



UO'K: 372.853:004

**SO'NUVCHI MEKANIK TEBRANISHLARNI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA
INTERAKTIV O'QITISH METODIKASI****МЕТОДИКА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ЗАТУХАЮЩИХ МЕХАНИЧЕСКИХ
КОЛЕБАНИЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ****METHODOLOGY OF INTERACTIVE TEACHING OF DAMPED MECHANICAL
OSCILLATIONS BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES****Muxtarov Erkinjon**

Andijon davlat universiteti Umumiy fizika kafedrasida dotsenti

Annotatsiya

Maqolada so'navchi mexanik tebranishlarni o'qitishda uchraydigan metodik muammolar va ularni hal etish yo'llari tahlil qilingan. Murakkab matematik ifodalar va abstrakt tushunchalar talabalar uchun qiyinchilik tug'dirishi ta'kidlangan. Shu bois raqamli texnologiyalar, virtual laboratoriyalar va modellashtirish vositalaridan foydalanish zaruriyati asoslangan. Taklif etilgan metodik tavsiyalar nazariyani amaliyot bilan uyg'unlashtirish va talabalar motivatsiyasini oshirishga xizmat qiladi.

Аннотация

В статье проанализированы методические проблемы, возникающие при обучении затухающим механическим колебаниям, и пути их решения. Отмечено, что сложные математические выражения и абстрактные понятия вызывают трудности у студентов. В этой связи обоснована необходимость использования цифровых технологий, виртуальных лабораторий и средств моделирования. Предложенные методические рекомендации направлены на интеграцию теории с практикой и повышение мотивации студентов.

Abstract

The article analyzes methodological challenges in teaching damped mechanical oscillations and suggests possible solutions. It is noted that complex mathematical expressions and abstract concepts create difficulties for students. Therefore, the necessity of using digital technologies, virtual laboratories, and modeling tools is substantiated. The proposed methodological recommendations aim to integrate theory with practice and enhance students' motivation.

Kalit so'zlar: so'navchi tebranish, o'qitish usullari, raqamli texnologiya, virtual laboratoriya, tebranish amplitudasi, qarshilik koeffitsiyenti, talabalar motivatsiyasi.

Ключевые слова: затухающие колебания, методы преподавания, цифровые технологии, виртуальная лаборатория, амплитуда колебаний, коэффициент сопротивления, мотивация студентов.

Key words: damped oscillations, teaching methods, digital technologies, virtual laboratory, oscillation amplitude, damping coefficient, student motivation.

KIRISH

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi qarori [1] asosida ishlab chiqilgan chora-tadbirlar dasturi bugungi kunda mamlakatimiz ta'lim muassasalarida fizika fanini o'qitish sifatini oshirish, ta'lim jarayoniga zamonaviy o'qitish uslublarini joriy etish, malakali mutaxassislarni tayyorlash hamda sohaga oid mavjud muammolarga yechim topishga qaratilgan.

Mazkur qaror fizika fanining o'qitishga alohida e'tibor qaratishni talab etadi. Shu nuqtai nazardan, o'quv jarayonida yangi pedagogik yondashuvlar va raqamli texnologiyalarni joriy etish zarur.

Fizika ta'limida tebranishlar mavzusi alohida o'rin tutadi. Chunki tebranish hodisalari nafaqat tabiatda, balki texnika va ishlab chiqarish jarayonlarida ham keng qo'llaniladi. Masalan, avtomobillarda qo'llaniladigan amortizatorlar, ko'prik va binolardagi seysmik himoya tizimlari, akustik asboblari, elektr zanjirlari hamda turli mexanik qurilmalar ishida so'navchi tebranishlar muhim rol o'ynaydi [2]. Shu sababli ushbu hodisani chuqur o'rganish va uni o'qitishning samarali usullarini ishlab chiqish zarurdir.

Soʻnuvchi mexanik tebranishlarning oʻziga xosligi shundaki, ular real fizik jarayonlarga eng yaqin model hisoblanadi. Ideal tebranishlarda qarshilik kuchi hisobga olinmasa, real sharoitda har qanday tebranuvchi tizim tashqi muhit taʼsiri va ichki ishqalanish tufayli sekin-asta energiyasini yoʻqotadi. Natijada tebranish amplitudasi vaqt oʻtishi bilan kamayib boradi. Bu jarayonni talabalarga nazariy va amaliy jihatdan tushuntirish murakkab boʻlib, koʻpincha oʻquvchilarning tasavvur qilish qobiliyatiga tayaniladi.

