

UO'K: 531.43:004

TEBRANISHLARNI QO'SHISH MAVZUSINI O'QITISH METODIKASI: NAZARIY ASOSLAR VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR

Muxtarov Erkinjon Kobiljonovich

Andijon davlat universiteti, Umumiy fizika kafedrası dotsenti

e-mail: erkinmuxtarov@yahoo.com tel: 902582706

<https://orcid.org/0009-0001-5057-4905>

Annotatsiya. Ushbu maqolada mexanik tebranishlarni qo'shish jarayonining nazariy asoslari, o'qitishda uchraydigan metodik muammolar hamda raqamli texnologiyalar yordamida ularni samarali tushuntirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tebranishlarning faza, chastota va amplituda parametrlariga bog'liqligi, ularning o'zaro interferensiyasi hamda natijaviy tebranishning fizik mazmuni ilmiy asosda yoritilgan. Shuningdek, interaktiv dasturiy vositalar, animatsiyalar va virtual laboratoriyalar yordamida talabalarda mavzu bo'yicha batafsil tushuncha hosil qilish metodikasi taklif etiladi. Maqola oliy ta'limda fizika fanini o'qitishda zamonaviy metodlarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: garmonik tebranishlar, tebranishlarni qo'shish, faza farqi, amplituda, raqamli texnologiyalar, interaktiv metodika, fizika ta'limi.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ ВИБРОСЦЕПЛЕНИЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы сложения механических колебаний, методические трудности их преподавания, а также возможности цифровых технологий для эффективного объяснения данного явления. Анализируются роль параметров амплитуды, частоты и фазы, особенности интерференции и физический смысл результирующего колебания. Предлагаются методические подходы с использованием интерактивных программных средств, анимаций и виртуальных лабораторий, обеспечивающих глубокое понимание темы студентами. Работа направлена на совершенствование преподавания физики в системе высшего образования.

Ключевые слова: гармонические колебания, сложение колебаний, фазовый сдвиг, амплитуда, цифровые технологии, интерактивные методики, физическое образование.

METHODOLOGY OF TEACHING THE TOPIC OF VIBRATION COUPLING: THEORETICAL BASIS AND DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract. This article examines the theoretical foundations of mechanical oscillation superposition, the methodological difficulties encountered in teaching this topic, and the opportunities provided by digital technologies for its effective explanation. The roles of

amplitude, frequency, and phase parameters are analyzed, as well as the features of interference and the physical meaning of the resultant oscillation. Methodological approaches using interactive software tools, animations, and virtual laboratories are proposed, which ensure students' deeper understanding of the subject. The work contributes to the improvement of physics teaching in higher education.

Keywords: *harmonic oscillations, oscillation superposition, phase shift, amplitude, digital technologies, interactive methods, physics education.*

KIRISH

Tebranishlarni qo'shish nazariyasi fizikaning asosiy bo'limlaridan biri bo'lib, mexanik jarayonlardan tortib akustika, optika, elektr zanjirlari va kvant mexanikasigacha bo'lgan ko'plab sohalarda qo'llaniladi. XVII–XIX asrlarda I. Nyuton, D. Bernulli, L. Eyler hamda J. Fure tomonidan yaratilgan nazariy asoslar bugungi kunda ham o'z ahamiyatini yo'qotmagan. Masalan, tovush to'lqinlarining superpozitsiyasi musiqiy intervallarni, elektromagnit to'lqinlarning interferensiyasi esa yorug'lik hodisalarini tushuntiradi.

Biroq, mazkur mavzuni o'qitishda talabalarda matematik formulalar ustuvorligi, faza va amplituda tushunchalarining murakkabligi hamda vizual tasavvurlar yetishmasligi sababli tushunish qiyinchiliklari kuzatiladi. An'anaviy yondashuvda fizik mohiyat ko'pincha chetda qolib, o'quvchilar jarayonni nazariy emas, balki "quruq matematik" tarzda qabul qilishga majbur bo'ladilar.

