European Journal of Interdisciplinary Research and Development
Volume- 51 May- 2026
Website: www.ejird.journalspark.org ISSN (E): 2720-5746

ELEKTROMAGNIT TEBRANISHLARNI O‘QITISHDA ELEKTRON RESURSLARDAN FOYDALANISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Xoliqov Qurbonboy To‘ychiyevich 1
Eshaliyev Hojiakbar Ne’mat o‘g‘li 2
1.Samarqand davlat pedagogika instituti dotsenti, t
el: +998 (33) 017-82-30, Email: xoliqov1978@mail.ru.
2. Samarqand davlat pedagogika instituti I-kurs magistranti

Annotatsiya
Ushbu maqolada elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda elektron resurslardan foydalanishning didaktik imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqotda ingliz, rus va o‘zbek tilidagi ilmiy manbalar asosida simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar, animatsiyalar va maxsus dasturiy vositalarning elektromagnit tebranishlar mavzusini o‘zlashtirishdagi o‘rni yoritildi. PhET Interactive Simulations, Falstad Circuit Simulator, Multisim, MATLAB/Simulink, Tinkercad Circuits va eFizika kabi real elektron resurslarning metodik imkoniyatlari qiyosiy tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, elektron resurslar LC va RLC konturlarda energiya almashinuvi, rezonans, tok va kuchlanish fazasi, chastota, amplituda hamda so‘nuvchi tebranishlarni vizual va interaktiv tarzda tushuntirishda samarali vosita hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: elektromagnit tebranishlar, elektron resurslar, virtual laboratoriya, simulyatsiya, PhET, Falstad, Multisim, MATLAB/Simulink, RLC zanjir, fizika ta’limi.

Introduction

Аннотация:
В данной статье проанализированы дидактические возможности использования электронных ресурсов при обучении электромагнитным колебаниям. На основе научных источников на английском, русском и узбекском языках рассмотрена роль симуляций, виртуальных лабораторий, анимаций и специализированных программных средств в освоении темы электромагнитных колебаний. Проведен сравнительный анализ методических возможностей таких реальных электронных ресурсов, как PhET Interactive Simulations, Falstad Circuit Simulator, Multisim, MATLAB/Simulink, Tinkercad Circuits и eFizika. Результаты анализа показывают, что электронные ресурсы являются эффективным средством визуального и интерактивного объяснения процессов обмена энергией в LC- и RLC-контурах, резонанса, фазовых соотношений тока и напряжения, частоты, амплитуды и затухающих колебаний.

Ключевые слова: электромагнитные колебания, электронные ресурсы, виртуальная лаборатория, симуляция, PhET, Falstad, Multisim, MATLAB/Simulink, RLC-цепь, обучение физике.

European Journal of Interdisciplinary Research and Development
Volume- 51 May- 2026
Website: www.ejird.journalspark.org ISSN (E): 2720-5746

Abstract:
This article analyzes the didactic possibilities of using electronic resources in teaching electromagnetic oscillations. Based on scientific sources in English, Russian, and Uzbek, the role of simulations, virtual laboratories, animations, and specialized software tools in mastering the topic of electromagnetic oscillations is examined. A comparative analysis of the methodological capabilities of real electronic resources such as PhET Interactive Simulations, Falstad Circuit Simulator, Multisim, MATLAB/Simulink, Tinkercad Circuits, and eFizika was conducted. The results of the analysis show that electronic resources are effective tools for visually and interactively explaining energy exchange in LC and RLC circuits, resonance phenomena, current and voltage phase relationships, frequency, amplitude, and damped oscillations.

Keywords: electromagnetic oscillations, electronic resources, virtual laboratory, simulation, PhET, Falstad, Multisim, MATLAB/Simulink, RLC circuit, physics education.

Kirish

Elektromagnit tebranishlar fizika kursining nazariy jihatdan murakkab, mazmunan abstrakt va metodik jihatdan alohida yondashuvni talab qiladigan bo‘limlaridan biri hisoblanadi. Mazkur mavzuda o‘quvchi yoki talaba kondensator plastinkalari orasida hosil bo‘ladigan elektr maydon energiyasi, induktivlik g‘altagida yuzaga keladigan magnit maydon energiyasi, LC va RLC konturlardagi davriy jarayonlar, tok kuchi va kuchlanishning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi, fazaviy siljish, rezonans, so‘nuvchi va majburiy tebranishlar kabi bir qator murakkab fizik tushunchalarni o‘zlashtirishi zarur bo‘ladi. Ushbu tushunchalarning asosiy murakkabligi shundaki, ular bevosita kuzatilmaydigan fizik jarayonlarga asoslanadi hamda ko‘pincha nazariy model, matematik ifoda va grafik tasvir orqali tushuntiriladi. Shu sababli elektromagnit tebranishlarni faqat formulalar, statik chizmalar yoki og‘zaki bayon asosida o‘qitish o‘quvchilarda yetarli konseptual tushuncha hosil qilmasligi mumkin.

Ayniqsa, LC konturda energiyaning kondensatorning elektr maydonidan induktivlik g‘altagining magnit maydoniga o‘tishi, tok va kuchlanishning bir vaqtning o‘zida maksimal qiymatga ega bo‘lmasligi, rezonans hodisasi yuzaga kelishi yoki qarshilik ta’sirida tebranishlarning so‘nishi kabi jarayonlarni o‘quvchi ko‘z bilan ko‘ra olmaydi. Natijada mavzuning abstraktligi ortadi va bu o‘quvchilarning fizik jarayonlarni real tasavvur qilishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Mazkur holat elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda vizualizatsiya, modellashtirish va interaktiv metodlardan foydalanish zaruratini yuzaga keltiradi.