Amaliy tajriba koʻrsatadiki, fizika taʼlimida aynan soʻnuvchi tebranishlarni oʻqitishda qator muammolar yuzaga keladi: nazariyaning murakkabligi, differensial tenglamalarni yechish zarurati, eksperimentni tashkil etishdagi cheklanishlar va vizualizatsiya imkoniyatlarining yetarli emasligi. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun zamonaviy pedagogik yondashuvlar, xususan raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish lozim.

Maqolaning maqsadi – soʻnuvchi mexanik tebranishlarni oʻqitishda uchraydigan muammolarni tahlil qilish, ularni yengib oʻtish usullarini asoslash hamda taʼlim jarayoniga zamonaviy texnologiyalarni joriy etish boʻyicha metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

ADABIYOTLARNING TAHLILI VA METODLAR

Tebranishlar fizikada turli koʻrinishlarda uchraydi va ular bir necha asosiy guruhlariga boʻlinadi:

1. Erkin tebranishlar – tashqi taʼsir boʻlmagan holda, faqat elastiklik kuchi hisobiga sodir boʻladigan tebranishlar.

2. Majburiy tebranishlar – tashqi davriy kuch taʼsiri ostida yuzaga keladigan tebranishlar.

3. Soʻnuvchi tebranishlar – ishqalanish yoki qarshilik kuchi natijasida amplitudasi vaqt oʻtishi bilan kamayib boradigan tebranishlar.

4. Rezonans hodisasi – tashqi kuch chastotasi tizimning xususiy chastotasiga teng boʻlganda amplitudaning keskin ortib ketishi.

Mazkur tasnifda soʻnuvchi tebranishlar real jarayonlarga eng yaqin boʻlib, ularga amaliy hayotda tez-tez duch kelamiz.

Soʻnuvchi tebranishlarni oʻrganishda asosiy model sifatida jism–prujina–ishqalanish tizimi olinadi. Ushbu tizim uchun Nyutonning ikkinchi qonuni asosida differensial tenglama yoziladi [3]:

$$m\ddot{x} + r\dot{x} + kx = 0 \quad (1)$$

bu yerda: m – jismning massasi, r – qarshilik koeffitsiyenti (ishqalanish yoki muhit qarshiligi), k – qytarish koeffitsiyenti, x – jismning muvozanat holatidan siljishi.

Differensial tenglamaning yechimi quyidagi koʻrinishda boʻladi:

$$x(t) = A_0 e^{-\beta t} \cos(\omega t + \varphi_0)$$

bu yerda: A_0 – boshlangʻich amplituda, $\beta = r/2m$ – soʻnish koeffitsiyenti, $\omega = \sqrt{k/m - \beta^2}$ – soʻnuvchi tebranishlarning davriy chastotasi, φ_0 – boshlangʻich faza.

Ushbu ifodadan koʻrinadiki, tebranish amplitudasi vaqt oʻtishi bilan eksponensial qonun asosida kamayadi:

$$A(t) = A_0 e^{-\beta t}$$

Demak, energiya ham vaqt oʻtishi bilan kamayadi, chunki tebranish energiyasi amplitudaning kvadratiga proporsionaldir [4].

Soʻnuvchi tebranishlar hayotning turli jabhalarida uchraydi:

- avtomobillarda amortizatorlar tebranishni soʻndiradi va harakatni barqaror qiladi;
- binolarda va koʻpriklarda seysmik tebranishlarni kamaytiruvchi qurilmalar qoʻllaniladi;
- musiqa asboblari tovushning asta-sekin pasayishi soʻnuvchi tebranishlarga misoldir;
- elektr zanjirlarida ham qarshilik natijasida tok va kuchlanish tebranishlari soʻnib boradi.

Shu sababli ushbu mavzuni oʻrganish talabalarni nafaqat nazariy bilimga, balki muhandislik tafakkuriga ham tayyorlaydi.

Soʻnuvchi mexanik tebranishlarni oʻrganish fizik taʼlimning muhim boʻlimlaridan biridir. Biroq amaliyot shuni koʻrsatadiki, bu mavzuni oʻqitishda bir qator qiyinchiliklar mavjud boʻlib, ular nafaqat talabalarning bilim darajasiga, balki oʻqitish jarayonining samaradorligiga ham salbiy taʼsir koʻrsatadi. Quyida ushbu muammolar tizimli ravishda tahlil qilinadi.

