

Литература

1. Жиряков Б.М., Рыкалин Н.Н., Углов А. А. О некоторых особенностях процессов разрушения металлов сфокусированным излучением лазера. // ЖТФ. 1971. Т. 41. -С. 1037–1042.
2. Симакин А.В., Воронов В.В., Шафеев Г.А. Образование наночастиц при лазерной абляции твердых тел в жидкостях. // Труды института общей физики им. Прохорова, 2004. -Т. 60.- С. 83-107.
3. Гончаров В.К., Козадаев К.В., Маркевич М.И., Пузырев М.В., Славашевич Д.Л., Чапланов А.М. Возможности получения наночастиц никеля в водной среде с помощью лазерного воздействия. Инженерно-физический журнал. 2008. Т.81. №2.- С. 206-210.
4. Markevich, M.I. In sulphurous liquids under action of chock waves / M.I. Markevich, F.A. Piskunov // High Power Laser Science and Engineering. 1995 .Czech R. NATO Advanced study institute. -Karlovy Vary.- P.49.
5. Гончаров В.К., Козадаев К.В., Маркевич М.И., Пузырев М.В., Чапланов А.М. Формирование коллоидных растворов металлов в воде методом лазерной абляции. Актуальные проблемы физики твердого тела. -Минск: 2009.- С. 381-382.
6. Казилин Е.Е., Маркевич М.И., Конкин С.В., Чапланов А.М., Фолманис Г.Э., Иванов Л.И., Коваленко Л.В. Исследование коллоидных растворов селена, созданных по лазерной технологии. Перспективные материалы. 2008. №3. -С. 60-63.
7. Пшеничников Ю.П. Выявление тонкой структуры кристаллов. -М.: Металлургия.- 1974. -С.528.

РЕЗЮМЕ. Лазер абласёни ёрдамида бундай материалларни олиш учун кенг имкониятлар яратилган, чунки ҳосил бўлган зарралар юқори тозалikka эга. Ушбу ишнинг максади сифатида $Al... \%Si$ қотишмаси (силумин) ишлатилган ва жойлашган муҳит сифатида дистилланган сув ишлатилган. Силумин икки импульсли режимда ишлаб чиқарилган 1064 нм тўлқин узунлиги бўлган итриум алюминий гранатли лазер (LS-2134D) ёрдамида қайта ишланди. Силуминнинг сувда алюминий ва кремнийнинг алоҳида нанозаррачаларига парчаланиши олинган (энергия сарфи 1500 J, таъсир қилиш вақти 25 мин.). Баъзи алюминий зарралари қиррали бўлиб, бу уларнинг кристаллабишига имкон беради.

РЕЗЮМЕ. Лазерная абляция открывает широкие возможности для получения таких материалов, так как получаемые при этом частицы отличаются высокой чистотой. В данной работе в качестве мишени использовали сплав $Al... \%Si$ (силумин), а в качестве среды, в которой находилась мишень, применяли дистиллированную воду. Для обработки силумина использован лазер на алюмоиттриевом гранате (LS-2134D) с длиной волны 1064 нм, генерирующий в двухимпульсном режиме. Получен распад силумина в воде на отдельные наночастицы алюминия и кремния (вложенная энергия 1500 Дж, время воздействия 25 мин.). Некоторые частицы алюминия имеют огранку, что позволяет говорить об их кристалличности.

SUMMARY. Laser ablation opens up wide opportunities for obtaining such materials, since the resulting particles are of high purity. In this work, an $Al... \%Si$ alloy (silumin) was used as the target, and distilled water was used as the medium in which the target was located. For processing silumin, an yttrium aluminum garnet laser (LS-2134D) was used. with a wavelength of 1064 nm, generating in a two-pulse mode. The decomposition of silumin was obtained in water into individual nanoparticles of aluminum and silicon (energy input 1500 J, exposure time 25 min.). Some aluminum particles are faceted, which allows us to talk about their crystallinity

LiBaW₉ KRISTALLARNING XUSUSIY LYUMINESSENSIYASI

I.Nuritdinov – fizika-matematika fanlari doktori, professor

O'zRFA Yadro fizikasi instituti

B.T.Atashov – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

D.P.Yuldashov – o'qituvchi

K.G.Oralbayev – magistrant

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

Tayanch so'zlar: LiBaW₉ kristallari, rentgen nurlari, rentgenolyuminessensiya, lyuminoфор, rekombinatsion lyuminessensiya, haroratga bog'liq, avtolokallashgan eksitonlar.

