UO‘K 531.3:004.94

CHIZIQLI OSSILLYATOR JARAYONLARINI O‘QITISHDA “TEBRANISHLAR FIZIKASI” DASTURIY MAJMUASIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

E.K. Muxtarov, A. Hakimov

Maqolada chiziqli garmonik ossillyator tebranishlarini o‘qitishda “Tebranishlar fizikasi” dasturiy majmuasidan foydalanishning metodik jihatlari yoritilgan. Raqamli modellashtirish asosida tebranish jarayonlarini vizual va interaktiv tarzda o‘rganishning didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan. Dastur interfeysidan foydalanish, parametrlarni o‘zgartirish orqali talabalarda mexanik tebranishlar haqida tushunchalarni shakllantirish usullari ko‘rsatib berilgan. Ishqalanish mavjud va mavjud bo‘lmagan holatlarni taqqoslash orqali energiya aylanish qonuniyatlarini o‘zlashtirish samaradorligi baholangan.

Kalit so‘zlar: *chiziqli ossillyator, fizika o‘qitish metodikasi, raqamli modellashtirish, interaktiv ta’lim.*

В статье рассматриваются методические аспекты обучения колебательным процессам линейного гармонического осциллятора с использованием программного комплекса «Физика колебаний». Раскрываются дидактические возможности цифрового моделирования при изучении механических колебаний в курсе общей физики. Описываются формы организации учебного процесса с применением интерактивных моделей и методы формирования у студентов представлений о фазовых траекториях и преобразовании энергии. Проводится сравнительный анализ учебных результатов с учётом влияния вязкого трения.

Ключевые слова: *линейный гармонический осциллятор, методика обучения физике, цифровое моделирование, интерактивные модели, механические колебания, фазовые траектории, учебный эксперимент.*

Kirish

Zamonaviy fizika ta’limida raqamli ta’lim texnologiyalaridan foydalanish, ayniqsa, murakkab dinamik jarayonlarni o‘rganishda dolzarb ilmiy-pedagogik muammo hisoblanadi. Mexanik tebranishlar va ossillyator modellarining mavhum matematik tavsifi talabalarda nazariy tushunchalarni shakllantirishda ko‘pincha qiyinchilik tug‘diradi. Shu bois tebranish jarayonlarini vizual va interaktiv modellar asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish zarurati yuzaga keladi.

Tebranish jarayonlari mexanika va fizikaning ko‘plab bo‘limlarida fundamental ahamiyatga ega bo‘lib, ularni o‘rganish umumiy fizika kursining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Ossillyatorlarning xatti-harakatini grafik, fazaviy va animatsion ko‘rinishda tahlil qilish nazariy qonuniyatlarni ongli o‘zlashtirish hamda sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash imkonini beradi.

“Tebranishlar fizikasi” dasturiy majmuasi Microsoft Windows muhitida ishlashga mo‘ljallangan bo‘lib, qulay grafik interfeys va intuitiv boshqaruv elementlariga ega. Ushbu dastur chiziqli ossillyatorning xususiy tebranishlarini raqamli modellashtirish asosida o‘rganish imkonini yaratadi. Mazkur dasturiy vositadan foydalanish fizika fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalarni pedagogik jihatdan samarali joriy etish, talabalarda murakkab dinamik jarayonlarni vizual idrok etish va modellashtirish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Mazkur maqolada chiziqli ossillyator mavzusini o‘qitishda raqamli modellashtirishdan foydalanishning metodik imkoniyatlari va didaktik samaradorligi tahlil qilinadi.

Adabiyotlar tahlili

Mexanik tebranishlar va chiziqli ossillyator nazariyasi fizika fanining asosiy bo‘limlaridan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, ushbu mavzuni o‘qitish jarayonida talabalar ko‘pincha mavhum matematik modellarni idrok etishda qiyinchiliklarga duch keladilar. Ayniqsa, formulalar va tenglamalar bilan ifodalangan jarayonlarning fizik mazmunini tasavvur qilish har doim ham oson kechmaydi. Shu sababli faqat nazariy bayon bilan cheklanib qolmasdan, o‘qitish metodikasini takomillashtirish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etadi.