Hozirgi kunda PhET Interactive Simulations, Falstad Circuit Simulator, Multisim, MATLAB/Simulink, Tinkercad Circuits va boshqa platformalar elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda keng qo‘llanilmoqda. Biroq ushbu resurslarning qaysi biri mavzuga kirish bosqichida, qaysi biri laboratoriya tajribalarini tashkil etishda yoki qaysi biri matematik modellashtirish va chuqur tahlilda samaraliroq ekanligi aniq metodik tizim asosida yetarli o‘rganilmagan. Masalan, PhET simulyatsiyalari boshlang‘ich tushunchalarni shakllantirishda qulay bo‘lsa, Falstad Circuit Simulator LC va RLC zanjirlardagi dinamik jarayonlarni ko‘rsatishda samaraliroqdir. Multisim va MATLAB/Simulink esa elektromagnit tebranishlarni

professional va matematik jihatdan chuqur modellashtirish imkonini beradi. Demak, elektron resurslarning ta'lim samaradorligi ularni shunchaki qo'llash bilan emas, balki didaktik maqsadga muvofiq ravishda tanlash va metodik jihatdan to'g'ri integratsiyalash bilan belgilanadi.

Shu nuqtayi nazardan, elektromagnit tebranishlarni o'qitishda elektron resurslardan foydalanish masalasi zamonaviy fizika ta'limining dolzarb metodik muammolaridan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi elektromagnit tebranishlarni o'qitishda qo'llaniladigan elektron resurslarning didaktik imkoniyatlarini ilmiy-metodik jihatdan tahlil qilish, ularning afzalliklari va cheklovlarini aniqlash hamda fizika ta'limi samaradorligini oshirishdagi o'rnini asoslashdan iborat. Tadqiqot davomida simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar, animatsiyalar va maxsus dasturiy vositalarning elektromagnit tebranishlarni tushuntirishdagi o'rni qiyosiy tahlil qilinadi hamda ularni ta'lim jarayoniga integratsiyalash bo'yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Adabiyotlar sharhi

So'nggi yillarda fizika ta'limida elektron resurslardan foydalanish masalasi xalqaro ilmiy tadqiqotlarning muhim yo'nalishlaridan biriga aylandi. Ayniqsa, virtual laboratoriyalar, interaktiv simulyatsiyalar va kompyuter modellashtirish texnologiyalarining rivojlanishi murakkab fizik hodisalarni o'qitishda yangi metodik imkoniyatlarni yuzaga keltirdi. Elektromagnit tebranishlar mavzusi abstraktligi, ko'rinmas fizik jarayonlarga asoslanishi va matematik apparatning murakkabligi bilan ajralib turishi sababli ushbu bo'limni o'qitishda elektron resurslarning didaktik imkoniyatlari alohida ahamiyat kasb etadi.

Bir qator ilmiy adabiyotlarda virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar fizik hodisalarni konseptual tushunishni rivojlantiruvchi muhim vosita sifatida talqin qilinadi. Finkelstein va hammualliflar PhET loyihasini fizika o'qitishda yuqori texnologiyali pedagogik vosita sifatida baholab, interaktiv simulyatsiyalar ma'ruza, laboratoriya, amaliy mashg'ulot va mustaqil ta'lim jarayonida samarali qo'llanishini ko'rsatgan [6]. Tadqiqotchilar simulyatsiyalar real laboratoriya tajribalarini to'liq almashtirmasligini, biroq murakkab va ko'z bilan kuzatish qiyin bo'lgan fizik jarayonlarni tushuntirishda juda katta afzalliklarga ega ekanligini ta'kidlaydi. Ayniqsa, elektromagnit tebranishlarni o'qitishda LC yoki RLC konturdagi energiya almashinuvi, rezonans, tok va kuchlanishning fazaviy bog'lanishi kabi jarayonlarni real laboratoriyada to'liq va xavfsiz ko'rsatish har doim ham imkoniyatga ega emas. Shu sababli simulyatsiyalar o'quvchini fizik model bilan faol ishlashga jalb qiladi hamda nazariy formulalar bilan real jarayon o'rtasidagi bog'liqlikni anglashga yordam beradi.

Wieman, Adams va Perkins tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda PhET simulyatsiyalarining asosiy afzalligi o'quvchini faol izlanishga undashi bilan izohlanadi [1]. Tadqiqotchilar fikricha, samarali simulyatsiya foydalanuvchiga parametrlarni mustaqil boshqarish, natijalarni taqqoslash va fizik qonuniyatlarni tajriba asosida anglash imkonini yaratishi kerak. Ushbu yondashuv elektromagnit tebranishlarni o'qitishda ayniqsa muhim, chunki o'quvchi induktivlik, sig'im yoki qarshilik qiymatini o'zgartirib, tebranish davri, chastota va amplitudaning qanday o'zgarishini real vaqt rejimida kuzatishi mumkin. Natijada fizik formulalar oddiy matematik ifoda sifatida emas, balki real fizik hodisaning modeli sifatida anglana boshlaydi.

de Jong, Linn va Zacharia fizik hamda virtual laboratoriyalarni qiyosiy tahlil qilib, virtual tajribalar murakkab hodisalarni o‘rganishda o‘quvchilarga o‘zgaruvchilarni erkin boshqarish, toza eksperimental ma’lumotlar olish va konseptual xulosalar chiqarish imkonini berishini ta’kidlaydi [2]. Ularning fikricha, virtual laboratoriyalar ayniqsa abstrakt jarayonlarni tushuntirishda samarali bo‘lib, o‘quvchi real laboratoriyada bajarishi qiyin bo‘lgan tajribalarni xavfsiz va tezkor tarzda amalga oshira oladi. Elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda bu imkoniyat sig‘im, induktivlik va qarshilik qiymatlarini tez o‘zgartirish, rezonans chastotasini aniqlash, amplituda-chastota xarakteristikasini qurish hamda so‘nuvchi tebranishlarni kuzatishda namoyon bo‘ladi.

