



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI



VOL.3 № 3

2026

RAQAMLI EGIZAK (DIGITAL TWIN) TEXNOLOGIYALARI VOSITASIDA BO‘LAJAK ELEKTR MUHANDISLARNI KASBIY FAOLIYATGA TAYYORLASH

Axmedov Abdurauf Abdug‘ani o‘g‘li
Jizzax politexnika instituti, tadqiqotchi

Annotatsiya

Mazkur maqolada bo‘lajak elektr muhandislarini kasbiy faoliyatga tayyorlashda raqamli egizak (digital twin) texnologiyalaridan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan. Zamonaviy raqamli ta‘lim muhitida ushbu texnologiyaning elektr muhandisligi ta‘limidagi o‘rni, ayniqsa elektr mashinalari, avtomatlashtirish tizimlari va elektrotexnik jarayonlarni modellashtirishdagi didaktik ahamiyati yoritilgan. Tadqiqotda raqamli egizak texnologiyalari yordamida talabalar nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan integratsiyalash, kasbiy ko‘nikma va malakalarini rivojlantirish, mustaqil tahlil, boshqaruv va muhandislik qarorlarini qabul qilish kompetensiyalarini shakllantirish masalalari ochib berilgan. Shuningdek, mazkur texnologiyalarni o‘quv jarayoniga joriy etish orqali ta‘lim sifati va samaradorligini oshirish, bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtirish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Maqola natijalari texnik oliy ta‘lim muassasalarida raqamli texnologiyalar asosida kasbiy ta‘limni modernizatsiya qilishda muhim ilmiy-pedagogik ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: raqamli raqamli egizak, raqamli texnologiyalar, bo‘lajak elektr muhandisi, kasbiy tayyorgarlik, kasbiy kompetensiya, elektrotexnika ta‘limi, modellashtirish, avtomatlashtirish, ta‘lim jarayoni, ilmiy-pedagogik yondashuv.

ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИНЖЕНЕРОВ К ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА (DIGITAL TWIN)

Ахмедов Абдурауф Абдугани угли
Джизакский политехнический институт, исследователь

Аннотация

В данной статье анализируются педагогические возможности использования технологий цифрового двойника (digital twin) в подготовке будущих инженеров-электриков к профессиональной деятельности. Освещается роль данной технологии в современной цифровой образовательной среде, в частности её дидактическое значение при моделировании электрических машин, систем автоматизации и электротехнических процессов. В исследовании раскрываются вопросы интеграции теоретических знаний студентов с практической деятельностью, развития профессиональных умений и навыков, а также формирования компетенций самостоятельного анализа, управления и принятия инженерных решений с применением технологий цифрового двойника. Также рассматриваются пути повышения качества и эффективности образования посредством внедрения данных технологий в учебный процесс, а также совершенствования профессиональной подготовки будущих специалистов. Результаты статьи имеют важное научно-педагогическое значение для модернизации профессионального образования на основе цифровых технологий в технических высших учебных заведениях.

Ключевые слова: цифровой двойник, цифровые технологии, будущий инженер-электрик, профессиональная подготовка, профессиональная компетентность, электротехническое образование, моделирование, автоматизация, образовательный процесс, научно-педагогический подход.

PREPARING FUTURE ELECTRICAL ENGINEERS FOR PROFESSIONAL ACTIVITY

USING DIGITAL TWIN TECHNOLOGIES

Akhmedov Abdurauf Abdug'ani ugli
Jizzakh Polytechnic Institute, Researcher

Abstract

This article analyzes the pedagogical potential of using digital twin technologies in preparing future electrical engineers for professional activity. It highlights the role of this technology in the modern digital educational environment, particularly its didactic significance in modeling electrical machines, automation systems, and electrotechnical processes. The study reveals the issues of integrating students' theoretical knowledge with practical activity, developing professional skills and abilities, and forming competencies in independent analysis, control, and engineering decision-making through the use of digital twin technologies. The article also considers ways to improve the quality and effectiveness of education through the introduction of these technologies into the teaching process and the enhancement of professional training for future specialists. The results of the study are of important scientific and pedagogical significance for the modernization of professional education based on digital technologies in technical higher education institutions.

