

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI
ASTRONOMIYA VA OPTIKA KAFEDRASI

Elmurodova Navro'za G'ayratovnaning

“5440100-Fizika” ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr darajasini olish uchun

Elektromagnit to'lqinlarni o'tkazgichlarda tarqalish jarayonini

o'rganish mavzusida yozgan

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar: f-m.f.n. A.K. Muxammadiev.

“Himoyaga tavsiya etilsin”

Fizika-matematika fakulteti

dekani: _____ prof.A.Q.Tashatov

“ _____ ” _____ 2012 yil

Qarshi-2012

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
Fizika-matematika fakulteti
ASTRONOMIYA VA OPTIKA KAFEDRASI

”TASDIQLAYMAN”

Kafedra mudiri: dots. B.T.Qo'lyiyev

_____ “ ____ ” _____ 2011 y
(imzo)

BITIRUV MALAKAVIY ISHIGA TOPSHIRIQ

Talaba **Elmurodova Navro'za G'ayratovnaning**

Ta'lim yo'nalishi: 5440100-Fizika

Bitiruv malakaviy ish oldi amaliyoti o'tilgan joyi

QarDU Astronomiya va optika kafedrası.

Bitiruv malakaviy ish rahbari

f.m.f.n. A.K. Muxammadiev

Bitiruv malakaviy ishning maqsadi:

Elektromagnit to'liqning tarqalish jarayoni murakkab hodisadir. Bu hodisalarni urganish asosida elektromagnit to'liqning to'liq tabiati va to'liq tarqalayotgan muxitni urganish muhim o'rin tutadi. Elektromagnit tulqinlarining muxitda tarkalishida muxitning parametrlariga bogliq bulishi uning asosiy xususiyatlaridan biri bo'lib, Bitiruv malakaviy ishning maqsadi ushbu xususiyatlarni urganishdan iboratdir.

Ish rejasi:

BMI bo'limlari (bob yoki paragraf)	BMI bo'lim nomi	Bajarish muddati
I-Bob	Nazariy qism	2011 y. Dekabr
1.1	To'liq jarayoni. Garmonik to'liqlar	2011 y.Dekabr

1.2	To'lqinlar qo'shilishi. Turg'un to'lqinlar	2011 y.Dekabr
II-Bob	AMALIY QISM.	2012 y. Mart-aprel
2.1	Aylanaviy elektr liniyasida to'lqinlar	2012 y.Mart
2.2	Qaytarish ko'effisientini ulchash usuli	2012 y.Aprel
2.3	Apparat funksiyasini tekshirish	2012 y.Aprel
	Xulosa	2012 y. May
	Adabiyotlar	

Bitiruv malakaviy ishni bajarish uchun zarur bo'lgan materiallar:

a) adabiyot manbalari:

1. I.Karimov. Bizning bosh maksadimiz-jamiyatni demokratlashtirish va yangilash, mamlakatni modernizasiya va islox etishdir. T-2005.
2. Иверанова.В.И Электр ва Оптика. Физикадан практикум. 1985.
3. Лопухин В. М. // Возбуждение э\м колебаний и волн электронными потоками. Гостехиздат, 2005.
4. Под ред. Федотова // Электронные СВЧ приборы со скрещенными полями. Изд- во ин. лит., 2001.
5. С.П.Стрелков. Введение в теорию колебане. “Москва” 2010.

b) qonun-me'yoriy hujjatlar:

Bitiruv malakaviy ishni yozish va rejalashtirish bo'yicha uslubiy ko'rsatma

Qarshi DU 2011 y.,SanDU 2010 y.

v) statistik va boshqa ma'lumotlar:

1. S.G.Kalashnikov. Elektr, “Uqituvchi” 1989.
2. Б.М.Яворский,А.А.Пинский . Основы физики.Том-2 Колебания и волны квантовая физика. Москва-2005.
- 3.Гуреев А.В.// Радиотехника и электроника (Москва).- 1994 -39 №6.. 5. 4.Кирочкин Ю. А., Степанов К.Н. // Журнал экспериментальной и технической физики- 1993.- 104, №6.- С. 3955-3970.

Bitiruv malakaviy ishni yozish va rejalashtirish bo'yicha uslubiy ko'rsatma

Topshiriq berilgan sana: 2011 yil №4 Noyabr, kafedra yig'ilishida

Ishni topshirish muddati: 2012 yil Aprel-may

Ilmiy rahbar: f.m.f.n. A.K. Muxammadiev.

KAFEDRA MUDIRINING ISHNI HIMOIYAGA QO'YISH

HAQIDA XULOSASI:

Elmurodova Navro'za G'ayratovnaning bitiruv malakaviy ishi kirish, ikki bob (nazariy va amaliy), xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatini o'z ichiga olgan holda 55 - sahifada bayon etilgan. Ishning kirish qismida mavzuning dolzarbligi, ilmiyligi va amaliy ahamiyati aniq ifodalangan. Bitiruv malakaviy ish yuqori saviyada ilmiy asoslangan. Bajarilgan ishlar natijasida xulosalangan. Ushbu bitiruv malakaviy ish bakalavr bitiruv malakaviy ishga qo'yiladigan barcha talablarga javob beradi. Kafedra ushbu ishni himoyaga tavsiya etadi.

Kafedra mudiri dots.B.T. Qo'lyiyev

(imzo)

“ _____ ”

_____2012y

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

Fizika-matematika fakulteti

“5440100-Fizika” ta’lim yo’nalishi talabasi

Elmurodova Navro’za G’ayratovnaning bitiruv malakaviy ishiiga

TAQRIZ

Malakaviy ish mavzusi:

Elektromagnit to’lqinlarni o’tkazgichlarda tarqalish jarayonini o’rganish

Malakaviy ishning hajmi: 55 -sahifada

- 1) yozma izoh qismi; 44 sahifada
- 2) grafik va ilovalar qismi: 4 ta grafik, 7 ta rasm

Malakaviy ishning dolzarbligi va berilgan topshiriqqa xosligi:

Hozirgi vaqtda elektromagnit to’lqinlarni turli muhitlarda tarqalishini o’rganishning turli metodlari mavjud. Bu metodlardan foydalanganda eksperiment ishlari yuqori sezgirlik va aniq o’lchash ishlarini talab qiladi. Qo’yudagi Bitiruv malakaviy ishda elektromagnit to’lqinlarning o’tkazgich buylab tarqalishidagi xossalari o’rganilib, yukori chastotali diapozonda yuguruvchi va turgun to’lqinlar rejimida yopik tizimlarni chastota – xarakteristikasi va eksperimentda shuningdek tizimning aslligi – yuguruvchi to’lqin rejimida , turgun to’lqin rejimidagiga qaraganda katta bulishi o’rganildi.

Elektromagnit xodisalarni xozirda fan soxasida aktual o’rganilishi lozim bo’lgan soxalardan hisoblanadi. Ish reja asosida bajarilgan.

Malakaviy ish yozma izoh va grafik qismining tarkibi hamda bajarilish sifati:

Talaba Elmurodova Navro’za G’ayratovna Umumiy fizika kursining Optika, Lazer fizikasi, elektromagnit to’lqinlar bo’limlarini yaxshi o’zlashtirgan . Buning natijasida bitiruv malakaviy ishning yaratilishi yaxshi ravon tilda bayon etilgan. Chizma va grafiglar aniq tasvirlangan. Bitiruv malakaviy ishning tarkibi aniq reja asosida amalga oshirilgan bo’lib, formulalar o’z o’rnida boblar bo’yicha tartib bilan raqamlangan. Malakaviy bitiruv ishning nazariy qismida bajarilishi kerak bo’lgan barcha tavsilotlarni mujassamlantirgan. Bitiruv malakaviy ish yuqori saviyada bajarilgan

Malakaviy ishda ilmiy manbalar, fan-texnika yutuqlari va ilg’or tajriba natijalaridan foydalanganligi:

Bitiruv malakaviy ishni bajarish Elmurodova Navro’za G’ayratovna jarayonida turli xil ilmiy manbalarida chop etilgan axborot manbalardan foydalangan.

Fan-texnikada va satoatda yuritilayotgan natijalarga asoslangan xolda bajarilgan. Sohaga oid davriy jurnallar va internet ma’lumotlar bilan tanishib borgan.

17. www.Ziyonet.uz.
18. wiki.pskovedu.ru»...физики_Электромагнитные_волны/9...
19. fieldphysics.ru»electromagnetic_waves/
20. physel.ru»mainmenu-48/-mainmenu-54/569-s-59-.html
21. physik.ucoz.ru»index/ehlektromagnitnye_kolebanija...

Malakaviy ishning ijobiy tomonlari:

Mazkur Bitiruv malakaviy ishda talabani elektromagnit to'liqlarning xossalarini mukammal o'rgana olishi uchun bevosita o'zi eksperimentda kuzatish uchun yaxshi imkoniyatlar xosil qilgan. Hozirda ko'pgina o'quv maskanlarida elektr va magnit xodisalariga kam e'tibor qaratiladi. Shuning uchun ushbu bitiruv malakaviy ishdan maxsus kurslarda ma'ruza tayyorlashda, sanoatda va ishlab chiqarishda, bakalavr va magistrlar uchun qushimcha manba sifatida foydalanish mumkin.

Malakaviy ishga baho (maksimal 100 ball)

Elmurodova Navro'za G'ayratovnaning bitiruv malakaviy ish bakalavr bitiruv malakaviy ishga qo'yiladigan barcha talablarga javob beradi va ushbu ishni a'lo (90 ball) bahoga baholash mumkin.

Malakaviy ish rahbari. f.m.f.n. A.K. Muxammadiev

_____ “ _____ ” _____ 2012 y.

(imzo)

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

Fizika-matematika fakulteti

“5440100-Fizika” ta'lim yo'nalishi talabasi

Elmurodova Navro'za G'ayratovnaning bitiruv malakaviy ishiga

TAQRIZ

Malakaviy ish mavzusi:

Elektromagnit to'liqlarni o'tkazgichlarda tarqalish jarayonini o'rganish.

Malakaviy ishning dolzarbligi va berilgan topshiriqqa xosligi:

Odatda elektromagnit to'liqlarining muxitda tarqalishida muxitning parametrlariga bog'liq bulishi uning asosiy xususiyatlaridan biridir. Bundan kelib chiqadiki, elektromagnit to'liqlarini urganish davomida u tarqalaetgan muxitni xam etarlicha urganishimiz kerak buladi. Elektromagnit to'liqlarini xususiyatlarini urganish ancha yukori sezgirlik va anik ekspremental ulchashlarni talab etadi va bu ekspremental ulchashlarni amalga oshirishda yitarlicha ko'nikma va tajriba zarur.

Malakaviy ish yozma izoh va grafik qismining tarkibi hamda bajarilish sifati:

Talaba Elmurodova Navro'za G'ayratovna magnitizm, elektromagnit to'liqlar kurslarini yaxshi o'zlashtirgan. Bitiruv malakaviy ishning yozma izoh qismi yaxshi ravon tilda yozilgan bo'lib ilmiy tushuncha fanga oid tariflar eksperimental qismlar aniq ravon asoslangan Chizma va grafik to'liq tasvirlangan. Bitiruv malakaviy ish yuqori saviyada bajarilgan

Malakaviy ishda ilmiy manbalar, fan-texnika yutuqlari va ilg'or tajriba natijalaridan foydalanganligi:

Bitiruv malakaviy ishni bajarishda fan texnikaning eng so'ngi yutuqlardan va soxaga oid ilmiy ommaviy axborotlardan foydalangan

Malakaviy ishning ijobiy tomonlari va kamchiliklari:

Bitiruv malakaviy ishni bajarishda turli xil ilmiy manbalarda chop etilgan axborotlardan foydalanilgan.

- 1) Bitiruv malakaviy ishi xozirda sanoat va ishlab chiqarishda dolzarb bo'lgan sohani o'z ichiga olgan.
- 2) Ishni ko'rib chiqish jarayonida qo'yidagi kamchiliklar mavjudligi qayd etildi:

1)Imloviy xatolar mavjud.

Bu kamchiliklar bitiruv malakaviy ish saviyasiga ta'sir ko'rsatmaydi.

Malakaviy ishga baho (maksimal 100 ball) va xulosa:

Bitiruv malakaviy ish kirish, ikki bob, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatini o'z ichiga olgan - sahifada bayon etilgan. Kirishda mavzuning dolzarbligi, ishning maqsadi va amaliy ahamiyati aniq keltirilgan. Shu qilingan ishlar asosida xulosalanib yakunlangan. Elmurodova Navro'za G'ayratovna- ning bitiruv malakaviy ishi bakalavrlar bitiruv malakaviy ishga qo'yiladigan barcha talabga javob beradi va ushbu ishni a'lo bahoga baholash mumkin.

Taqrizchilar: _____ “ ____ ” _____ 2012 y.
(imzo)

_____ “ ____ ” _____ 2012 y.
(imzo)

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

Fizika-matematika fakulteti

5440100-yo'nalishi bitiruvchisi **Elmurodova Navro'za G'ayratovnaning**

Elektromagnit to'lqinlarni o'tkazgichlarda tarqalish jarayonini o'rganish.

mavzusida bajargan bitiruv malakaviy ishi DAK ning "____" _____2012 yil "____"
_____dagi majlisda himoya qilindi.

Davlat attestatsiya komissiyasi bitiruv malakaviy ishga quyidagi
o'zlashtirish ko'rsatkichlarini belgilaydi:

№	Baholanadigan bo'limlar	Eng yuqori ko'rsatkich, % hisobida	Komissiya belgilagan foiz
1	BMI ning "Kirish" qismida mavzu dolzarbligi, mazmuni.	5	
2	Ishning asosiy (tushuntirish) qismining Nizom talablariga mos holda bajarilishi.	35	
3	"Xulosa" qismida ilmiy-nazariy va amaliy tavsiyalarning mavgudligi.	5	
4	Ishni bajarishda mavzuga doir manbalarning tahlili, chet el adaiyotlaridan va internet materiallaridan foydalanganlisi.	5	
5	Ishdagi ilovalarning mavzu mazmuniga mosligi	10	
6	Ishni bajarishda grammatika qoidalariga amal qilinganligi.	10	
7	Himoyada ish mazmunini bayon qila bilganligi. Savollarga javoblar darajasi.	10	
8	BMI mavzusi bo'yicha ilmiy-nazariy		

	seminarlar va konferentsiyalarda ma'ruza (axborot) bilan ishtiroki, maqola (tezis) nashr qilinganligi.	10	
9	Taqrizchi tomonidan baholanganligi.	10	

Davlat attestatsiya komissiyasi majlisining qarori:

1. _____

Mavzusida bajargan bitiruv malakaviy ishi uchun _____ % lik o'zlashtirish ko'rsatkichi

2. _____

DAK raisi _____

A'zolari _____

2012 yil " _____ " _____

MUNDARIJA

KIRISH.....3

I-BOB. TO'LQINLAR XAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1 To'lqin jarayoni. Garmonik to'lqinlar.....8

1.2. To'lqinlar qo'shilishi. Turg'un to'lqinlar28

II-BOB. TO'LQINLARNING AYLANAVIY UTKAZGICHLARDA
TARQKALISHINI ULCHASH USULLARI.

2.1. Aylanaviy elektr liniyasida to'lqinlar.....	42
2.2. Qaytarish koefitsientini ulchash usuli.....	46
2.3. Apparat funksiyasini tekshirish.....	48

XULOSA.....	52
-------------	----

ADABIYETLAR RUYXATI.....	53
--------------------------	----

KIRISH

De-Broyl nazariyasiga kura xarakatlanayotgan elektronni to'liq jarayonida to'liq uzunligi λ orqali ifodalash mumkin buladi. U xolda tanlangan stasionar aylanma orbitada Borning eng oddiy atom modeli uchun quyidagi shart bajarilishi lozim. Aylana uzunligi stasionar orbita uchun de-Broyl to'liqini butun to'liq soniga teng bulishi kerak. Boshkacha qilib aytganda, yopik konturda tarkalayotgan yuguruvchi to'liqning doimiy orbitasida rezonans kuzatiladi. Bu xulosani 3- santimetrli elektromagnit to'liq yordamida modellashtirish mumkin. Fakt shundan iboratki yuguruvchi to'liqlar yopik kontur buyicha tarkalganda, kontur uzunligi mos ravishda tanlab olinsa, rezonans xodisasi xosil buladi.

Ushbu diplom ishida yuqori chastotali diapozonda yuguruvchi va turgun to'liqlar rejimida yopik tizimlarni chastota – xarakteristikasi va eksperimentda shuningdek tizimning aslligi – yuguruvchi to'liq rejimida , turgun to'liq rejimidagiga qaraganda katta bo'lishi o'rganildi.

Bu natija boshka to'liq tashuvchi tizimlar uchun xam urinli ekanligi ko'rsatildi.

Qo'rilmani apparat funksiyasini tekshirish jara yonida ulchanayotgan utkazgichga sun'iy susaytirgich kiritildi. Tajriba jarayonida kurilmani apparat funksiyasi chizikli boglanish xosil kilishi aniqlandi.

Elektromagnit to'liqning tarqalish jarayoni murakkab hodisadir. Bu hodisalar haqida so'z borganda, ular asosida elektromagnit to'liqning to'liq tabiati va to'liq tarqalayotgan muxit haqida yitarlicha ma'lumotga ega bulish lozimdir va elektromagnit to'liqlarining muxitlarida tarkalishini urganishni turli metodlari mavjuddir. Odatda elektromagnit to'liqlarining muxitda tarkalishida muxitning parametrlariga boglik bulishi uning asosiy xususiyatlaridan biridir. Bundan kelib chikadiki, elektromagnit to'liqlarini urganish davomida u tarkalaetgan muxitni xam etarlicha urganishimiz kerak buladi. Elektromagnit to'liqlarini xususiyatlarini urganish ancha yukori sezgirlik va anik ekspremental ulchashlarni talab etadi va bu ekspremental ulchashlarni amalga oshirishda yitarlicha ko'nikma va tajriba zarur.