Zacharia va Olympiou fizik hamda virtual manipulyativ tajribalarni taqqoslab, virtual tajribalar konseptual o‘zlashtirishga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini aniqlagan [3]. Tadqiqotchilar virtual muhit o‘quvchilarning abstrakt fizik tushunchalarni dinamik va vizual tarzda anglashiga yordam berishini qayd etadi. Bu natija elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda muhim ahamiyatga ega, chunki o‘quvchi tok, kuchlanish, energiya va faza munosabatlarini faqat matematik formula sifatida emas, balki vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi fizik jarayon sifatida idrok etadi. Ayniqsa, animatsion modellar elektr va magnit maydon energiyasining davriy almashinishini ko‘rsatishda samarali hisoblanadi.

So‘nggi yillarda virtual laboratoriyalar bo‘yicha sistematik sharhlar ham sezilarli darajada ko‘paymoqda. Darman va hammualliflar 2024-yildagi tadqiqotida Scopus bazasidagi o‘ttizdan ortiq maqolalarni tahlil qilib, virtual laboratoriyalar fizika ta’limida turli mavzular, ta’lim bosqichlari va fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishda keng qo‘llanilayotganini ko‘rsatadi [4]. Tadqiqotchilar virtual laboratoriyalarni faqat ko‘rgazmali vosita emas, balki ilmiy izlanish, eksperiment va tahlil faoliyatini tashkil qiluvchi interaktiv didaktik muhit sifatida talqin qiladi. Bu yondashuv elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda ayniqsa dolzarb bo‘lib, o‘quvchi rezonans shartini yodlash bilan cheklanmay, uni virtual modelda kuzatadi, tahlil qiladi va fizik mazmunini anglaydi.

Rotermel “Elektromagnit tebranishlar va to‘lqinlar” mavzusini o‘qitishda AKTdan foydalanish o‘quvchilarning bilish faolligini oshirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi [5]. Tadqiqotda aynan elektromagnit tebranishlar va to‘lqinlar mavzusini raqamli vositalar orqali tushuntirish masalasi ko‘tarilib, kompyuter modellarining vizual imkoniyatlari o‘quvchilarning mavzuni o‘zlashtirish darajasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi asoslab beriladi. Ayniqsa, rezonans, elektromagnit to‘lqin va davriy jarayonlarning animatsion tasviri fizik tasavvurni rivojlantirishda muhim omil sifatida ko‘rsatiladi.

Fomicheva virtual laboratoriya ishlarini masofaviy fizika ta’limida laboratoriya praktikumiga muqobil va qo‘shimcha vosita sifatida baholab, virtual tajribalar laboratoriya jihozlari yetarli bo‘lmagan holatlarda samarali didaktik muhit yaratishini ta’kidlaydi [6]. Gulin esa virtual fizik laboratoriyalar talabalarning umumiy kompetensiyalarini rivojlantirish, eksperimental faoliyatni tashkil qilish va ilmiy tafakkurni shakllantirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi [7]. Ushbu tadqiqotlar elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda virtual laboratoriyalarning amaliy va metodik ahamiyatini asoslashda muhim nazariy manba bo‘lib xizmat qiladi.

Mamlakatimizda olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarda ham virtual laboratoriyalar va elektron resurslar fizika ta’limini modernizatsiya qilish vositasi sifatida ko‘rib chiqilmoqda. Xoliqov va

hammualliflari online virtual laboratoriyalar fizik jarayonlarni ko‘rgazmali tushuntirish, talabalar faolligini oshirish va laboratoriya imkoniyatlarini kengaytirishda muhim ekanligini ta’kidlaydi [8]. Tadqiqotchilar virtual laboratoriyalar fizik hodisalarni xavfsiz, takroriy va interaktiv tarzda o‘rganish imkonini yaratishini qayd etadi.

Qushaqov fizika ta’limida kompyuter texnologiyalari va virtual laboratoriyalar fizik jarayonlarni modellashtirishga xizmat qilishini ko‘rsatib, virtual muhitda o‘tkazilgan tajribalar nazariy bilimlarni mustahkamlashga yordam berishini ta’kidlaydi [9]. Hamdamova esa virtual laboratoriyalar fizika fanini o‘qitishda tajribalarni xavfsiz, iqtisodiy jihatdan tejamkor va ko‘rgazmali tashkil etish imkonini berishini asoslaydi [10]. Yusupov bo‘lajak fizika o‘qituvchilarini tayyorlashda virtual laboratoriyalarning metodik ahamiyatini ko‘rsatib, zamonaviy pedagog virtual resurslardan samarali foydalanish kompetensiyasiga ega bo‘lishi kerakligini ta’kidlaydi [11].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, xalqaro tadqiqotlarda virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar ko‘proq konseptual tushunishni rivojlantirish, inquiry-based learning hamda interaktiv modellashtirish bilan bog‘liq holda o‘rganiladi. Ayrim tadqiqotlarda esa AKT vositalari, masofaviy ta’lim imkoniyatlari va laboratoriya jihozlari cheklangan sharoitlarda virtual laboratoriyalarning amaliy ahamiyati alohida yoritiladi. Shuningdek, ko‘plab ilmiy ishlarda virtual laboratoriyalarning fizika ta’limini modernizatsiya qilish, laboratoriya mashg‘ulotlari samaradorligini oshirish va o‘quvchilarning bilish faolligini kuchaytirishdagi o‘rni ta’kidlanadi. Biroq mavjud tadqiqotlarning aksariyati virtual laboratoriyalarning umumiy afzalliklarini yoritishga qaratilgan bo‘lib, aynan elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda turli elektron resurslarning didaktik vazifalari, metodik imkoniyatlari hamda ularni qo‘llash bosqichlari yetarli darajada tizimlashtirilmagan. Mazkur tadqiqot aynan shu ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