Ключевые слова: кристаллы LiBaW₉, рентгеновские лучи, рентгенолюминесценция, люминофор, рекомбинационная люминесценция, температурная зависимость, автолокализованные экситоны.

Key words: LiBaW₉ crystals, X-rays, X-ray luminescence, phosphor, recombination luminescence, temperature dependence, self-trapped excitons.

Kirish. Lyuminafor kristallarga qiziqish ortib bormoqda. Chunki bu kristallar fan va texnikaning turli sohalarida, jumladan yuqori energiyali nurlarni qayd qilishda, kompyuter tomografiyasida, yadroviy spektroskopiyada va boshqa sohalarida keng qo'llanilib kelmoqda. Qo'llanilish sohalarining tabiatiga ko'ra lyuminaforlar tashqi muhit (ekspluatatsiya harorati, muhitning atmosferasi va h.k.) hamda radioaktiv nurlarning ta'siriga bardoshli bo'lishlari talab etiladi. Shu paytgacha texnikada qo'llanilib kelayotgan lyuminaforlarning ko'pchilik qismi ishqoriy gologenli kristallar bo'lganligi sababli ular tashqi muhit ta'siriga, xususan havodagi namlik ta'siriga bardosh bera olmaydigan materiallar bo'lganligi sababli, ular shaffof materiallar bilan qoplangan holda qo'llaniladi. Shu sababli oxirgi yillarda o'ziga havodan suv yutmaydigan, ya'ni gigroskop bo'lmagan lyuminafor materiallarni qidirib topish asosiy masalalardan biri bo'lib turibdi. Shundan kelib chiqqan holda biz ushbu maqolada gidrotermal uslub bilan o'stirilgan LiBaW₉ kristallari rentgenolyuminessensiyasining (RL) spektral xususiyatlarini aniqlash va ularning haroratga, rentgen nurlari do'zasiga bog'liq o'zgarishlarini o'rganish yo'li bilan lyuminoфор material sifatida qo'llanilish imkoniyatlarini tadqiq qilishni oldimizga maqsad qilib qo'ydik.

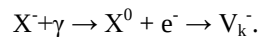
Mualliflar [1] ishda BaF₂ kristallining spektrini rentgen nuri ta'sirida tadqiqot qilgan va uning rentgenolyuminessensiyasining spektrining maksimumi 310 nm ga mos kelishini va CaF₂:Eu²⁺ kirishma qo'shilganda rentgenolyuminessensiya spektrining maksimumi 280 nm va

430 nm ga mos kelishini aniqlagan. Bu kristallarning rentgenolyuminessensiyasi intensivligining haroratning ortishi bilan eksponentsial shaklda kamayishini ko'rsatishgan.

[2] isda CaF₂ va BaF₂ kristallaridagi maksimumlari mos ravishda 280 nm va 310 nm larga to'g'ri keladigan lyuminessensiya kristallarning xususiy lyuminessensiyasi va ular avtolokallashgan eksitonlar tomonidan chiqarilishi ko'rsatib berilgan. Kristallarning tarkibidagi yevropiy kirishmasi miqdorining ortishi bilan xususiy lyuminessensiya intensivligining kamayib, aktivatorlik lyuminessensiya intensivligining ortishi bilan, bu eksitonlarning kirishma ionlarida annigilyatsiyalashib va annigilyatsiyalanish energiyasi kirishma ionlarini uyg'otishga sarflanishi bilan bog'liq ekanligi aniqlangan.

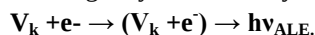
Eksiton lyuminessensiyasi kristallarga ionlashtiruvchi nirlar (xususan, rentgen nurlari) bilan yoki eksitonlarning yutilish polosasiga mos keladigan kvantlar bilan ta'sir etilganda paydo bo'lib, o'ziga xos xususiyatga ega bo'ladi.