Mazkur tadqiqotda soʻnuvchi tebranishlarni oʻqitish metodikasini takomillashtirish uchun nazariy tahlil, raqamli texnologiyalar va pedagogik tajribalar uygʻunlashtirildi. Nazariy asos sifatida

PEDAGOGIKA

tebranishlarning differensial tenglamalar orqali ifodalanishi hamda amplituda, chastota va qarshilik koeffitsiyenti kabi tushunchalar olindi. Raqamli texnologiyalar ichida Python yordamida grafik modellashtirish qo'llanildi. Pedagogik jarayonda vizualizatsiya, interaktiv o'qitish va muammoli ta'lim usullari asosiy metod sifatida tanlandi. Eksperimental tadqiqot Andijon davlat universiteti talabalari o'rtasida olib borildi. Guruhlar an'anaviy va raqamli texnologiyalar asosida o'qitildi. Samaradorlik testlar, so'rovnomalar va kuzatishlar orqali baholandi. Olingan natijalar raqamli texnologiyalar o'quv jarayonini sezilarli darajada samarali qilishini ko'rsatdi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

So'nuvchi tebranishlarning matematik asoslari differensial tenglamalar orqali ifodalanadi. Fizika kursida esa barcha talabalar matematik tayyorgarlik jihatidan bir xil emas. Shu sababli $\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2x = 0$ kabi tenglamalarning yechimlarini tushuntirish va ularning fizik mazmunini ochib berish ko'plab talabalarga qiyinchilik tug'diradi. Ayniqsa, eksponensial funksiyaning amplituda kamayishidagi rolini to'liq anglab yetish murakkab hisoblanadi.

So'nuvchi tebranishlarda jismning muvozanat holatiga yaqinlashib borishi abstrakt matematik ifodalar orqali ko'rsatiladi. Talabalar bu jarayonni faqat doskadagi grafik yoki o'qituvchining og'zaki tushuntirishiga asoslanib tasavvur qiladilar. Natijada, jarayonning haqiqiy fizik manzarasi talabalar ongida yetarlicha shakllanmaydi.

Amaliy laboratoriya ishlarida so'nuvchi tebranishlarni tajribada ko'rsatish murakkabdir. Buning sabablari quyidagilar:

- ideal sharoitda so'nuvchi tebranishni izolyatsiya qilish qiyin;
- ishqalanish koeffitsiyentini aniq o'lchash yoki nazorat qilish amalda murakkab;
- prujina, yuk va stend kabi oddiy qurilmalarda tashqi omillar (havoning qarshiligi, ishqalanishning notekisligi) natijalarni buzadi.

Natijada talabalar ko'pincha nazariy qonuniyatlar bilan real tajriba o'rtasida farq paydo bo'lishini kuzatadilar va bu ularda shubha uyg'otadi.

So'nuvchi tebranishlarni o'qitishda faqat nazariy formulalarga tayanish, grafiklarni qo'lda chizish va tajribalarni sodda ko'rinishda o'tkazish talabalarda qiziqishni pasaytiradi. Ular bunday jarayonni "quruq nazariya" deb qabul qiladilar. Natijada mavzuni chuqur o'zlashtirishga bo'lgan intilish sustlashadi.

Ko'plab o'qituvchilar so'nuvchi tebranishlarni faqat klassik o'quv qo'llanmalarda keltirilgan nazariy asoslar doirasida tushuntirish bilan cheklanadilar. Zamonaviy raqamli vositalardan, masalan, PhET simulyatorlari yoki Python dasturlash muhitidan foydalanish esa keng ommalashmagan. Bu omil talabalarning jarayonni vizual va interaktiv tarzda idrok etish imkoniyatini cheklaydi.

Yuqoridagi tahlillardan kelib chiqib, so'nuvchi mexanik tebranishlarni o'qitishda uchraydigan asosiy muammolarni quyidagicha umumlashtirish mumkin:

1. Matematik apparatning murakkabligi.
2. Abstrakt tushunchalarni vizual tasavvur qilish qiyinligi.
3. Real eksperimentlarni tashkil etishning cheklanganligi.
4. Talabalarning motivatsiyasining pasayishi.
5. O'qituvchilarning zamonaviy metodlardan yetarli foydalanmasligi.

Bu muammolarni bartaraf etish uchun yangi pedagogik yondashuvlar va raqamli texnologiyalarni ta'lim jarayoniga keng joriy qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

So'nuvchi mexanik tebranishlarni o'qitishda uzoq yillar davomida an'anaviy metodlardan foydalanib kelinmoqda. Bu metodlar o'z vaqtida samarali bo'lib, fizika fanini o'qitishda muhim rol o'ynagan. Biroq zamonaviy ta'lim talablari nuqtayi nazaridan qaralganda, ularning imkoniyatlari chegaralangan va ayrim hollarda talabalarning mavzuni to'liq o'zlashtirishiga to'sqinlik qiladi.