Zamonaviy raqamli texnologiyalar esa ushbu muammoni hal etishda samarali vosita bo'lib xizmat qiladi. Grafik modellashtirish, animatsiya va interaktiv simulyatsiyalar yordamida talabalarga tebranishlarning fazaviy qo'shilishi, amplitudalar interferensiyasi va natijaviy jarayonlar vizual ravishda ochib beriladi. Natijada, bilimlar batafsil o'zlashtiriladi, motivatsiya ortadi va fizik tafakkur shakllanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi - tebranishlarni qo'shish nazariyasini o'qitishda uchraydigan metodik muammolarni tahlil qilish va ularni hal etishning samarali yo'llarini ko'rsatishdir. Shu bilan birga, zamonaviy raqamli texnologiyalar, grafik modellashtirish va interaktiv simulyatsiyalar asosida mavzuni talabalarga yanada aniqroq va tushunarliroq yetkazish metodikasini ishlab chiqish ham maqolaning asosiy maqsadlaridan biridir.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Superpozitsiya prinsipi shuni ta'kidlaydiki, agar tizimda bir nechta mustaqil tebranish mavjud bo'lsa, ularning natijaviy harakati ularning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi. Bu qonuniyat mexanik tebranishlarda ham, elektromagnit to'lqinlarda ham, kvant mexanikasida ham amal qiladi.

Matematik ifoda:

$$x(t) = x_1(t) + x_2(t) + \dots + x_n(t)$$

Agar ikki tebranishning chastotasi va yo'nalishi bir xil bo'lsa, natijaviy tebranish ham garmonik bo'ladi. Masalan:

$$x_1(t) = A_1 \cos(\omega t + \varphi_1), \quad x_2(t) = A_2 \cos(\omega t + \varphi_1)$$

yig'indisi natijasida yangi garmonik tebranish hosil bo'ladi:

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

bu yerda A - natijaviy amplituda bo'lib, quyidagi formula orqali hisoblanadi:

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

Mazkur formulani talabalarga tushuntirishda geometrik metoddan foydalanish samarali natija beradi.

Agar ikki tebranish o'zaro perpendikulyar yo'nalishda yuz bersa, ularning yig'indisi fazoviy trayektoriya shaklida ifodalanadi. Masalan:

$$x(t) = A \sin(\omega_1 t), \quad y(t) = A \cos(\omega_2 t + \varphi)$$

Bunday holda zarrachaning harakati tekislikda murakkab chiziqlar hosil qiladi. ω_1 va ω_2 ning nisbatiga qarab Lissaju figuralari vujudga keladi. Ushbu figuralar optikada, signal analizida va fizik laboratoriyalarda tebranishlarning faza va chastotasini aniqlashda qo'llanadi.

Bunday holda zarrachaning harakati tekislikda murakkab trayektoriya hosil qiladi. Agar $\omega_1 = \omega_2$, u holda trayektoriya ellips bo'ladi. Agar $\omega_1 : \omega_2$ nisbati ratsional son bo'lsa, chiroyli chiziqlar – Lissaju figuralari hosil bo'ladi. Ularning ko'rinishi faza farqi φ va chastotalar nisbatiga bog'liq.

Lissaju figuralari tarixda ossillograflarda signallarning nisbatini aniqlashda keng qo'llanilgan.

Agar bir tomonga yo'nalgan ikki tebranish

$$x_1(t) = A \cos(\omega_1 t), \quad x_2(t) = A \cos(\omega_2 t)$$

chastotasi biri-birida kam farq qilsa ($\omega_1 = \omega_2$), natijada "tepki" tebranish hodisasi yuzaga keladi. Uning siljish tenglamasi:

$$x(t) = 2A \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2} t\right) \cos\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right)$$

Bu formula shuni ko'rsatadiki, natijaviy tebranishning amplitudasi vaqt bo'yicha sekin o'zgaradi va "tepki" chastotasi $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ bilan belgilanadi. Akustikada bu hodisa ikki cholg'u asbobi bir oz farqli chastotada chalinsa, hosil bo'ladigan "tepki" tovushlari orqali kuzatiladi.

Tadqiqotda **tebranishlarni qo'shish mavzusini o'qitish metodikasi** nazariy va amaliy jihatdan o'rganildi. Avvalo, mavjud ilmiy manbalar tahlil qilinib, mavzuni o'qitishda uchraydigan pedagogik qiyinchiliklar aniqlab olindi. Pedagogik tajriba-sinov ishlari orqali talabalarning bilim darajasi baholandi va dars jarayonida **raqamli texnologiyalar** integratsiya qilindi.