Tadqiqot metodlari

Tadqiqot sifatli tahliliy yondashuv asosida tashkil etildi. Tadqiqot jarayonida kontent tahlil, qiyosiy tahlil va elektron resurslarni didaktik baholash metodlaridan foydalanildi. Tahlil uchun hamda PhET, Falstad Circuit Simulator, Multisim, MATLAB/Simulink, Tinkercad Circuits va eFizika kabi elektron resurslar hamda ushbu electron resurslar haqidagi ilmiy manbalar tanlab olindi.

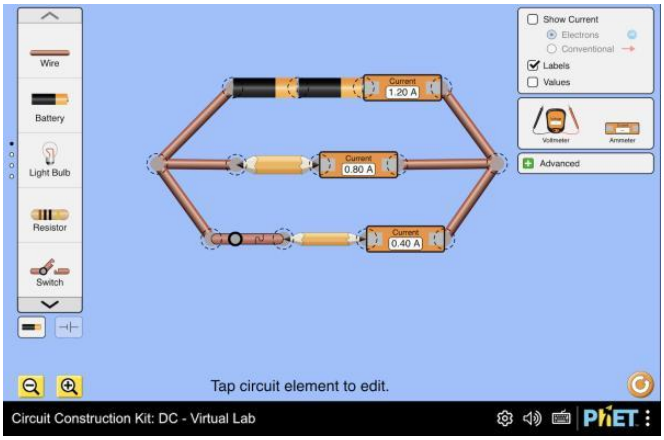
Elektron resurslarni baholashda ularning mavzuga mosligi, vizuallashtirish darajasi, interaktivligi, parametrlarni boshqarish imkoniyati, matematik modellashtirish qulayligi va ta’lim jarayonidagi metodik samaradorligi asosiy mezon sifatida olindi.

Natijalar

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda elektron resurslardan foydalanish mavzuning abstrakt mazmunini ko‘rgazmali, interaktiv va tajribaviy shaklga keltirish imkonini beradi. An’anaviy o‘qitishda LC va RLC konturlardagi energiya almashinuvi, tok va kuchlanishning fazaviy siljishi, rezonans chastotasi, so‘nuvchi tebranishlar va amplituda-chastota bog‘lanishlarini ko‘pincha formulalar hamda statik chizmalar orqali tushuntirishga to‘g‘ri keladi. Elektron resurslar esa ushbu jarayonlarni dinamik ko‘rinishda

kuzatish, parametrlarni o‘zgartirish va natijalarni real vaqt rejimida tahlil qilish imkonini yaratadi. Shu jihatdan o‘rganilgan resurslar - PhET Interactive Simulations, Falstad Circuit Simulator, Multisim, MATLAB/Simulink, Tinkercad Circuits va eFizika - bir xil vazifani bajaruvchi vositalar emas, balki elektromagnit tebranishlarni o‘qitishning turli bosqichlariga mos keladigan didaktik resurslar sifatida baholandi.

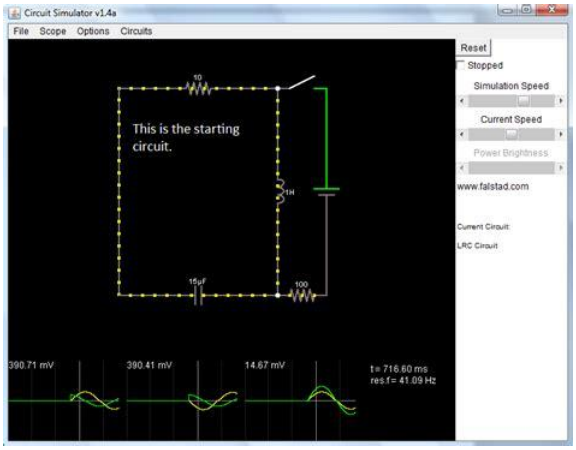
PhET Interactive Simulations fizika, kimyo, biologiya, geografiya va matematika bo‘yicha bepul interaktiv simulyatsiyalarni taqdim etuvchi ta’limiy platforma bo‘lib, u elektr zanjirlari va elektromagnit hodisalarni o‘rganishda boshlang‘ich tushunchalarni shakllantirish uchun qulay vosita hisoblanadi. Xususan, “Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab” simulyatsiyasi o‘quvchiga elektr zanjirlarini mustaqil yig‘ish, batareya, rezistor, lampa, kalit, voltmetr va ampermetr kabi elementlar bilan ishlash, tok va kuchlanish qiymatlarini o‘lchash imkonini beradi [12]. Elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda PhET murakkab RLC tahlilini to‘liq amalga oshiruvchi professional vosita bo‘lmasa-da, u mavzuga tayyorgarlik bosqichida juda muhim didaktik vazifani bajaradi. Chunki LC va RLC konturlarni tushunishdan oldin o‘quvchi elektr zanjirining tuzilishi, tok yo‘nalishi, kuchlanish, qarshilik, o‘lchash asboblari va zanjir elementlari o‘rtasidagi bog‘lanishlarni aniq tasavvur qilishi kerak. PhET muhitida o‘quvchi zanjirni o‘zi yig‘adi, elementlarni almashtiradi, o‘lchash asboblarini ulaydi va natijani kuzatadi. Bu esa nazariy bilimni faol amaliy harakat bilan bog‘laydi. Shu sababli PhET maktab ta’limida, akademik litsey va pedagogika oliy ta’lim muassasalarida elektromagnit tebranishlar mavzusiga kirish, motivatsiya yaratish hamda asosiy elektr tushunchalarini vizuallashtirish bosqichida samarali resurs sifatida namoyon bo‘ladi.



