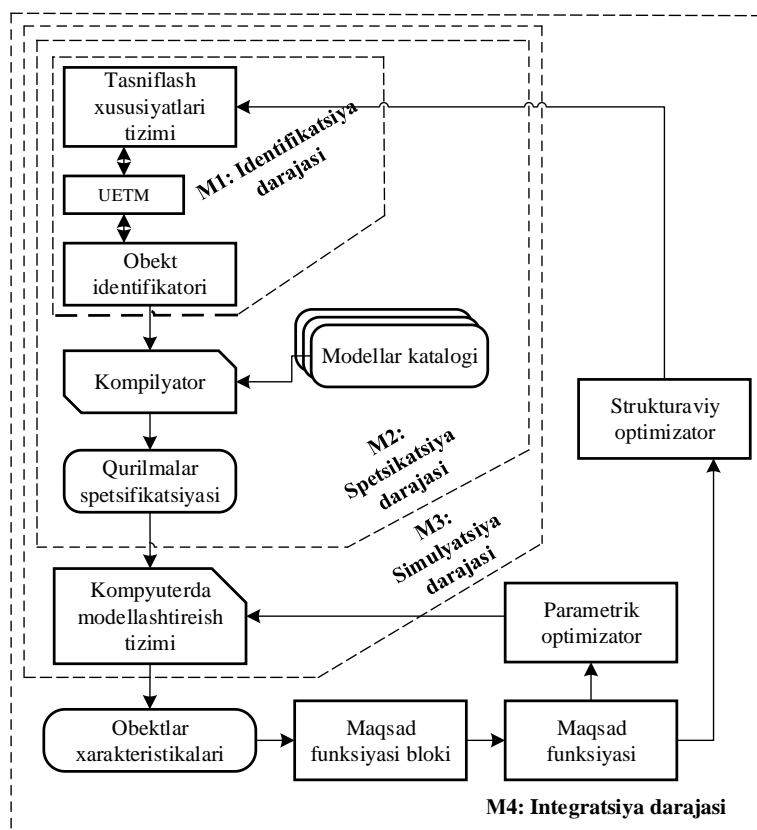
Konduktiv xalaqitlar telekommunikatsiya tarmog'ining uskunalari va elektr ta'minot tarmog'ining ishlashiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Sanoat ob'ektining qurilmalarini o'z ichiga olgan noxiziqli va impulsli yuklamalarning ko'payishi tufayli konduktiv xalaqitlarni kamaytirish muammosi dolzarb bo'lib bormoqda. Elektr ta'minoti tizimlaridag energiya o'zgartirgichlarining energetik sifat ko'rsatgichlarini takomillashtirish dolzarbliyligi raqamli texnologiya va kompyuter texnologiyalarini joriy etish bilan ortadi.

Keng polosali energetik spektri bilan impulsli konduktiv xalaqitlarni batafsil ko'rib chiqamiz. 1-rasmda elektr ta'minoti tizimlarining telekommunikatsiya ob'ekti elektr ta'minoti qurilmalari bilan o'zaro ta'sirining tipik diagrammasi keltirilgan.



1 – rasm. Elektr ta’minoti tizimlarining telekommunikatsiya ob’ekti elektr ta’minoti qurilmalari bilan o‘zaro aloqa sxemasi