So'nuvchi tebranishlarni o'qitishda an'anaviy metodlar quyidagi ko'rinishda amalga oshiriladi:

- **ma'ruza darslari** – o'qituvchi nazariy materialni taqdim etadi, asosiy formulalarni chiqaradi va grafiklar chizadi;
- **laboratoriya mashg'ulotlari** – oddiy prujina-jism tizimi yoki matematik mayatnik orqali so'nuvchi tebranishlar kuzatiladi;

• **doskada tushuntirish va grafik chizish** – amplituda vaqtga bog'liqligi, energiyaning kamayishi va chastota o'zgarishi ko'rsatib beriladi;

masala yechish – talabalarga differensial tenglamalardan foydalanib matematik hisoblash topshiriqlari beriladi.

An'anaviy metodlarning afzalliklari quyidagilardan iborat:

1. Talabalar asosiy formulalarni hosil qilish va ularning fizik mazmunini tushunish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

2. Oddiy laboratoriya ishlarida talaba kuzatuvchanlik, natijalarni qayd etish va grafik tuzish ko'nikmalarini egallaydi.

3. An'anaviy darsda talabalar savollar berish, bahs-munozaraga kirishish imkoniga ega.

4. Doskadagi nazariy tushuntirish laboratoriya tajribasi bilan birlashtiriladi.

Biroq so'nuvchi mexanik tebranishlarni faqat an'anaviy metodlar asosida o'qitishda qator cheklanishlar mavjud:

1. Talaba jarayonni faqat grafik chiziqlar orqali tasavvur qiladi, real vaqt rejimida modellashtirish imkoni yo'q.

2. Prujina-jism tizimida tashqi omillar kuchli ta'sir ko'rsatadi, natijalar nazariy modeldan sezilarli farq qiladi.

3. Differensial tenglamalarni yechish ko'nikmasi yetishmaganda, talaba mavzuning mohiyatini chuqur anglay olmaydi.

4. An'anaviy ma'ruza va doskada chizilgan grafiklar ko'proq tinglovchiga qaratilgan bo'lib, talabaning faol ishtirokini cheklaydi.

5. Dars jarayonida texnologik vositalardan foydalanilmaganda, mavzu talabaga quruq nazariya sifatida ko'rinadi.

So'nuvchi mexanik tebranishlarni o'qitishda zamonaviy yondashuv an'anaviy metodlardan tubdan farq qiladi. U nafaqat nazariy bilimlarni tushuntirish, balki talabalarni jarayonga faol jalb etish, ularning mustaqil izlanishlariga sharoit yaratish va amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishni ham ko'zda tutadi. Bu jarayonda raqamli texnologiyalar, kompyuter dasturlari, interaktiv simulyatsiyalar va vizualizatsiya vositalarining roli beqiyosdir.

Raqamli texnologiyalar an'anaviy metodlarni to'ldiribgina qolmay, balki yangi imkoniyatlar ochadi:

– tebranish jarayonini real vaqt rejimida animatsiya orqali ko'rsatish, amplitudaning kamayishini, energiyaning sarflanishini grafik va 3D modellarda taqdim etish;

– talabalar maxsus platformalarda tajribalarni virtual tarzda o'tkazib, parametrlarga o'zgarish kiritishi va natijalarni kuzatishi mumkin.

– **interaktiv simulyatorlar** yordamida talabalar tebranuvchi Sistema massasini, qarshilik koeffitsientini yoki tashqi kuchni o'zgartirib, natijani darhol ko'rishlari mumkin;

– **matematik dasturlar** foydalanib, differensial tenglamalar yechimi va graflar tezkor quriladi;

– **onlayn ta'lim resurslarida** o'quv materiallari, mashqlar va topshiriqlar joylashtiriladi.

Raqamli texnologiyalar asosida o'qitish quyidagi afzalliklarni beradi:

– talabalar mavzuni grafik, animatsion va simulyatsion ko'rinishda kuzatib, tushunchalarni tezroq anglaydilar.

– interaktiv muhit talabalarni tajriba va izlanishga undaydi.

– dasturlar differensial tenglamalarni tezda yechib, graflarni chizib beradi.