1-rasm. PhET “Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab” simulyatsiyasida elektr zanjirini yig‘ish va tok qiymatlarini o‘lchash jarayoni.

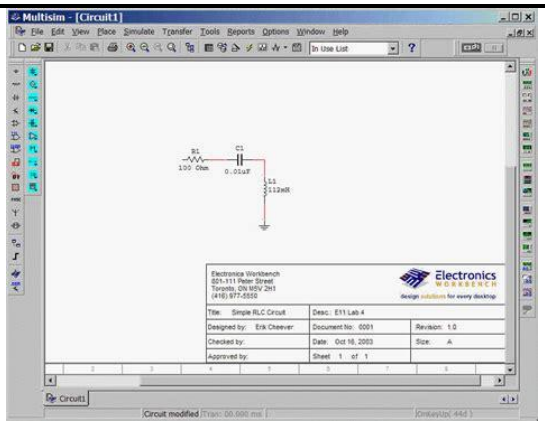
Falstad Circuit Simulator elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda eng samarali va mavzuga bevosita mos elektron resurslardan biri sifatida ajralib turadi. Ushbu simulyatorning asosiy afzalligi shundaki, unda elektr zanjiri oddiy statik sxema sifatida emas, balki dinamik jarayon sifatida tasvirlanadi. Dastur interfeysida ranglar kuchlanishning ishorasi va qiymatini, harakatlanuvchi nuqtalar esa tok yo‘nalishi va oqimini ko‘rsatadi. Bu imkoniyat LC va RLC konturlardagi jarayonlarni tushuntirishda juda muhim, chunki o‘quvchi zanjirda tok qayerdan qayerga oqayotganini, kondensatorning zaryadlanishi va razryadlanishini, induktivlik

g‘altagida magnit maydon energiyasi qanday shakllanishini ketma-ket kuzata oladi. Falstadning “RLC Circuit” modeli rezistor, kondensator va induktordan iborat tebranuvchi zanjirni namoyish qiladi [13]. Bunda kondensator dastlab zaryadlanadi, keyin tok induktor orqali oqib, kondensatorni razryadlaydi va keyingi bosqichda qarama-qarshi qutblanish bilan qayta zaryadlanish jarayoni sodir bo‘ladi. Natijada o‘quvchi elektromagnit tebranishlarning mohiyatini - energiyaning elektr maydondan magnit maydonga va aksincha, magnit maydondan elektr maydonga davriy o‘tishini - bevosita dinamik ko‘rinishda tushunadi. Falstad RLC konturdagi qarshilikni o‘zgartirish orqali so‘nuvchi tebranishlarni, generator chastotasini o‘zgartirish orqali rezonansga yaqinlashish jarayonini ham kuzatish imkonini beradi. Bu resurs, ayniqsa, “LC kontur”, “RLC zanjir”, “so‘nuvchi elektromagnit tebranishlar”, “majburiy tebranishlar” va “rezonans” mavzularini tushuntirishda juda yuqori didaktik qiymatga ega.



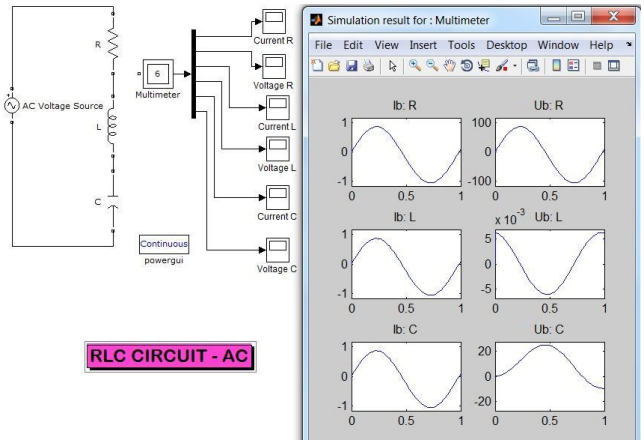
2-rasm. Falstad Circuit Simulator muhitida RLC zanjirning dinamik modeli va tok-kuchlanish grafiklari.