Sxema qo‘yidagi qurilmalarni o‘z ichiga oladi: umumiy elektr ta’minoti tizimi (UETT), taqsimlash qurilmasi (TQ), doimiy (UETM (DC)) va o‘zgarmas (UETM (AC)) uzluksiz elektr ta’minoti manbalari, monitoring va boshqarish tizimi, shamollatish va havo tozalash tizimi, konvertor, invertor, telekommunikatsiya qurilmalari (ATS, radio-elektron qurilmalari, favqulodda signalizatsiya tizimi, server). Uzluksiz elektr ta’minoti manbalari tarkibiga elektr energiyasini o‘zgartirgichlari, zaxiralash, boshqarish va taqsimlash qurilmalari kiradi ya’ni, to‘g‘rilagichlar, kuchlanish o‘zgartirgichlari (invertor va konvertor), akkumulyator batareyalari, qurilmalarni bir biri bilan bog‘laydigan elektr tarmoqlari, himoyalash qurilmalari va yerga ulash qurilmalari tizimidan tashkil topgan. Elektr ta’minoti tizimining tarkibiy qismlari boshqa ishlab chiqarish ob’ektlari uchun konduktiv xalaqit manbalari va boshqa konduktiv xalaqitlar manbalariga nisbatan retseptorlari bo‘lishi mumkin. 1 – rasmda konduktiv xalaqitlar manbalari - «●» va retseptorlari - «○» ning xar xil turlari ko‘rsatilgan. Masalan, yerga ulash tizimining sifatsiz amalga oshirilishi (yerga ulash qurilmasi va uni yerga ulash o‘tkazgichi va elementlari) yoki uning noto‘g‘ri konstruksiyasi konduktiv xalaqitlarni yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin.



2 – rasm. Telekommunikatsiya elektr ta’minoti tizimining strukturaviy-parametrik sintezini avtomatlashtirish to’rt darajali integrativ modeli

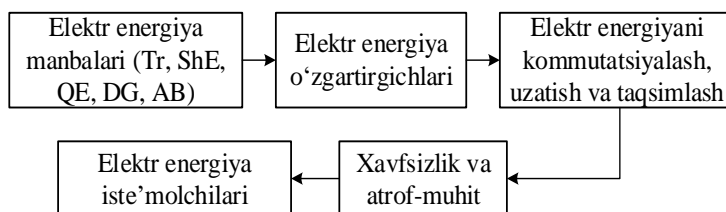
Shunday qilib, loyihalanaotgan elektr ta’minoti tizimini morfologik tahlil qilish algoritmi (2-rasm) va uning natijalarini makromodeli M1 ko’rinishida ifodalash quyidagi ketma-ketlikdan iborat:

- elektr ta’minoti tizimi ob’ektlarining sinflari aniqlanadi;
- tasniflash xususiyatlari belgilanadi;
- bu xususiyatlarning qiymatlari aniqlanadi;
- sinflarning tasnifiy xususiyatlari va o’zaro aloqalari tizimi tuziladi.

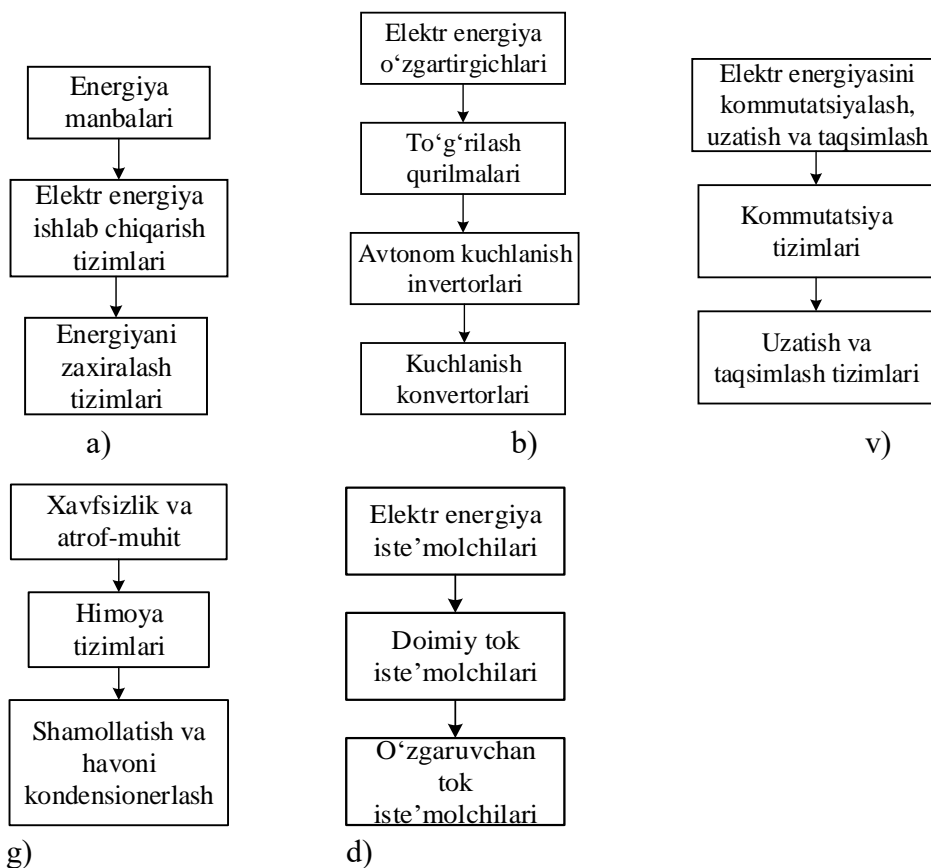
Shu sinf ob’ektlarini tahlil qilishda algoritm quyidagi amallar ketma-ketligini o’z ichiga oladi:

- tasniflash xususiyatlari belgilanadi;
- bu xususiyatlarning qiymatlari aniqlanadi;
- ularning qiymatlari mosligini hisobga olgan holda tasniflash xususiyatlari tizimi tuziladi.

Elektr ta’minoti tizimini modellashtirish jarayonini tizimlashtirish murakkab nohiziqli tizimni bir qator kichik tizimlarga ajratish va besh sathli iyerarxik struktura - M1 makro modelini yaratishdan iborat (3-rasm).



3-rasm. Elektr ta'minoti tizimining besh sathli iyerarxik tuzilishi (M1 makro modeli)



4-rasm. Besh sathli M1 makromodelli elektr ta'minoti tizimining iyerarxik tuzilishi.

Morfologik tahlil algoritmini yaratish va uning natijalarini M1 makro modeli ko'rishida taqdim etish uchun biz uning arxitekturasi va qabul qilingan klassifikatsiya xususiyatlariga muvofiq quyi tizimlarni asosiy va kichik sinflarga ajratamiz. Elektr ta'minoti tizimining makromodelini o'z ichiga olgan asosiy sinfni funksional aspektlarini hisobga olgan holda kichik sinflarga ajratish mumkin. Sanoat ob'ektining uskunalari normal ishlashini ta'minlash uchun elektr ta'minoti tizimi quyidagi funksiyalarni bajarishi kerak:

- elektromagnit moslashuvchanlik (EMM) talablari, shu jumladan, ma'lum bir iste'molchiga manbadan sifatli elektr energiyasini uzatish; xodimlarning elektr xavfsizligini ta'minlash va jihozlarni tashqi ta'sirlardan himoya qilish;
- uskunalarining normal ishlashi va xizmat xodimlarining hayoti uchun havo muhitining belgilangan holatini ta'minlash.

Bu funksiyalarni bajarish nuqtai nazaridan elektr ta'minoti tizimini 3-rasmda ko'rsatilgan beshta blok (iyerarxik sathlar) dan iborat makromodel sifatida ifodalash mumkin. Model

quyidagi bloklarni (kichik tizimlarni) o'z ichiga oladi:

- elektr energiya manbalari bloki;
- bir turdagi energiyani boshqa turdagi energiyaga o'zgartirish bloki;
- boshqa quyi tizimlar, shuningdek elektr energiyasini uzatish va taqsimlash tarmoqlari, kommutatsiya qurilmalari bloki;
- himoya, shamollatish va havoni kondensionerlash tizimlari bloki;
- sanoat ob'ektining uskunalarini EMMgiga, elektr energiyasi sifatiga, turli parametrlar va talablarga ega bo'lgan iste'molchilar bloki.