Rentgen nurlari ta'sirida kristaldagi galogen (X) ionlaridan elektronlar urib chiqariladi va X⁰ kavak hosil bo'ladi [3]:

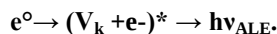


Elektron-fonon o'zaro ta'sir tufayli X⁰ kovak qo'shni tugunda joylashgan X⁻ ioni bilan yaqinlashib, molekulyar X₂⁻ kovak hosil qiladi va bunday kavak past haroratlarda harakatlanishdan to'xtab, avtolokallashadi. Bunday kovak V_k⁻ markaz deb ham ataladi. V_k⁻ markaziga erkin elektronlarning rekombinatsiyasi tufayli ikki tugunda joylashgan

($V_k \cdot e^-$) avtolokallashgan eksitonlar (ALE) hosil bo'ladi. Eksitonlar yemirilganga o'zlaridan avtolokallashgan eksitonlarga tegishli rentgen lyuminessensiyasi chiqaradi:



Agarda CaF_2 va SrF_2 kristallarni eksitonlarning yutilishga mos keladigan kvantlar bilan nurlantirsak, dastlab erkin eksitonlar hosil bo'ladi, keyin u electron-fonon o'zaro ta'sirlanish tufayli avtolokallashadi [3]. Bunda eksitonlarning kovak tashkil etuvchilari V_k - markazlar bo'lgan avtolokallashgan eksitonlar hosil bo'lib, u nur chiqarish orqali annigilyatsiyalanishi mumkin:

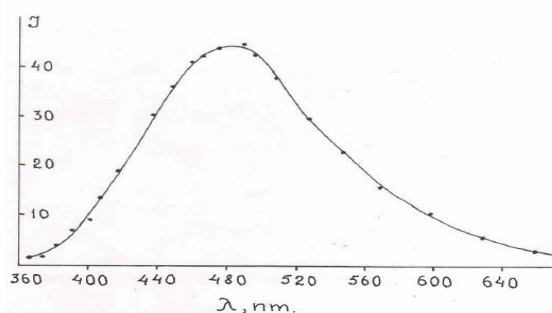


Ishqoriy va ishqoriy yer elementlari gologenlari kristallarida xususiy lyuminessensiya faqatgina past temperaturalarda kuzatiladi. Temperatura ko'tarilishi bilan V_k - markaz ya'ni eksiton harakatga keladigan haroratga (V_k - markazlarning delokalizatsiya haroraniga) yetganda xususiy lyuminessensiya kamayib ketadi. Bunday tipdagi eksitonlar $LiBaWF_9$ kristallari uchun hali to'la tadqiq qilinmagan.

Tajribalar metodikasi. Tajribalar o'tkazilgan kichik o'lchamli mayda $LiBaWF_9$ kristallari Rossiyaning Aleksandrova shahridagi "Umumrossiya mineral xom ashyo sintezi ilmiy-tadqiqot instituti - VNIISIMS" Federal davlat unitar korxonasida XCH (kimyoviy toza) markadagi LiF , BaF_2 , WF_6 kristallarining poroshogidan gidrotermal uslubida o'stirildi. Ustirilgan kristallardagi har xil nazorat qilib bo'lmaygan aralashma atomlar miqdori 10^{-2} mol % ni tashkil etadi. Sintez paytida avtoklovda bosim 300 atm. da ushlab turildi, erish harorati $290^\circ C$ ni, kristallanish harorati esa $210^\circ C$ ni tashkil etdi.