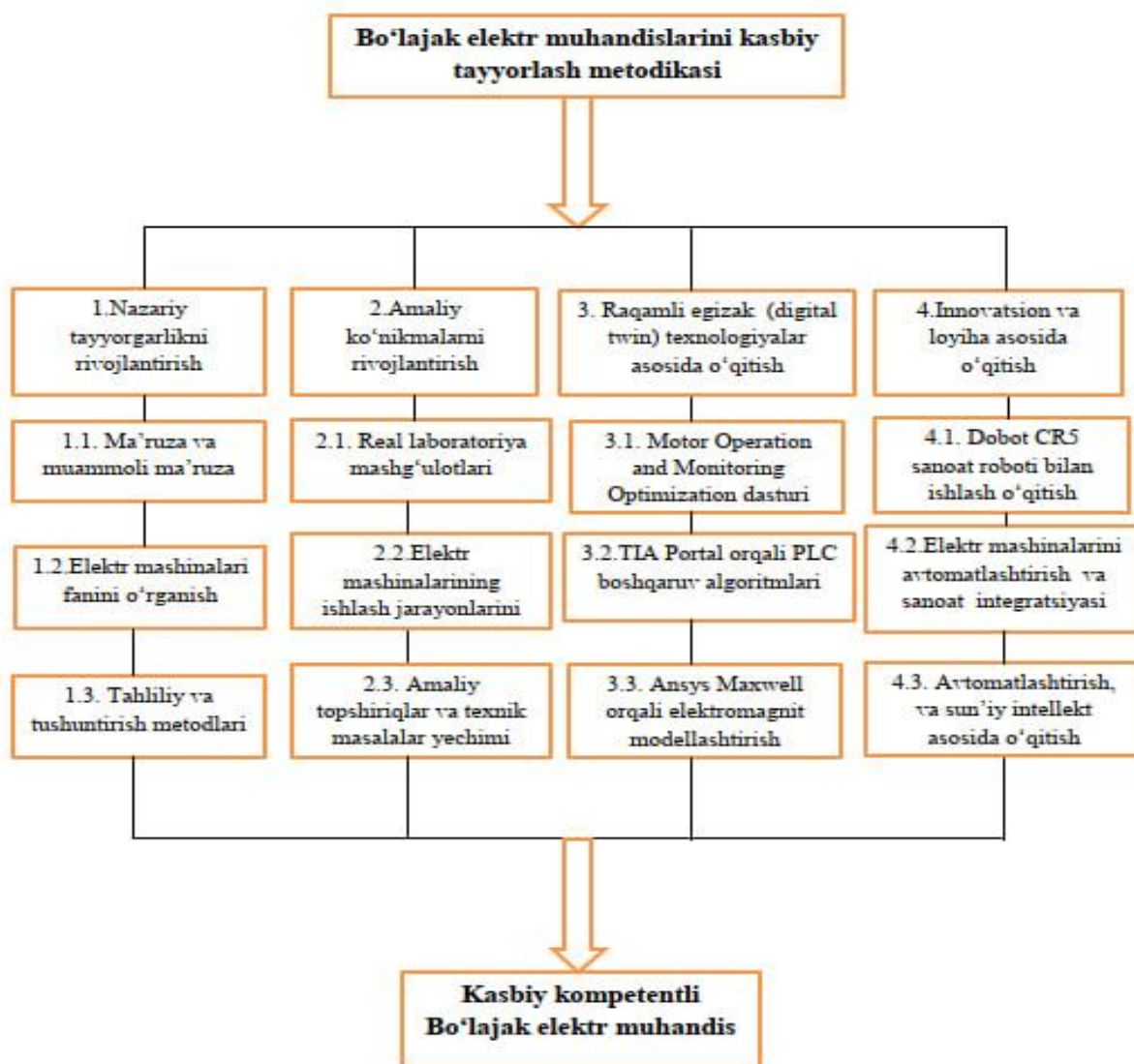
Keywords: digital twin, digital technologies, future electrical engineer, professional training, professional competence, electrical engineering education, modeling, automation, educational process, scientific-pedagogical approach.