Mavzuning dolzarbligi

Bizga ma'lumki elektromagnit to'liqlarining muxitlarida tarqalishini urganishni turli metodlari mavjuddir. Odatda elektromagnit to'liqlarining muxitda tarkalishida muxitning parametrlariga boglik bulishi uning asosiy xususiyatlaridan biridir. Bundan kelib chikadiki, elektromagnit to'liqlarini urganish davomida u tarkalaetgan muxitni xam etarlicha urganishimiz kerak buladi. Elektromagnit to'liqlarini xususiyatlarini urganish ancha yukori sezgirlik va anik ekspremental ulchashlarni talab etadi.

Quyidagi malakaviy bitiruv ishida elektromagnit to'liqlarning uzatgich buylab tarkalishi va turgun to'liq xosil qilish usullari va shartlari urganilib, yuqori chastotali diapozonda yuguruvchi va turgun to'liqlar rejimida yopiq tizimlarni chastota – xarakteristikasi va eksperimentda shuningdek tizimning aslligi – yuguruvchi to'liq rejimida , turgun to'liq rejimidagiga qaraganda katta bulishi urganildi.

Bu natija boshka to'liq tashuvchi tizimlar uchun xam o'rinli ekanligi kursatildi.

BMI ning maqsadi va vazifalari .

- 1). Elektromagnit to'liqlarning utkazgichda tarkalishini urganish, tabiatda mavjud barcha to'liq xususiyatiga ega bulgan xodisalarni mohiyatini tushuntirish.
- 2). Yukori chastotali diapozonda yuguruvchi va turgun to'liqlar rejimida yopiq tizimlarni chastota – xarakteristikasini o'ganish.
- 3). Eksperimentda tizimning aslligi – yuguruvchi tulkin rejimida , turgun tulkin rejimidagiga qaraganda katta bulishi urganildi.
- 4). Qaytarish koeffisientini eksperiment ulchash yuli orqali aniqlashga erishish.

Natijalarni qo'llanish soxalari.

- 1). Utkazilgan tajriba va olingan natijalar asosan sanoat,ishlab chiqarishda, elektrotexnika va radiotexnikaning barcha coxalarida qo'llanilishi mumkin.
- 2). Elektrotexnika va radiotexnika yunalishi mavjud bulgan barcha kasb – hunar kollejlari talabalarini elektromagnit to'liq xodisalarini urganishda uslubiy ko'rsatma sifatida foydalanishlari mumkin.

Yurtboshimiz I.A.Karimov tashabbusi bilan 2012 yil “Mustaxkam oila yili” deb e'lon qilindi.

“Ma'lumki, uzbek xalqi azaldan uzining bolajonligi, oilaparvarligi bilan ajralib turadi. Albatta, farzandga mexr quyish, ularning qornini to's, ustini but qilish uz yo'li bilan, lekin bolalarimizni yoshlik chog'idan boshlab milliy tarbiya, axloq-odob, yuksak ma'naviyat asosida voyaga etkazish biz uchun doimo dolzarb axamiyat kasb etib kelgan. Bu masalaga e'tibor bermaslik nafaqat ayrim ota-onalar, balki butun jamiyat uchun juda qimmatga tushishini ham kupgina xayotiy misollarda ko'rish mumkin.Uz-uzidan ravshanki, yuqorida zikr etilganidek, bola tarbiyasida sog'lom nasl masalasi ham muhim rol uynashini inkor etib bo'lmaydi. Aqli raso xar qaysi inson yaxshi anglaydiki, bu yorug' dunyoda xayot bor ekan, oila bor. Oila bor ekan, farzand deb atalmish bebaho ne'mat bor. Farzand bor ekan, odamzot hamisha ezgu orzu va intilishlar bilan yashaydi.

Shaxsan menga «nasl» va «nasiba» degan soʻzlar oʻrtasida qandaydir iloxiy bogʻliqlik bordek tuyuladi. Albatta, har bir bandaga rizk-nasibani Ollox taolo beradi. Lekin bu xayotda nasibasi butun va toʻla boʻlishi uchun insonning oʻzi ham chin dildan intilishi, zurriyodini sogʻlom muhitda tarbiyalashi katta ahamiyatga ega ekanini unutmasligimiz zarur.

Bugungi kunda bizning qilayotgan barcha ishlarimiz farzandlarimizning baxtu saodati, ularning yorugʻ kelajagi uchun amalga oshirilmokda. Lekin baxtu saodat faqat boylik, molu mulk bilan belgilanmaydi. Odobli, bilimdon va aqlli, mehnatsevar, iymon-eʼtikodli farzand nafakat ota-onaning, balki butun jamiyatning eng katta boyligidir.”[1,2]

Prezidentimiz tashabbusi bilan tashkil etilgan Kelajak ovozi forumi, Zulfiya nomidagi Davlat mukofoti, “Nihol” mukofoti, “Yagonasan, muqaddas Vatan!” koʻrik-tanlovi iqtidor egalarini yuzaga chiqarish, yoshlarga keng yoʻl ochib berishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Sahnada saf tortgan iqtidorli yoshlarimiz – turli tanlovlar sovrindorlarini olqishlar ekanmiz, qalbimizda yana bir bor betakror Vatanimiz, uning kelajakka intilayotgan iqtidorli yigit-qizlari bilan faxrlanish tuygʻulari joʻsh uradi.

2010 yil 12 noyabr kuni hurmatli prezidentimiz **I.A.Karimov** Oʻzbekiston Respublikasi Oliy majlisi qonunchilik palatasi va senatining qoʻshma maslisida **“Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yaʼnada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish kontseptsiyasi”** mavzusida maʼruza qildilar[2]. Oʻz maʼruzalarida oltita yoʻnalishni eng muhim ustuvor vazifalar sifatida belgilab berdilar. Bu yoʻnalishlar quyidagi yoʻnalishlardir.

1. Davlat hokimiyati va boshqaruvni demokratlashtirish
2. Sud-huquq tizimini isloh qilish
3. Axborot sohasini isloh qilish, axborot va soʻz erkinligini taʼminlash
4. Oʻzbekistonda saylov huquqi erkinligini taʼminlash va saylov qonunchiligini rivojlantirish
5. Fuqarolik jamiyati institutlarini shakllantirish va rivojlantirish
6. Demokratik bozor islohotlarini va iqtisodiyotini liberallashtirishni yanada chuqurlashtirish

Oltinchi yoʻnalishda raqobat toʻgʻrisida toʻxtaldi. Raqobatlasha oladigan har qanday mahsulot yoki shu mahsulotni ishlab chiqaruvchi ilmiy asoslangan boʻlsagina yoki uni ishlab chiqaruvchining ilmiy saviyasi yuqori darajada boʻlganligini bu mahsulot raqobatlasha olishi mumkin ekanligini anglash mumkin [1,2] .

Ushbu kontseptsiya Oʻzbekiston zaminida yashayotgan fizik, ximik, biolog, vrach, injener, iqtisodchi, moliyachi, talaba va hokazo, kim boʻlishdan qatʼiy nazar hamma uchun dastrul amal boʻlib hizmat qiladi.

Hech bir zamonda hozirgi kundagi kabi iqtidorli yoshlarga keng yoʻl ochilmagan. Bularning hammasi Mustaqilligimiz sharofatidir.

Mutaqillik esa o'z-o'zidan qo'lga qo'lga kiritilmagan. Bu borada Muxtaram Prezidentimizning “O'zbekiston Mustaqillikka erishish ostonasida” kitobi davlatimiz rahbarining ayni shu tarixiy davrdagi faoliyatiga bag'ishlangan. Xalqimizning asriy orzusi bo'lgan milliy istiqlol mavzusiga oid fikr va qarashlari atroflicha o'z aksini topgan.

Vatan uchun, xalqning tinchligi va farovonligi uchun chinakam fidoiylilik namunasi aks etgan. Asarni o'qigan sari jo'shib, to'lib ketasan va Shunday insonlarga sodiq bo'lging keladi. [3]

I-BOB. TO'LQINLAR XAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. To'lqin jarayonlar. Garmonik to'lqinlar.

Fazoda modda yoki maydonlarni turli ko'rinishdagi g'alayonlanishining tarqalishi - to'lqin deb ataladi. To'lqin hodisasi g'alayonlanish energiyasining ko'chishida namoyon bo'ladi.

Mexanik to'lqin - bu g'alayonlanish yoki tebranishning elastik muhitdagi tarqalish jarayonidir. Bu to'lqinlarni yuzaga keltiruvchi jism to'lqin manbai deb ataladi.

Muhitning tebranayotgan zarrachalarini hali tebranishga ulgurmaganlaridan ajratuvchi sirt to'lqin fronti deb ataladi.

Bir xil fazalarda tebranayotgan nuqtalardan o'tuvchi sirt to'lqin sirti deb ataladi. O'z navbatida to'lqin fronti to'lqin sirtlarining biridir. To'lqin sirtlarining shakli manbalarning joylashishi va muhitning xususiyati bilan aniqlanadi. Quyidagi to'lqinlar mavjuddir:

Yassi to'lqinlar, ular faqat bir xil yo'nalishda tarqaladilar (ularning to'lqin sirti tarqalish yo'nalishiga perpendikulyardir);

Sferik to'lqinlar - manbadan barcha yo'nalishlarda tarqaladilar (to'lqin sirtlari konsentrik sferalardan iborat bo'ladi);

Silindrik va b. to'lqinlar.

To'lqin tarqalish yo'nalishini ko'rsatuvchi chiziq to'lqin nuri deb ataladi. Izotrop muhitlarda to'lqin nurlari to'lqin sirtlariga normaldir.

Muhitda hosil bo'ladigan elastik deformasiyalarning xarakteriga qarab ularni ko'ndalang va bo'ylama to'lqinlarga ajratish mumkin.

Bo'ylama to'lqinlarda muhitning zarrachalari to'lqin tarqalish yo'nalishi bo'ylab tebranadilar. Bo'ylama to'lqinlarning tarqalishi elastik muhitning siqilish va cho'zilish deformasiyalariga bog'liqdir va barcha muhitlarda: suyuqlik, qattiq jism va gazlarda sodir bo'ladi.

Bo'ylama to'lqinlarning tarqalish tezligi

$$\nu_{\delta} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (1)$$

dan iborat. Bu erda E - Yung moduli, ρ - elastik muhitning zichligi.

Ko'ndalang to'lqinlarda muhit zarrachalari to'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar yo'nalishlarda tebranadilar. Ko'ndalang to'lqinning tarqalishi siljish deformasiyasiga bog'liq bo'ladi va u faqat qattiq jismlarda kuzatiladi.

Ko'ndalang to'lqin tarqalish tezligi quyidagidan iborat:

$$\nu_K = \sqrt{\frac{G}{\rho}}, \quad (2)$$

Bu erda G - siljish moduli. Yung moduli siljish modulidan katta bo'lgani uchun ($E > G$), bo'ylama to'lqin tezligi ko'ndalang to'lqin tezligidan kattadir.

$$\nu_{\delta} > \nu_K$$

Muhitdagi elastik to'lqinlarning istalgan boshqa tartibli muhit zarrachalarini harakatidan sezilarli farqi -to'lqin tarqalishi modda ko'chishi bilan bog'liq bo'lmaganligidandir. Zarrachalar faqat o'zlarining muvozanat holatlari atrofida tebranadilar.

To'lqin jarayonining xarakteristikasi deb muhit zarrachalarining muvozanat holatlaridan siljishiga aytiladi. Siljishning vaqtga va koordinataga bog'liqligi to'lqin tenglamasi deb ataladi.

Misol uchun, to'lqin manbai koordinatasi boshi 0 nuqta bo'lsin va

$$\xi = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (3)$$

qonun bo'yicha garmonik tebranish hosil qilsin. Bu erda A, ω, φ - tebranishning amplitudasi, siklik chastotasi va boshlang'ich fazasidir. U holda OX o'qidagi M nuqtada ξ kattalikning tebranishi ξ_0 tebranishdan faza bo'yicha orqada qoladi.

$$\xi = A \sin[(\omega t - \tau) + \varphi] = A \sin\left(\omega t - \frac{\omega}{v} x + \varphi\right) = A \sin(\omega t - kx + \varphi), \quad (4)$$

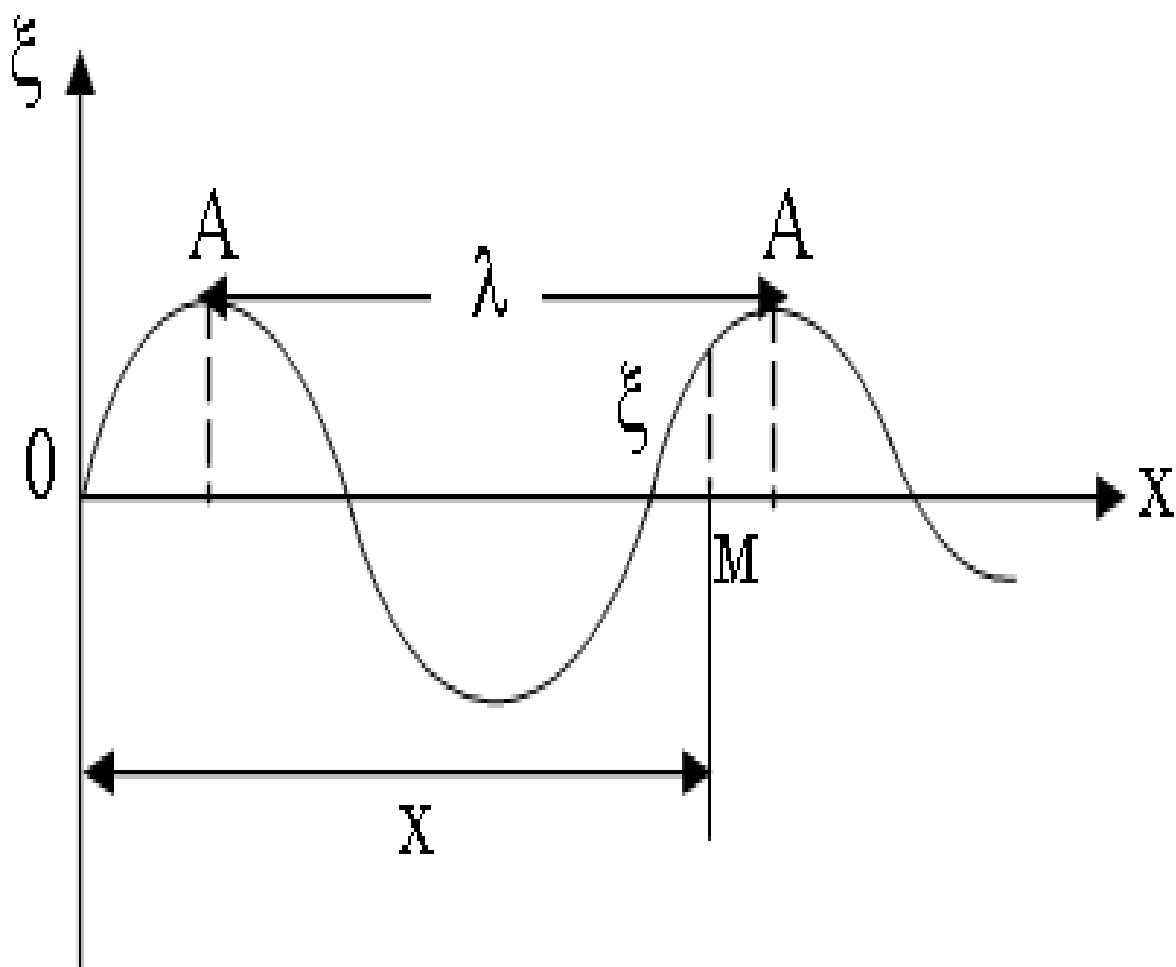
Bu erda $\tau = \frac{X}{v}$ - to'lqinning $OM = X$ masofaga etib kelishi uchun zarur bo'lgan vaqt (1 -

rasm), $k = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi}{T v} = \frac{2\pi}{\lambda}$ - to'lqin soni, $\lambda = vT$ - to'lqin uzunligidir.

To'lqin uzunligi deb T bir davrga teng vaqtda to'lqin frontini ko'chgan masofasiga aytiladi. Nuqta ko'chishining masofaga bog'liq grafigida bir-biriga yaqin ikkita maksimum orasidagi masofa to'lqin uzunligiga tengdir.

To'lqin soni deb 2π masofadagi uzunlik birligida joylashadigan to'lqin uzunliklari soniga aytiladi.[4,6]

4 – tenglama yassi to'lqinning tenglamasini eslatadi. Yassi to'lqinning amplitudasi barcha tebranayotgan nuqtalar amplitudasi bir-xil ekanligini bildiradi, chunki yassi to'lqin tarqalganda, har birlik vaqtda, tebranma harakatga muhitning bir xil hajmi jalb qilinadi.



1 - rasm. Garmonik tebranuvchi to'lqin

Sferik to'lqin tarqalganda, manbadan to'lqin fronti uzoqlashganda, bir xil vaqtda, tebranma harakatga oshib boruvchi miqdorda muhit hajmi jalb qilinadi. Shu sababli vaqt o'tishi bilan amplituda kamayib boradi:

$$\xi = \frac{A_0}{\tau} \sin(\omega t - kr + \varphi) \quad , \quad (5)$$

bu erda A - muhitning r - masofadagi nuqtalarida to'lqin amplitudasidir.

Istalgan to'lqinning funksiyasi to'lqin deb ataluvchi differensial tenglamaning echimidir.

OX yo'nalishda tarqalayotgan yassi to'lqin uchun to'lqin tenglamasini topib ko'ramiz.

ξ dan t va x bo'yicha ikkinchi tartibli xususiy hosilalarni olamiz.

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2} = -\omega^2 A \sin(\omega t - kx + \varphi) = -\omega^2 \xi, \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = -k^2 A \sin(\omega t - kx + \varphi) = -k^2 \xi$$

Ikki tenglamaning o'ng taraflarini taqqoslasak

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}, \quad (7)$$

OX o'qi bo'yicha tarqalayotgan yassi to'lqinning to'lqin tenglamasiga ega bo'lamiz .