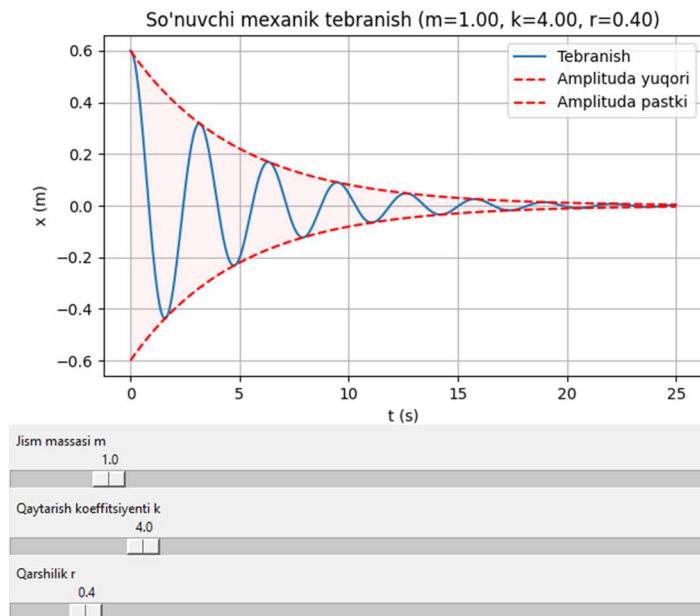
– har bir talaba o'z tempida ishlashi, o'ziga qulay parametrlar asosida o'rganishi mumkin.

– talabalarda qiziqish kuchayadi, mavzu "quruq nazariya" emas, balki jonli jarayon sifatida namoyon bo'ladi.

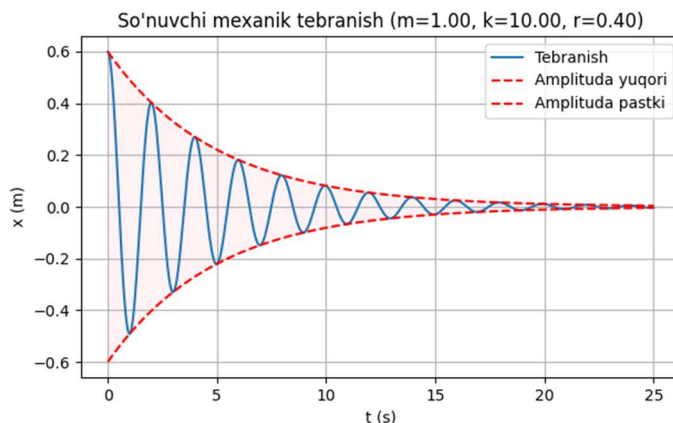
So'nuvchi mexanik tebranishlarni interaktiv tarzda o'qitishni ta'minlash maqsadida raqamli texnologiyalar asosida mualliflik dasturi ishlab chiqildi [5]. Dastur tebranuvchi jismning massasi (m), qaytarish koeffitsiyenti (k) hamda qarshilik koeffitsiyenti (r) ni interaktiv ravishda o'zgartirish imkonini beradi. Ushbu dastur so'nuvchi tebranish modelini soniy yechim asosida hisoblaydi va natijalarni grafik ko'rinishda tasvirlaydi (1-rasm). m , k , r kattaliklarning qiymati o'zgartirilganda, tebranishlarning so'nish jarayoni graflarda aniq va tezkor ko'rinishda namoyon bo'ladi. Bu esa nafaqat tebranish amplitudasining kamayish dinamikasini kuzatish, balki energiya yo'qotilishi,

PEDAGOGIKA

tebranishlarning davriyligi va ularning fizik mohiyatini chuqurroq anglash imkonini beradi. Shuningdek, dastur yordamida siljish tenglamasining mazmuni va undagi parametrlarning o'zaro bog'liqligi haqida batafsil tushunchaga ega bo'lish mumkin. Quyida keltirilgan grafiklarda m , k , r parametrlarning qiymatini o'zgartirish orqali so'nuvchi tebranishlarning xarakteri qanday o'zgarishi ilmiy asoslangan holda ko'rsatib beriladi.