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi sanoat va ta'lim sohalarida tub o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Xususan, elektr muhandislik ta'limida zamonaviy raqamli vositalardan foydalanish bo'lajak elektr muhandisni kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Elektr muhandisligi ta'lim dasturida ta'lim olayotgan talabalarni ishlab chiqarish jarayonlariga mos ravishda tayyorlash, ularda zamonaviy texnologiyalar bilan ishlash ko'nikmalarini shakllantirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, raqamli egizak (digital twin) texnologiyalaridan foydalanish ta'lim jarayonini yanada samarali tashkil etish imkonini beradi. Raqamli egizak texnologiyasi real obyekt yoki tizimning virtual modelini yaratish orqali uning ishlash jarayonlarini modellashtirish, tahlil qilish va boshqarish imkonini beradi. Bu esa talabalar uchun elektr mashinalari, nazariya elektrotexnika hamda avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining ishlash prinsiplarini chuqurroq o'rganish imkoniyatini yaratadi. Shuningdek, oliy ta'lim muassasalarida elektr mashinalari o'quv stendlari va real laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli modellar bilan uyg'unlashtirish orqali talabalar nazariy bilimlarini amaliy tajriba bilan bog'lash mumkin. Natijada talabalar murakkab texnik jarayonlarni xavfsiz va samarali tarzda o'rganish, modellashtirish va tahlil qilish ko'nikmalariga ega bo'ladilar. Shu sababli raqamli egizak (digital twin) texnologiyalarini muhandislik ta'limi jarayoniga integratsiya qilish, ta'lim sifatini oshirish va bo'lajak elektr muhandislarini kasbiy faoliyatga tayyorlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega [1].

Tadqiqot metodologiyasi va adabiyotlar sharhi: Bugungi kunda raqamli texnologiyalar barcha sohalarida, xususan ta'lim tizimida ham sezilarli o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Oliy ta'lim muassasalarida elektr muhandislik fanlarini o'qitishda zamonaviy raqamli vositalardan foydalanish talabalar bilimini chuqurlashtirish, ularning amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish hamda mustaqil ta'lim jarayonini samarali tashkil etishda muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, elektr mashinalari fanini o'qitishda laboratoriya mashg'ulotlari talabalar uchun nazariy bilimlarni amaliy tajribalar orqali mustahkamlash, elektr mashinalarining ishlash prinsiplarini chuqur o'rganish hamda ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorlash imkonini yaratadi. Ma'lumki, kredit-modul ta'lim tizimida mustaqil ta'lim jarayoni talabalar o'quv faoliyatining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Shu sababli mustaqil ta'limni aniq maqsadga

yo'naltirilgan, samarali tashkil etilgan o'quv faoliyati sifatida ko'rib chiqish hamda uni ilmiy-metodik jihatdan takomillashtirish zarur hisoblanadi [2].

Elektr mashinalari fanini o'rganishda talabalar nafaqat nazariy bilimlarni egallashi, balki elektr motorlar, generatorlar va transformatorlarning ishlash jarayonlarini tahlil qilish, tajribalar o'tkazish hamda natijalarni baholash ko'nikmalarini ham rivojlantirishi lozim. Mustaqil ta'lim zamonaviy ta'lim tizimida talabaning o'z-o'zini boshqarish, mustaqil fikrlash va muammolarni yechish qobiliyatlarini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Elektr mashinalari fanining nazariy va amaliy jihatlari murakkab bo'lgani sababli talabalar uchun real laboratoriya mashg'ulotlarini samarali tashkil etish alohida ahamiyatga ega. Ta'lim dasturidagi mustaqil ta'limni laboratoriya ishlari orqali talabalar elektr mashinalarining ishlash rejimlari, ularning mexanik va elektr xarakteristikalarini o'rganish hamda tajriba natijalarini tahlil qilish ko'nikmalariga ega bo'ladi. Talabalarda zarur kasbiy va amaliy ko'nikmalarni rivlantirish jarayonida uchta asosiy ko'nikma muhim hisoblanadi: eksperimental ko'nikma, intellektual va umumiy o'quv ko'nikmalari, hamda maxsus kasbiy ko'nikmalar.