Bu erda
$$\frac{k^2}{\omega^2} = \left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{T}{2\pi} \right)^2, \quad \frac{\lambda}{T} = v.$$

Umumiy holda, istalgan yo'nalishlarda tarqaladigan to'lqin uchun, ξ x, y, z kordinatalar va t vaqtga bog'liq bo'ladi

$$\frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial z^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 \xi}{\partial t^2}, \quad (8)$$

Sinusoidal to'lqinlarning tarqalish tezligi fazaviy tezlik deb ataladi. U fazaning belgilangan qiymatiga mos keladigan to'lqin sirtlarining ko'chish tezligini bildiradi

$$\omega t - kx + \varphi = \text{const}$$

bu erdan $x = \frac{\omega}{k} t = \text{const}$

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} = v, \quad (9)$$

Amalda, doimo to'lqinlar guruhiga duch kelamiz, ya'ni real to'lqin, yaqin chastotaga ega bo'lgan ko'p sonli sinusoidal to'lqinlarning ustma-ust tushgan to'lqin paketidan iborat bo'ladi. Bu to'lqin paketining tarqalish tezligi - guruhli tezlik deb ataladi. [6,7,9,]

Umumiy holda u fazaviy tezlik bilan mos tushadi. Fazaviy tezlik guruhli tezlik bilan quyidagicha bog'langan:

$$U = v - \lambda \frac{dv}{d\lambda}, \quad (10)$$

Agarda, har xil uzunlikdagi to'lqinlar bir xil tezlik bilan tarqalgansa

$$\frac{dv}{d\lambda} = 0$$

teng bo'ladi, ya'ni guruhli tezlik fazaviy bilan mos tushadi.

To'lqin jarayoni tebranayotgan bir nuqtadan ikkinchisiga energiyani uzatish bilan bog'liqdir. Agarda dV hajm elementida m massali n ta tebranayotgan zarrachalar bo'lsa, u holda har bir zarrachaning energiyasi

$$\frac{m\omega^2}{2} A^2$$

dan iborat bo'ladi.

Energiyaning hajmiy zichligi, ya'ni birlik hajmdagi zarrachalar energiyasi

$$w = \frac{dE}{dV} = \frac{mn\omega^2 A^2}{2} = \frac{\omega^2 A^2}{2} \rho, \quad (11)$$

bu erda $\rho = m n$ - muhit zichligidir.

Birlik vaqtda to'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik sirt yuzasidan ko'chiriladigan energiya - energiya oqimining zichligi deb ataladi. Uni shunday tasavvur etish mumkin: Kesimi dS ba $d\ell = v dt$ bo'lgan kichik silindr bo'ylab to'lqin v fazaviy tezlik bilan tarqalayotgan bo'lsin. Bu silindr hajmidagi energiya quyidagiga teng bo'ladi. (2 - rasm).

$$dE = w dV = w v dt ds$$

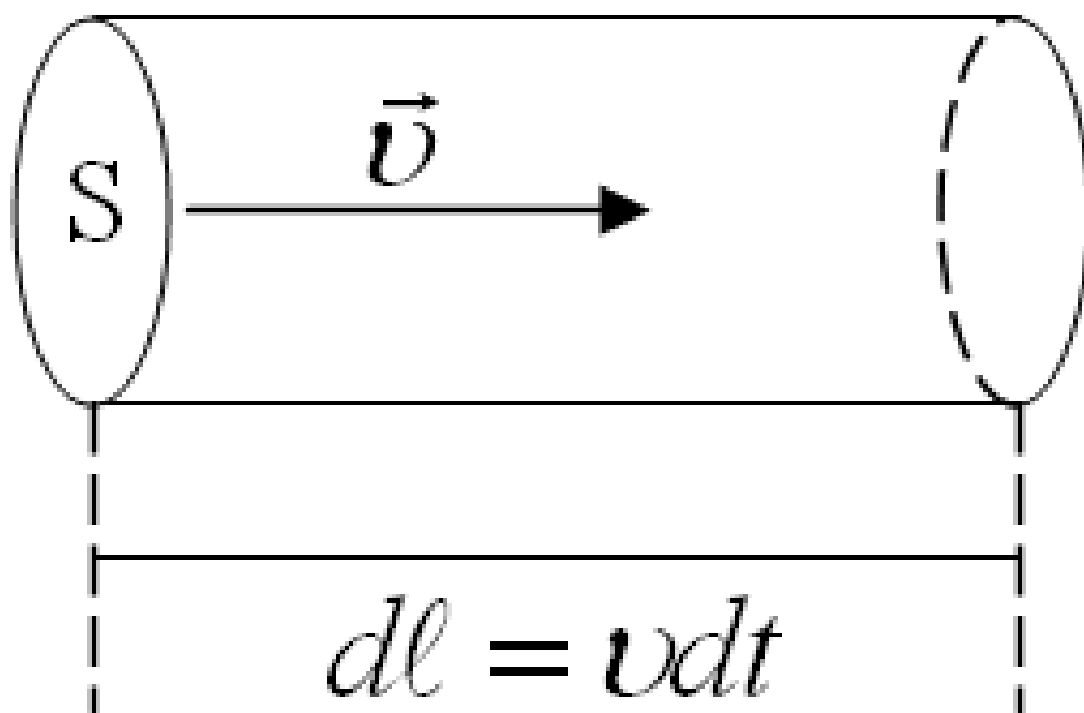
Energiya oqimi zichligi esa

$$j = \frac{dE}{ds \cdot dt} = \frac{w \cdot v \cdot dt \cdot ds}{ds \cdot dt} = w \cdot v = \frac{Sw^2 A^2 v}{2}, \quad (12)$$

ga teng bo'ladi. Buni vektor ko'rinishda shunday ifodalash mumkin

$$\vec{j} = w \vec{v}$$

Energiya ko'chishi bo'yicha yo'nalgan bu vektor energiya oqimi zichligining vektori yoki Umov vektori deb ataladi.



2 - rasm. To'lqin tarqalish yo'nalishiga perpendikulyar bo'lgan birlik yuzadan ko'chiriladigan energiya oqimi

U yoki bu darajada takrorlanuvchanligi bilan ajralib turadigan protsesslarga tebranishlar deb aytiladi. Ana shunday takrorlanuvchanlik xossasiga, masalan, soat mayatnikning tebranishi, kamerton torining yoki oyoqchalarining tebranishi, radiopriyomnik konturidagi kondensator qoplamalari orasidagi kuchlanishning tebranishi va hokozalar egadir. [11,12]

Takrorlanayotgan protsessning fizik tabiatiga qarab tebranishlar: mexanik, elektromagnit, elektromexanik va hokazo tebranishlarga ajraladi. Ushbu bobda mexanik tebranishlar tahlil qilinadi.

Tebranishlar tabiatda va texnikada keng tarqalgan. Ko'pchilik hollarda ular salbiy rol o'ynaydilar. Rel'slarning qo'shilish joyidan o'tayotgand poezdning g'ildiragi beradigan turtkilar ta'sirida ko'priknining tebranishi suzish vintining aylanishi natijasida kema tanasining tebranishi, samolyot qanotlarining vibratsiyasi halokatga olib kelishi mumkin bo'lgan protseslardir. Bunday hollarda vazifa tebranishlarning yuzaga chiqishiga yo'l qo'ymaslikdan yoki har xil tebranishlar xavfli chegaragacha ko'tarilishiga qarshi kurashishdan iborat bo'ladi.

Shu bilan birga tebranma protsesslar texnikaning turli sohaga qarab, tebranishlar erkin (yoki xususiy tebranishlarga, majburiy tebranishlarga, avtotebranishlarga va parametric tebranishlarga bo'linadi.

Bir marta turtki berilgandan yoki muvozanat holatidan chiqarilgandan keyin o'zicha tebranadigan sistemada yuz beradigan tebranishlarga erkin yoki xususiy tebranishlar deb ataladi. Bunga misol qilib ipga osib qo'yilgan sharchaning (mayatnikning) tebranishini olish mumkin. Tebranishlar vujudga kelishi uchun sharchani turtib yuborish yoki uni muvozanat holatidan chetga chiqarib qo'yib yuborish kifoya. [13,14]

Davroy ravishda o'zgaruvchi tashqi kuch ta'siri ostida bo'ladigan tebranishlar majburiy tebranishlar deb yuritiladi. Bunga ustidan odamlar tartibli qadam tashlab o'tayotgan ko'priknining tebranishlari misol bo'la oladi.

Avtotebranishlar vaqtincha majburiy tebranishlardagi kabi tebranuvchi sistemaga tashqi kuchlar ta'sir qiladi, biroq bunday ta'sir ko'rsatilishi zarur bo'lgan vaqt momentlarini tebranuvchi sistemaning o'zi belgilaydi – tashqi ta'sirni sistemaning o'zi boshqaradi. Avtotebranuvchi sistemaga soat misol bo'lishi mumkin. Mayatnik ko'tarib o'yilgan toshning yoki buralgan prujinaning energiyasi hisobiga turtki olib turadi. Bunda bu turtkilar mayatnik o'rta holatdan o'tayotgan momentlardagina beriladi.

Eng sodda tebranish bu garmonik tebranishdir. Garmonik tebranish shunday hodisaki, unda tebranuvchi kattalik (masalan, mayatnikning og'ishi) vaqt bo'yicha sinus yoki kosinus qonuni bo'yicha muhimdir: birinchidan tabiatda va texnikada uchraydigan tebranishlar o'z harakteri bilan garmonik tebranishlarga juda yaqin,

ikkinchidan boshqacha ko`rinishdagi (vaqtga qarab boshqacha o`zgaradigan) davriy tebranishlarning ustma –ust tushgan bir necha garmonik tebranishlar sifatida tasavvur qilish mumkin.[4,6,11]

Garmonik tebranishlar.

Prujinaga osib qo`yiladigan m massali sharchadan iborat sistemani qarab chiqaylik. Muvozanat holatida mg kuch $k l_0$ elastik kuch bilan muvozanatlashadi:

$$mg = k l_0$$

Sharchaning muvozanat holaridan og`ishini  $x$  koordinata bilan harakterlaymiz, bunda  $x$  o`qni pastga vertical yo`naltirib, o`qning nolini sharchaning muvozanat holati bilan ustma –ust tushiramiz.

Agar sharchani muvozanat holatdan x masofaga (x – algebraic kattalik) og`dirsak, u holda prujina  $l_0 + x$  ga uzaygan bo`ladi va natijaviy kuchning x o`qqa proeksiyasi (bu proeksiyani to`g`ridan –to`g`ri f harf bilan belgilaymiz) quyidagi qiymatni oladi:

$$f = mg - k (l_0 + x). \quad (13)$$

(13) muvozanat: shartini hisobga olsak, quyidagini topamiz

$$f = - kx \quad (14)$$

(14) formulada «—» ishora siljish bilan kuch qarama- qarshi yo`nalganligini anglatadi: agar sharcha muvozanat holatidan pastga qarab og`sa ($x>0$), kuch yuqoriga qarab yo`naladi ( $f<0$ ), sharcha yuqoriga qarab og`sa ($x<0$), kuch. pastga qarab yo`naladi ( $f>0$ ). Shunday qilib,  $f$  kuch quyidagicha xossalarga ega ekan: 1) u sharchaning muvozanat holatdan siljishiga proporsional, 2) u doim muvozanat holatga qarab yo`nalgan. [19,20,23]

Bu qarab chiqqan misolimizda (14) kuch aslida o`z tibiati bilan elastik kuchdir. Boshqacha tabiatga ega bo`lgan kuch ham xuddi shunday qonuniyatga bo`ysunishi, ya'ni  $-kx$  ta teng bo`lib qolishi mumkin. Bu yerda k -doimiy musbat kattalik. Odatda bunday ko`rinishdagi kuchlar ularning tabiatidan qat'i nazar kvazielastik kuchlar deb ataladi.

Sistemani x ga siljitish uchun kvazielastik kuchga qarshi quyidagicha ish bajarish kerak:

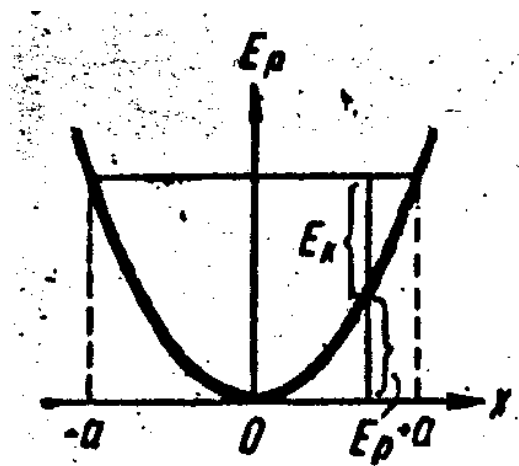
$$A = \int_0^x (-f) dx = \int_0^x kx dx = \frac{kx^2}{2}.$$

Bu ish sistemaning potentsial energiyasi zapasini vujudga keltirishga sarflanadi. Demak, kvazmelastik kuch ta'sir ko'rsatayotgan sistema muvozanat holatda x masofaga siljiganda

$$E_p = \frac{kx^2}{2} \quad (15)$$

potentsial energiyaga ega bo'lar ekan (muvozanat holatdagi potentsial energiyani nolga teng deb olamiz).

(15) ifoda deformatsiyalangan prujining potentsial energiyasi formulasiga o'xshaydi.



3 -rasm

Yana 1-rasmda tasvirlangan sistemaga murojaat qilaylik. Sharchani x ga ga siljitib, so'ngra sistemani o'z holiga qo'yamiz. $f=-kx$ kuch ta'sirida sharcha muvozanat holatga qarab tobora ortib boruvchi $v=x$ tezlik bilan harakatlanadi. Bunda sistemaning potentsial energiyasi kamaya boradi (3-rasm), lekin tobora ortib boruvchi $E_k=mx^2/2$ kinetik energiya maydonga keladi (prujining massasini hisobga olmaymiz). Sharcha muvozanat holatiga qaytgandan keyin ham inertsia bilan harakatini davom ettiradi. Bu harakat sekinlanuvchan bo'lib, kinetik energiya batamom potentsial energiyaga aylangach, ya'ni sharchaning siljishi $-a$ ga teng bo'lgach, to'xtab qoladi. So'ngra sharcha orqaga qarab qaytgan vaqtda xam xuddi shunday protsess sodir bo'ladi. Agar sistemada ishqalanish bo'lmasa, sistemaning

energiyasi saqlanib qoladi va sharcha $x=a$ dan $x=-a$ gacha oraliqda cheksiz uzoq vaqt harakatlanadi.

Sharcha uchun Nyuton ikkinchi qonunining tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$m\ddot{x} = -kx.$$

Bu tenglamani quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0. \quad (16)$$

x oldidagi koeffitsient musbat. Shuning uchun uni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m}, \quad (17)$$

bu yerda ω_0 — haqiqiy son.

(16) ga (17) dagi belgini qo'yib quyidagini hosil qilamiz,

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0. \quad (18)$$

Shunday qilib, (14) ko'rinishdagi kuch ta'siridagi sharchaning harakati ikkinchi darajali chiziqli bir jinsli differentsial tenglama bilan ifodalanar ekan.

(14) tenglamaning umumiy yyechimi quyidagi ko'rinishga ega ekanligiga osongina ishonch hosil qilish mumkin:

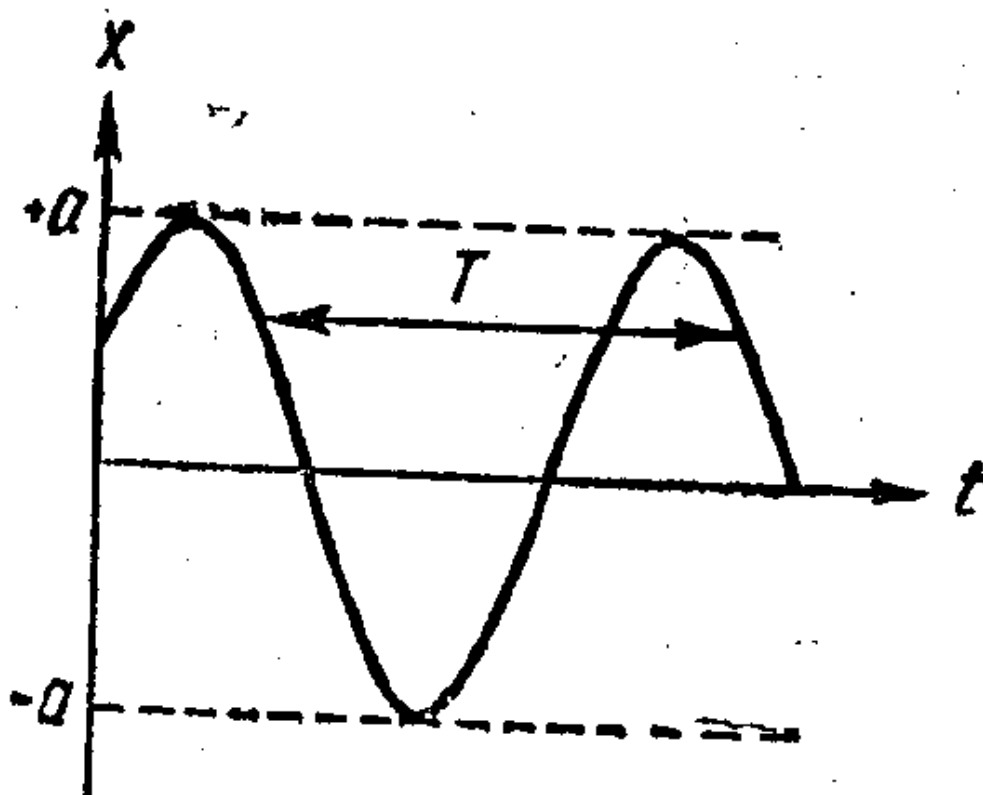
$$x = a \cos(\omega_0 t + \alpha), \quad (19)$$

bu yerda a va α — ixtiyoriy kattaliklar.