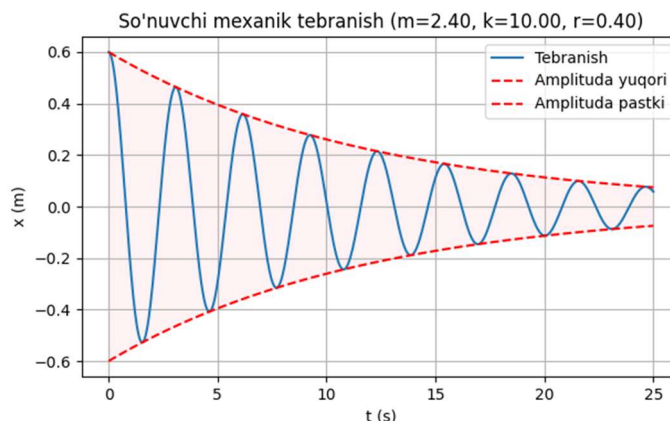
Jism massasi va qarshilik koeffitsiyenti o'zgartirilmaganidan, faqat qaytarish koeffitsiyenti k o'rttirildi, va fizik jarayon tahlil qilindi. Bunda kuzatishlar shuni ko'rsatdiki, qaytarish koeffitsiyentining ortishi tebranish chastotasining oshishiga olib keladi. Chunki tebranishning burchak chastotasi $\omega = \sqrt{k/m}$ formula orqali aniqlanadi va u elastiklik koeffitsiyentiga to'g'ridan-to'g'ri bog'liq. Natijada, tebranishlar davri qisqaradi (2–rasm). Shu bilan birga, qarshilik koeffitsiyenti o'zgarmaganligi sababli, energiya yo'qolishi tezligi va amplitudaning so'nishi avvalgi holat bilan bir xil qoladi. Biroq, yuqori chastotali tebranishlarda energiya almashinuvi jarayoni tezroq kechadi va tebranishning mexanik xarakteri sezilarli darajada o'zgaradi.



Jism massasi o'rttirilganda so'nuvchi tebranishlarning xarakteri sezilarli darajada o'zgaradi. Avvalo, massa ortishi bilan tebranishning inersiyasi ortadi, ya'ni jism tashqi kuchlar ta'siriga nisbatan barqarorroq bo'ladi. Natijada tebranish davri uzayadi, chastota kamayadi va tebranishlar

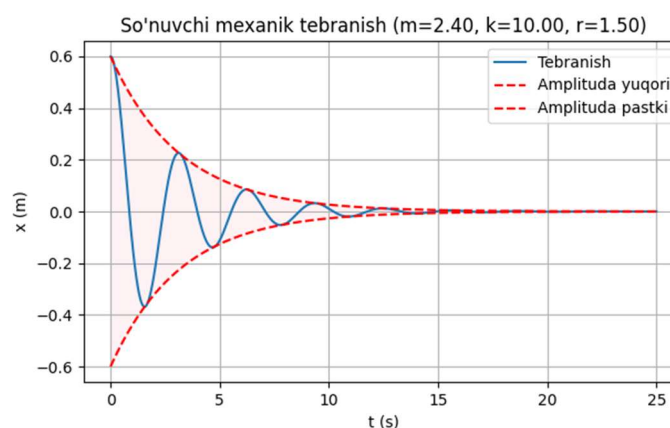
sustroq amalga oshadi. Shu bilan birga, qarshilik kuchi o'zgarmagan holda massa orttirilsa, tebranishning so'nish tezligi sekinlashadi, chunki jismning ortiqcha inersiyasi unga uzoqroq vaqt davomida tebranishni davom ettirish imkonini beradi.

Grafik tahlillar shuni ko'rsatadiki, massasi kichik bo'lgan jismning amplitudasi tezda kamayib nolga yaqinlashadi (1- va 2-rasm), massasi katta bo'lgan jismda esa amplituda uzoq vaqt davomida saqlanib qoladi. 3-rasmda jism massasi orttirilgan (1- va 2-rasmda keltirilganga nisbatan) da tebranish amplitudasining vaqtga bog'liq o'zgarishi tasvirlangan bo'lib, unda amplitudaning sekinroq so'nishi yaqqol ko'rinadi. Bu hodisa talabalar uchun so'nuvchi tebranishlarning fizik mohiyatini vizual va intuitiv tarzda anglashga yordam beradi.



3-rasm. So'nuvchi mexanik tebranish grafigi
($m=2,4$ kg, $k=10$ N/m, $r=0,4$ kg/s)

So'nuvchi tebranishlarning xususiyatlari qarshilik koeffitsiyenti qiymatiga bevosita bog'liq bo'ladi. Agar qarshilik kichik bo'lsa, jism uzoq vaqt tebranib, amplitudasi sekin kamayadi. Bunday holda tizimning energiya yo'qotish tezligi ham past bo'ladi va tebranishlar uzoq muddat davom etadi. Qarshilik koeffitsiyenti ortganda esa energiya tezroq sarflanadi, amplituda qisqa vaqtda kamayadi va tebranishlar tezroq to'xtaydi (4-rasm).