Tadqiqotda nazariy tahlil, tajriba-sinov, kuzatish va statistik qayta ishlash metodlari qo'llanildi. Natijalar testlar yordamida solishtirilib, raqamli texnologiyalardan foydalanish mavzuni samarali o'zlashtirishga yordam berishi isbotlandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tebranishlarni qo'shish mavzusi nazariy jihatdan murakkab va ko'p qirrali bo'lib, uni talabalarga yetkazishda bir qator metodik muammolar yuzaga keladi. Eng avvalo, ushbu jarayonlarning matematik asoslari - sinusoidal funksiyalar, fazalar

farqi va interferensiya hodisalarini tushunish talabalardan aniq matematik tayyorgarlikni talab qiladi. Ammo ko'p hollarda talabalar faza tushunchasini intuitiv anglashda qiyinchiliklarga duch keladilar, bu esa natijaviy tebranishning shaklini tasavvur qilishni mushkullashtiradi.

Ikkinchi muammo - mavzuning ko'rgazmalilik darajasi yetarli emasligi. An'anaviy darsliklarda tebranishlarni qo'shish jarayonlari ko'proq formulalar orqali ifodalanadi, lekin grafik va animatsiyalar yetishmaydi. Natijada talabalar garmonik tebranishlarning o'zaro ta'siridan hosil bo'ladigan Lissaju figuralarini yoki amplituda va chastotalar farqi ta'sirida yuzaga keladigan "tepki" hodisasini tasavvur qilishda qiynaladilar.

Uchinchi muammo - tajriba va amaliy mashg'ulotlarning cheklanganligi. Tebranishlarni qo'shish tajribalarini oddiy laboratoriya sharoitida to'liq ko'rsatib berish mushkul. Masalan, turli chastotalar va fazalarda harakatlanadigan ikkita to'liqinning natijasini talabalar ko'z oldida jonli ravishda aks ettirish qiyin. Bu esa mavzuni nazariy jihatdan tushuntirish bilan cheklanib qolishga olib keladi.

Shuningdek, tebranishlarni qo'shish masalalarini yechishda talabalarda ko'pincha "matematika fizikani yutib ketadi" degan taassurot paydo bo'ladi. Chunki asosiy e'tibor matematik hisob-kitoblarga qaratilib, fizik mazmun ikkinchi planga tushib qoladi. Bu esa mavzuning mohiyatini chuqur o'zlashtirishga to'sqinlik qiladi.

Tebranishlarni qo'shish mavzusini o'qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish mavjud metodik muammolarni bartaraf etishda muhim ahamiyatga ega. Avvalo, kompyuter dasturlari va simulyatsiyalar yordamida talabalar tebranishlarning matematik ifodasini grafik va animatsion ko'rinishda kuzatish imkoniga ega bo'ladilar. Natijada faza, chastota, amplituda kabi abstrakt tushunchalarning fizik mazmunini aniqroq idrok etishga yordam beradi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalar yordamida **masalalar yechimi avtomatlashtirilgan tarzda taqdim etilishi** mumkin. Bunda talaba kiritilgan dastlabki parametrlar asosida avtomatik grafik va tahliliy natijani oladi. Bu jarayon talabalarni ko'proq fizik mazmunga e'tibor qaratishga, matematik hisoblarni esa kompyuter yordamida tez va samarali amalga oshirishga imkon yaratadi.

Umuman olganda, raqamli texnologiyalar asosida yaratilgan vositalar tebranishlarni qo'shish mavzusida:

- abstrakt tushunchalarni ko'rgazmali qilish;
- amaliy tajribalarni virtual muhitda tashkil etish;
- talabalarning mustaqil faoliyatini kuchaytirish;
- motivatsiyani oshirish va ilmiy tafakkurni rivojlantirish imkonini beradi.