Shunday qilib, x siljish vaqtga qarab kosinus qonuni bilan o'zgarar ekan. Demak, $f-kx$ ko'rinishdagi kuchning ta'siri ostida turgan sistemaning harakati garmonik tebranishdan iborat ekan.

Garmonik tebranishning grafigi, ya'ni (19) ning grafigi 4-rasmda tasvirlangan. Gorizontaal o'q bo'ylab (vaqt, vertikal o'q bo'ylab siljish x qo'yilgan. Kosinus - 1 dan +1 gacha chegarada o'zgarganligidan x ning qiymatlari - a dan + a gacha chegarada yotadi. [24,27]

Sistemaning muvozanat holatidan eng katta og'ishi tebranish



4 -rasm.

amplitudasi deyiladi. Amplituda a o'zgarmas musbat kattalikdir. Uning qiymati dastlabki og'ishning yoki sistemani muvozanat holatidan chiqargan turtkning kattalikligiga bog'liq. Kosinus ishorasi ostidagi $(\omega_0 t + a)$ kattalik tebranish fazasi deyiladi. O'zgarmas kattalik a vaqtning 1–0 momentidagi fazaning qiymatidan iborat bo'lib, tebranishning boshlang'ich fazasi deyiladi. Vaqt hisob boshining o'zgarishi bilan aql o'zgaradi. Demak, boshlang'ich fazaning qiymati vaqt hisob boshiga bog'liq ekan. x ning qiymati fazaga 2π sonning qo'shilishiga yoki ayrilishiga bog'liq bo'lmaganligi uchun hamma vaqt ham boshlang'ich fazani u moduli bo'yicha n dan kichik bo'ladigan qilib tanlab olish mumkin. Shu sababdan odatda a ning $-n$ bilan $+n$ orasida yotgan qiymatlarigina tekshiriladi. [15,24]

Kosinus davri 2π ga teng bo'lgan davriy funksiya bo'lganligidan garmonik tebranayotgan sistemaning turli holatlari shunday T vaqt oraligi ichida takrorlanib turadiki, bu vaqt davomida tebranish fazasi 2π ga teng orttirma oladi (4-rasm). Bu vaqt oraligi T tebranishlar davri deb ataladi.

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0}. \quad (20)$$

Vaqt birligi ichidagi tebrantllar soni ν tebranish chastotasi deyiladi. Aftidan, ν chastota tebranishning davom etish vaqti T bilan quyidagicha bogʻlangan:

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (21)$$

Chastota birligi deb davri 1 sek ga teng boʻlgan tebranishning chastotasi qabul qilingan. Bu birlik gerts (gts) deb ataladi. 10^3 gts ga teng chastota kilogerts (kgts) deb, 10^6 gts esa — megagerts (Mgts) deb ataladi.

(20) dan

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}. \quad (22)$$

Shunday qilib, ω_0 2π sekund ichidagi tebranishlar sonidan iborat ekan. ω_0 kattalikni aylanaviy yoki siklik chastota deyiladi. U odatdagi chastota ν bilan quyidagicha bogʻlangan:

$$\omega_0 = 2\pi\nu. \quad (23)$$

(19) ni vaqt boʻyicha differentsiallab, tezlik ifodasini topamiz:

$$v = \dot{x} = -a\omega_0 \sin(\omega_0 t + \alpha) = a\omega_0 \cos\left(\omega_0 t + \alpha + \frac{\pi}{2}\right). \quad (24)$$

(24) dan koʻrinib turibdiki, tezlik ham garmonik qonun boʻyicha oʻzgarar ekan. Tezlikning amplitudasi esa $a\omega_0$ ga teng (19) bilan (24) ni solishtirsak, tezlik siljishdan faza boʻyicha $n/2$ ga ilgari yurishini koʻramiz.[9,10]

GARMONIK TEBRANISH ENERGIYASI

Kvazielastik kuch konservativ kuchdir. Shuning uchun garmonik tebranishning toʻla energiyasi doimiy qolishi kerak. Biz yuqorida tebranish protsessida kinetik energiya potentsial energiyaga va aksincha, potentsial energiya esa kinetik energiyaga aylanib turishini, shu bilan birga sistema muvozanat holatdan eng koʻp. Ogʻgan paytda toʻla energiya E oʻzining maksimal $E_{p\max}$ qiymatiga erishgan faqat potentsial energiyadan iborat boʻlishini aniqlagan edik:

$$E = E_{p\max} = \frac{ka^2}{2}, \quad (25)$$

sistema muvozanat holatidan oʻtayotgan paytda esa toʻla energiya batamom shu momentda oʻzining maksimal $E_{k\max}$ qiymatiga erishgan energiyadan iborat boʻladi:

$$E = E_{kmax} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{ma^2\omega_0^2}{2} \quad (26)$$

(yuqorida tezlik amplitudasi $a\omega_0$ ga teng ekanligi ko'rsatilgai edi). (25) va (26) ifodalar bir- biriga teng ekanligini osongina ko'rish mumkin, chunko (17) ga binoan $m\omega_0^2 = k$.

Garmonik tebranishning kinetik E_k va potentsial E_p energiyalari vaqt bo'yicha qanday o'zgarishini qarab chiqaylik. Kinetik energiya

$$E_k = \frac{m\dot{x}^2}{2} = \frac{ma^2\omega_0^2}{2} \sin^2(\omega_0 t + \alpha). \quad (27)$$

Elektr maydon manbai cheksiz chuzilgan utkazgichning biror O nuqtasida E elektr maydonni xosil kilsin. Shuni kuzatish mumkinki elektr maydon utkazgich buylab tarkaladi. Bu proress kanday amalga oshishini kuraylik . Elektr maydonni uzutish usullaridan biri utkazuvchanlik tokini yuzaga keltirishdir. Bunda elektronlar utkazgichlar buyicha xarakati davomida elektr zaryadni va u bilan birga elektr maydonni kuchiradi. Elektr maydonni kuchirishning yana bir usuli Maksvell tomonidan kashf etilgan bulib, u elektromagnit to'liqlarining tarkalishidan iborat. Bu xodisani karab chikaylik. Vaktning berilgan momentida elektr maydon $\vec{E}$ orta borsin borsin. Maksvell nazariyasiga kura, uzgaruvchi elektr maydon – magnit maydonini xosil kiladi. Bu maydonning kattaligi va yunalishi

$$\vec{J} = \frac{dD}{dt} = \varepsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt} \quad (28)$$

tok zichligiga mos keladi. E – maydon orta borsa

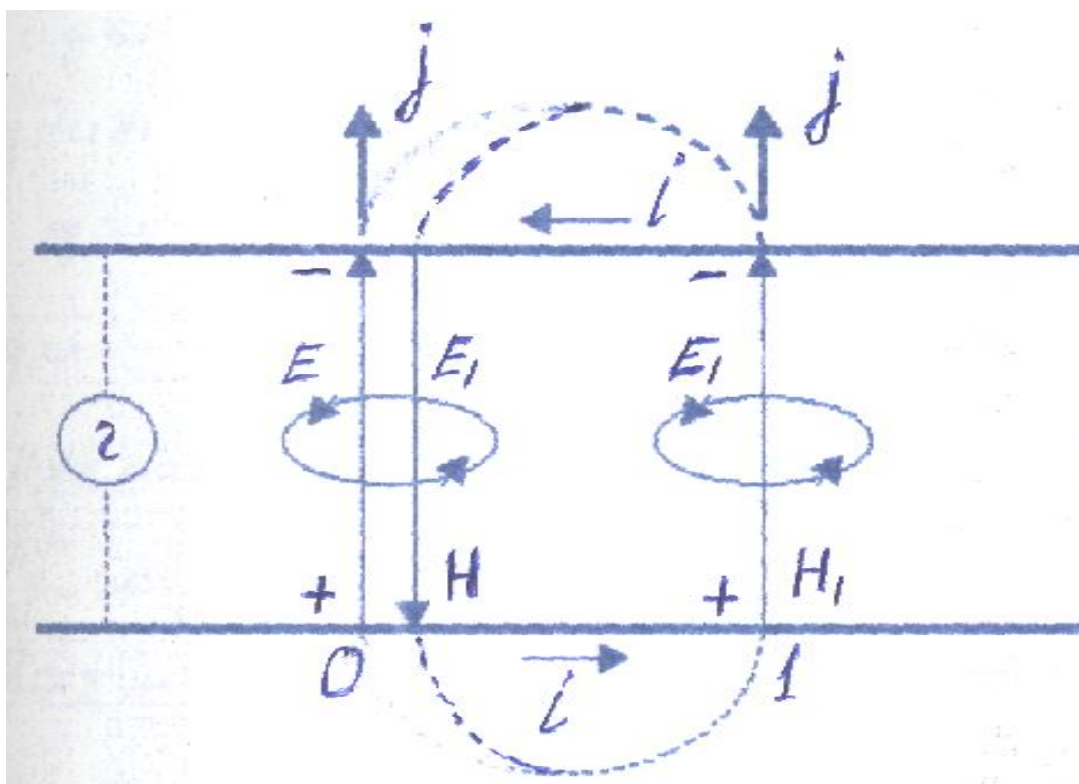
$$\frac{dE}{dt} > 0$$

buladi va $\vec{J}$ siljish tokining yunalishi $\vec{E}$ ning yunalishi bilan ustma-ust tushadi. $\vec{H}$ - magnit maydon yunalishi ung parma qoidasidan topiladi.

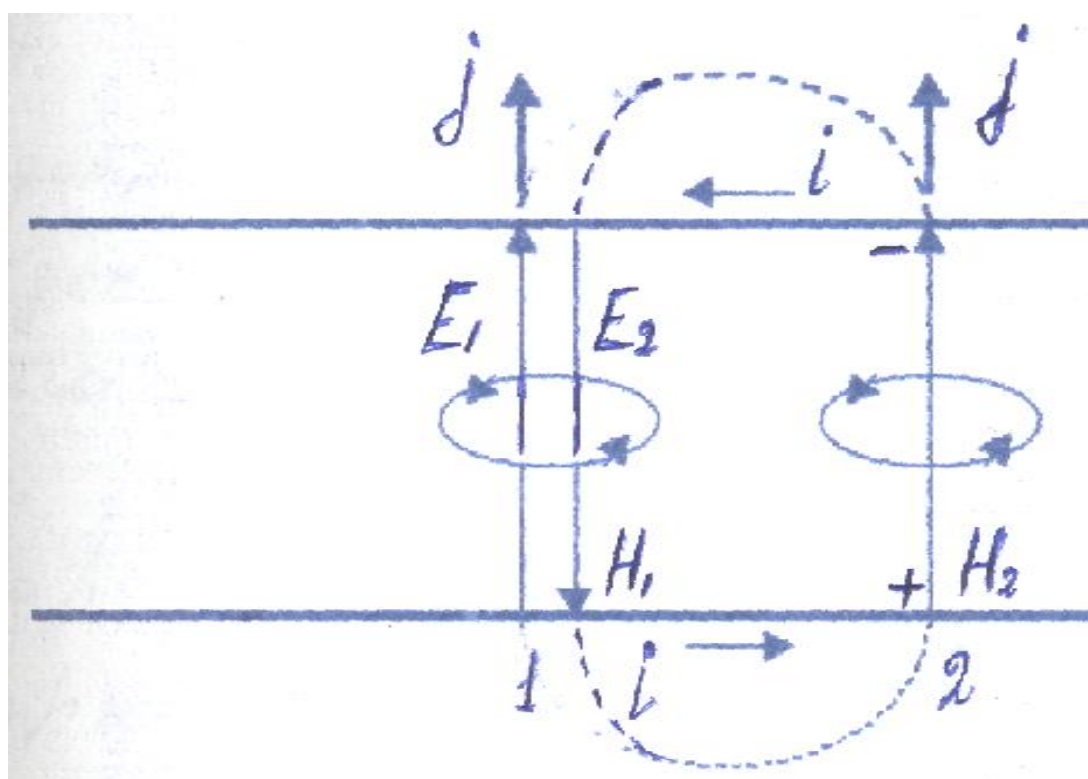
Bundan tashqari o'zgaruvchan magnit maydoni uyurmaviy toklarni yuzaga keltiradi. Bu esa vaqtning so'ngi momentlarida $\vec{E}$ - element maydonini xosil qiladi.

Bu maydon ham ortib boruvchi A maydon ta'sirida berk o'tkazgichda yuzaga kelgan indukiya toki singari yo'naladi. (5 - rasm)

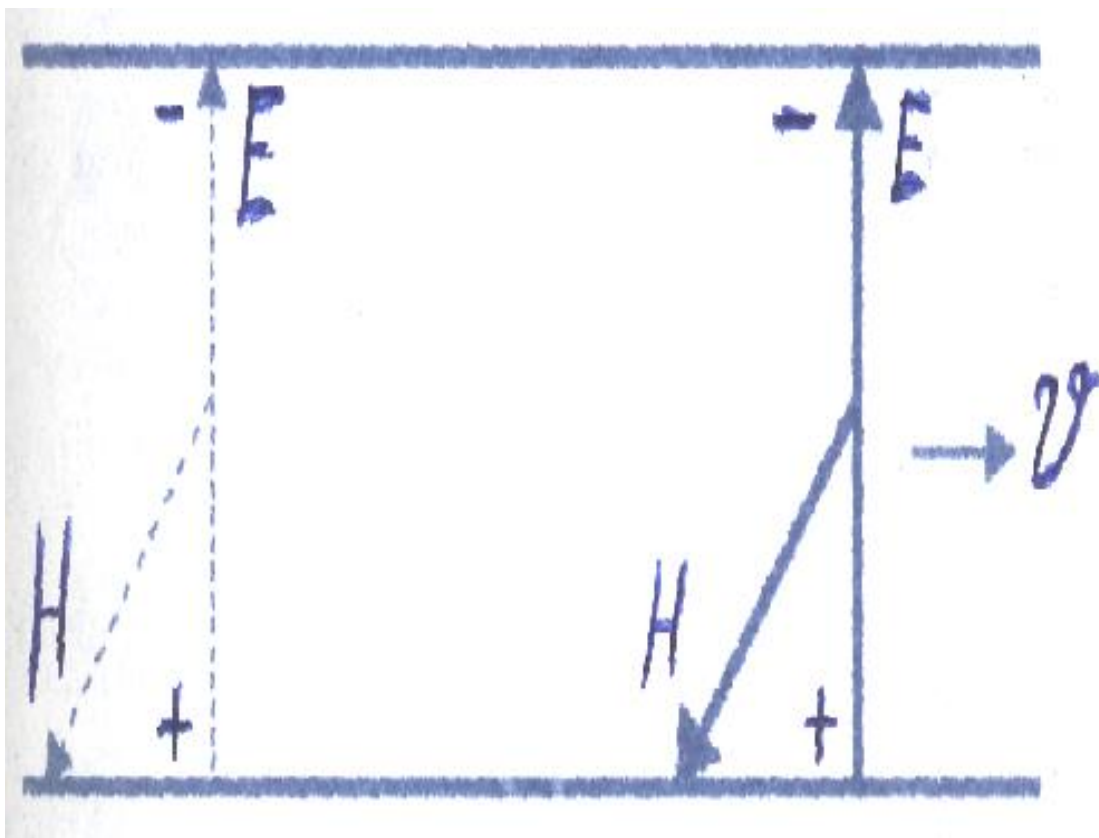
Ortib boruvchi YE elektr maydon siljish maydonning vujudga kelishiga sabab bo'ladi. bu xolatni 5 - rasmda kuzatish mumkin.[28,30,31]



5 – rasm



6-rasm



7 - rasm

$\vec{E}_1$ maydon O nuqtada $\vec{E}$ maydonga qarama- qarshi yo'nalgan va demak u $\vec{E}$ maydonni yo'qotadi. $\vec{H}_1$ maydon esa $\vec{H}$ maydonni yo'qotadi.

Shuning uchun dastlabki $\vec{E}$ maydon va u xosil qilgan $\vec{H}$ maydon yo'qoladi, biroq endi liniyaning 1 qo'shni nuqtasida $\vec{E}_1$ va $\vec{H}_1$ maydon paydo bo'ladi. (6- rasm).

Vaqtning keyingi momentlarida xam xuddi shunga o'xshash proses davom etadi. Ortib boruvchi $\vec{H}_1$ maydon $\vec{H}_2$ uyurmaviy elektr maydonni vujudga keltiradi, bu maydon o'z navbatida ortib $\vec{H}_2$ magnit maydonning yuzaga kelishiga sabab bo'ladi. $\vec{E}_2$ va $\vec{H}_1$ maydonlar 1 nuqtadagi $\vec{E}_2$ va $\vec{H}_1$ maydonlarni yo'qotadi va daslabki qo'zg'algan joydan uzoqroq joylashgan qo'shni 2 nuqtada maydonlar o'zaro bir-biriga aylanib bir-birini kuchaytirib o'tkazgich bo'ylab (7- rasm) tarqaladi.

Shuni e'tiborga olish kerakki 0, 1, 2 nuqtalar bir-biriga cheksiz yaqin joylashgan . Shuning uchun $\vec{E}$ va $\vec{H}$, $\vec{E}_2$ va $\vec{H}_1$ maydonlarni bir nuqtada joylashgan deb qarash mumkin bo'ladi . U holda $\vec{E}$ maksimum bo'lgan hol uchun $\vec{H}$ ham maksimum bo'ladi. $\vec{E}$ minimum ham uchun $\vec{H}$ ham minimum bo'ladi. 1-chizmadan ko'rinadiki, $\vec{E}$ va $\vec{H}$ maydonlarning yo'nalishlari perpendikulyar va tarqalish tezligi $\vec{v}$ ga ham perpendikulyardir.

$$\vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{v} \quad (29)$$

(29) ifoda parma qoidasi bo'yicha bog'langan. $\vec{U}$ ning yo'nalishi o'ng parmaning ilgarilanma harakati yo'nalishi bilan mos kelsa, uning dastasining yo'nalishi $\vec{E}_2$ va $\vec{H}_1$ ga tomon yo'nalishi bilan mos tushadi. Bundan tashqari olingan o'tkazgichning 0- holatidan chap tomonga ham xuddi shunday prosess davom etadi. Demak elektromagnit maydon ikkala yo'nalish bo'yicha ham harakatlanadi.

