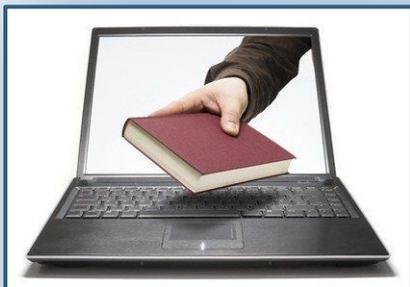


**YARIM
O'TKAZGICHLAR
FIZIKASI KAFEDRASI**



MEXANIK TEBRANISHLAR

Q.A.ISMAYLOV, Z.T.KENJAYEV

2016

Маъруза режаси

- Garmonik tebranma harakat kinematikasi va dinamikasi.
- Garmonik otsilyator.
- Prujinali, matematik va fizik mayatniklar.
- Bir yo'nalishdagi va bir-biriga perpendikulyar yo'nalishdagi tebranishlarni qo'shish.
- So'nuvchan mexanik tebranishlar.
- Majburiy mexanik tebranishlar. Rezonans hodisasi.

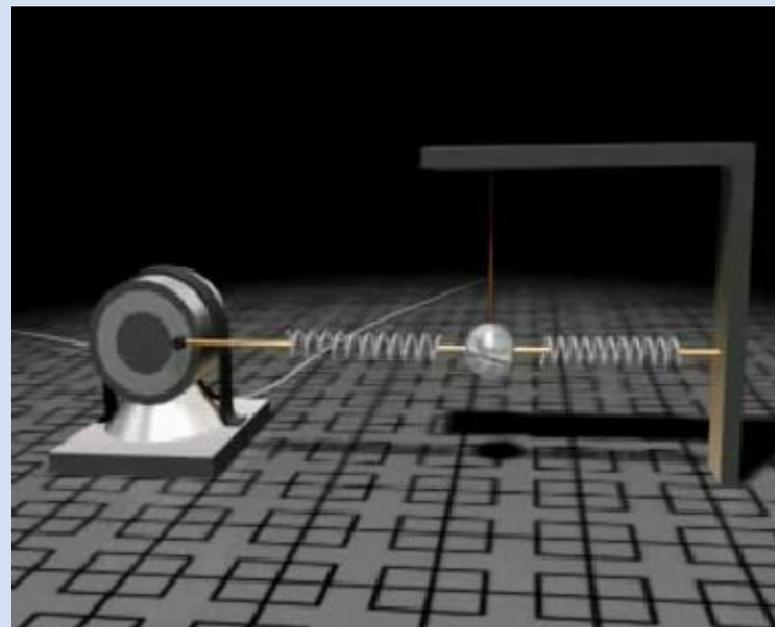
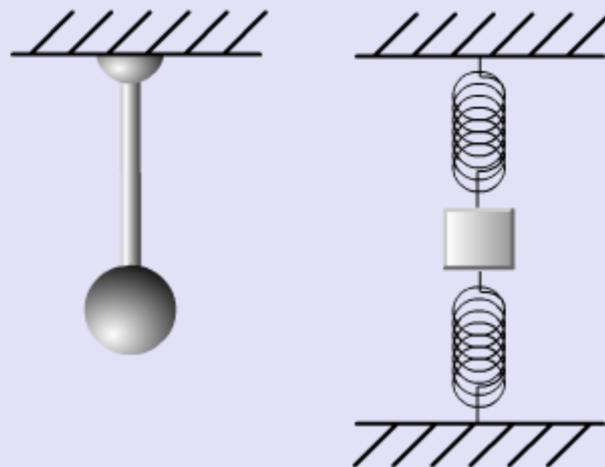
Тебранма жараёнлар

Вақт бўйича аниқ қайтариладиган ҳаракат ёки жараёнлар *тебранма жараёнлар* деб аталади.

Бошланғич узатилган энергия ҳисобига, кейинчалик тебраниш тизимига ташқи таъсир ўтказмасдан содир бўладиган тебранишлар *эркин ёки хусусий тебранишлар* деб аталади.

Даврий ўзгарадиган ташқи таъсир остида содир бўладиган тебранишлар *мажбурий тебранишлар* деб аталади.