L.D.Landau va E.M.Lifshitsning “Mexanika” asarida ossillyatorlar nazariyasi fundamental darajada yoritilgan bo‘lib, ushbu manba fizik jarayonlarning mohiyatini anglash uchun mustahkam nazariy tayanch vazifasini bajaradi [1]. Biroq ta’lim amaliyoti shuni ko‘rsatadiki, mazkur materialni auditoriyada samarali yetkazish uchun uni qo‘shimcha vizual va interaktiv vositalar bilan boyitish zarur bo‘ladi. Aks holda nazariya talabalar ongida mavhum bilim sifatida qolib ketishi mumkin.

G.Goldsteyn va hammualliflarining ishlarida fazaviy trayektoriya va dinamik tizimlarning sifat tahliliga alohida e’tibor qaratilgan [2]. Ushbu tushunchalarni o‘qitishda raqamli modellashtirishdan foydalanish talabalarga jarayonlar o‘rtasidagi sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqroq anglash imkonini beradi.

V.I.Arnoldning tadqiqotlarida mexanik tizimlarni o‘rganishda geometrik yondashuvlarning ahamiyati ko‘rsatib berilgan [3]. Bu esa o‘quv jarayonida grafik va animatsion vositalardan foydalanish metodikasini pedagogik jihatdan asoslaydi. Talabalar uchun jarayonlarni harakatda ko‘rish ularning fazoviy tasavvurlarini shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi.

Mexanik tebranishlarni o‘rganishda energiyaning bir turdan ikkinchi turga aylanish jarayonlarini tushuntirish alohida ahamiyatga ega. V.A.Ilin va V.A. Sadovnichiy [4] ishlarida ushbu masalalar batafsil yoritilgan bo‘lib, ularning yondashuvlari laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda metodik asos bo‘lib xizmat qiladi. Energiya saqlanish qonunini vizual modellar orqali ko‘rsatish talabalar tomonidan uni ongli ravishda o‘zlashtirishga yordam beradi.

So‘nggi yillarda raqamli modellashtirishning fizika ta’limidagi didaktik samaradorligi bir qator tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. A.V.Smirnov [5] va boshqa mualliflarning ishlarida [6] interaktiv modellar nazariy tushunchalarni ko‘rgazmali tarzda tushuntirish orqali o‘quv motivatsiyasini oshirishi ta’kidlanadi.

Mazkur maqolada ushbu ilmiy va metodik yondashuvlar chiziqli ossillyator mavzusini o‘qitish misolida ko‘rib chiqiladi. Raqamli modellashtirish vositalaridan foydalanish orqali nazariya va amaliyotni uyg‘unlashtirish imkoniyatlari pedagogik nuqtayi nazardan tahlil qilinadi hamda ularning ta’lim samaradorligiga ta’siri asoslab beriladi.