Yuqoridagi ko'rilgan hollardan kelib chiqqan holda maydonni o'tkazishning ikkita prosessi mavjudligini ko'rdik.

1) o'tkazuvchanlik toklari yordamida va shuningdek ,
o'zgaruvchan elektr maydon, ya'ni siljish toklari yordamida o'tkaziladi.

Agar maydolarining o'zgarish tezligi kichik bo'lsa (kichik chastotada) u holda siljish toklarini hisobga olmasa ham bo'ladi. Asosiy rolni o'tkazuvchanlik toklari o'ynaydi. Bu holda prosess o'tkazgichning qarshiligiga va materialga juda bog'liq. Agar maydonlar juda tez o'zgarsa, u holda siljish toklari asosiy rol o'ynaydi. Bu holda elektr hodisalar elektromagnit to'lqinlar bilan ifodalanadi. [11,13,16]

1.2. To'lqinlar qo'shilishi. Turg'un to'lqinlar.

Elektr maydonni o'zgarishi o'tkazgichning 0 nuqtasidagi garmonik qonunga asosan o'zgaradi.

$$E = E_0 \sin \omega t \quad (30)$$

Elektromagnit maydon o'tgazgich bo'ylab tarqaladi. Shuningdek 0 nuqtadan X masofadan xam biror nuqtada garmonik tebranishlari vujudga keltiradi. Bu tebranishni quyidagicha ifodalaymiz.

$$E = E_0 \sin \omega(t - \frac{X}{v}) \quad (31)$$

Mos ravishda 0 nuqtadagi magnit maydonning tebranishi

$$H = H_0 \sin \omega t \quad (32')$$

$$H = H_0 \sin \omega(t - \frac{X}{v}) \quad (33')$$

bo'ladi (3) va (3') ifodalar to'lqin tenglamasi deb ataladi va bu o'zgarish X o'q bo'yicha musbat yo'nalish uchun o'rindir.

Agar to'lqin qarama - qarshi yo'nalsa, ya'ni X o'q bo'yicha manfiy, to'lqin tenglamasi quyidagicha bo'ladi.

$$\vec{A} = \vec{A}_0 \sin \omega(t + \frac{\tilde{O}}{v}) \quad H = H_0 \sin \omega(t + \frac{X}{v}) \quad (34)$$

Tarqalayotgan elektromagnit to'lqinda elektr va magnit maydonlar bir fazada bo'ladi.

Tebranishlar 2π ga farq qiladigan ikki nuqta orasidagi masofa elektromagnit to'lqinning uzunligi λ deyiladi. Elektromagnit to'lqinning uzunligi bir tebranish davri T orasida to'lqinning tarqalishi masofasiga teng. Elektromagnit to'lqinlarning tarqalishi tezligi v desak u xolda

$$\lambda = v \cdot T \quad (35)$$

(5) dan foydalansak $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ekanligidan to'lqin tenglamalarini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vec{A} = \vec{A}_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{\tilde{O}}{\lambda} \right) = E_0 \sin(\omega t \mp kx) \quad (36)$$

bu erda $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ to'lqin soni

$$H = H_0 \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{\tilde{O}}{\lambda} \right) = H_0 \sin(\omega t \mp kx) \quad (37')$$

(37) formula magnit maydon uchun o'rindir.

Elektromagnit to'lqin xarakati davomida $\vec{E}_0$ va $\vec{H}_0$ amplitudalar kamayib boradi. Yozilgan ifodalar esa o'tkazgichning qarshiligi O ga teng xol uchun olingan.

Agar so'nish unchalik katta bo'lmagan qism olinsa, bu ifodalarni real o'tkazgich uchun qullash mumkin.

Elektromagnit to'lqinlar amalda chegarasiz deb qarash mumkin bo'lgan uchun o'tkazgichlarda xosil bo'ladi. Ko'p xollarda esa qisqa o'tkazgichlarda, ya'ni bu uzunlikda kam sonli to'lqin uzunligi joylashgan o'tkazgichlar bilan ishlashga to'g'ri keladi. Bu xollarda o'tkazgich uchidan elektromagnit to'lqinlarini qaytish xodisasi katta rol o'ynaydi.

Qaytgan to'lqinlar oldingi to'lqinlar bilan yanada murakkabroq elektromagnit tebranishlarni vujudga keltiradi. Bunday tebranishlarni xosil qilgan elektromagnit to'lqinlar - turg'un elektromagnit to'lqinlar deb yuritiladi.

Turg'un elektromagnit to'lqinlarni asosiy xususiyatlarini ko'ramiz.

O'tkazgich bo'ylab X - koordinata o'qini kiritamiz. O nuqtada o'tkazgichda birlamchi to'lqinning elektr maydoni tebranishlari quyidagicha bo'lsin.

$$\vec{A}_1 = \vec{A}_0 \sin \omega t \quad (38)$$

u xolda o'tkazgichning X nuqtasidagi tebranishlar

$$\vec{A} = \vec{A}_0 \sin(\omega t - kx) \quad (39)$$

Agar to'lqin qaytadi deb xisoblansa, bu to'lqinning X nuqtadagi tebranishlari

$$\vec{A} = \vec{A}_0 \sin(\omega t + kx - \varphi) \quad (40)$$

φ - burchakning ma'nosi shundan iboratki, agar (35) ifodada $X = O$ deb olinsa, u xolda (38) ifoda bilan solishtirib, φ - burchakning O nuqtadagi qaytgan to'lqin maydoni tebranishlarining faza jixatidan birlamchi to'lqinlarning xuddi shu nuqtadagi tebranishlarga nisbatan orqada qolishi, ya'ni kechikishi ekanligini ko'rish mumkin. Buni ikki sababi bor.

1. O nuqtada to'lqin qaytib kelishi uchun, u o'tkazgichni to'lik ikki marta bosib o'tishi lozim

bo'ladi. Buni oqibatida faza jixatidan $\frac{2\pi}{\lambda}$ ga orqada qoladi.

2. To'lqin qaytishida xam tebranishlar fazasining o'zgarishi mumkinligini xisobga olgan xolga (35) ifodada φ - burchak kiritilgan. Uning qiymati qanday bo'lishi xozirgi xolda axamiyatsizdir.

Natijaviy maydon to'lqinlari qo'shilishi natijasida quyidagicha bo'ladi.

$$E = E_1 + E_2 = E_0 [\sin(\omega t + kx) + \sin(\omega t + kx - \varphi)] \quad (41)$$

sinuslar yig'indisini qo'llab va $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$ ekanligidan

$$E = 2E_0 \cos(kx - \frac{\varphi}{2}) \sin\left(\omega t - \frac{\varphi}{2}\right) \quad (42)$$

(9) ifoda o'tgazgich maydonning ω birlamchi to'lqin chastotasi va $-\frac{\varphi}{2}$ boshlang'ich faza bilan garmonik tebranishlari sodir bo'lishini ko'rsatadi.

Biroq bu tebranishlar amplitudasi

$$E_A = 2E_0 \cos(kx - \frac{\varphi}{2}) \quad (43)$$

ya'ni x - koordinataga bog'liq bo'lar ekan, shuning uchun o'tkazgichning turli nuqtalari turlicha bo'lar ekan. Ma'lum bir nuqtalarda E_A maksimumga erishadi. Bu nuqtalar elektr maydon do'ngliklari deyiladi. Ularning X_n - koordinatalari quyidagi shartlardan aniqlanadi.

$$kx_n - \frac{\varphi}{2} = 0, \pi, 2\pi, \dots, n\pi$$

ikkita dunglik orasidagi Δx masofa uchun shunday ifodaga ega bo'lamiz.

$$k\Delta x = \pi \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \text{ekanligidan}$$

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2} \quad (44)$$

bo'ladi.

Elektr maydonning tugunlari deb ataladigan nuqtalardan E_A amplituda 0 ga aylanadi. Tugunlarning X_y koordinatalarini quyidagi shartlardan topish mumkin.

$$kx_y - \frac{\varphi}{2} = \frac{\pi}{2}; \frac{3\pi}{2} \dots (2n+1) \frac{\pi}{2}$$

Ko'rinadiki ikki qo'shni tugunlar bir-biridan $\Delta x = \frac{\pi}{k} = \frac{\lambda}{2}$ masofada bo'ladi.

Demak dungliklar va tugunlar orasidagi masofa bir xil $\frac{\lambda}{2}$ bo'ladi.

Agar shunga asoslanib berilgan o'tkazgichda elektromagnit turg'un to'lqin elektromaydon tebranishlari bevosita chizma kurinishida tasvirlanadigan bo'lsa, u xolda turg'un to'lqinlarda elektr maydon tebranishlari quyidagicha aks etadi. (8- rasm).

Rasmda ko'rinadiki elektr maydonning tugunlari E_a amplitudasi nolga aylanadi va aksincha do'ngliklarga maksimumga erishadi.

8-rasmda turg'un elektromagnit to'lqinlarining maydon tebranishlari xarakterini tushuntiruvchi X - o'q bo'yicha siljishlar, vertikal o'q bo'yicha esa maydon tebranishlarining E_a amplitudalari joylashgan.

Ikki qo'shni tugun orasidagi barcha nuqtalarda (0-1), (1-2), (2-3) tebranishlar birday boshlang'ich faza bilan sodir bo'ladi. Shuning uchun E barcha nuqtalarda bir vaqtda maksimumga erishadi va bir vaqtda O ga aylanadi. Lekin xar bir tugundan o'tishda

$\cos(kx - \frac{\varphi}{2})$ o'z ishorasini o'zgartiradi. Bu esa tebranishlar fazasini π ga o'zgarishiga muvofiq bo'ladi.

Tarqaluvchi to'lqinlarda elektr va magnit maydonlarning tebranishlari bir fazada bo'ladi.

Turg'un elektromagnit to'lqinda bu xolat kuzatilmaydi E va H tebranishlar o'rtasida fazalar farqi mavjud bo'ladi. Elektr va magnit maydon do'ngliklari bir-biri bilan ustma –ust tushmaydi.

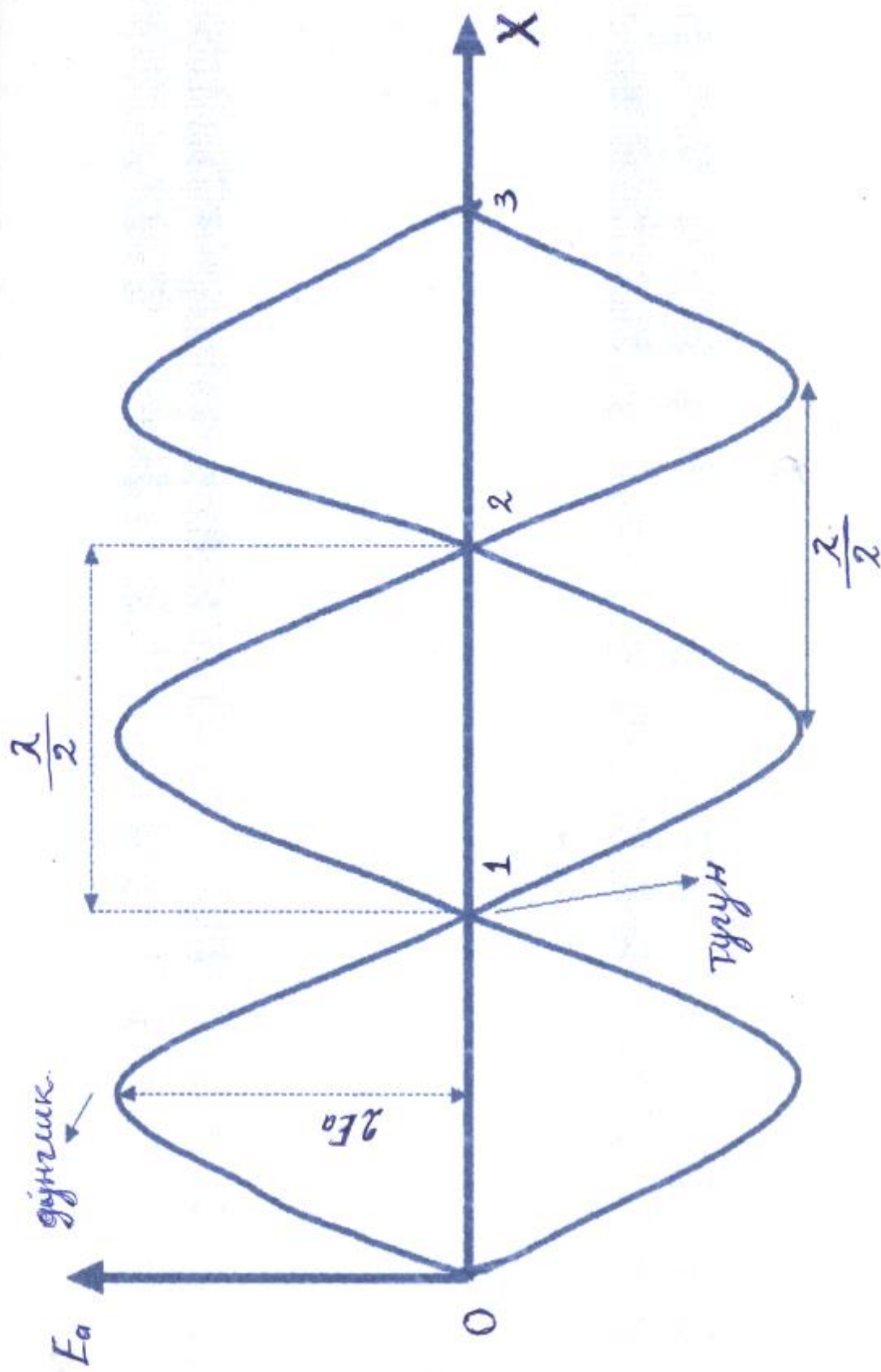
Bu farqning sababi elektromagnit to'lqinning liniya uchidan qaytishida tebranishlar fazasining o'zgarishidir. Bu o'zgarishning Maksvell teglamalari asoslab beradi.

Shuningdek qaysi E yoki H maydonning o'zgarishini xam aniqlash imkoni beradi. E va H maydon vektor yo'nalishlari tarqalishi tezligi bilan o'ng parma qoidasi bo'yicha bog'lanadi. (5-rasm).

Agar elektr va magnit vektorlarining to'lqinni qaytishigacha (5- rasm) va qaytishidan keyingi o'zaro xolatlarini (6- rasm va 7- rasm) ko'rsatadigan bo'lsak, u xolda vektor diagrammalari quyidagicha ko'rinishda chizmada ifodalanadi. Bu xolda 8 - rasmdagidek to'lqin qaytishida E maydon yoki H vektorini yo'nalishi ishorasi o'zgarishi lozim, bu esa tebranishlar fazosining π ga o'zgarishini bildiradi. (5 - va 7 rasmlar).

Demak agar elektr maydon fazasi o'zgarsa, magnit maydon fazasi o'zgarmay qoladi va aksincha agar magnit maydon tebranishlari fazasi o'zgarsa elektr maydon tebranishlari fazasi o'zgarmaydi.

O'tkazgichning uchi uzuq xolatda o'tkazgich uchida zaryadlarning eng katta tebranishlari vujudga keladi. Bu erda elektr maydonning (kuchlanish) do'ngliklari joylashgan bo'ladi. Ya'ni qaytgan to'lqindagi elektr maydon xuddi tushuvchi to'lqindagi elektr maydon singari yo'naladi. U fazasini o'zgartirmaydi. O'tkazgich dielektrik bilan chegaralangan deb xisoblansa tokning o'tkazgich oxirida amplitudasi O ga teng bo'ladi. [24,29]



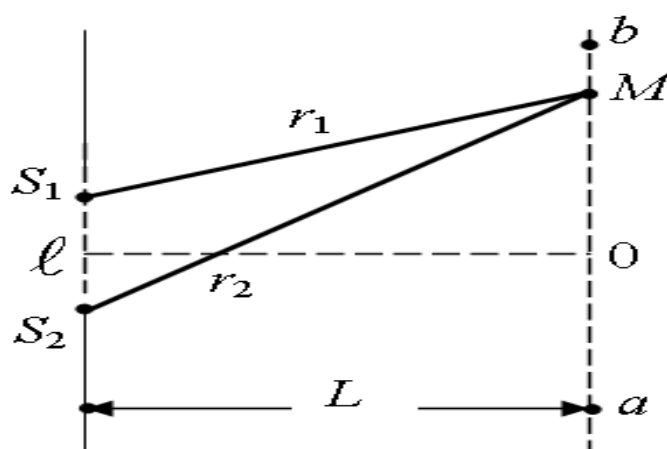
8-rasm. Turg'un to'lqinida elektr maydon tebranishlari.

Bu natijada tok tuguni, shuningdek magnit maydon tuguni xam bo'ladi. Demak qaytgan to'lqinda magnit maydon tushuvchi to'lqinning maydoniga teskari yo'nalgan, ya'ni o'z fazasini π ga o'zgartiradi.

Agar o'tkazgich uchlari tutashgan bo'lsa u xolda buning teskarisi bo'ladi. Demak turg'un elektromagnit to'lqini elektr maydon (kuchlanish) tugunlari magnit maydon (tok) do'ngliklari bilan ustma- ust tushadi va aksincha. [11,15,17].

Agarda, muhitda bir vaqtda bir nechta to'lqinlar tarqalayotgan bo'lsa, u holda muhit zarrachalarining natijaviy tebranishi har bir to'lqinning alohida tarqalishiga bog'liq zarrachalar tebranishlarining geometrik yig'indisidan iborat bo'ladi. Shu sababli, to'lqinlar bir-birini qo'zg'atmay, oddiygina bir-birining ustiga tushadi.