M1 makromodelini yanada dekompozitsiyalashda va quyi tizimlarni tahlil qilishda ularni klassifikatsiyalashning funksional xususiyatini hisobga olamiz. Bu klassifikatsiya 3-rasmda ko'rsatilgan.

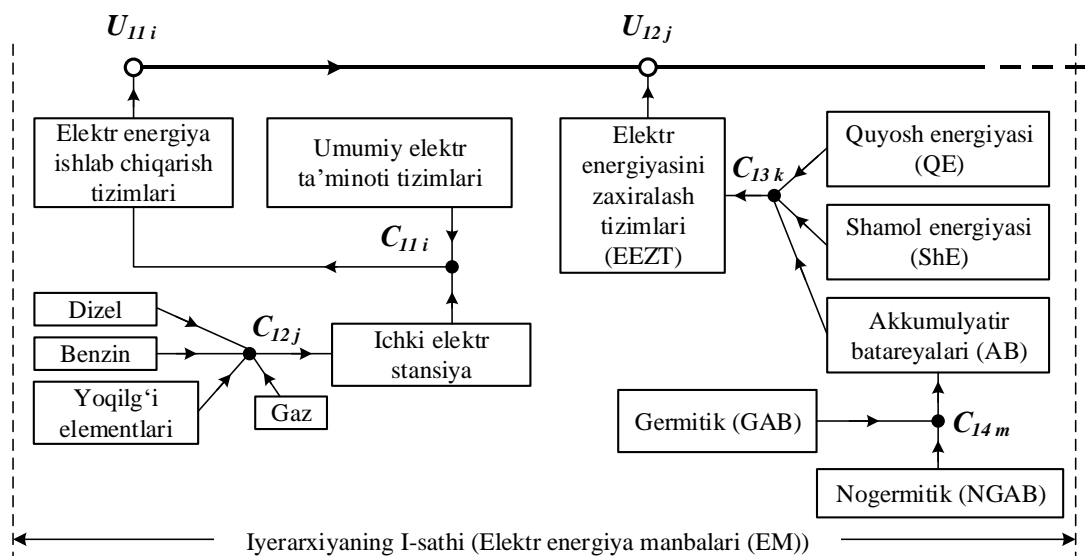
4-rasmda keltirilgan quyi tizimlar tarkibiga kiruvchi bloklarning dekompozitsiyasini keyingi tahlilida klassifikatsiyaning strukturaviy va parametrik xususiyatlari hisobga olinadi. Har qanday mezonlarga muvofiq optimallashtirish bilan sintez muammosini hal qilish uchun ETTning alohida elementlari parametrlarining mosligini hisobga olishda klassifikatsiyalash xususiyatlari va blok parametrlari orasida ustuvorliklarni belgilaymiz (5, 6, 7, 8 -rasm).

Elektr ta'minoti tizimining asosiy funksional vazifasi - manbadan iste'molchiga elektr energiyasini o'zgartirish, boshqarish, taqsimlash va doimiy va o'zgaruvchan kuchlanishlar bilan uzluksiz ta'minlashdan iboratdir [10]. Zamonaviy sanoat uskunalari axborot tizimlariga ega bo'lgan qurilmalar majmuasi va murakkab infratuzilmasini o'z ichiga oladi, bu esa ETTlarini ishlab chiqaruvchilardan sanoat uskunalari bilan ETT tizimlarining birgalikda ishlaydigan optimal tizimni yaratishda kompleks yondashuvni talab qiladi. Bunday optimal elektr ta'minoti tizimini yaratish jarayonida elektr energiyasini o'zgartirish sifati, sanoat ob'ektlari bilan EMMgi, elektr ta'minotining ishonchliligi, insonlar va atrof-muhit uchun xavfsizligini ta'minlash va hisobga olish zarur [17].