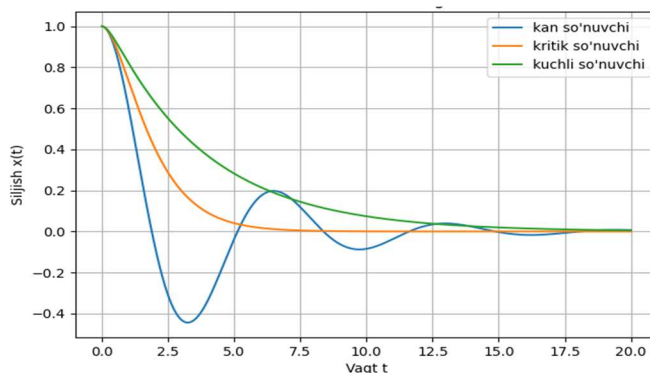
4-rasm. So'nuvchi mexanik tebranish grafigi
($m=2,4$ kg, $k=10$ N/m, $r=1,5$ kg/s)

Demak, raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan ushbu dastur so'nuvchi mexanik tebranishlarni o'qitishda samarali metodik vosita sifatida xizmat qiladi. Grafik tahlillar orqali talabalar jarayonni nafaqat nazariy, balki vizual ravishda ham anglab olish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Shuni ta'kidlash zarurki, o'quv mashg'ulotlarida, so'nuvchi tebranishlarni faqat energiyaning yo'qotilishi bilan kechuvchi salbiy hodisa sifatida talqin etish to'g'ri emas. Mazkur jarayon ba'zi texnik qurilmalarda funksional samaradorlikni ta'minlovchi muhim omil sifatida qaraladi. Masalan,

PEDAGOGIKA

strelkali o'lchash asboblarda tebranishning tez so'nishi (kritik so'nish) natijasida ko'rsatkich biror qiymatni aniq va barqaror tarzda ifodalaydi, bu esa o'lchash natijalarining ishonchligini oshiradi. Shuningdek, samolyotlar qo'nish jarayonida mexanik tebranishlarning darhol so'nishi (kuchli so'nish) parvoz xavfsizligi va konstruksiyaning mustahkamligini ta'minlaydi. Demak, tebranishlarning so'nishi texnika va muhandislik amaliyotida nazorat qilinadigan va ba'zan maqsadli tarzda yuzaga keltiriladigan hodisa sifatida qaraladi. Turlicha so'nuvchi tebranishlarda amplitudaning vaqtga bog'liqligi 5-rasmda keltirilgan.



5-rasm.

Mavzuga oid nazorat savollari

1. So'nuvchi tebranish qaysi hollarda yuzaga keladi?
2. Mexanik tebranishlarning erkin va majburiy turlari orasidagi farqni tushuntiring.
3. So'nuvchi tebranishda amplituda vaqt o'tishi bilan qanday o'zgaradi?
4. So'nuvchi tebranishlarning differensial tenglamasi qanday yoziladi?
5. So'nuvchi tebranish differensial tenglamasining umumiy yechimini yozing va yechimning fizik ma'nosini izohlang. Qachon eksponensial kamayuvchi sinusoidal funksiya, qachon esa kritik yoki ortiqcha so'nish kuzatiladi?
6. So'nuvchi tebranishlarning sifatli xususiyatlarini grafiklar orqali tushuntiring.
7. Tebranishning energiyasi vaqt o'tishi bilan qanday tezlikda kamayadi? Eksponensial qonun asosida energiya yo'qolishini tahlil qiling.
8. Qarshilik kuchi kichik bo'lganda tebranish chastotasi deyarli o'zgarishsizligini matematik jihatdan asoslang.
9. Qarshilik kuchi $F = -ru$ bo'lgan sistemaning tebranish davrini qarshiliksiz davr bilan taqqoslang. Qachon bu farq sezilarli bo'ladi?

Mavzuga oid tavsiyaviy masalalar

1. Massasi **2 kg**, prujina qattiqligi **50 N/m**, qarshilik koeffitsiyenti **0,5 kg/s** bo'lgan sistemaning logaritmik dekrementini va **10 ta tebranishdan keyingi** amplitudasini hisoblang.
2. So'nuvchi tebranishlarda energiyaning vaqtga bog'liqligini isbotlang va **t=4 s** da boshlang'ich energiyaning necha foizi saqlanib qolishini hisoblang.
3. Massasi **1 kg** bo'lgan zarra **k=100 N/m**, **r=20 kg/s** muhitda tebranmoqda. Tebranishning turini aniqlang va tegishli grafik chizing.
4. Massasi **1 kg**, bikrligi **16 N/m**, qarshilik koeffitsiyenti **1 kg/s** bo'lgan sistemaning erkin tebranishlarining so'nish vaqtini aniqlang.