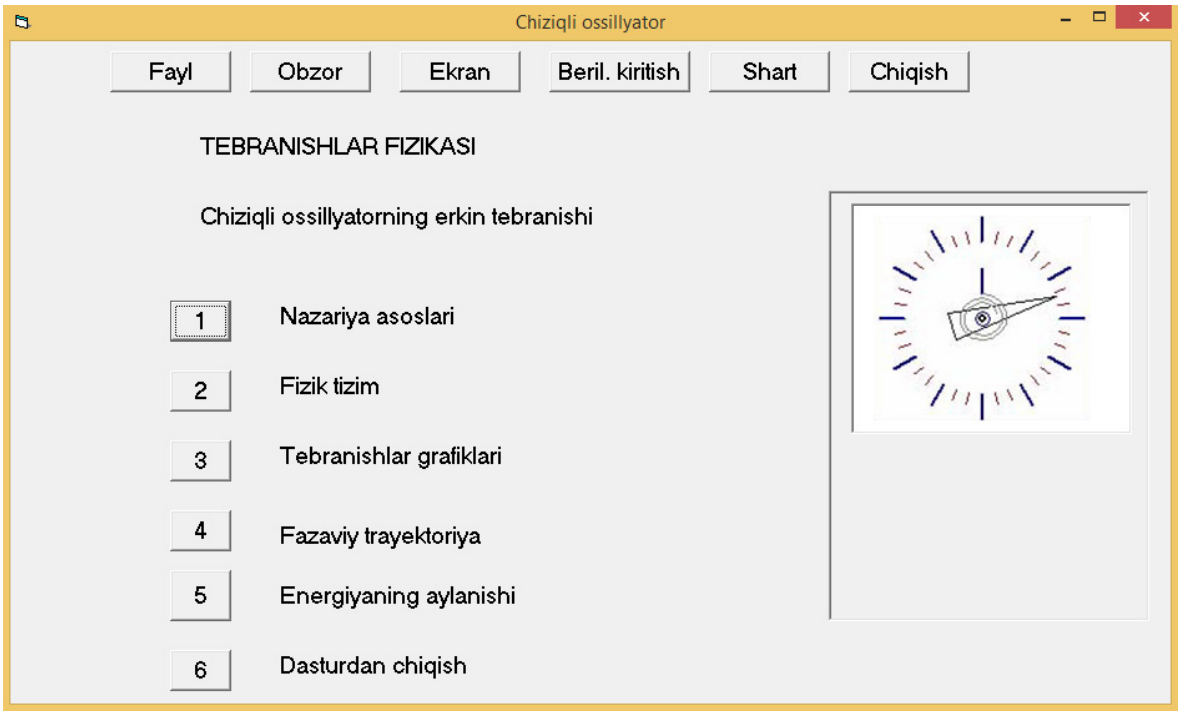
Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot raqamli modellashtirishga asoslangan bo‘lib, unda chiziqli ossillyator mavzusini o‘qitishda “Tebranishlar fizikasi” dasturiy majmuasidan foydalanildi.

Tadqiqot jarayonida pedagogik kuzatish, taqqoslash va grafik tahlil metodlari qo‘llanilib, ishqalanish mavjud va mavjud bo‘lmagan holatlarda tebranish jarayonlarining vizual talqini amalga oshirildi. Olingan natijalar talabalarning fazaviy va energetik tasavvurlarini shakllantirish samaradorligi nuqtayi nazaridan tahlil qilindi.

Natijalar va muhokama

“Tebranishlar fizikasi” dasturiy majmuasining modellashtiruvchi komponentlari o‘quv jarayonida foydalanish uchun yetarlicha sodda va tushunarli ekani bilan ajralib turadi [8]. Dastur Microsoft Windows operatsion muhiti uchun ishlab chiqilgan bo‘lib, aynan shu muhitga xos bo‘lgan qulay va tanish grafik interfeysdan foydalanadi [9,10]. Bu holat talabalarning dastur bilan ishlash jarayonida ortiqcha texnik qiyinchiliklarga duch kelmasdan, diqqatni asosiy o‘quv vazifalariga qaratishiga imkon beradi. 1-rasmda paket tarkibidagi istalgan modellashtiruvchi dastur ishga tushirilganda ochiladigan titul ekranining odatiy ko‘rinishi tasvirlangan. Ushbu ekran orqali laboratoriya ishining muayyan bosqichiga mos keladigan bo‘limni tanlash mumkinligi o‘quv jarayonini bosqichma-bosqich va izchil tashkil etishga xizmat qiladi.