Elektr ta'minoti tizimlari uchun umumiy tizim talablari bilan bir qatorda, normativ-texnik hujjatlar bilan belgilangan talablar ham mavjud. Makromodel M2 beshta iyerarxik sathdan iborat bo'lib, birinchi sathda elektr energiya manbalari, elektr energiyani ishlab chiqarish va zahiralash tizimlari joylashgan (5-rasm).

Telekommunikatsiya vositalarini energiya ta'minoti qurilmalarining yagona elektraloqa tarmog'i talablarining yaxlitligi, ishlash barqarorligi va xavfsizlikni ta'minlash maqsadida O'zbekiston Respublikasining O'zDSt3055:2016 "Telekommunikatsiya tarmoqlari. Muassasaviy ATSlar. Umumiy texnik talablar va nazorat qilish usullari" davlat standarti ishlab chiqilgan va amalda joriy etilmoqda. Shu standartga muvofiq umumiy elektr ta'minoti va zaxiralash tizimlari telekommunikatsiya qurilmalarini 50 Gs chastotali uch fazali yoki bir fazali o'zgaruvchan tok va 220/380 V nominal kuchlanish bilan ta'minlaydi [1-2-3-4].

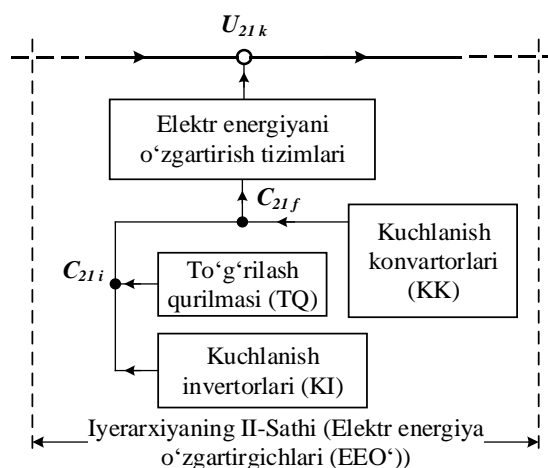
Telekommunikatsiya vositalarini energiya ta'minotini ishonchliligi va uzluksiz (yoki kafolatlangan) elektr ta'minot bo'yicha asosiy talabni qondirish uchun elektr ta'minoti tizimi mustaqil energiya manbalaridan kamida ikkita kirish va unga ichki elektrostansiya kiritilishini ta'minlash kerak (U11i, U12j).



5-rasm. Iyerarxiyaning I-sathi.

Ana shu talablardan kelib chiqqan holda elektr energiyani ishlab chiqish (U_{11i}) energiya manbalari quyi tizimi ierarxiyasida birinchi o'rinni egallaydi.

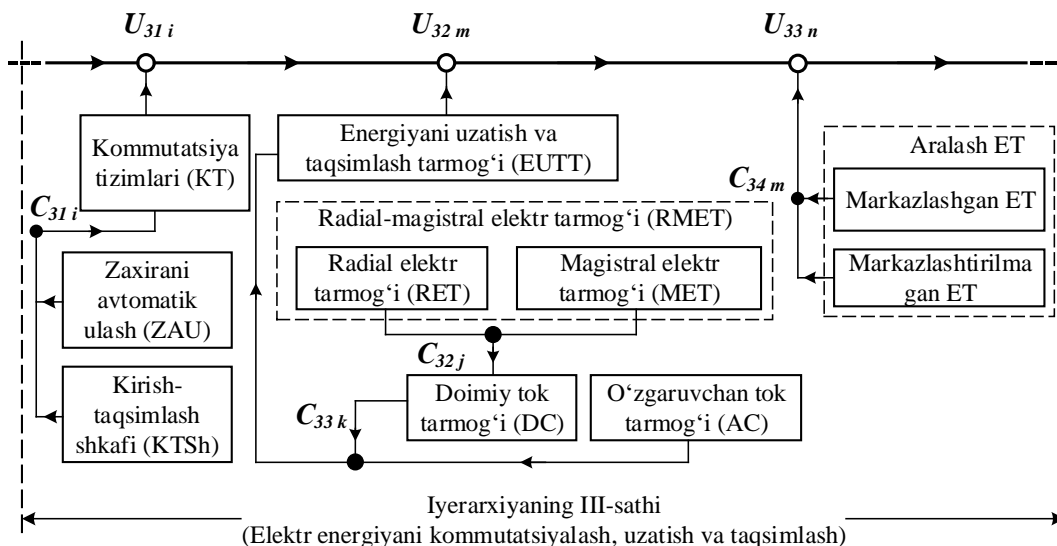
M2 makro modelining ikkinchi iyerarxik sathidada uchta iyerarxik sathni o'z ichiga olgan energiya o'zgartirgichlari mavjud bo'lib (U_{21k}), ular to'g'rilash qurilmasi (TQ), kuchlanish inventori (KI) va kuchlanish konvertorlaridan iborat (6-rasm). ETT chiqishida elektr energiya sifati telekommunikatsiya qurilmalari va boshqa sanoat ob'ektlarining elektr ta'minoti sxemalarining kirishlarida elektr energiyasi sifati uchun belgilangan me'yorlarga mos kelishi kerak. Bundan tashqari, elektr qurilmalari uchun zarur elektr energiyani o'zgartirish samarali bo'lishi kerak.