Tajribalardan olingan bu tasdiq to'lqinlarning superpozisiya prinsipi deb ataladi. Zarrachalarning natijaviy harakati tashkil etuvchi tebranishlarning chastota, amplituda va fazalariga bog'liqdir. Bir xil yo'nalishga ega bo'lgan manba'dan chiqayotgan ikkita to'lqinning qo'shilishi alohida qiziqish tug'diradi. Masalan, bu to'lqinlar S_1 va S_2 nuqtaviy manbalardan qo'zg'atilgan bo'lib ularning chastotalari ω_1 va ω_2 boshlang'ich fazalari bir xil va nolga teng bo'lsin (9 - rasm).



9 - rasm. Ikkita nuqtaviy manbadan bir xil yo'nalishda tarqalayotgan to'lqinlarning qo'shilishi

Ixtiyoriy M nuqtada hosil bo'lgan tebranishlar quyidagi tenglamalarni qanoatlantiradilar:

$$\left. \begin{aligned} \xi_1 &= A_1 \sin \left(\omega_1 t - \frac{2\pi}{\lambda_1} r_1 \right) \\ \xi_2 &= A_2 \sin \left(\omega_2 t - \frac{2\pi}{\lambda_2} r_2 \right) \end{aligned} \right\}, \quad (45)$$

Tebranishlar bir xil yo'nalishda sodir bo'lganligi uchun M nuqtada natijaviy tebranish amplitudasi

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos(\varphi_1 - \varphi_2)} , \quad (46)$$

ga teng bo'ladi va u tebranishlar fazalari farqi qiymatiga bog'liq bo'ladi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \left(\omega_1 t - \frac{2\pi}{\lambda_1} r_1 \right) - \left(\omega_2 t - \frac{2\pi}{\lambda_2} r_2 \right)$$

Agarda tebranishlar chastotasi bir-biriga teng bo'lmasa

$$\omega \neq \omega_2 ,$$

u holda fazalar farqi vaqt o'tishi bilan o'zgarib boradi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (\omega_1 - \omega_2)t - 2\pi \left(\frac{r_1}{\lambda_1} - \frac{r_2}{\lambda_2} \right)$$

Bunday to'lqinlar kogerent bo'lmagan to'lqinlar deb ataladi, chunki vaqt o'tishi bilan natijaviy tebranish amplitudasi ham o'zgarib boradi. Kogerent bo'lmagan to'lqinlar bir - birining ustiga tushganda natijaviy to'lqin amplitudasi kvadratining o'rtacha qiymati qo'shiladigan to'lqinlar amplitudalarining kvadratlari yig'indisiga teng bo'ladi.

$$\langle A^2 \rangle = A_1^2 + A_2^2$$

Bu holda fazalar farqining o'rtacha qiymati nolga teng bo'lishi kerak:

$$\langle \omega(\varphi_1 - \varphi_2) \rangle = 0$$

Yuqoridagi qonuniyatlar shunday xulosaga olib keladi: har bir nuqtadagi natijaviy tebranish energiyasi barcha nokogerent to'lqinlar energiyalarining yig'indisiga tengdir.

Agarda manbalar to'lqinlarining chastotalari teng bo'lsa,

$$\omega_1 = \omega_2 ,$$

u holda, fazalar farqi, vaqtga bog'liq bo'lmagan, o'zgarmas kattalik bo'ladi

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda}(r_1 - r_2)$$

Tebranishlari o'zgarmas fazalar farqiga ega bo'lgan to'lqinlar kogerent to'lqinlar deb ataladi.

Kogerent to'lqinlar uchun, qo'shiladigan tebranishlar fazalar farqi faqat

$$\Delta = r_1 - r_2$$

kattalikka bog'liq bo'ladi va bu yo'lning geometrik farqi deb ataladi. (46) - ifodadan kogerent to'lqinlar uchun

$$\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = 1$$

bo'lgan nuqtalarda amplituda maksimal qiymatga erishadi:

$$A_{\max} = A_1 + A_2$$

$\cos(\varphi_1 - \varphi_2)$ qiymati quyidagi hollarda birga teng bo'ladi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = 2m\pi ,$$

bu erda $m = 0, 1, 2, \dots$, hamma nuqtalar uchun, yo'l farqi kattaligi to'lqin uzunligining butun sonlariga teng bo'lganda bajariladi.

$$\Delta = m\lambda , \quad (47)$$

Bu shart, to'lqinlar qo'shilishida tebranishlar kuchayishi sharti deb ataladi.

Kogerent to'lqinlar uchun,

$$\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = -1$$

bo'lgan nuqtalarda tebranish amplitudasi minimal qiymatga ega bo'ladi:

$$A_{\min} = A_1 - A_2$$

$\cos(\varphi_1 - \varphi_2) = -1$ shart quyidagi hollarda bajariladi:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta = (2m+1)\pi \quad \text{yoki} \quad \Delta = (2m+1)\frac{\lambda}{2} , \quad (48)$$

Bu tenglik tebranishlarning susayish sharti deb ataladi.

Agarda, qo'shiladigan tebranishlar amplitudalari bir-biriga teng bo'lsa

$$A_1 = A_2,$$

u holda to'lqinlar kuchayadigan nuqtalarda

$$A = 2A_1$$

ga teng bo'ladi, to'lqinlar susayadigan nuqtalarda

$$A = 0$$

ga teng bo'ladi.

Shunday qilib, kogerent to'lqinlarning bir-birining ustiga tushishi fazaning ayrim nuqtalarida muhit zarrachalari tebranishlarining turg'un kuchayishiga va boshqa nuqtalarida tebranishning susayishiga olib keladi. Bu hodisa tebranishlarning interferensiyasi deb ataladi.

(47) - va (48) tengliklardagi m kattalik interferensiya maksimumi yoki minimumining tartibi deb ataladi.

9 - rasmdagi S1, S2 manbalar chizig'iga parallel bo'lgan va undan L masofada joylashgan to'g'ri chiziqda nol tartibli markaziy maksimum, S1 va S2 manbalardan barobar masofada bo'lgan 0 nuqtada kuzatiladi.

Agarda manbalar orasidagi masofa

$$\ell \ll L$$

bo'lsa, < *ab* > chiziqda, 0 nuqtadan < y > masofada joylashgan M nuqta uchun yo'l farqi

$$\Delta = \frac{ly}{L} \quad (49)$$

ga teng bo'ladi.

m va m + 1 tartibli maksimumlar quyidagi masofalarda kuzatiladi:

$$Y_m = \frac{m\lambda L}{l}, \quad Y_{m+1} = \frac{(m+1)\lambda L}{l}, \quad (50)$$

Qo'shni maksimumlar yoki minimumlar orasidagi masofa interferensiya yo'llari kengligi deb ataladi. (50) -ifodadan interferensiya yo'llari kengligi quyidagiga tengdir:

$$\Delta y = Y_{m+1} - Y_m = \frac{h}{l} \lambda, \quad (51)$$

To'lqinlar interferensiyasida energiyalar yig'indisi murakkab ko'rinishga ega.

To'lqinlar interferensiyasi muhitning qo'shni sohalari orasida tebranishlar energiyasining qayta taqsimlanishiga olib keladi. Ammo energiyaning umumiy miqdori o'zgarmay qoladi.

Bir xil amplitudali ikkita qarama-qarshi yo'nalgan to'lqinlarni qo'shilishida juda muhim bo'lgan interferensiya xodisasi kuzatiladi. Natijada paydo bo'lgan tebranma jarayon turg'un

to'lqin deb ataladi. Amalda turg'un to'lqinlar to'lqinlarni to'siqlardan qaytishida hosil bo'ladi. x - o'qi bo'ylab, qarama - qarshi yo'nalishlarda tarqalayotgan, amplituda va chastotalari bir xil bo'lgan ikkita yassi to'lqinning tenglamasini yozamiz.

$$\left. \begin{aligned} \xi_1 &= A \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x\right) \\ \xi_2 &= A \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{\lambda} x\right) \end{aligned} \right\}, \quad (52)$$

Bu ikki tenglamani qo'shsak, natijaviy to'lqin tenglamasini keltirib chiqaramiz:

$$\xi = \xi_1 + \xi_2 = 2A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x \cdot \sin \omega t, \quad (53)$$

Bu tenglamadan, turg'un to'lqinning har bir nuqtasida uchrashayotgan, to'lqinlar chastotasiga teng chastotali tebranishlar kuzatilishi ko'rinib turibdi va uning amplitudasi x ga quyidagicha bog'liq bo'ladi:

$$A_{mvp} = 2A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x$$

Koordinatalari quyidagi shartlarni:

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = 2m\pi \quad (m = 0, 1, 2, \dots), \quad (54)$$

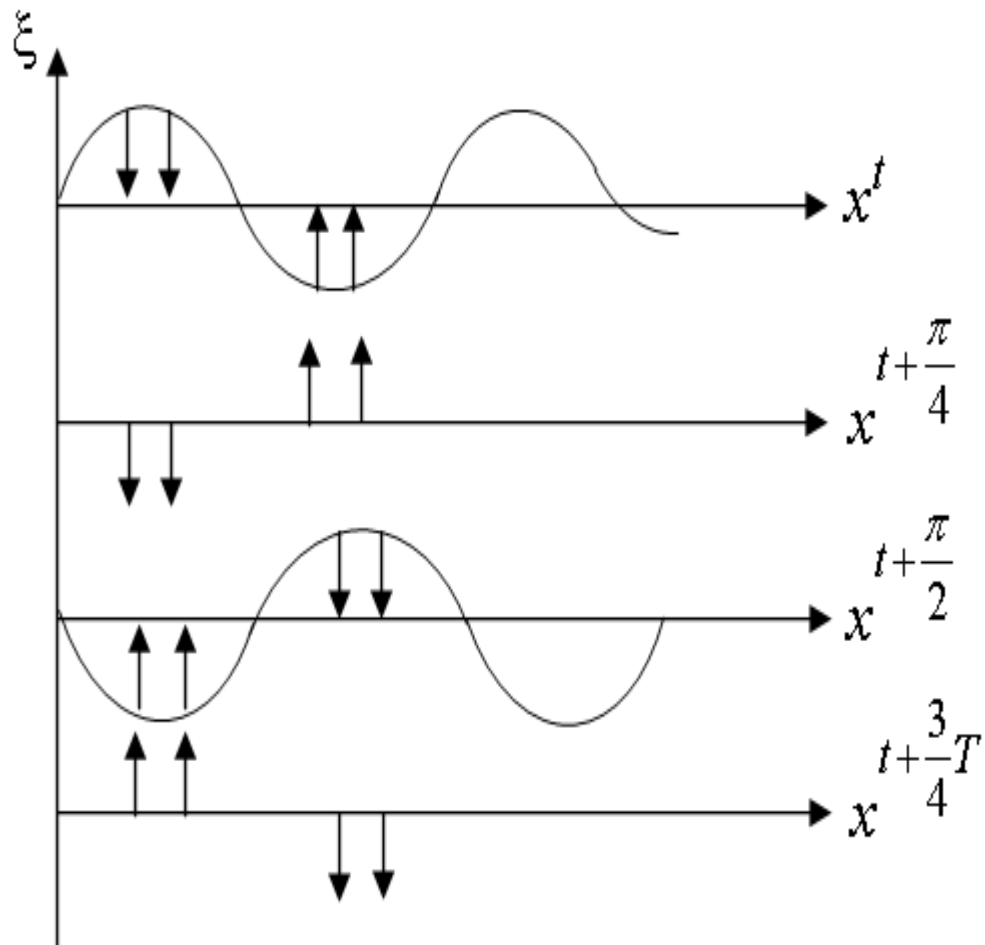
qanoatlantiradigan nuqtalarda amplituda o'zining $2A$ maksimal qiymatiga erishadi. Bu nuqtalar turg'un to'lqinning do'ngliklari deb ataladi. Koordinatalari

$$\frac{2\pi}{\lambda} x = \pm(2m+1)\frac{\pi}{2}, \quad (55)$$

shartni qanoatlantiradigan nuqtalarda to'lqin amplitudasi nolga aylanadi va bu nuqtalar turg'un to'lqinning tugunlari deb ataladi. Qo'shni tugunlar yoki do'ngliklar orasidagi masofa turg'un to'lqinning uzunligi deb ataladi va u (54) - va (55) - ifodadan, yuguruvchi to'lqin uzunligining yarmiga teng bo'ladi.

$$\lambda_{toz} = \frac{\lambda}{2}$$

$2A \cos \frac{2\pi}{\lambda} x$ – ko'paytma, nol qiymatni kesib o'tganda o'zining ishorasini o'zgartiradi, shu sababli, tugunning har xil tomonlaridagi tebranishlar fazasi π ga farq qiladi, ya'ni ikki tomondagi zarrachalar qarama - qarshi fazalarda tebranadilar. [12,18,24]



10 - rasm. Turg'un to'lqinlar

10 - rasmda muhit zarrachalarining 1/4 davrga teng vaqt momentlaridagi holatlari keltirilgan.

Ko'rsatkichlar bilan zarrachalar tezligi ko'rsatilgan. Yugurayotgan to'lqindan farqli ravishda turg'un to'lqinda energiya uzatilishi kuzatilmaydi. Energiya davriy ravishda, muhitni elastik deformasiyalab, kinetik energiyadan potensial energiyaga va teskariga o'tib turadi. Qaytish nuqtalarida, tushayotgan va qaytayotgan to'lqinlar tebranishi bir xil fazada sodir bo'ladi, shuning uchun bu tebranishlar qo'shilganda amplitudalar kuchayadi.

II-BOB. TO'LQINLARNING AYLANAVIY O'TKAZGICHLARDA

TARQALISHI

2.1. Aylanaviy elektr liniyasida to'liqlar.

Eng oddiy aylanaviy tizimni xosil qilish uchun asosini koaksial tashkil qiladigan kabellardan foydalanish mumkin va u aniq qayishqoqlikka ega.

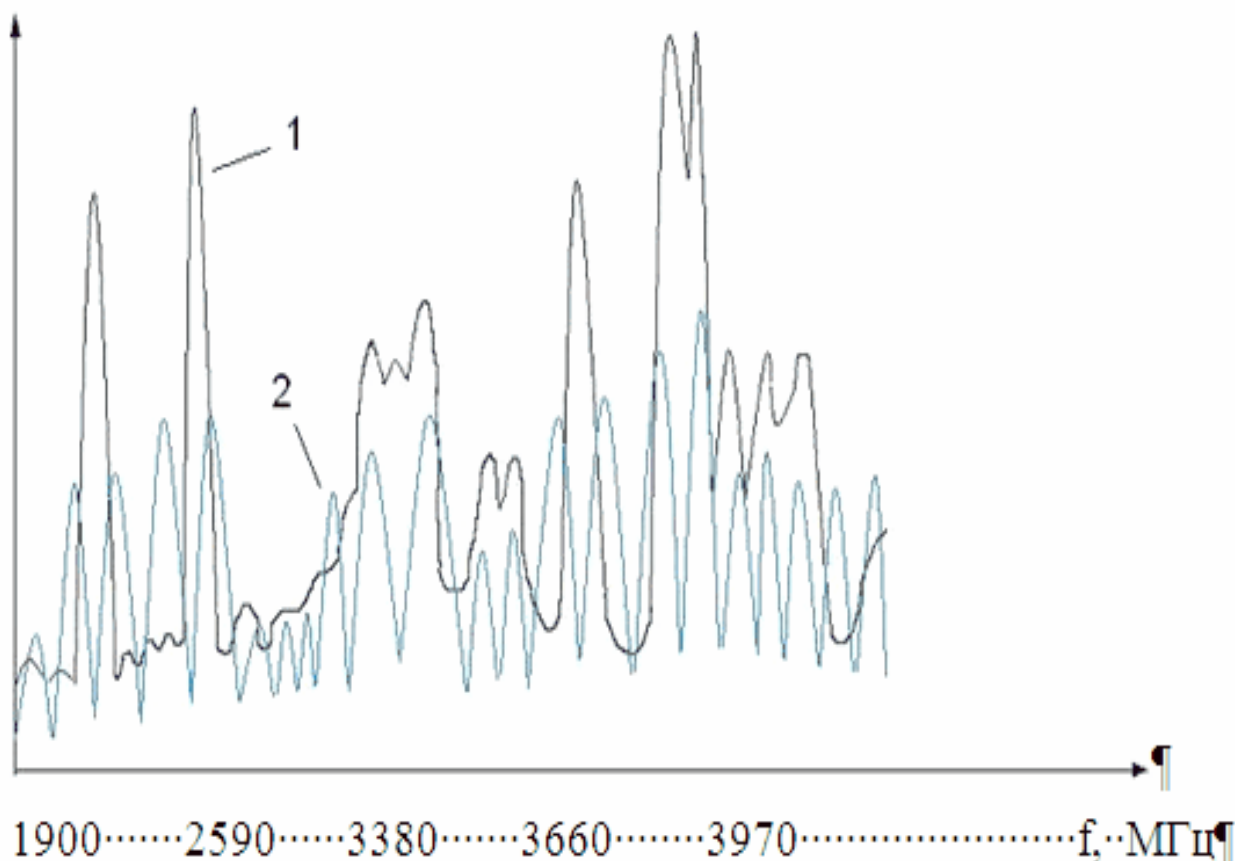
1) Aylanaviy traktida O'YuCh to'liq GKCh generatori yordamida xosil qilinadi. To'liq uzaytirgich chiqishi yo'nalgan tarmoq kirishiga ulangan. Shuningdek, ba'zi yuguruvchi to'liqlardan qutulish uchun, vintel o'rnatiladi. Detektorlangan signal indikator kirishiga keladi va susayib unda qayd etiladi. To'liq jarayoni xarakteri o'lchanayotgan liniya yordamida boshqarilib turiladi.

2) Shundan so'ng eksperiment takrorlanadi, faqat bu xolda vintel qatnashmaydi. Indikator ko'rsatgichi olinadi va susaytirgichdagi xam.

3) Keyingi ulashda yo'naltiruvchi tarmoq o'rniga T troynik va vintel qo'shiladi.