Oscillations



Механик гармоник тебранишлар

Кўчиш:

$$x = A \cos(\omega t + \varphi)$$

Тезлик:

$$v = \dot{x} = -A\omega \cos(\omega t + \varphi + \pi/2)$$

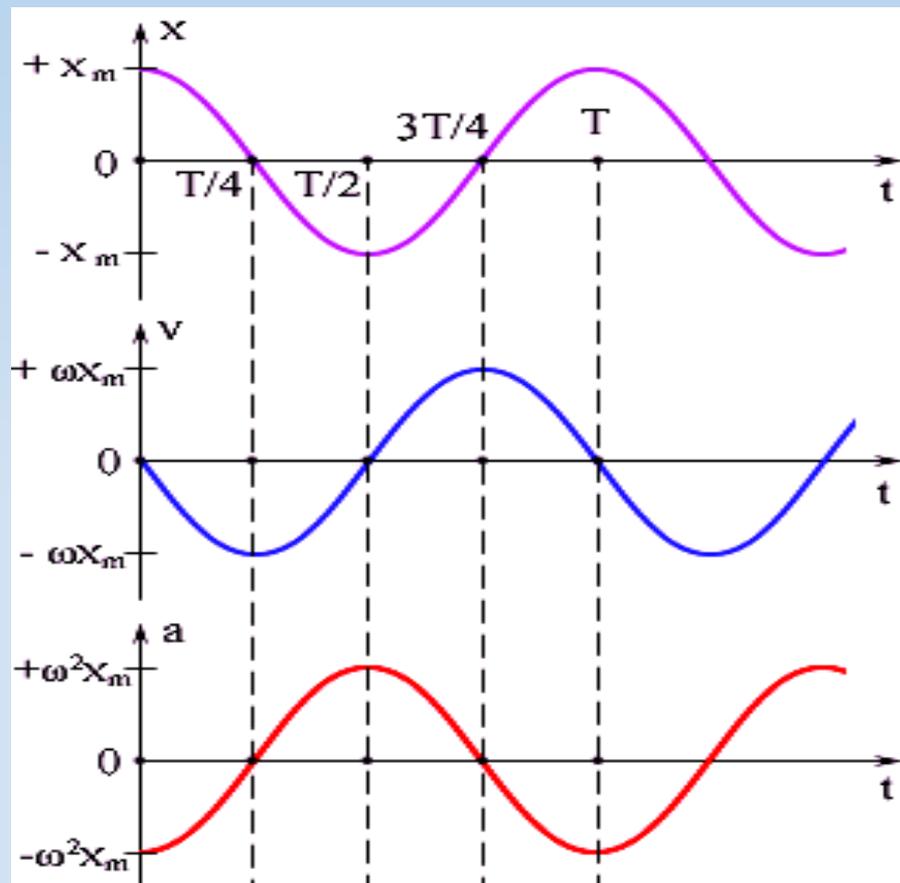
Тезланиш:

$$a = \dot{v} = \ddot{x} = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi + \pi)$$

Тезлик ва тезланишларнинг амплитудалари қуйидагичадир

$$v_m = A\omega$$

$$a_m = v_m \omega = A\omega^2$$



Тезлик фазаси кўчиш фазасидан $\pi/2$ га фарқ қилади,
Тезланиш фазаси кўчиш фазасидан π га фарқ қилади

m массали тебранаётган моддий нуқтага таъсир этувчи куч

$$a = A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi + \pi) = \\ = -\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

$$F = ma$$

$$F = ma = mA\omega^2 \cos(\omega t + \varphi + \pi) = \\ = -m\omega^2 A \cos(\omega t + \varphi) = -m\omega^2 x$$