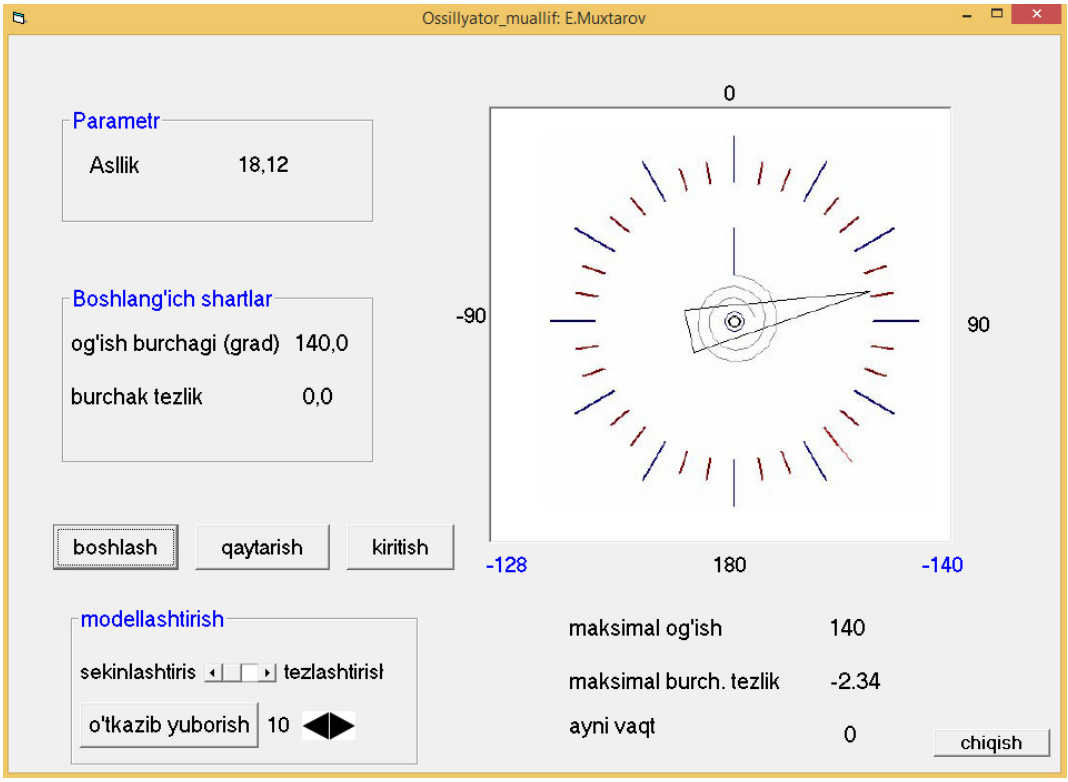
1-rasm. Dastur titul ekrani.

Mashg‘ulotni “Nazariya asoslari” bo‘limidan boshlash pedagogik jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi. Mazkur bo‘limda o‘rganilayotgan hodisa va modellashtirilayotgan fizik tizim haqida qisqacha, lekin tizimli ma’lumotlar berilgan. Talabalarga ushbu bo‘lim sahifalarini ketma-ket ko‘rib chiqish tavsiya etiladi, chunki bu ularning keyingi amaliy faoliyatiga nazariy tayanch yaratadi. Sahifalar bo‘limning “*Mundarija*”si orqali yoki “*Keyingi*” tugmasi yordamida o‘qilishi mumkin. “*Orqaga*” tugmasining mavjudligi esa talabalarga o‘zlashtirish jarayonida mustaqil nazorat va takrorlash imkonini beradi.

Nazariy tavsiflar tizim xatti-harakatining dinamik tasvirlari bilan birga berilishi o‘quv materialining ko‘rgazmaliligini oshiradi. Matn oynasining chap tomonida modellashtirilayotgan tizimning sxematik tasviri joylashgan bo‘lib, uning ostida ayni rejimdagi parametrlar qiymatlari aks ettiriladi. Bunday tuzilma talabalarga nazariy tushunchalar bilan modellashtirish natijalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni bevosita kuzatish imkonini beradi. Rotor tasvirini “*Modellashtirish shartlari*” paneli orqali realroq ko‘rinishga keltirish mumkin bo‘lsa-da, o‘quv amaliyotida ko‘pincha strelka ko‘rinishidagi soddalashtirilgan tasvir tushunchalarni anglash uchun yetarli bo‘ladi.

Modellashtirish jarayonini ishga tushirish “*Pusk*” tugmasi orqali amalga oshiriladi. Animatsiya tezligini moslashtirish imkoniyati esa o‘qituvchiga dars jarayonida individual va guruhli ishlash sur’atini boshqarish, talabalarning idrok darajasiga moslashish imkonini beradi. Bu holat raqamli ta’limning moslashuvchanlik tamoyilini amalda namoyon etadi.

Titul sahifasidan “*Fizik tizim*” bo‘limi tanlanganda, modellashtirilayotgan tizimning vizual tasviri va parametrlar bir vaqtning o‘zida aks ettiriladi. Ushbu bo‘lim, ayniqsa, grafiklar bilan ortiqcha chalg‘imasdan, tizim harakatini bevosita kuzatish zarur bo‘lgan holatlarda qulay hisoblanadi. 2-rasmda mazkur ekran ko‘rinishining odatiy holati keltirilgan.