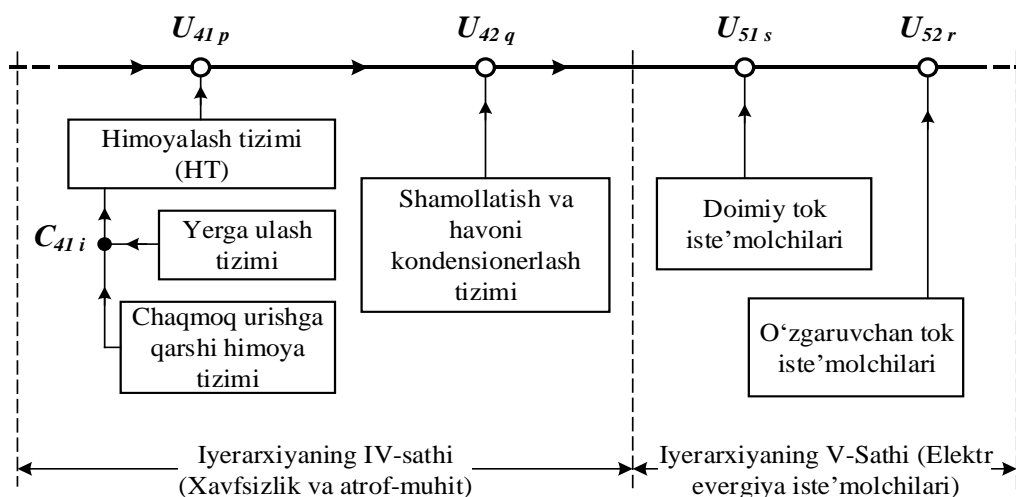
6-rasm. Iyerarxiyaning II-sathi.

M2 makro modelining uchinchi iyerarxik sathida ikkita iyerarxik sathni o'z ichiga olgan elektr energiyani kommutatsiyalash, uzatish va taqsimlash tizimlari mavjud bo'lib (U_{31i} , U_{31m}), ular kommutatsiya tizimi (KT), uzatish va taqsimlash tarmoqlaridan iborat (7-rasm). KT elektr energiyani kommutatsiyalash, uzatish va taqsimlash quyi tizimi ierarxiyasining yuqori sathida joylashgan. KT elektr ta'minoti tizimining bir ish rejimidan ikkinchisiga o'tishga mo'ljallangan bo'lib, unga qo'yiladigan talablardan biri - iste'molchilarga uzluksiz (kafolatlangan) elektr

ta'minotini ta'minlash va yuklama tomonda sodir bo'ladigan qisqa tutashuvdan (QT) himoya qilishdan iborat.