Turli yo'nalishlarda sodir bo'layotgan tebranishlarning qo'shilish jarayonini vizual kuzatish imkoniyatini beruvchi mualliflik dasturi ishlab chiqildi. Mazkur dasturda foydalanuvchi tomonidan tebranishlarning asosiy parametrlari – amplituda, chastota va fazalar farqi erkin o'zgartiriladi. Shu orqali bir nechta mustaqil tebranishlarning superpozitsiyasi natijasida hosil bo'ladigan murakkab tebranishlarning shakllanishi real vaqt rejimida kuzatiladi.

Dastur yordamida, masalan, fazalar farqi o'zgartirilganda hosil bo'ladigan interferensiya hodisalari, amplitudalar nisbati o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan natijaviy tebranishlarning intensivligi hamda chastotalar farqi mavjud bo'lganda kuzatiladigan "tepki" hodisalari ilmiy asoslangan holda ko'rsatib beriladi. Bu esa talabalar uchun nazariy tushunchalarni faqat matematik formulalar darajasida emas, balki grafik va dinamik modellar orqali yanada ravshanroq anglash imkonini yaratadi.

Mazkur imkoniyatlar turli eksperimental sharoitlarni modellashtirish, tebranishlarning fazoviy va vaqt bo'yicha xususiyatlarini o'rganish, shuningdek, ularning fizik mazmunini chuqurroq anglashga xizmat qiladi. Bundan tashqari, dasturdan foydalanish orqali talabalar garmonik tebranishlar nazariyasidagi asosiy tushunchalarni mustahkamlash, fazalar farqi va chastotalar nisbatining natijaviy tebranish shakliga ta'sirini ko'rish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Shu tariqa, ishlab chiqilgan dastur nafaqat o'quv jarayonida samarali didaktik vosita sifatida, balki ilmiy tadqiqotlarda ham qo'llanishi mumkin bo'lgan interaktiv platforma vazifasini bajaradi.

Dasturdan foydalanish bo'yicha imkoniyatlarni ochib berish va uning o'quv jarayonida qo'llash qulayliklarini namoyon etish uchun ayrim tipik masalalar tahlil qilinadi.

1. Bir xil $T_1=T_2=1,0$ s davrli va amplitudalari $A_1=A_2=1$ sm bo'lgan bir xil yo'nalishdagi ikkita garmonik tebranishlar qo'shiladi. Tebranishlarning boshlang'ich fazalari $\varphi_1=0,358$ rad va $\varphi_2=0,802$ rad ga teng. Hosil bo'lgan tebranishning amplitudasi A ni aniqlash talab etilsin.

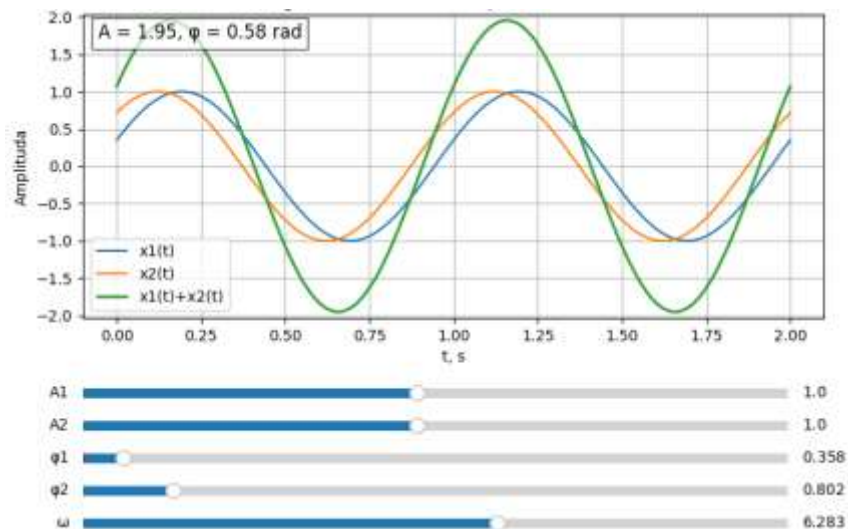
Natijaviy tebranish amplitudasini topish ifodasiga asosan hisoblash bajaramiz:

$$A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_1 A_2 \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} = 1,950 \text{ m.}$$