Multisim elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda professional sxema simulyatsiyasi va laboratoriya tahlili uchun muhim dasturiy vosita hisoblanadi. U analog, raqamli va quvvat elektronikasi bo‘yicha SPICE asosidagi sxemalarni modellashtirish imkonini beradi. Elektromagnit tebranishlar mavzusida Multisim yordamida RLC zanjirlarni professional darajada qurish, signal generatori va osiloskopdan foydalanish, tok va kuchlanish grafiklarini kuzatish, chastota javobini tahlil qilish hamda rezonans egri chizig‘ini hosil qilish mumkin [14]. Bu jihatdan Multisim oddiy ko‘rgazmali simulyatsiyadan farq qiladi: u talabani haqiqiy laboratoriya muhitiga yaqinlashtiradi. Talaba virtual osiloskop orqali zanjirdagi signal shaklini ko‘radi, generator chastotasini o‘zgartiradi, R, L va C qiymatlarini almashtiradi hamda o‘zgarishlarning amplituda va fazaga ta’sirini tahlil qiladi. RLC zanjirda rezonans hodisasini o‘rganishda Multisimning ahamiyati yanada ortadi, chunki u nazariy formulalar asosida hisoblangan rezonans chastotasini virtual tajriba natijalari bilan solishtirish imkonini beradi. Shu bois Multisim oliy ta’lim muassasalarida, ayniqsa, fizika, elektronika, elektrotexnika va muhandislik yo‘nalishlarida elektromagnit tebranishlarni eksperimental-modellashtirish asosida o‘qitish uchun samarali vositadir. Multisim Live esa brauzerda ishlaydigan onlayn muhit sifatida elektron sxemalarni yaratish, saqlash va ulashish imkonini berib, masofaviy va aralash ta’lim sharoitida ham foydali bo‘lishi mumkin [15].



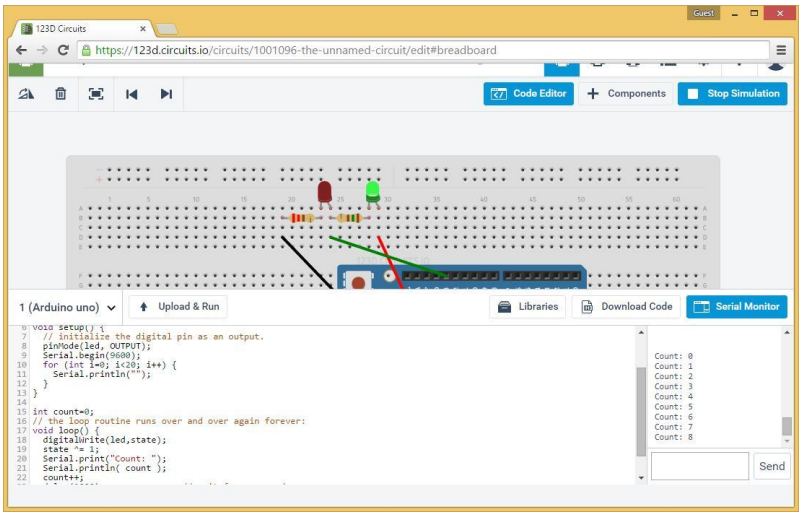
3-rasm. Multisim muhitida RLC zanjirni modellashtirish va osiloskop yordamida signalni kuzatish.

MATLAB/Simulink elektromagnit tebranishlarni matematik modellashtirish va nazariy tahlil qilishda eng kuchli elektron resurslardan biri sifatida baholandi [16]. Agar PhET va Falstad ko‘proq vizual va intuitiv tushunishni shakllantirishga xizmat qilsa, MATLAB/Simulink fizik jarayonni matematik model, differensial tenglama, blok-sxema va grafik natijalar orqali chuqur tahlil qilish imkonini beradi. RLC zanjirlar Kirxgof qonunlari asosida differensial tenglama orqali ifodalanadi. Simulink muhitida ushbu tenglamani bloklar yordamida modellashtirish, kirish signali berish, tok va kuchlanishning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini grafikda kuzatish, tizimning erkin va majburiy tebranishlarini tahlil qilish mumkin. Ayniqsa, oliy ta’limda elektromagnit tebranishlarning matematik mohiyatini o‘rgatishda MATLAB/Simulink juda muhim metodik ahamiyatga ega. Chunki talaba bunda formulani faqat yodlamaydi, balki uning asosida kompyuter modeli yaratadi, parametrlarni o‘zgartiradi, natijani grafikda ko‘radi va fizik xulosa chiqaradi. Masalan, qarshilik qiymati ortganda tebranish amplitudasining tezroq so‘nishi, induktivlik yoki sig‘im qiymati o‘zgarganda tebranish davrining o‘zgarishi grafik asosida aniq namoyon bo‘ladi. MATLAB/Simulink shuningdek, elektromagnit tebranishlarni mexanik tebranishlar bilan analogik taqqoslash, fazaviy portretlar qurish va tizim javobini chastota sohasida tahlil qilish uchun ham qulaydir.



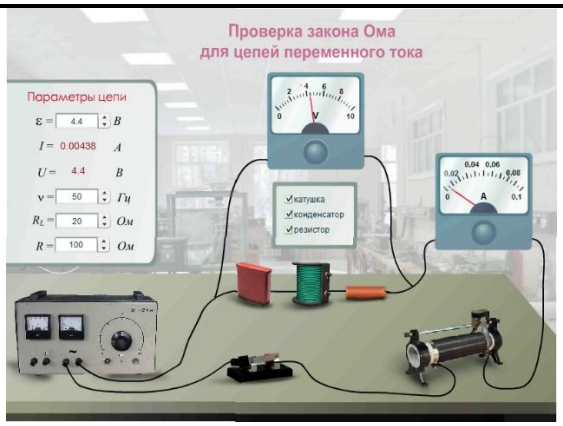
4-rasm. MATLAB/Simulink muhitida RLC zanjirning blokli modeli va tok-kuchlanish grafiklari.