7-rasm. Iyerarxiyaning III-sathi.



8-rasm. Iyerarxiyaning IV va V -sathi.

M2 makro modelining to'rtinchi iyerarxik sathida xavfsizlik va atrof muhit qo'yi tizimi mavjud bo'lib (U_{41p} , U_{42q}), u ikki stahni ya'ni, ular himoyalash (U_{41p}), shamollatish va havoni kondensiyalash (U_{42q}) tizimlarini o'z ichiga oladi (7-rasm).

M2 makro modelining beshinchi iyerarxik sathida elektr energiya iste'molchilari bo'lib (U_{51sp} , U_{52r}), iste'molchilar talablariga muvofiq ular doimiy (U_{51sp}) va o'zgaruvchan tok (U_{52r}) iste'molchilardir (8-rasm).

Elektr energiya iste'molchilari quyi tizimi bir qator funksional xususiyatlarga ko'ra qo'yidagicha tasniflaymiz:

- kirish tokining xarakteriga ko'ra: doimiy va o'zgaruvchan tok iste'molchilari;
- kirishdagi kuchlanish og'ishi bo'yicha: kuchlanishni boshqarish va kuchlanishni boshqarmaslik;
- qurilmalarning elektr ta'minotini uzluksizligi bo'yicha: uzluksiz va kafolatlangan.

Parametrik xususiyatlariga ko'ra:

- quvvati bo'yicha: iste'mol quvvati 2 kVt gacha va quvvati 2 kVt dan ortiq bo'lgan qurilmalar;

- elektr ta'minoti kuchlanish sathi bo'yicha: doimiy tok zanjiridagi kuchlanishlar 24 V, 48 V, 60 V, o'zgaruvchan tok zanjirida esa 110 V, 220 V, 380 V.

Ishlab chiqilgan M2 garf modeli besh sathli M1 makromodelini o'z ichiga oladi. M1 makromodeli mantiqiy "VA" va "YoKI" mantiqiy tugunlari bo'lgan daraxt shakliga ega bo'lib, bunda Sij - bir sathdagi alternativ yechimlarni tanlash uchun birlashtirilgan elementlarining belgilangan me'zonlariga muvofiq variantlarni baholash uchun doimiy koeffitsient, U_{km} - M1 makromodelining grafi ichidagi variantlarni baholash koeffitsientlari. Grafidagi tugunlar orasida uzluksiz aloqani yaratish uchun (agar tizim qo'yi tizimidan o'tmagan bo'lsa) parametrlarni saqlagan holda graf bo'ylab uzluksizlikni yaratishga imkon beradigan yagona aloqa koeffitsienti kiritildi. Masalan, GABdan foydalanilganda har doim ham shamollatish va kondensiyonlash tizimini o'rnatish shart emas.

Xulosalar:

1. Modellash usullarining tahlili shuni ko'rsatdiki, elektr ta'minoti tizimining iyerarxik daraxtlarida morfologik tahlil va sintez usuli eng maqbul usul hisoblanadi. Uning boshqa usullardan ustunligi shundaki, elektr ta'minoti tizimining turli strukturaviy va parametrik xususiyatlarini hisobga olgan holda elektr ta'minoti tizimining funksional xususiyatlarini, tarmoq va yuklama tomondan o'zgarishlar ta'siri ostida dinamik rejimdagi harakatlarini, ish rejimini o'zgarishini tahlil qilish mumkin.

2. Elektr energiya sifatining eng yaxshi ko'rsatkichlarini bo'yicha elektr ta'minoti tizimining avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini yaratish, shuningdek, turli iyerarxik sathdagi elementlar o'rtasidagi aloqalarni o'rnatish uchun eng maqbul modellashtirish to'plami hisoblanadi, bu chiziqli va chiziqli bo'lmagan funksiyalarni minimallashtirish va maksimallashtirish dasturlarini o'z ichiga oladi.