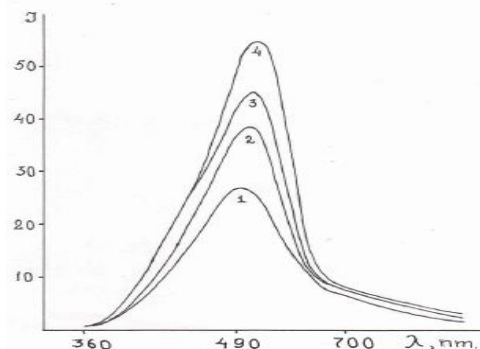
Tajriba o'tkazilgan namunalar quyidagi uslubda tayyorlanadi. Ostirilgan mayda kristallar o'rta o'lchami 80 – 90 mk atrofida maydalanib, keyin yuzasining olchamlari 10×10 mm² bo'lgan yupqa alyuminiy folgalarning sirtiga rezina kleyi yordamida yupqa qatlam qilib yopishtirildi. Xuddi shu uslubda etalon sifatida bugungi kunda amaliyotda keng qo'llanilib kelinayotgan lyuminafordan biri – NaI:TL monokristallidan o'rta o'lchami 80 – 90 mk poroshok olinib, undan ham namunalar tayyorlandi va ularning rentgenolyumines-sensiyalarining intensivliklari taqqoslanadi. Rentgen nuri manbai sifatida RUP – 120 (volframli) rentgen apparati ishlatildi. $LiBaWF_9$ kristallining rentgenolyuminessensiyasi spektrlari maxsus olchash kamerasiga joylashtirilgan, MSD-2 monoxromatori va elektr o'lchash asboblari bilan iborat qurilmada yozib olindi. Tajribalarda o'lchash kamerasidagi bosim 10^{-2} mm simob ustunidan past ko'rsatgichda ushlab turildi. Kamerani o'zaro 90° burchak ostida joylashadigan ikki holatda o'rnatish mumkin, birinchi holatda namunaning lyuminessensiyasi bevosita fotoelektron ko'paytich FEK-18 ga tushadi, ikkinchi holatda kristalldan chiqqan lyuminessensiya MSD-2 monoxromatoridan o'tgandan keyin FEK-18 fotoelektron ko'paytichga tushadi. Birinchi holatda biz namunalar lyuminessensiyasining umumiy intensivligini aniqladik, ikkinchi holatda esa kristallarning lyuminessensiyasi spektrlarini yozib oldik. O'lchash kamerasidagi namunaning haroratini 80 – 440K oralig'ida o'zgartirish imkoniyati mavjud. Namunadagi haroratni aniqlash uchun namunaga bevosita tegib turadigan medkonstantan termoparasiidan foydalanildi. Termoparaning sovuq uchi eriyotgan muzga ($0^\circ C$) joylashtirildi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. $LiBaWF_9$ kristallining xona haroratidagi rentgenolyuminessensiyasi 300-800 nm oralig'dagi kengligi 128 nm bo'lgan birgina polosadan tashkil topgan (1 – rasm). Bir xil sharoitda kristallning rentgenolyuminessensiyalarini taqqoslash $LiBaWF_9$ kristallining lyuminessensiya intensivligi etalon sifatida olingan NaI:TL lyuminofofori intensivligining 45% ni tashkil etishini ko'rsatdi.

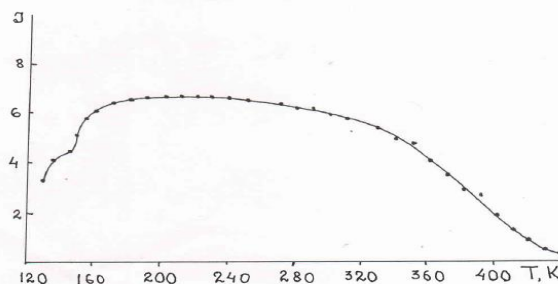


1- rasm. $LiBaWF_9$ kristallining xona haroratidagi rentgenolyuminessensiya spektri

2 – rasmda gidrotermal uslub bilan o'stirilgan $LiBaWF_9$ kristalli rentgeno-lyuminessensiyasining har xil haroratlardagi spektrlari ko'rsatilgan. Bu yerdagi 1-egri chiziq $LiBaWF_9$ kristallining 383K haroratdagi, 2-egri chiziq - 333K haroratdagi, 3-egri chiziq - 300K haroratdagi va 4-egri chiziq - 153K haroratdagi rentgenolyuminessensiya spektrlariga mos keladi. Grafiklardan ko'rinadiki, $LiBaWF_9$ kristallining rentgenolyuminessensiyasining intensivligi harorat pasayishi bilan ortib boradi.

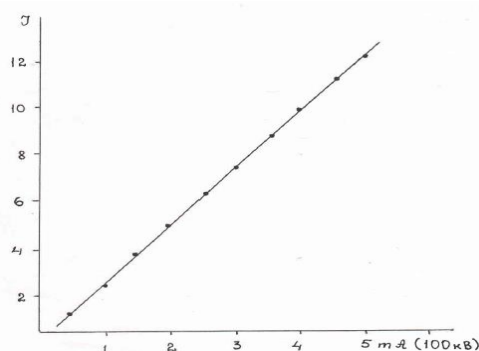


2-rasm. $LiBaWF_9$ kristallining rentgenolyuminessensiya spektrining temperaturaga bog'liq o'zgarishi 1-383K, 2-330K, 3-300K, 4-153K.



3 – rasm. $LiBaWF_9$ kristallining rentgenolyuminessensiyasi intensivligining temperaturaga bog'liq o'zgarishi.