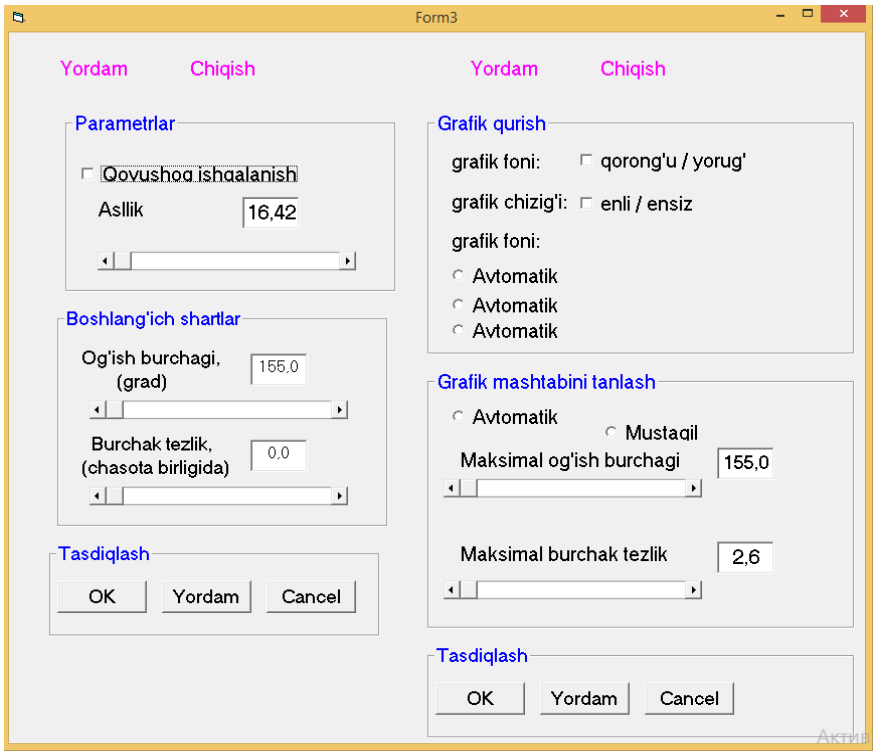
2-rasm. “Fizik tizim” bo‘limi tanlangandagi ekran ko‘rinishi.

Modellashtirish jarayonida ekranning pastki qismida paydo bo‘ladigan raqamlar har bir tebranishdan so‘ng maksimal og‘ish qiymatlarini ko‘rsatadi. Ushbu ko‘rsatkichlardan foydalanish laboratoriya ishlarini bajarishda talabalar uchun qulay bo‘lib, ular og‘ish burchagini shkaladan bevosita o‘qishga nisbatan ancha oson tahlil qilish imkoniga ega bo‘ladilar. Bu esa o‘lchash va tahlil qilish ko‘nikmalarining shakllanishiga xizmat qiladi.

“*Pusk/Pauza*” va “*Restart*” tugmalari modellashtirish jarayonini boshqarishni soddalashtiradi, “*O‘tkazib yuborish*” funksiyasi esa ayrim tebranish turlarini o‘rganishda vaqtni tejash imkonini beradi. Garchi chiziqli ossillyatorning xususiy tebranishlarini o‘rganishda bu imkoniyat kam qo‘llansa-da, majburiy va parametrik tebranishlar mavzularida u didaktik jihatdan foydali bo‘lishi mumkin.

Dastur menyu satrining barcha bo‘limlarda bir xil tuzilishga ega bo‘lishi talabalarda barqaror ishlash ko‘nikmasini shakllantiradi. “*Ko‘rib chiqish*” va “*Misollar*” bo‘limlari tayyor modellashtirish namunalari orqali tushunchalarni mustahkamlashga xizmat qilsa, “*Masalalar*” bo‘limi o‘zlashtirilgan bilimlarni nazorat qilish va mustaqil ishlashni tashkil etish imkonini beradi. “*Yordam*” bandi esa kontekstli tushuntirishlar orqali o‘quv jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan savollarga tezkor javob topishga yordam beradi.