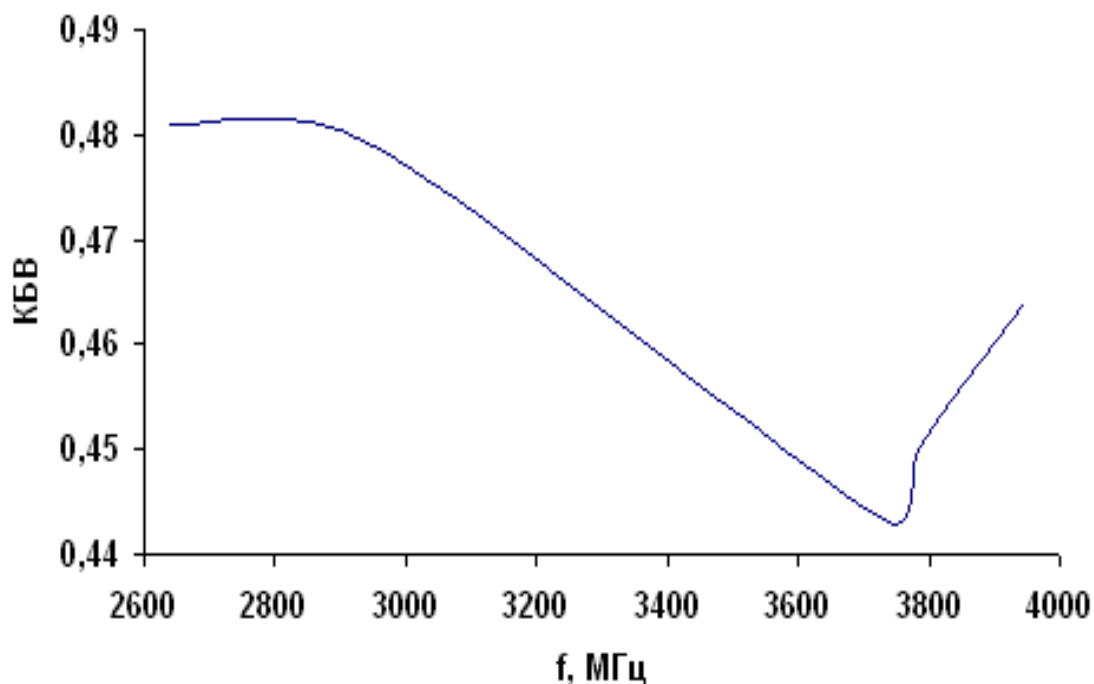
Bu xolda yuguruvchi to'liq rejimida amplitudaning davriy o'sishi kuzatiladi va funksiyani chastotasi sifatida qaraladi. Tizimda qisqa tutashuv vaqtida turg'un to'liq rejimi xosil bo'ladi. Bu rejim odatda aylanaviy liniyada bir-biriga qarama-qarshi to'liqlar tarqalishini xarakterlaydi (aylanaviy rezonans). [29,31,33]

Agar turg'un to'liq tizimidagi davriy chastota rezonansi bilan taqqolasak ikki marta katta davrga ega ekanligini ko'rish mumkin. 11 - rasm.



11 - rasm

Yuguruvchi to'lqin koeffisienti qiymatlari uchun koaksial liniyada quyidagi grafik ko'rinish hosil bo'ladi. 12- rasm.



12- rasm.

Bu bog'lanishdan (YuTK) etarlicha kichik va chastotaga bog'liq kichik intervallarda nisbatan o'zgaradi. Bu xolatni sababi mavjud dielektrik xolatni yo'qolishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

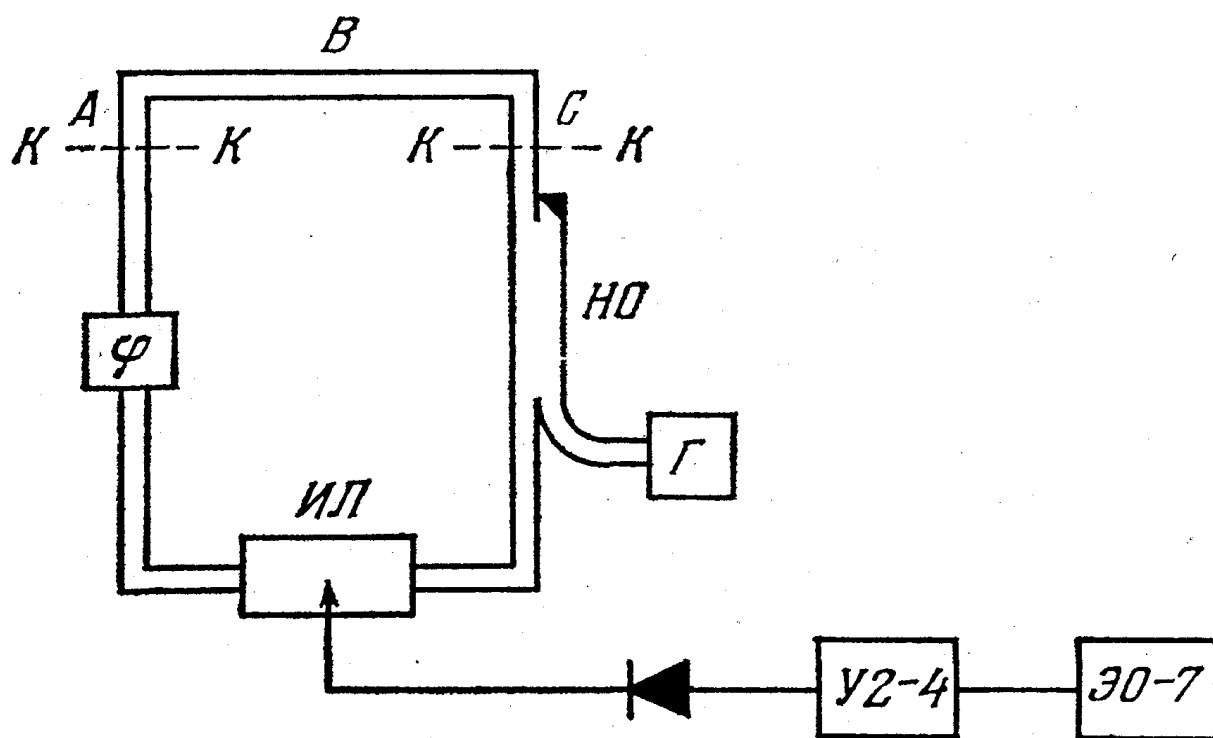
Aylanali tizimda o'lchash ishlarida qo'yidagi eksperimental qurilma tavsiflab o'taylik. To'lqin o'tkazgich to'g'i burchakli to'lqin o'tkazgich kesimidan to'ldirilgan bo'lib, aylana tarkibiga ikkita yo'nalgan tarmoq qo'shilgan, ya'ni aylanadagi nurlanish chiqishi uchun va detektor quvvatini bir qismini tarmoqlaydi. Bu chastota bog'lanishning xarakterli jixati u rezonans xarakterga egaligidir. Bu xolat shunday rezonans xarakter bilan aniqlanadiki, bunda to'lqin o'tkazgichdagi bir jinslilik bo'lmasligi tufayli qaytarilish kuzatilishidir. Ma'lumki, bir jinslilik bo'lmagan xolda, to'lqin o'tkazgichda qaytga to'lqinlar bir biridan $\frac{1}{4}$ to'lqin uzunligida joylashadi va teskari yo'nalishda, teskari fazada bo'ladi.

To'lqin o'tkazgich aylanada yuguruvchi to'lqin rejimni o'tkazamiz Bu sistema uchun rezonans chastotasi 6,5 GGers olinadi.

13-rasmda 3- santimetrli tulkin tashuvchi tizimni kesimlaridan biri keltirilgan. Bu tizim turli forma kurinishlarda bulishi mumkin. (NO) Yunaltirilgan tarmok orkali (G) generatorga ulangan.

3- santimetrli volnovod kesimlaridan biri volnovod konturi turli formada bo'lishi mumkin. Umumiy xolda IM (NO) yo'nalishli tarmoq generatoriga qo'shiladi. 3 santimetrli o'lchanuvchi elektr liniyasi (UEL) va dielektrik faza aylantirgich (DF) past chastotali amplituda

bo'yicha modulyasiyalangan 3 santimetrli elektromagnit to'lqin konturga (G) generator orqali kiradi. Dielektrik faza aylantirgich kontur uzunligini o'zgartiradi. [20,22,26]



13-rasm.

Zonddagi didektor konturning shu nuqtasida o'lchash liniyasida to'lqin amplitudasini registrasiya qiladi. Zonddan dedektirlangan signal past chastotali kuchaytirgich orqali ossilografga kiradi.

Keng diapazonda yuguruvchi to'lqin rejimni xosil qilish uchun sistemada o'zgarishlar qilish kerak). Burchakli buruvchi elementlar, silliq o'tuvchi elementlarga almashtiriladi. Bundan tashqari ishchi chastotani oshirish uchun to'lqin o'tkazgichlarning kesimi kichiklashtirildi.

Sistemaning asosiy elementlari:

- 1) chastota xosil qiluvchi generator (GKCh)
- 2) indikator,
- 3) ikkita yo'naltiruvchi tarmoq,
- 4) detektorli seksiya,
- 5) to'lqin o'tkazgichli aylana.

Generator SVCh uchun manba vazifasini bajaradi.

Generator 531 o'z ichiga boshqaruv blokini va SVCh blokni oladi. 6-8,3 KGers

Almashuvchi SVCh blok, boshqaruv blokiga joylashtirilib, oxirgi elektr razyom orqali qo'shiladi.

SVChni asosiy bloki bo'lib, SVCh generatori xisoblanadi, u o'ziga generator boshini, kuchlanish stabilizatorini va ventelni oladi. Generator boshi -5.6 dan 12.05 GGs gacha generasialaydigan **gana** diodidan iborat.

2.2. Qaytarish koefisientini o'lchash usuli.

Qisqa yopiq to'lqin o'tkazgichli traktlarni parametrlarini urganishda eng aktual urganilishi kerak bo'lgan kattaliklardan biri bu qaytarish koefisientini aniqlash vazifasidir. Bu ulchashning asosiy xususiyatlaridan biri shuki, bu jarayonda keng dinamik diapozondan foydalaniladi. Bu esa ma'lum bir qiyinchiliklarni yuzaga keltirishi mumkin.

Ushbu diplom ishida qaytarish koefisientini ulchash ishlarini yuguruvchi to'lqinlarda aylanaviy rezanatorni qo'llash jarayonida nazariy va eksperimental nuqtai-nazardan asoslab berildi.

Keng diapozonda bunday rezanatorli generator orqali qo'zg'atilgan to'lqin chastotada navbati bilan maydon amplitudalarining maksimum va minimumlari kuzatiladi. Buni qo'zg'atuvchi chastotalar funksiyasi sifatida qarash mumkin. [23,24]

Maydon amplitudalarini berilgan nuqtadagi qiymatlari liniyaning xususiy so'nish kattaliklari orqali aniqlanadi. Maydon amplitudasini maksimumga erishishi to'lqin interferensiyasi natijasi sifatida qaraladi.

$$E = \sum_{n=0}^{\infty} E_0 \lambda^{-n(\alpha + j\varphi)}$$

Maydon amplitudasi maksimum bo'lishi uchun $\varphi = 2k\pi$. Maydon amplitudasi minimum bo'lishi uchun esa $\varphi = (2k+1)\pi/2$, shartlar o'rinli bo'lishi kerak. U holda

$$E_{\text{макс}} = E_0(1 - e^{-\delta})^{-1}$$

$$E_{\text{мин}} = E_0(1 + e^{-\delta})^{-1}$$

Agar sistemaga qisqa yopiq trak kiritilsa, u holda uni to'rg'un to'lqin rejimida o'rnatilgan qisqa yopiq trakti kesimi ko'rinishida qabul qilish mumkin bo'ladi. Unda maydon amplitudasining maksimum va minimumlarini qaytarish koefisientini hisobga olgan holda yuguruvchi to'lqin rejimi sifatida qarash mumkindir.

$$E_{\text{макс}} = E_0(1 - \Gamma e^{-\delta})^{-1},$$

$$E_{\text{мин}} = E_0(1 + \Gamma e^{-\delta})^{-1}.$$

Tenglamalardan liniyaning xususiy so'nish parametrlarini chiqaramiz. Bundan qaytarish koefitsienti modulini G ni aniqlash mumkin.

$$e^{-\alpha} = \frac{\left(\frac{U^{(b)}_{\max}}{U^{(b)}_{\min}} - 1 \right)}{\left(\frac{U^{(b)}_{\max}}{U^{(b)}_{\min}} + 1 \right)} \quad \Gamma = \sqrt{\frac{\left(\frac{U^{(b)}_{\max}}{U^{(b)}_{\min}} + 1 \right) \left(\frac{U^{(c)}_{\max}}{U^{(c)}_{\min}} - 1 \right)}{\left(\frac{U^{(b)}_{\max}}{U^{(b)}_{\min}} - 1 \right) \left(\frac{U^{(c)}_{\max}}{U^{(c)}_{\min}} + 1 \right)}}$$

2.3. Apparat funksiyani tekshirish.

O'rganilayotgan qurilmada o'lchashlar amalga oshirish natijasida, yuguruvchi to'lqin rejimida o'lchash qurilmasining (tebranuvchi chastota generatori va KSVN va susayish indikatori) appaat funksiyasini tekshirish va bog'liqlikni aniqlash imkoni tug'ildi. Apparat funksiya bu aniq bir qurilmada turli parametrlarni o'lchash va uning o'zgarishini ifodalaydigan qonun hisoblanadi, masalan, sistemaning tashqi ta'sirlarga bog'liqligi aniqlash.

Eksperimentni amalga oshirishda, qurilmada va to'lqino'tkazgich traktining bir elkasiga polarizasion turdagi attenyuator kiritilgan. U O'YuCh signalini susaytirgich vazifasini utaydi. O'lchashlar ikki chastotada amalga oshirilgan: 8,355 Gs va 7,848 Gs. Qurilmada $b_{\min}$ (A) minimumlar va $b_{\max}$ (A) maksimumlar qiymatlari qayd qilingan, bunda 0dB dan 10dB gacha o'zgartirish kiritilgan. O'lchash natijalari 1 va 2 jadvallarda keltirilgan. Bu natijalarga asosan [0;1] va [0;10] oraliqlarda A_t nisbiy kattalikning attenyuar A (dB) ga bog'liqligi grafiklari chizilgan. [27,28]

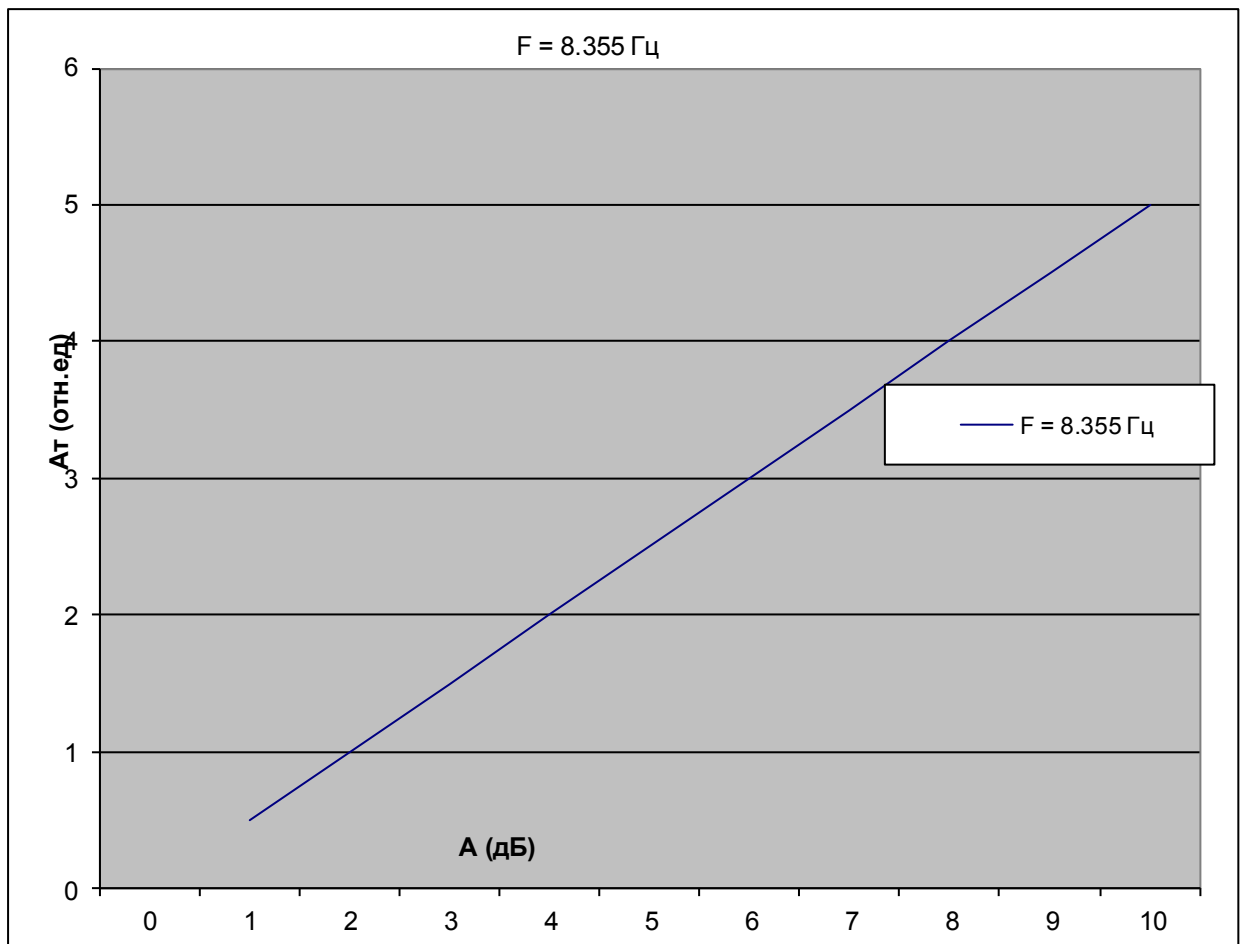
F1 = 8.355 Gs

1-jadval.