3-rasmda $LiBaWF_9$ kristallining sovutish rejimida 120-440K oralig'ida olingan rentgenolyuminessensiya intensivligining haroratga bog'liqligi grafigi keltirilgan. Bundan ko'rinadiki, $LiBaWF_9$ kristallining rentgenolyuminessensiyasi intensivligi 480K haroratdan 360K gacha tez ortib boradi, 360-300K oralig'ida intensivlikning ortish sur'ati susayib, 300K dan 170K gacha oralig'ida o'zgarmay qoladi. 170K dan 130K gacha intensivlik kamayib boradi. Lyuminessensiyaning haroratga bog'liqlik grafigi ko'rsatadiki, $LiBaWF_9$ kristallari 300-360K harorat oralig'ida lyuminafor sifatida qo'llanishi mumkin. Chunki rentgenolyuminessensiy intensivligi haroratning bu oralig'ida 15-20% gacha o'zgaradi. Bu narsa lyuminaforming yuqorida ko'rsatilgan harorat oralig'ida haroratning o'zgarishiga bardoshli ekanligini ko'rsatadi.

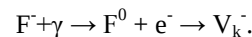


4-расм. LiBaWF₉ кристаллининг рентгенлюминесценсияси интенсивлигини рентген нурининг қувватига bog'liq o'zgarishi.

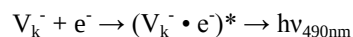
4 – rasmda LiBaWF₉ kristallari rentgenolyuminessensiyasining intensivligining rentgen nurlari quvvatiga bog'liqligi grafigi keltirilgan. Bundan ko'rinadiki, kristallga ta'sir etuvchi rentgen nurlari quvvati ortgani sari rentgenolyuminessensiya intensivligi unga mos ravishda chiziqli ravishda ortib boradi. Bu esa LiBaWF₉ kristallaridan rentgen nurlari quvvatini o'lchovchi dozimetr sifatida foydalanish imkoniyati mavjud ekanligini ko'rsatadi.

LiBaWF₉ kristallari rentgenolyuminessensiyasining haroratga bog'liqlik grafigi ishqoriy galogenidlar (NaCl, KI, LiF) va ishqoriy yer elementlarining ftoridlari (CaF₂, SrF₂, BaF₂) xususiy lyuminessensiyalarining haroratga bog'liqlik grafiglariga o'xshab ketadi. Ishqoriy va ishqoriy yer elementlari galogenidlaridagi xususiy lyuminessensiya kristal-

lar panjarasining ikki tugunida joylashgan X₂⁻+e⁻ (X – F, Cl, I va boshqa galoidlar) ko'rinishidagi avtolokallashgan eksitonlar bilan bog'lanadi. Shundan kelib chiqqan holda biz ham LiBaWF₉ kristallarida kuzatilgan, maksimumi 490 nm da joylashgan, kengligi 128 nm bo'lgan polosani ikki tugunida joylashgan F₂⁻+e⁻ ko'rinishidagi avtolokallashgan eksitonlar bilan bog'liq deb hisoblaymiz. Bunda lyuminessensiya quyidagicha vujudga keladi. Rentgen nurlari ta'sirida kristaldagi ftor (F) ionlaridan elektronlar urib chiqariladi va F⁰ kavak hosil bo'ladi:



Elektron-fonon o'zaro ta'sir tufayli F⁰ kovak qo'shni tugunda joylashgan F⁻ ioni bilan yaqinlashib, molekulyar F₂⁻ kovak hosil qiladi. Bunday kovak V_k⁻ markaz deb ham ataladi. V_k⁻ markaziga erkin elektronlarning rekombinatsiyasi tufayli ikki tugunda joylashgan (V_k⁻ • e⁻) avtolokallashgan eksitonlar hosil bo'ladi. Eksitonlar emirilganga o'zlaridan 490 nm dagi rentgen lyuminessensiyasi chiqaradi:



Xulosa. Hidrotermal metodi bilan o'stirilgan LiBaWF₉ kristallining xona haroratidagi rentgenolyuminessensiyasi maksimumi 490 nm da joylashgan bo'lib, u kristallning xususiy lyuminessensiyasini tashkil etadi. Ushbu lyuminessensiya intensivligi hozirgi kunda keng qo'llanilib kelinayotgan lyuminaforlardan biri bo'lgan NaI:Tl kristalliga nisbatan 45% ni tashkil etadi.