Моддий нуқтага таъсир этувчи куч моддий нуқта кўчишига пропорционал ва кўчишга тескари томонга (мувозанат нуқтасига) йўналгандир

$$F = ma = -m\omega^2 x$$

Гармоник осцилляторлар

Пружинали маятник

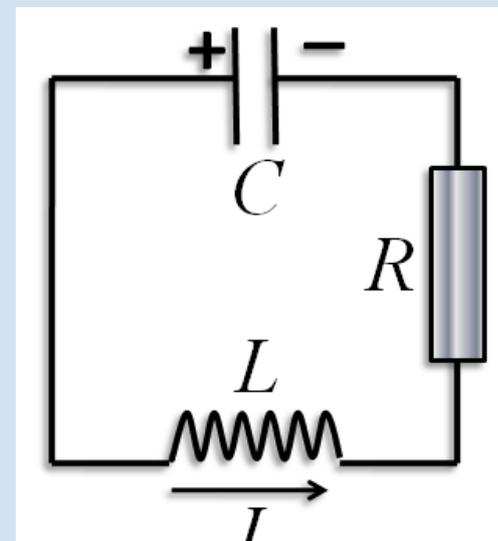
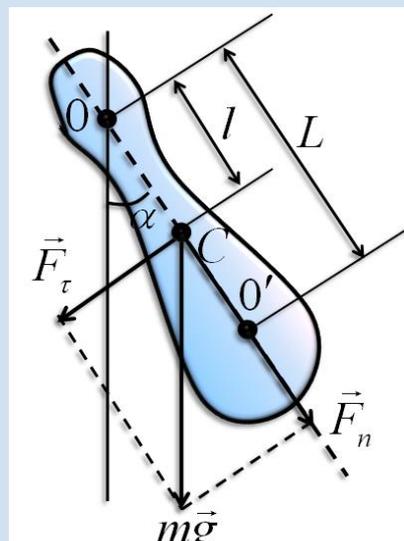
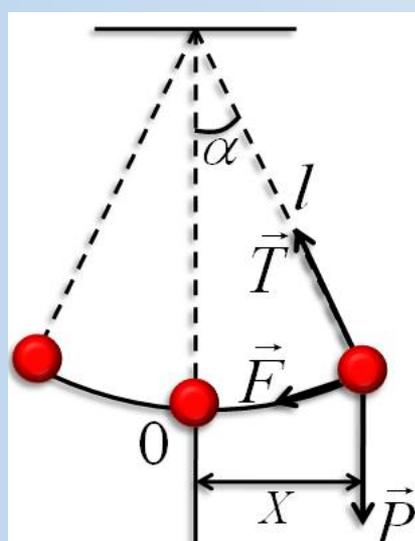
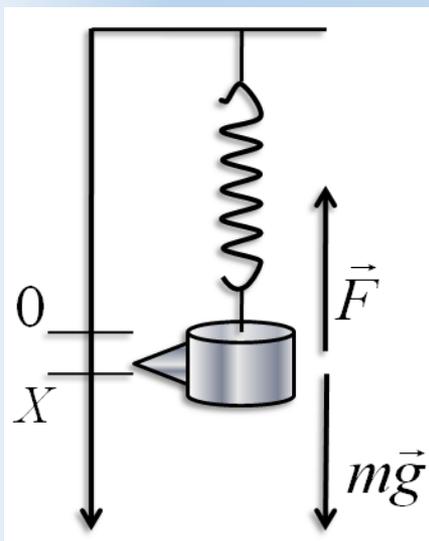
Математик маятник

Физик маятник

Электр тебраниш контури

Тебраниши қуйидаги дифференциал тенглама билан ифодаланадиган тизимлар гармоник осцилляторлар деб аталади