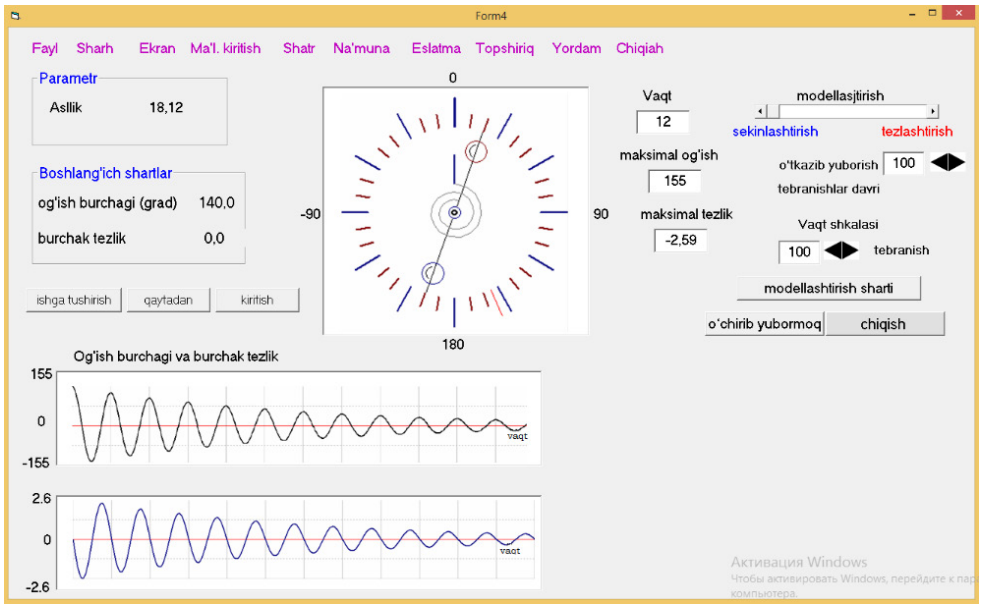
“*Ma’lumot kiritish*” va “*Shartlar*” panellari orqali parametrlarni o‘zgartirish talabalarga modellashtirish jarayonida faol ishtirok etish, tajriba shartlarini mustaqil tanlash va natijalarni tahlil qilish imkonini beradi (3-rasm).



3-rasm. Parametrlarni kiritish va modellashtirish shartlarini tanlash panellari.

Parametrlarni slayderlar yoki klaviatura orqali kiritish imkoniyati aniqlik va qulaylikni ta'minlaydi. Mazkur modelda sifat ko'rsatkichi asosiy parametr sifatida tanlanishi o'quv jarayonini soddalashtirib, talabalarning e'tiborini hodisaning mohiyatiga qaratadi. Ishqalanishsiz holatni modellashtirish imkoniyati esa ideallashtirilgan va real tizimlarni taqqoslab o'rganish uchun qulay sharoit yaratadi.

Grafiklarni tasvirlash usullarini tanlash, rang va masshtabni sozlash imkoniyatlari modellashtirish natijalarini katta auditoriyada yoki individual ishlash jarayonida samarali namoyish etishga xizmat qiladi. Keyingi bo'limlar, xususan, "*Tebranishlar grafiklari*", "*Fazaviy trayektoriya*" va "*Energiya aylanishlari*" orqali talabalarning vizual tahlil qilish imkoniyatlari yanada kengayadi (4-rasm).



4-rasm. "Tebranishlar grafiklari" bo'limidagi ekran ko'rinishi.