A ning 5–rasmdagi qiymati ham 1,95 m ekanligi ko'rsatilgan. Navbatda natijaviy tebranishning boshlang'ich fazasini aniqlaymiz:

$$\varphi = \arctg \frac{A_1 \sin \varphi_1 + A_2 \sin \varphi_2}{A_1 \cos \varphi_1 + A_2 \cos \varphi_2} = \arctg \frac{1 \cdot \sin 0,358 + 1 \cdot \sin 0,802}{1 \cdot \cos 0,358 + 1 \cdot \cos 0,802} = 0,6549.$$

Tangens funksiyasi mazkur qiymatga $\varphi \approx 0,58$ rad qiymatda erishadi. 5–rasmda ham yig'indi tebranishning boshlang'ich fazasi $\varphi=0,58$ rad ekanligi grafik ko'rinishda tasdiqlangan.



1–rasm.

1–rasmda ko'rsatilgan interaktiv dastur yordamida qo'shilayotgan tebranishlarning amplitudalari A_1 , A_2 boshlang'ich fazalari φ_1 , φ_2 hamda doiraviy chastotasi ω ni slayderlar orqali real vaqt rejimida osonlik bilan o'zgartirish, natijada hosil bo'lgan natijaviy tebranish grafigini va uning boshlang'ich fazasi qiymatini ko'rish mumkin. Ushbu vizual vosita orqali olingan grafiklar va ekranda ko'rsatilgan A hamda φ qiymatlari analitik ifodalar bilan sodda va tez taqqoslanishi mumkin.

Natijada dastur nafaqat nazariy natijalarni eksperiment tarzida tasdiqlash va parametrlarning natijaviy tebranishga ta'sirini kuzatish uchun qulay platforma sifatida xizmat qiladi, balki talabalarning tushunishini osonlashtirish, o'qitish jarayonida tezkor tahlil va sezilarli metodik soddalashtirish imkoniyatini ham beradi.

2. $\nu_1 = 8,5 \text{ Gst}$, $\nu_2 = 11 \text{ Gst}$ chasotali bir tomonga yo'nalgan tebranish berilgan.

Ularning yig'indisini toppish talab etilsin.

2–rasmda vaqt oqida “tepki” tebranishning davri $T = 0,6 \text{ s} - 0,2 \text{ s} = 0,4 \text{ s}$ ga teng. 2–rasmda berilgan chastotalar qiymatlaridan “tepki” tebranish davrini

$$T = \frac{1}{\Delta \nu} = \frac{1}{\nu_2 - \nu_1}$$

ifodadan hisoblaymiz. uning natijasi: $T = \frac{1}{11 - 8,5} \cdot \frac{1}{\text{Gst}} = 0,4 \text{ s}$.

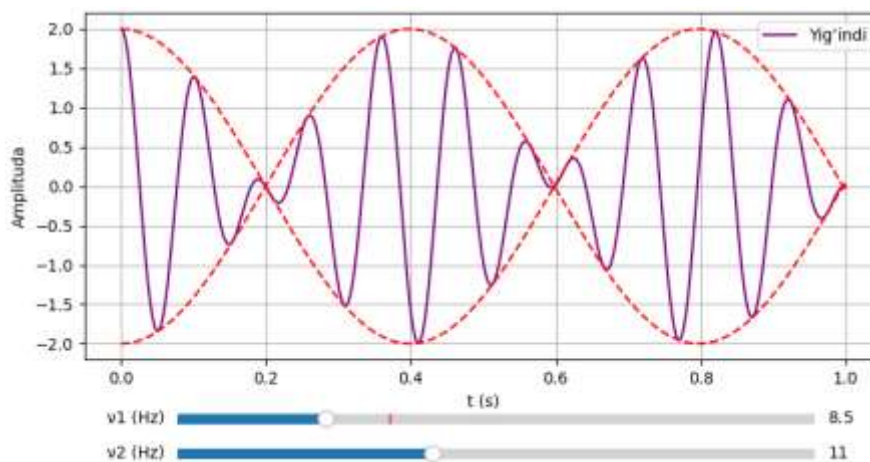
Bundan tashqari, qavs ichidagi ko'paytuvchi cosot ga nisbatan sekin o'zgaradi. Shuning uchun natijaviy tebranish x ni chastotasi ω bo'lgan modulyatsiyalangan garmonik tebranish sifatida qarash mumkin, uning samarali amplitudasi A_{eff} esa vaqt o'tishi bilan

$$A_{eff} = \left| 2A \cos \frac{\Delta \omega}{2} t \right|$$

qonuniyat bo'yicha o'zgaradi. $\Delta \omega = 2\pi \cdot \Delta \nu$ ekanligini e'tiborga olib, (3) ifoda bo'yicha hisoblashlar bajaramiz. Uning natijasi 1–jadvalda keltirilgan.