Tinkercad Circuits elektron zanjirlar va Arduino asosidagi boshlang‘ich modellashtirish uchun qulay veb-muhit bo‘lib, u elektromagnit tebranishlarni bevosita chuqur RLC tahlil qilishga mo‘ljallanmagan bo‘lsa-da, mavzuga tayyorgarlik bosqichida muhim didaktik ahamiyatga ega [17]. Ushbu platforma yordamida o‘quvchi virtual Arduino, breadboard, rezistor, kondensator, LED, sensor, o‘lchash elementlari va boshqa elektron komponentlar bilan ishlashni o‘rganadi. Elektromagnit tebranishlar mavzusini o‘zlashtirish uchun o‘quvchi avvalo elektr zanjirlarining umumiy tuzilishi, komponentlar vazifasi, signal tushunchasi, kondensatorning zaryadlanishi va razryadlanishi kabi tayanch bilimlarga ega bo‘lishi kerak. Tinkercad Circuits aynan shu bosqichda foydali: u o‘quvchilarni elektron sxemalar bilan ishlashga, komponentlarni ulashga, sodda tajribalarni bajarishga va Arduino asosida fizik kattaliklarni o‘lchashga tayyorlaydi. Bundan tashqari, Tinkercad o‘quvchilarda muhandislik tafakkuri va STEAM kompetensiyalarini rivojlantiradi. Masalan, o‘quvchi kondensatorning zaryadlanish jarayonini sensor yoki indikator orqali modellashtirishi, signal hosil qilish yoki oddiy elektron boshqaruv sxemalarini yaratishi mumkin. Shuning uchun Tinkercad elektromagnit tebranishlar mavzusining asosiy nazariy tahlilidan ko‘ra unga tayyorgarlik, elektronika elementlari bilan tanishish va amaliy loyihaviy faoliyatni tashkil etish bosqichida samaraliroq hisoblanadi.



5-rasm. Tinkercad Circuits muhitida Arduino va breadboard asosida elektron zanjirlarni virtual yig‘ish jarayoni.

eFizika rus tilidagi virtual laboratoriya resurslari orasida muhim o‘rin tutadi [18]. Ushbu turdagi platformalar o‘quvchini laboratoriya ishining mantiqiy bosqichlari - maqsadni aniqlash, jihozlar bilan tanishish, tajriba bajarish, o‘lchash, natijalarni qayd etish va xulosa chiqarish - bilan tanishtirishga xizmat qiladi. Elektromagnit tebranishlar mavzusida virtual laboratoriya resurslarining ahamiyati shundaki, ular o‘quvchini real laboratoriya ishiga tayyorlaydi va tajriba jarayonini xavfsiz hamda takroriy bajarish imkonini beradi. Masalan, RLC zanjirda rezonansni kuzatish yoki tebranish amplitudasining qarshilikka bog‘liqligini o‘rganish real laboratoriyada maxsus jihozlar, generator, osiloskop, induktivlik g‘altagi va kondensatorlar to‘plamini talab qiladi.



6-rasm. Virtual fizika laboratoriyasi muhitida tajriba jarayonini modellashtirish namunasi.

Virtual laboratoriyada esa o‘quvchi ushbu jarayonlarni modellashtirilgan muhitda bajarishi, tajriba algoritmini tushunishi va keyinchalik real laboratoriyada xatolarsiz ishlashga tayyorlanishi mumkin. eFizika kabi resurslarning yana bir afzalligi shundaki, ular rus tilidagi ta’lim muhitida ishlaydigan o‘qituvchi va talabalar uchun tushunarli interfeys va metodik izohlar berishi mumkin. Bu resurs elektromagnit tebranishlar bo‘yicha chuqur muhandislik tahlilidan ko‘ra laboratoriya ishining metodik tuzilishini tushuntirish, o‘quvchini tajriba bosqichlariga tayyorlash va mustaqil o‘rganish jarayonini qo‘llab-quvvatlashda foydalidir.
Umumiy natijalar asosida elektron resurslarni elektromagnit tebranishlarni o‘qitishdagi vazifasiga ko‘ra bosqichma-bosqich qo‘llash maqsadga muvofiq ekani aniqlandi. Dastlab PhET va Tinkercad kabi sodda va intuitiv resurslar orqali elektr zanjiri, tok, kuchlanish, qarshilik, kondensator va o‘lchash tushunchalari shakllantiriladi. Keyingi bosqichda Falstad Circuit Simulator yordamida LC va RLC konturlardagi haqiqiy elektromagnit tebranish jarayonlari, energiya almashinuvi, fazaviy siljish va so‘nuvchi tebranishlar dinamik tarzda ko‘rsatiladi [19]. So‘ng Multisim orqali virtual laboratoriya va osiloskop asosida professional sxema tahlili amalga oshiriladi. Yakuniy bosqichda esa MATLAB/Simulink yordamida jarayon differensial tenglama, blok-sxema va grafik tahlil asosida chuqur o‘rganiladi. Bunday izchil yondashuv elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda nazariya, ko‘rgazmalilik, tajriba, modellashtirish va tahlilni yagona didaktik tizimga birlashtiradi.

Muhokama

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, elektromagnit tebranishlarni o‘qitishda elektron resurslar bir-birini almashtiruvchi emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi didaktik vositalardir. PhET mavzuga kirish va tayanch elektr zanjiri tushunchalarini shakllantirishda samarali bo‘lsa, Falstad LC va RLC konturlardagi tebranish jarayonini dinamik ko‘rsatishda ustunlik qiladi. Multisim professional laboratoriya va muhandislik tahlili uchun, MATLAB/Simulink esa matematik modellashtirish va differensial tenglamalar asosidagi chuqur tahlil uchun qulay.
Maktab ta’limida PhET va Falstad ko‘proq ko‘rgazmalilik, interaktivlik va tushunarli interfeys bilan ahamiyatli. Pedagogika oliy ta’lim muassasalarida esa Multisim va MATLAB/Simulink yordamida talabalarni nafaqat mavzuni o‘zlashtirishga, balki fizik jarayonni modellashtirish, parametrlarni tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarishga o‘rgatish mumkin. Bu jihatdan elektron

resurslar kompetensiyaviy yondashuv, STEAM ta'limi va raqamli pedagogika talablariga mos keladi.