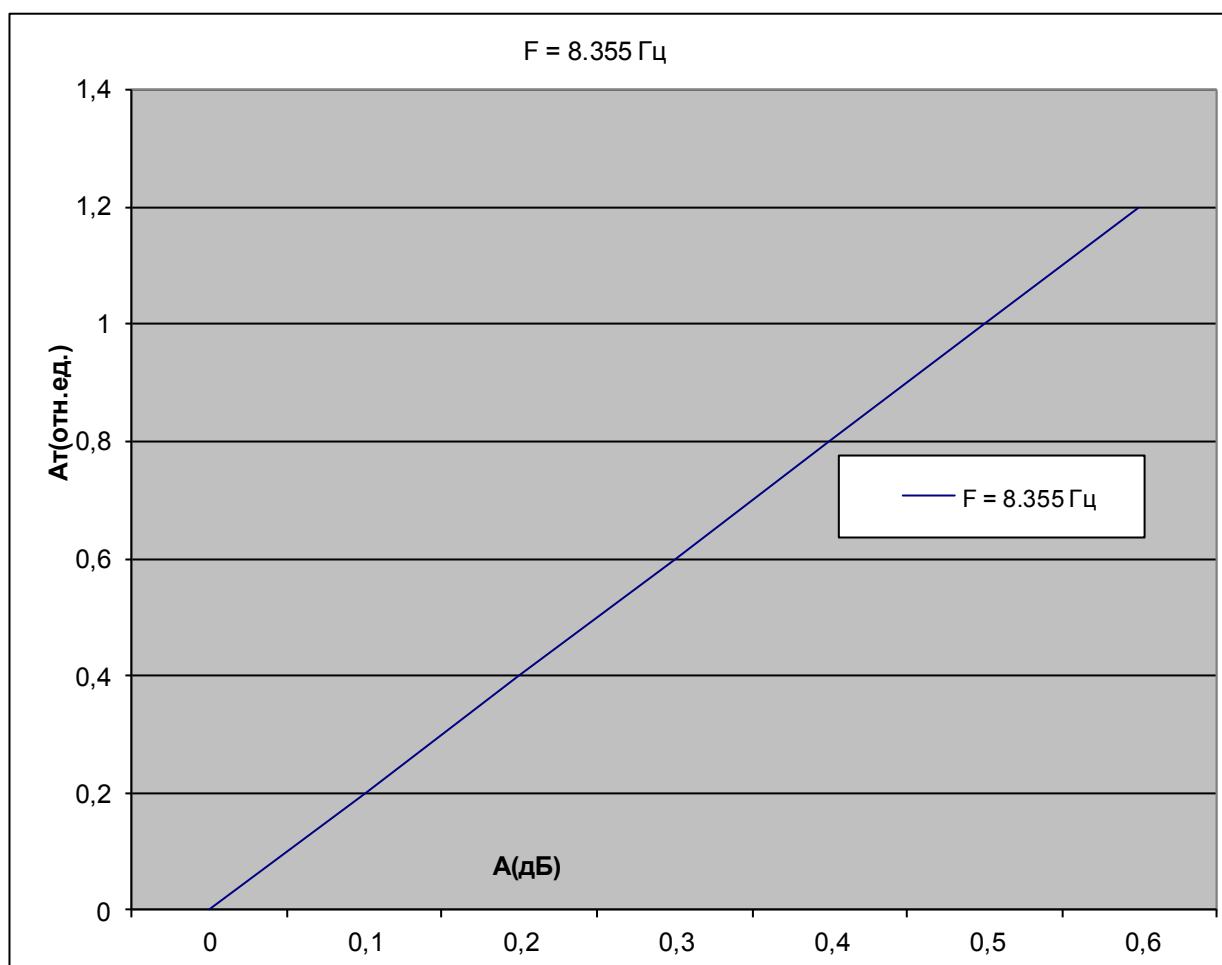
A (dB)	A_t (отн.ед.)	$b_{\max}(A)$	$b_{\min}(A)$
0	0,489	5,10	1,225
1	1,052	2,50	1,210
2	1,479	1,90	1,195
3	1,876	1,60	1,175
4	2,057	1,50	1,160
5	2,645	1,32	1,145
6	3,206	1,22	1,125
7	3,358	1,19	1,110
8	3,637	1,17	1,110

9	3,709	1,15	1,095
10	4,016	1,13	1,090

1-а. График



1-б. График

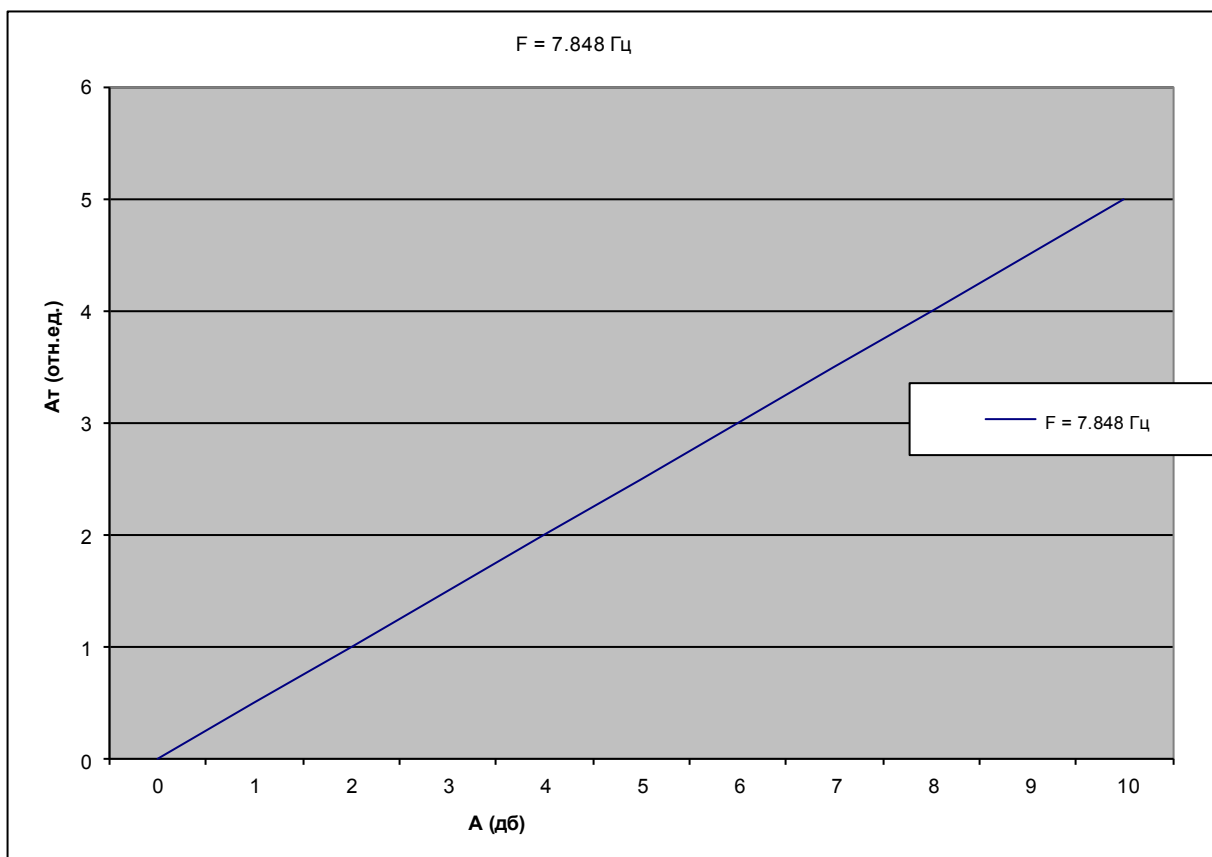


$F1 = 7,848 \text{ Gs}$

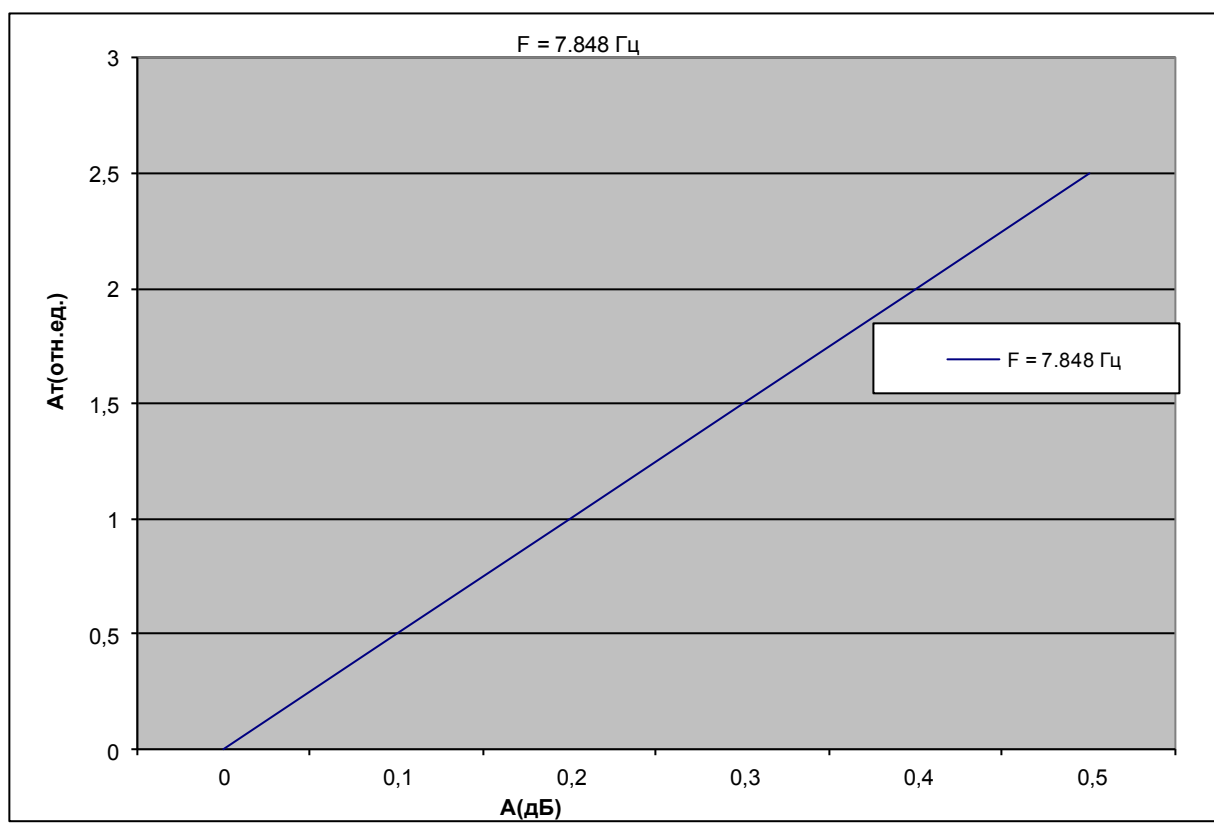
Jadval №2.

A (дБ)	A_t (отн.ед.)	б_{max}(A)	б_{min}(A)
0	1,396	1,840	1,110
1	1,840	1,515	1,100
2	2,260	1,350	1,095
3	2,573	1,270	1,090
4	2,868	1,210	1,080
5	3,218	1,170	1,080
6	3,376	1,135	1,060
7	3,770	1,110	1,060
8	4,272	1,090	1,060
9	4,672	1,080	1,060
10	4,663	1,070	1,050

2-а. График



2-б. График



Grafiklarni analiz qilish natijasida qo'yidagi xulosaga kelish mumkin: xatoliklarni hisobga olgan xolda, ko'rilyotgan bog'lanish nisbatan chiziqli. Shuning uchun qurilmaning apparat funksiyasi ham chiziqlidir.

A (дБ) –Attenyuator susayish ko'satgichlari .

$\delta_{\max}(A)$ – Berilgan susayish qiymtlarida maksimumning joylashish holati.

$\delta_{\min}(A)$ – Berilgan susayish qiymtlarida minimumning joylashish holati.

A_T (otn.ed.) – susayish kattaligini nazariy qiymatlari.

XULOSA

Ushbu diplom ishida yuqori chastotali diapozonda yuguruvchi va turgun to'liqlar rejimida yopik tizimlarni chastota – xarakteristikasi va eksperimentda shuningdek tizimning aslligi – yuguruvchi to'liq rejimida , turgun to'liq rejimidagiga qaraganda katta bo'lishi o'rganildi.

Bu natija boshka to'liq tashuvchi tizimlar uchun xam urinli ekanligi ko'rsatildi.

1. Tajribada aylanaviy yopiq sistemali SVCh diapozonda yuguruvchi va turg'un to'liq rejimlarining chastotaga bog'liqlik xarakteristikasi urganildi.

2. Yuguruvchi va turg'un to'liq rejimlarida ikkala holda ham chastotaviy bog'liqlik kvazidavriy ekanligi ko'rsatildi.

3. Chegaralangan intervalda yuguruvchi to'liq rejimidagi maksimumlar soni, tug'un to'liq rejimidagi maksimumlar sonidan 2 marta kamligi ko'rsatildi.

4. Sistemaning aslligi yuguruvchi to'liq rejimida , turg'un to'liq rejimidagiga qaraganda taxminan ikki marotaba katta ekanligi isbotlandi.

5.O'tkazilgan eksperiment natijalariga ko'ra yopiq konturda SVCh larni sifatini tekshirish aktual masalalarda biri ekanligi uchun qaytarish koeffisientini aniqlash metodikasi taklif etildi.

6.Organilayotgan qurilmada o'lchashlar amalga oshirish natijasida, yuguruvchi to'liq rejimida o'lchash qurilmasining (tebranuvchi chastota generatori va susayish indikatori) apparat funksiyasini tekshirish va grafik ko'rinishdagi bog'liqlikni aniqlash imkoni tug'ildi.

ADABIYOTLAR.

1. I.A.Karimov. Yuksak ma'naviyat-engilmas kuch. Toshkent.
“Ma'naviyat”.2008 y.
2. I.A.Karimov “Mamlakatimizda demokratik islohotlarni yanadachuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish kontseptsiyasi” 12-noyabr 2010 yil.
3. I.A.Karimov. O'zbekiston mustaqillikka erishish ostonasida
Toshkent- 2011 B. 400.
4. С.П.Стрелков. Введение в теорию колебане. “Москва” 2010.
5. Г.С.Горелик. Колебания волны, Физматгиз 2009.
6. И.Б Лебебов. Техники и приборы сверхвысоких частот. 2005.
7. S.G.Kalashnikov. Elektr, “Uqituvchi” 1989.
8. Иверанова.В.И Электр ва Оптика. Физикадан практикум. 1985.

9. А.А.Детлаф,Б.М.Яворский. Курс физики. Том-3. Москва-1979.
10. И.В.Савельев. Курс общей физики. Том-2. Электричество и магнетизм волны оптика. Москва-1988.
11. Б.М.Яворский,А.А.Пинский . Основы физики.Том-2 Колебания и волны квантовая физика. Москва-2005.
12. G.S.Landsberg. Optika, Toshkent- O'qituvchi-1981.
13. С.Б.Гуревича. Оптическая обработка информации. Москва-2007.
14. А.Д.Ионов,Б.В.Попов. Волновые линии связи. Москва «радио и связь». 2006.
15. Б.А.Калабеков. В волновые системах передачи и обработки сигналов. Москва «радио и связь. 1998.
16. Л.Л. Гольдин. Лабораторные занятия по физике. 1983.
17. Н.Н.Майсова. Практикум по курсу общей физике. Высшая школа. Москва-1999.
18. Гуреев А.В.// Радиотехника и электроника (Москва).- 1994.
19. Ковалёв С. В., Нестеров С. М., Скородумов И. А. // Радиотехника и электроника (Москва)- 1993.
20. Киричкин Ю. А., Степанов К.Н. // Журнал экспериментальной и технической физики- 1993.
21. Кубышкин Е. И. // Изв. РАН. Мех. тверд. тела.- 1992.
22. Семин И. А. // Радиотехника и электроника.- 1993.
23. Свешников А. Г., Боголюбов А. Н., Минаев Д. В., Сычкова А. В. // Радиотехника и электроника – 1993.
24. Кириленко А. А., Сенкевич С. Л., Тысик Б. Г.// Радиотехника и электроника (Москва).- 1990.
25. Козлова А. Н., Эткин В. С. // Журнал “Успехи физических наук”
26. Под редакцией Валитова Р. А. и Макаренко Б. И.// Измерения на миллиметровых и субмиллиметровых волнах (Москва).- 1984.

27. Каценеленбаум Б. З. // Нерегулярные волноводы с медленно меняющимися параметрами.- М.: Изд- во АН СССР, 1961.
28. Ваганов Р. Б., Матвеев Р. Ф., Мериакри В. В. // Многоволновые волноводы со случайными нерегулярностями.- М.: Сов.радио, 1972.-
29. Под редакцией Гроднева В.А. .. Многоволноводные круглые волноводы.- М.: Связь, 1972.
30. Валитова Р. А. // Методы и техника. М.: Радио и техника, 1984.- с.296
31. Вамберский М. В., Казанцев В. И., Шелухин С. А. // Передающие устройства СВЧ.- Москва «высшая школа»,1984.
32. Лошаков Л. Н. // К теории электронного прибора СВЧ с взаимодействием в поперечном направлении. Радиотехника и электроника, 1960, т.5, №9.
33. Лопухин В. М. // Возбуждение э\м колебаний и волн электронными потоками. Гостехиздат, 1953.
34. Под ред. Федотова // Электронные СВЧ приборы со скрещенными полями. Изд- во ин. лит., 1961.
35. www.Ziyonet.uz.
36. class-fizika.narod.ru»Электромагнитное поле
37. wiki.pskovedu.ru»...физики_Электромагнитные_волны/9...
38. fieldphysics.ru»electromagnetic_waves/
39. physel.ru»mainmenu-48/-mainmenu-54/569-s-59-.html
40. physik.ucoz.ru»index/ehlektromagnitnye_kolebanija...