1–jadval

$t \text{ (s)}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$A_{eff} \text{ (m)}$	0	2	0	2	0

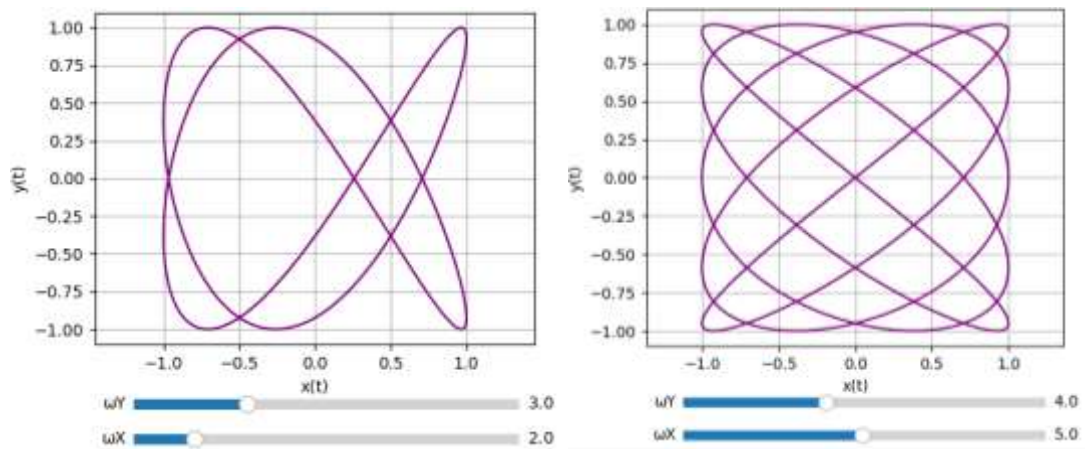


2–rasm.

2–rasmda keltirilgan grafik tahlili shuni ko'rsatadiki, natijaviy tebranishning samarali amplitudasi A_{eff} (qizil rangli chiziq bilan ifodalangan) vaqtga bog'liq holda muntazam ravishda o'zgarib boradi. Ushbu o'zgarish qonuniyati 1–jadvaldagi qiymatlar bilan to'liq mos keladi. Grafik va jadvaldagi natijalar orasidagi muvofiqlik esa modellashtirish jarayonining to'g'riligini va nazariy hisoblashlarning amaliy tajribada ham tasdiqlanishini ko'rsatadi.

O'qaro perpendikulyar garmonik tebranishlarning qo'shilishi jarayoni ilmiy jihatdan murakkab matematik tahlil talab qiluvchi masala bo'lib, u turli chastota va fazalar nisbatida hosil bo'ladigan Lissaju shakllari orqali ifodalanadi. Mazkur jarayonning o'quv jarayonida qo'llanishi esa talabalar uchun nafaqat matematik apparatni chuqurroq o'zlashtirish imkonini beradi, balki vizual tasvirlar va raqamli modellashtirish vositalari orqali mavzuga bo'lgan ta'limiy qiziqishni ham oshiradi.

Chastotalar nisbati $n:k$ bo'lganda, jism bir vaqt birligida Ox o'qi bo'yicha n ta, Oy o'qi bo'yicha esa k ta to'liq tebranish bajaradi. Shu sababli hosil bo'ladigan trayektoriya yopiq Lissaju figurasi ko'rinishini oladi. Masalan, 3–rasm (a) da jism Ox yo'nalishda 2 ta, Oy yo'nalishda 3 ta to'liq tebranish amalga oshiradi; 3–rasm (b) da esa Ox bo'yicha 5 ta, Oy bo'yicha 4 ta to'liq tebranish kuzatiladi.