Metodik tavsiyalar:

Mavzuni sodda misollar bilan izohlash, grafik ko'rinishda taqdim etish, differensial tenglamalarni bosqichma-bosqich yechib ko'rsatish.

Oddiy tebrangich asosida tajribalar o'tkazish, amplitudaning kamayishini o'lchash va natijalarni nazariya bilan solishtirish.

PhET va shunga o'xshash onlayn simulyatorlardan foydalanish orqali talabalarni mustaqil izlanishga jalb qilish.

Tanlangan dasturlash tillarida oddiy kod yozib, amplituda va energiyaning vaqt bo'yicha o'zgarishini grafikda kuzatish.

Dars jarayonida nazariya, real tajriba va raqamli texnologiyalarni birgalikda qo'llash orqali talabalar bilimini mustahkamlash.

Guruhiy muhokama, natijalarni taqqoslash, mustaqil topshiriqlar va loyiha ishlari orqali talabalarning tahliliy fikrlash qobiliyatini rivojlantirish.

XULOSA

So'nuvchi mexanik tebranishlarni o'qitish jarayoni nafaqat fizik tushunchalarni shakllantirish, balki talabalarni ilmiy-tahliliy fikrlashga o'rgatishda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot davomida nazariy, amaliy va raqamli usullar uyg'unligi o'quv jarayonida samarali natija berishi aniqlandi.

– so'nuvchi tebranishlar differensial tenglamalar va eksponensial funksiya orqali ifodalanadi, bu esa talabalar uchun tushunishda qiyinchilik tug'diradi, shu sababli faqat nazariy izohlar yetarli emas;

– real sharoitda o'lchash xatoliklari, tashqi muhit ta'siri va asboblarning sezgirligining pastligi natijalarni aniq olishga to'sqinlik qiladi;

– virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatorlar va dasturlash muhiti yordamida jarayonni aniq, ko'rgazmali va ko'p marotaba modellashtirish mumkin, bu talabalarda mavzuga qiziqishni orttiradi;

– nazariy tushuntirish + an'anaviy laboratoriya + raqamli modellashtirish uyg'un qo'llanganda talabalarning mavzuni o'zlashtirish darajasi sezilarli ortadi.

So'nuvchi tebranishlarni faqat energiya isrofi bilan bog'liq jarayon sifatida emas, balki texnik qurilmalarning samarali ishlashini ta'minlovchi zarur hodisa sifatida ham qarash lozim. Ularning tez so'nishi strekali o'lchash asboblari aniq natijani, samolyotlarda esa xavfsizlik va barqarorlikni ta'minlaydi. Shu bois, so'nuvchi tebranishlarni o'rganish va ularni boshqarish texnika va ta'limda muhim metodik ahamiyat kasb etadi.

Ishlab chiqilgan dasturdan [6] manbadagi 9.4÷9.6 masalalarni hamda [7] manbadagi 6.56÷6.64 masalalarni yechishda samarali foydalanish mumkin.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori. "Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida". 2021-yil 19-mart, PQ-5032-son. [Decree of the President of the Republic of Uzbekistan. "On measures to improve the quality of education and develop scientific research in the field of physics". March 19, 2021, No. PD-5032] [Internet source]. URL: <https://lex.uz> (Date of access: 17.08.2025)

2. Jearl Walker, David Halliday, R.Remnick. Fundamentals of physics. ISBN 978-8808-08797-3. 2014

3. Gaibov A.G. Fizika. –T.: "Book Trade 2022", 2022. –461 bet. (Gaibov A.G. Physics. – Tashkent: Book Trade 2022, 2022. – 461 p.)

4. Raximov O. Fizika. Darslik. –Samarqand: "Turon Nashr". 2022. –622 bet. (Raximov O. Physics. Textbook. – Samarkand: Turon Nashr, 2022. – 622 p.)

5. Dawson, M. (2010). *Python® programming for the absolute beginner* (3rd ed.). Boston, MA: Course Technology, Cengage Learning.

6. Цедрик М.С. Умумий физика курсидан масалалар тўплами. –Т.: Ўқитувчи, 1991. –237 б. (Tsedrik M.S. Collection of Problems in General Physics Course. – Tashkent: O'qituvchi, 1991. – 237 p.)

7. Chertov A.G., Vorobyev A. Fizikadan masalalar to'plami. –T.: "O'zkitobsavdonashriyoti", 2020. – 338 b. (Chertov A.G., Vorobyev A.A. Collection of Problems in Physics. – Tashkent: O'zkitobsavdonashriyoti, 2020. – 338 p.)