Ushbu bo‘limlarda berilgan grafiklar mexanik tebranishlarning fizik mohiyatini chuqurroq anglashga yordam beradi. Olingan modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatdiki, bunday raqamli vositalardan foydalanish talabalarning mavzuga bo‘lgan qiziqishini oshiradi, fazaviy va energetik tasavvurlarni shakllantiradi. Eng muhimi, kompyuter modeli bilan mustaqil ishlash jarayoni tahliliy fikrlash, sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash va ilmiy xulosa chiqarish kabi muhim kompetensiyalarning rivojlanishiga xizmat qiladi.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari “Tebranishlar fizikasi” dasturiy majmuasi chiziqli ossillyator mavzusini o‘qitishda samarali raqamli ta’lim vositasi ekanini ko‘rsatdi. Kompyuter modellashtirish asosida mexanik tebranishlar jarayonlarini vizual va interaktiv tarzda o‘rganish talabalar tomonidan nazariy tushunchalarni ongli o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Modellashtirish jarayonida grafik, fazaviy va energetik tasvirlardan foydalanish garmonik va so‘nuvchi tebranishlar, energiya aylanishi hamda fazaviy trayektoriya kabi tushunchalarni shakllantirish samaradorligini oshiradi. Parametrlarni mustaqil o‘zgartirish asosida olib borilgan o‘quv faoliyati talabalarda tahliliy fikrlash, sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash va ilmiy xulosalar chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, “Tebranishlar fizikasi” dasturiy majmuasidan laboratoriya mashg‘ulotlarida foydalanish nazariya va amaliyotni uyg‘unlashtirish, o‘quv jarayonining samaradorligini oshirish hamda kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirish imkonini beradi. Shu jihatdan kompyuter modellashtirish fizika fanini o‘qitishda samarali pedagogik texnologiya sifatida tavsiya etiladi.

Adabiyotlar:

1. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М*. Механика. – Москва: Наука, 2008. – 224 с.

2. *Гольдштейн Г., Пул Ч., Сафко Дж.* Классическая механика. - 3-е изд. – Москва: БИНОМ, 2015. – 864 с.

3. *Арнольд В.И*. Математические методы классической механики. - 2-е изд. – Москва: Наука, 2006. – 472 с.

4. *Ильин В.А., Садовничий В.А*. Математический анализ и моделирование физических процессов. – Москва: МГУ, 2010. –

5. *Смирнов А*.В. Методика применения информационных технологий в обучении физике. – Москва: AcademiA, 2008. – 240 с.

6. *Muxtarov E*. Chiziqli garmonik ossilyator mavzusini o’qitishda yangicha yondashuv //NamDU ilmiy axborotnomasi. – 2023. – №10. – B. 660–668.

7. *Toxirova M., Axunova M., Xoldarova M*. Nochiziqli tebranishlar va angarmonik tebranishlar // Наука и технология в современном мире. – 2025. –№ 7. – С. 152–154.

8. *Philip Conrod*. Learn Visual Basic. – Kidvare Software, 2012. – 880 p.

9. *Evans J., McLaughlin B*. Visual Basic.NET How to Program: Including .NET 4.5. – Prentice Hall, 2013. – 563 p.

10. *Farbb G., Mitchell M*. Microsoft Visual Basic 2017 for Windows, Web, and Database Applications: Comprehensive. – Cengage Learning, 2018. – 482 p.

POSSIBILITIES OF USING THE "PHYSICS OF VIBRATIONS" SOFTWARE SET IN THE STUDY OF LINEAR OSCILLATOR PROCESSES

E.K.Muxtarov[1], A.Khakimov[1]

Ilmiy xabarnoma. Seriya: Pedagogik tadqiqotlar – Scientific Bulletin. Series: Pedagogical Research. 2025. 6(90). 39-46.

[1]Andijan State University, Andijan, 170100, str. University, 129 (Uzbekistan). E-mail: agsu_info@edu.uz

Key words: *linear oscillator, physics teaching methodology, digital modeling, interactive learning.*

This article presents a detailed analysis of the theory of mechanical oscillations, which is one of the fundamental sections of classical mechanics, with particular emphasis on the study of free oscillatory processes of a linear harmonic oscillator based on computer modeling. The research is grounded in modern digital educational technologies and aims to expand the possibilities of studying physical processes in a visual, graphical, and interactive form.

In the study, the software package "Physics of Oscillations" was selected as the primary modeling environment. Using this program, the time-dependent variations of the oscillator's displacement, velocity, and acceleration were analyzed, along with phase-plane trajectories and the dynamics of kinetic, potential, and total mechanical energy. During the modeling process, the influence of key parameters-such as the initial angular displacement, initial angular velocity, mass of the body, spring stiffness, and friction coefficient-on the oscillatory behavior was examined step by step.