3. Elektr ta'minoti tizimlarini tahlil qilishning tizimli yondashuvi uning tarkibiga kiruvchi qo'yi tizimlarning klassifikatsion xususiyatlari ierarxiyasi tartibli majmuini shakllantirish, kelajakda M1 makromodelining bir qismi bo'lgan morfologik daraxt va subgraflarni yaratish, makromodel daraxtining tugunlari orasidagi ramziy-raqamli munosabatlarni matritsalar ko'rinishida shakllantirish imkonini beradi.

REFERENCES

1. O'z DSt 1188-2008. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Ташкент 2008. -64 с.
2. O'z DSt 1063:2004 Техник воситаларнинг электромагнит мослашувчанлиги. Индустрал радиохалакитларни ўлчаш учун асбоблар. Техник талаблар ва синов усуллари. Тошкент 2009. -102 б.
3. O'z DSt 1032:2010 Индустрал радиохалакитлар. Индустрал радиохалакитлар манбаларининг синов услублари. Тошкент 2010. -45 б.
4. O'z DSt 3055-2016 Государственный стандарт Русской Республики Узбекистан. Сети телекоммуникаций. Учрежденческие АТС. Общие технические требования и методы

- контроля. Издание официальное. Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации. Ташкент 2016. -82 с.
5. Одрин, Б.М. Метод морфологического анализа технических систем. М.: ВНИИПИ, 1989.- 312 с.
 6. Сапаев М., Қодиров Ф.М., Қодирова С.Ф. Электр таъминоти тизимининг телекоммуникация объекти билан ўзаро таъсир механизми. Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари, № 1(19), март 2022. – 84 с.
 7. Кадиров Ф.М., Назаров Ф.Д., Абдуллаев Э. Способы улучшения гармонического состава напряжения и тока. Информационные технологии и моделирование процессов в фундаментальных и прикладных исследованиях: материалы II Международной молодежной школы-конференции. 15–17 декабря 2016 г. / под общ. ред. Д. П. Ануфриева. – Астрахан: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2016. – 234 с.
 8. Kodirov F.M. Modelling and research of harmonic components of current and voltage in electric nets. Universum: технические науки. Научный журнал. Выпуск: 2(95). Часть 7. Феврал 2022.
 9. Қодиров Ф.М. Телекоммуникация электр таъминоти тизимларини лойиҳалашда АКТдан фойдаланиш. «Yangi O‘zbekistonda islohotlarni amalga oshirishda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish» mavzusida Xalqaro ilmiy-amaliy konferentsiya. Andijon 27-29 oktabr 2021 yil. 565 б.
 10. Рогулина, Л.Г. Структурно-параметрический синтез систем электропитания. Научный вестник НГТУ. -2007. - №4(29). - С. 157.
 11. Л.Г.Рогулина. Структурно-топологический синтез электрических сетей. М.: Электросвяз. - 2007. - №8. - С. 30.
 12. А.Ю.Воробев. Электроснабжение компьютерных и телекоммуникационных систем. М.: Эко - Трендз, 2003. - 280 с.
 13. Раков Д.Л. Структурный анализ и синтез новых технических систем на базе морфологического подхода. ИСБН 978-5-397-02604-8, УРСС, 2011, 160 с.
 14. А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова Системный анализ и синтез стратегических решений в инноватике. Математические, эвристические и интеллектуальные методы системного анализа и синтеза инновации. ИСБН 978-5-397-03656-6, М.: Либроком, 2013, - 306 с.
 15. James A. Momoh. Electric Power Distribution, Automation, Protection, and Control. ISBN 9781315221991. Published December 21, 2017 by CRC Press. 384 Pages 147 B/W Illustrations.
 16. Цыбин В. В., Шукуров А. Г., Эшмуратов Д. Э. Современные методы диагностики бортового радиоэлектронного оборудования //Материалы республиканской научно-технической конференции" Проблемы развития аэрокосмической отрасли Республики Узбекистан» Ташкент, Узбекистан. – 2007. – С. 131-134.