3–rasm.

Lissaju figuralari–ta’lim jarayonida bir nechta pedagogik imkoniyatlarga ega:

- talabalar tebranishlarning nazariy ifodalarini faqat matematik formulalar orqali emas, balki vizual shaklda ham kuzatishi mumkin. Bu mavzuni tushunishni sezilarli darajada yengillashtiradi;
- Lissaju figuralari sinusoidal funksiyalarning qo’shilishi, chastotalar nisbati va faza tushunchalarini bir vaqtning o’zida ko’rsatib, talabalarda matematik modellash va fizik hodisalar orasidagi bog’liqlikni anglash qobiliyatini rivojlantiradi;
- talabalar turli parametrlarni (amplituda, chastota, faza) o’zgartirish orqali turli shakllarning hosil bo’lishini kuzatadi, bu esa ularni mustaqil izlanishga, tajribaviy xulosalar chiqarishga undaydi;
- zamonaviy dasturlar yordamida Lissaju figuralarini interaktiv tarzda yaratish o’quv jarayonini yanada samarali va qiziqarli qiladi.

XULOSA

Tebranishlarni qo’shish nazariyasi fizikaning ko’plab bo’limlari va texnik amaliyotda katta ahamiyatga ega bo’lib, jarayonlarning mohiyatini chuqur anglashni talab etadi. Tadqiqotlar shuni ko’rsatadiki, an’anaviy o’qitish metodlari ko’pincha mavzuning fizik mazmunini yetarlicha yoritib bera olmaydi va talabalarda nazariy tushunchalar yuzaki shakllanadi.

Mazkur maqolada raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan metodika talabalarning murakkab jarayonlarni vizual qabul qilishini, tebranishlarning fazaviy

qo'shilishi va interferensiya xususiyatlarini intuitiv ravishda tushunishini ta'minlaydi. Interaktiv dasturiy vositalar orqali o'quvchilarda mustaqil tahlil qilish ko'nikmalari shakllanib, motivatsiya sezilarli darajada oshadi.

Shu bois, tebranishlarni qo'shish mavzusini o'qitishda grafik modellashtirish, animatsiya va simulyatsiyalarni keng qo'llash nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, balki ta'lim jarayonini innovatsion bosqichga olib chiqadi. Ushbu metodika keyingi tadqiqotlarda boshqa kvant va klassik tebranish jarayonlarini o'qitishda ham samarali qo'llanilishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Jearl Walker, David Halliday, R.Remnick. Fundamentals of physics. ISBN 978–8808–08797–3. 2014
2. Raximov O. Fizika. Darslik. –Samarqand: "Turon Nashr". 2022. –622 bet. (Rakhimov O. Physics. Textbook. – Samarkand: *Turon Nashr*, 2022. – 622 p.)
3. Gaibov A.G. Fizika. –T.: "Book Trade 2022", 2022. –461 bet. (Gaibov A.G. Physics. – Tashkent: *Book Trade 2022*, 2022. – 461 p.)
4. Myers B., Muller J.P. Beginning Visual Studio 2019. – Hoboken: Wrox, 2019. 912 p. – ISBN 978-1-119-56938-5.
5. Johnson B. Professional Visual Studio 2017. – Hoboken: Wrox, 2017. 768 p. – ISBN 978-1-119-13205-4.
6. Dawson, M. (2010). *Python® programming for the absolute beginner* (3rd ed.). Boston, MA: Course Technology, Cengage Learning.
7. Цедрик М.С. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. –Т.: Ўқитувчи, 1991. –237 бет. (Tsedrik M.S. Collection of Problems in General Physics Course. – Tashkent: O'qituvchi, 1991. – 237 p.)
8. Muxtarov E.K. "Phet inteactive simulations" dasturida fizika fanidan virtual laboratoriya ishlarini bajarish. –Namangan: "Usmon Nosir Media". 2022. –214 bet. (Mukhtarov E.K. Performing virtual laboratory work in physics in the program "Phet interactive simulations". Namangan: "Usmon Nosir Media". 2022. –214 p.)