$$\ddot{s} + \omega^2 s = 0$$

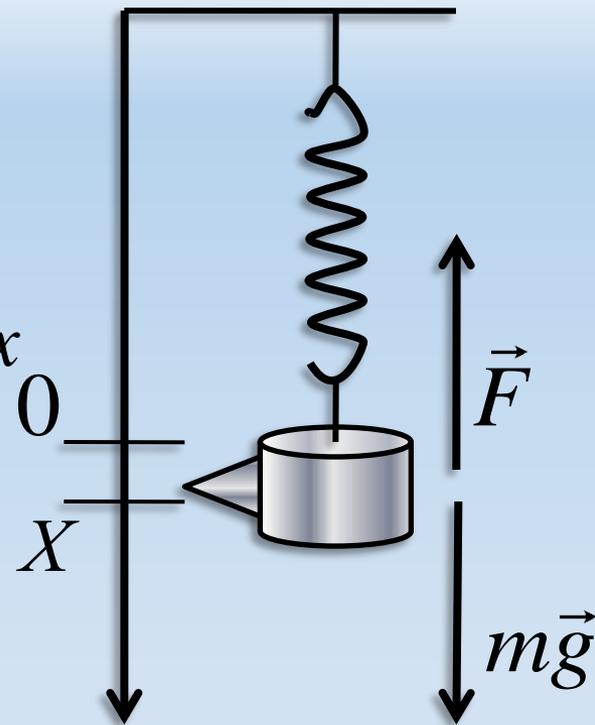


Пружинали маятник

Пружинали маятник – юқори тарафи қўзғалмас этиб қотирилган спиралли пружинанинг пастига илинган m – массали юкчадан иборатдир, у $F = -kx$ эластик куч таъсирида гармоник тебранма ҳаракат қилади

Маятникнинг ҳаракат тенгламаси

$$m\ddot{x} = -kx \quad \text{или} \quad \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$



Частота ва давр

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Потенциал энергияси

$$U = \frac{m\omega^2 x^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$$

Ишқаланиш кучи ҳисобга олингандаги ҳаракат тенгламаси

$$F_{TP} = -r\dot{x}$$

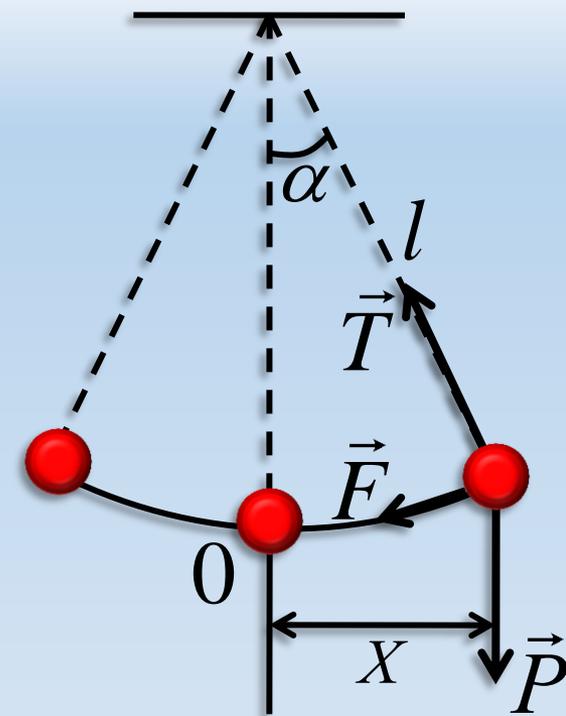
r – қаршилик коэффиценти



$$m\ddot{x} = -kx - r\dot{x}$$
$$\ddot{x} + \frac{r}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

Математик маятник

Математик маятник – оғирлиги ҳисобга олинмайдиган l узунликдаги чўзилмайдиган ипга осилган m массали моддий нуқтадир, у оғирлик кучи таъсирида гармоник тебранма ҳаракат қилади.