Shu tufayli LiBaWF₉ kristallari rentgen tomografiyasida lyuminofofor sifatida qo'llash uchun tavsiya etilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Время жизни флуоресценции Er²⁺ в кристаллах CaF₂. J.Phys; Condysr Matter. 1991,3 №46, -C.9163-9167.
 2. Ершов Н.Н., Захаров Н.Г., Родный Т.А. Оптика и спектроскопия 1982, Т.53. Вып.1. -С.89.
 3. Гудовских В.А., Ершов Н.Н., и др. Оптика и спектроскопия 1982, Т.5. Вып.1. -С. 910.
 4. Кусман. И.Л., Лущик Б. Известия АН СССР, серия физика, 1986.Т.40.9. -С.1785-1792.
 5. Гурвич А.М., Гутан В.Б., Ильина М.А., Кавторова В.П. и др. Оптика и спектроскопия 1982.Т.52. № 2. -С.289-296.
 6. Gundiah G., E/Bourret-Courchesne, Bizarri G. et all. Nuclear Science Symposium Conference Record, Oct 24. 2009. №.1 2009, Orlando: FL, P.1575-1578.
 7. Nanto H., Araki T., Daimon M., Kusano E. et all. Radiation Protection Dosimetry. 2002, V.100, № 1-4, P.385-388.
 8. Владимирский Ю.Б., Захаров Г.М., Никитинская Т.И., Рейтеров В.М., Родный П.А. Оптика и спектроскопия. 1972. Т.32. Вып.4. -С.766.
 9. Калдер К.А., Соовок Т.А. Материалы XIX совещания по люминесценции. Т.2. –Рига: из- вз ЛГУ. 1970. -С.99.
- РЕЗЮМЕ.** Rentgen lyuminessensiyasining haroratga bog'liqligini o'rganish asosida LiBaWF₉ kristallarining xususiy rekombinatsiyaviy lyuminessensiyasi tadqiq qilindi.

РЕЗЮМЕ. На основе изучения температурной зависимости рентгенолюминесценции исследована собственная рекомбинанционная люминесценция кристаллов LiBaWF₉.

SUMMARY. The intrinsic recombination luminescence of LiBaWF₉ crystals was studied on the basis of the temperature dependence of X-ray luminescence.

ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯСИНИ ТАҚСИМЛАШ МАСАЛАСИНИ ЕЧИШНИНГ ДАСТУРИЙ ТАЪМИНОТИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Н.У.Утеулиев – физика-математика фанлари доктори, профессор

А.Б.Оринбаев – таянч докторант

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Нукус филиали

Таянч сўзлар: электр энергияси, транспорт масаласи, математик модель, подстанция, трансформатор, python.

Ключевые слова: электроэнергия, транспортная задача, математическая модель, подстанция, трансформатор, python.

Key words: electrical energy, transport problem, mathematical model, substation, transformer, python.

Кириш. Электр энергиясини узатиш тармоқларини лойиҳалаштиришда математик моделлардан фойдаланиш, ортиқча сарф-харажатларни камайтириш имконини беради. Яъни, электр энергияси ишлаб чиқилган станциялардан истеъмолчиларга электр тармоқари орқали етиб келгунга қадар қувват йўқотишлари билан боғлиқ харажатлар пайдо бўлади [1]. Шу сабабдан электр тармоқларини энг кам харажатлар сарфланадигандек қилиб лойиҳалаштириш катта аҳамият касб этади [2].

Масаланинг қўйилиши. Айтайлик, лойиҳалаштирилуви тизим m подстанциядан, k трансформатор ва n электр энергияси истеъмолчиларидан ташкил топган бўлсин. Бунда i – подстанциянинг қуввати S_i , t – трансформатор қуввати T_t , j – истеъмолчиларнинг

электр энергиясига бўлган талаби D_j қувват бирлигига тенг. Шунингдек, электр энергиясини тармоқ бўйича узатишдаги қувват йўқотишлари билан боғлиқ харажатлар бизга маълум ва i – подстанциядан t – трансформаторга қувват бирлигини узатишдаги харажат c_{ti} , t – трансформатордан j – истеъмолчига узатишдаги харажат z_{tj} бўлсин. Унда масаланинг математик модели қуйидаги кўринишда бўлади:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{t=1}^k c_{ti} x_{ti} + \sum_{t=1}^k \sum_{j=1}^n z_{tj} y_{tj} \rightarrow \min \quad (1)$$

$$\sum_{t=1}^k x_{ti} = S_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (2)$$