Biroq elektron resurslardan foydalanishda ayrim cheklovlar ham mavjud. Ular orasida texnik vositalarga bog'liqlik, internet sifati, dasturiy ta'minotning murakkabligi, ayrim resurslarning ingliz tilida bo'lishi va o'qituvchilarning AKT kompetensiyasi yetarli emasligi alohida ajralib turadi. Shu sababli elektron resurslar metodik jihatdan puxta rejalashtirilgan holda, an'anaviy tajriba, muammoli topshiriq va mustaqil tahlil bilan uyg'unlashtirilishi kerak.

Xulosa

Elektromagnit tebranishlarni o'qitishda elektron resurslardan foydalanish mavzuning abstrakt mohiyatini ochishda muhim didaktik imkoniyat yaratadi. Ingliz, rus va o'zbek tilidagi ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar konseptual tushunishni rivojlantirish, laboratoriya imkoniyatlarini kengaytirish, o'quvchilarning mustaqil izlanish faoliyatini kuchaytirish va real tajribaga tayyorgarlikni oshirishda samarali vositadir.

Eng maqbul metodik yondashuv elektron resurslarni bosqichma-bosqich qo'llashdan iborat: avval PhET orqali elektr zanjiri va asosiy tushunchalar shakllantiriladi, keyin Falstad orqali LC va RLC tebranishlar dinamikasi ko'rsatiladi, so'ng Multisim va MATLAB/Simulink yordamida chuqur tahlil, grafik interpretatsiya va matematik modellashtirish amalga oshiriladi. Bu yondashuv elektromagnit tebranishlarni o'qitishda nazariya, vizualizatsiya, tajriba va modellashtirishni yagona didaktik tizimga birlashtiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that enhance learning. Science, 322(5902), 682-683.
2. de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. Science, 340(6130), 305-308.
3. Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. Learning and Instruction, 21(3), 317-331.
4. Darman, D. R., et al. (2024). Virtual laboratory in physics education: A systematic review. AIP Conference Proceedings. https://pubs.aip.org/aip/acp/article-pdf/doi/10.1063/5.0210640/19965129/ 040008_1_5.0210640.pdf
5. Ротермел О. А. (2019). Использование ИКТ на уроках физики в старших классах при изучении темы «Электромагнитные колебания и волны». CyberLeninka. https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ikt-na-urokah-fiziki-v-starshih-klassah-pri-izuchenii-temy-elektromagnitnye-kolebaniya-i-volny-s-tselyu-razvitiya.pdf
6. Фомичева, Е. Е. (2022). Виртуальные лабораторные работы в дистанционном обучении физике. CyberLeninka. https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-laboratornye-raboty-v-distantsionnom-obuchenii-fizike
7. Gulin, V. M. (2022). Виртуальные физические лаборатории - актуальный инструмент обучения в современных условиях. CyberLeninka. https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-fizicheskie-laboratorii-aktualnyy-instrument-obucheniya-v-sovremennyh-usloviyah

8. Xoliqov, Q. T., Qarshiboyev, Sh., Sulaymanov, O. A., & Egamberdiyev, T. X. (2023). Fizika ta'limida online virtual laboratoriyalardan foydalanishning afzalliklari. https://journal.uzfi.uz/index.php/ISE/article/download/25/286/87
9. Qushaqov, Sh. D. (2023). Fizikani o'qitishda virtual laboratoriyalarning ahamiyati. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/371685804_FIZIKANI_O%27QITISHDA_VIRTUAL_LABORATORIYALARNING_AHAMIYATI
10. Hamdamova, S. N. (2022). Fizika ta'limida virtual laboratoriyalarni qo'llash va uning afzalliklari. Scientists.uz. https://scientists.uz/fileView?id=278
11. Yusupov, E. X. (2024). Bo'lajak fizika o'qituvchilarini tayyorlashda virtual laboratoriyalarning ahamiyati. CyberLeninka. https://cyberleninka.ru/article/n/bolajak-fizika-oqituvchilarini-tayyorlashda-virtual-laboratoriyalarning-ahamiyati
12. PhET Interactive Simulations. (2026). Circuit Construction Kit: DC - Virtual Lab. University of Colorado Boulder. https://phet.colorado.edu/en/simulations/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab
13. Falstad, P. (2026). LRC Circuit - Circuit Simulator. https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html
14. National Instruments. (2026). Multisim: Circuit simulation software. https://www.ni.com/en/support/downloads/software-products/download.multisim.html
15. Multisim Live. (2026). Online circuit simulator. https://www.multisim.com/
16. MathWorks. (2026). Model a Series RLC Circuit. https://www.mathworks.com/help/simulink/slref/model-series-rlc-circuit.html
17. Autodesk. (2021). Official guide to Tinkercad Circuits. https://www.tinkercad.com/blog/official-guide-to-tinkercad-circuits
18. eFizika. (2026). Виртуальные лабораторные работы по физике. https://efizika.ru/
19. Falstad, P. (2026). Circuit Simulator Applet. https://www.falstad.com/circuit/