Қайтарувчи куч

$$F = P \sin \alpha \approx mg \alpha = mg \frac{x}{l}$$

α кичик бурчакларда

$$x \approx l \alpha$$

Маятникнинг ҳаракат тенгламаси

$$m\ddot{x} = -F = -mg \frac{x}{l}$$

$$\ddot{x} + \frac{g}{l} x = 0$$

Частота ва давр

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Физик маятник

Маятникнинг ҳаракат тенгламаси

$$J\ddot{\alpha} + mgl\alpha = 0 \quad \ddot{\alpha} + \frac{mgl}{J}\alpha = 0$$

Гармоник тебранишлар тенгламаси

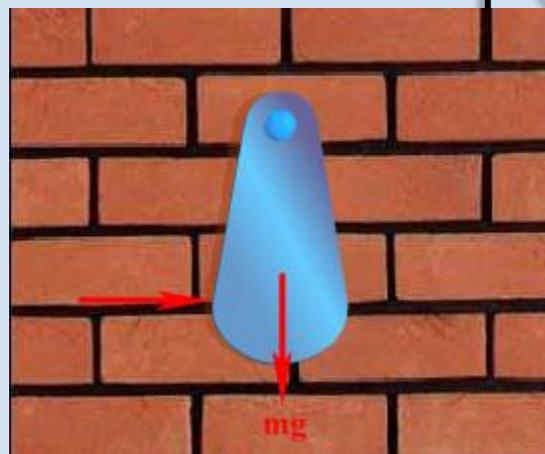
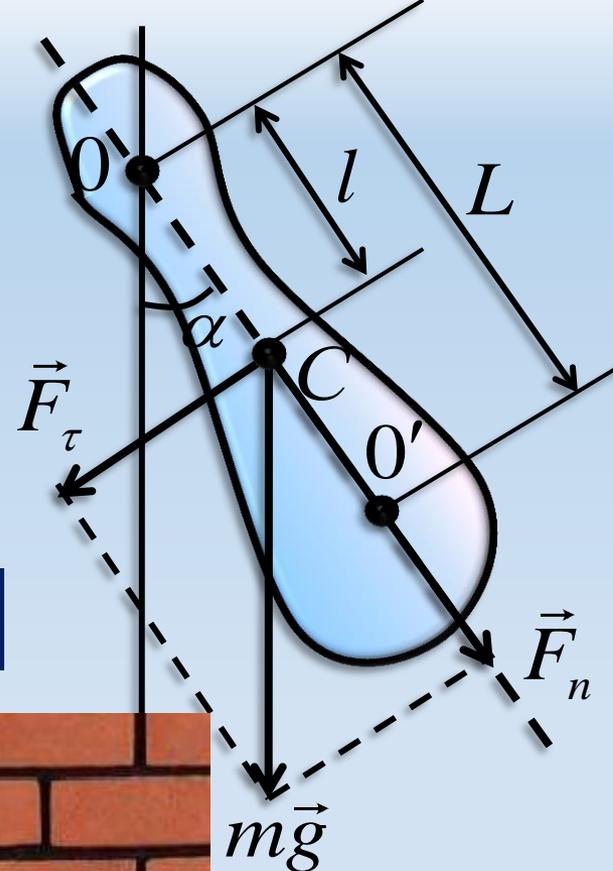
$$\alpha = \alpha_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

Частота ва давр

$$\omega = \sqrt{\frac{mgl}{J}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgl}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$L = \frac{J}{ml}$$

Физик маятникнинг келтирилган узунлиги — шу физик маятник тебраниш даврига эга бўлган математик маятникнинг узунлигидир.



Сўнувчи тебранишлар

Тебраниш тизими энергиясини сарф бўлиши натижасида, вақт ўтиши билан аста-секин тебранишнинг пасайиши *тебранишнинг сўниши* деб аталади.

. Тебраниш сўнишининг сабаблари

Механик тизимларда – *ишқаланиш кучи.*

Электр тизимларида – *иссиқлик ва электромагнит тўлқинлар нурланишига боғлиқ энергиянинг йўқолиши, ҳамда электрик ва магнит гистерезиси ҳисобига диэлектрик ва ферромагнетикларда иссиқлик сарфланиши*