The article separately considers oscillatory regimes with and without friction, and their characteristic features are revealed through comparative analysis. In the frictionless system, the full validity of the law of conservation of mechanical energy is demonstrated, and the periodic exchange between kinetic and potential energy is confirmed using graphical representations. In the presence of friction, computer simulations clearly illustrate the exponential decay of the oscillation amplitude over time, the dissipation of energy into the surrounding environment, and the tendency of the system to approach an equilibrium state.

Furthermore, phase portraits are employed to analyze the stability of oscillatory motion and its temporal evolution, establishing consistency between theoretical solutions and the results obtained from computer modeling. The agreement of the obtained results with the fundamental laws of classical mechanics is substantiated by scientific evidence.

Special attention is paid to the didactic and methodological significance of computer modeling technologies in physics education. This approach is shown to facilitate students' comprehension of abstract physical concepts, promote the integration of theoretical knowledge with practical activity, and foster the development of independent analytical and research competencies. The results of the study have significant scientific and practical value for modernizing laboratory classes on mechanical oscillations, developing digital educational resources, and implementing innovative teaching methods in higher education institutions.

In addition, the article highlights the psychological and pedagogical advantages of teaching based on computer modeling. In particular, the ability to observe dynamic processes in real time helps students form cause-effect relationships, deepen their understanding of functional dependencies between physical quantities, and enhance conceptual thinking. Information presented through graphical and animated representations is assimilated more quickly and retained more effectively in long-term memory compared to traditional static formulas.

Moreover, instructional activities organized on the basis of computer simulations contribute to the development of students' independent learning skills and foster essential research elements, such as experiment planning, hypothesis formulation, data analysis, and result generalization. This, in turn, provides a solid methodological foundation for implementing a competency-based approach in physics education.

References:

1. Landau, L.D., Lifshitz, E.M. (2008) *Mexanika* [Mechanics]. Moscow: Nauka.

2, Goldstein, H., Poole, C., Safko, J. (2015) *Klassicheskaya mexanika* [Classical Mechanics]. Moscow: BINOM.

3. Arnold, V. I. (2006) *Matematicheskie metody klassicheskoj mekhaniki* [Mathematical Methods of Classical Mechanics]. Moscow: Nauka.

4. Il'in, V.A., Sadovnichij, V.A. (2010) *Matematicheskij analiz i modelirovanie fizicheskih processov* [Mathematical Analysis and Modeling of Physical Processes]. Moscow: MGU.

5. Smirnov, A.V. (2008) *Metodika primeneniya informacionnyh tekhnologij v obuchenii fizike* [Methods of Applying Information Technologies in Physics Education]. Moscow: AcademiA.

6. Muxtarov, E. (2023) Chiziqli garmonik ossilyator mavzusini o'qitishda yangicha yondashuv [Novel Approach to Teaching the Topic of Linear Harmonic Oscillator]. *NamDU ilmiy axborotnomasi*. No10. Pp. 660-668.

7. Toxirova, M., Axunova, M., Xoldarova, M. (2025) Nochiziqli tebranishlar va angarmonik tebranishlar [Nonlinear Oscillations and Anharmonic Oscillations]. *Nauka i tekhnologiya v sovremennom mire*. No7. Pp. 152-154.

8. Philip Conrod. (2012) Learn Visual Basic. Kidvare Software.

9. Evans, J., McLaughlin, B. (2013)Visual Basic. NET How to Program: Including. NET 4.5. Prentice Hall.

10. Farbb, G., Mitchell, M. (2018) Microsoft Visual Basic 2017 for Windows, Web, and Database Applications: Comprehensive. Cengage Learning.

Mualliflar haqida ma'lumot:

MUXTAROV Erkinjon Kobiljonovich – Andijon davlat universiteti Umumiy fizika kafedrasi dotsenti. E-mail: erkinmuxtarov@yahoo.com

HAKIMOV Abduhakim – – pedagogiga fanlari doktori, Andijon davlat universiteti Umumiy fizika kafedrasi professori v.b. E-mail: xakimov@gmail.com