Эркин сўнувчи тебранишлар

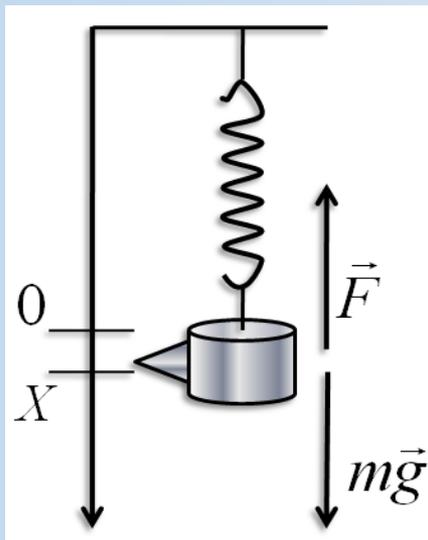
Пружинали маятник

Механик тебраниш — $F = -kx$
эластиклик кучи ва ишқалиш кучи —

$$F = -r\dot{x} = -rv$$

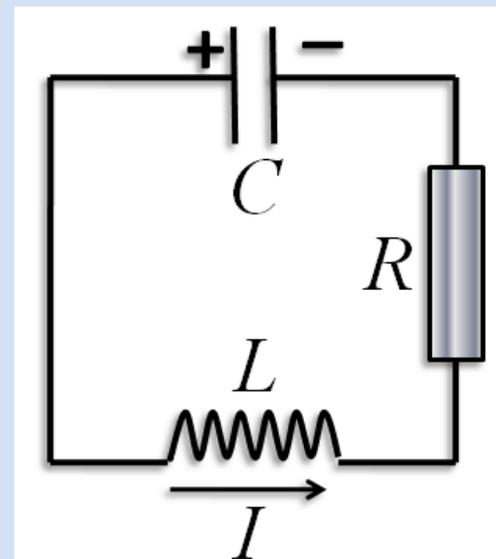
таъсида m массали пружинали маятникнинг бажарадиган кичик тебранишлари.

(r — қаршилик
коэффициенти)



Тебранувчи контур

электромагнит тебранишлар —
 R қаршилик, L индуктивлик ва C
сиғимдан иборат бўлган
тебраниш контуридаги
тебранишлар.



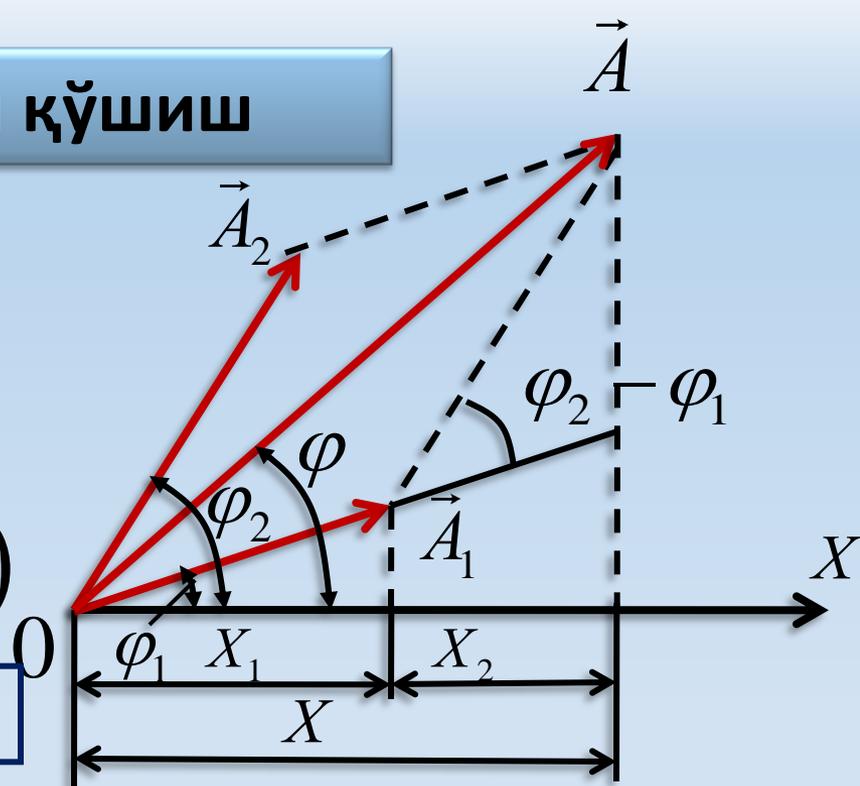
Гармоник тебранишларни қўшиш

$$x_1 = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

+

$$x_2 = A_2 \cos(\omega t + \varphi_2)$$

$$x = x_1 + x_2 = \underline{A} \cos(\omega t + \varphi)$$



Натижавий амплитуда

$$A^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1) \quad (\varphi_2 - \varphi_1) = \text{const}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2}$$

Натижавий бошланғич фаза

Бир йўналишдаги ва бир хил частотали *иккита гармоник тебранишларнинг йиғиндис* ўша йўналишда ва ўша частотадаги *қўшилган гармоник тебранишдир*.