1. Rasm. Bo'lajak elektr muhandislarni kasbiy tayyorlash metodikasi

Ushbu ko'nikmalar elektr mashinalari fanini o'qitishda laboratoriya mashg'ulotlari va mustaqil tadqiqot faoliyati orqali bosqichma-bosqich shakllanadi. Ayniqsa, elektr mashinalarining

ish jarayonlarini o'rganishda talabalar eksperimental tajribalar o'tkazish, natijalarni qayta ishlash va muhandislik xulosalarini chiqarish ko'nikmalarini egallaydilar. Biroq amaliyot shuni ko'rsatadiki, ayrim hollarda mustaqil ta'lim jarayoni faqat referatlar tayyorlash yoki mavjud adabiyotlarni qayta yozish bilan cheklanib qolmoqda. Elektr mashinalari fanida esa samarali mustaqil ta'lim real laboratoriya tajribalari, modellashtirish va simulyatsiya jarayonlari orqali tashkil etilishi lozim. Shu bilan birga, barcha oliy ta'lim muassasalarida laboratoriya jihozlari yetarli emasligi yoki talabalar uchun mustaqil tajribalar o'tkazish imkoniyatlari cheklanganligi ham muayyan muammolarni keltirib chiqarmoqda. Mazkur muammolarni hal etishda zamonaviy raqamli texnologiyalar, xususan real laboratoriyalar va raqamli egizak (digital twin) texnologiyalaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Real laboratoriyalar yordamida talabalar elektr mashinalarining turli ish rejimlarini kompyuter dasturlari orqali modellashtirishi, tajriba natijalarini tahlil qilishi hamda real laboratoriya mashg'ulotlariga tayyorlanishi mumkin [3].

Ta'lim jarayonida talabalar tomonidan bajariladigan mustaqil ishlarni ikki turga ajratish mumkin:

1. O'qituvchining bevosita nazorati ostida bajariladigan mustaqil ishlar;
2. O'qituvchi ishtirokisiz bajariladigan mustaqil ishlar.

Ayniqsa, o'qituvchi ishtirokisiz bajariladigan mustaqil ishlarda real laboratoriyalar va raqamli modellashtirish texnologiyalari katta ahamiyatga ega. Chunki talabalar o'z shaxsiy kompyuteri, plansheti yoki smartfonlari orqali elektr mashinalari bo'yicha real tajribalarni bajarish, ularning ishlash jarayonlarini kuzatish va tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu esa elektr muhandisligi sohasida zamonaviy muhandislik kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Tahlil va natijalar: Oliy ta'lim muassasalarida 607500-Elektr muhandisligi ta'lim yo'nalishlarida o'qitiladigan "Elektr mashinalari" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarida mustaqil ishlardan samarali foydalanish talabalar bilimni chuqurlashtirish, ularda amaliy hamda muhandislik ko'nikmalarini shakllantirishda muhim pedagogik omil hisoblanadi. Ayniqsa, zamonaviy ta'lim muhitida raqamli texnologiyalar, jumladan real laboratoriyalar, simulyatsiya dasturlari va raqamli egizak (digital twin) texnologiyalaridan foydalanish o'quv jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bunday yondashuv talabalarga elektr mashinalarining ishlash jarayonlarini chuqurroq o'rganish, nazariy bilimlarini amaliy tajriba bilan uyg'unlashtirish hamda kasbiy faoliyatga tayyorgarlik darajasini oshirish imkonini yaratadi. Pedagogik nuqtayi nazardan laboratoriya mashg'ulotlarida mustaqil ishlarni tashkil etish talabaning ta'lim jarayonidagi faolligini kuchaytiradi, uning bilish faoliyatini rag'batlantiradi va mustaqil qaror qabul qilish kompetensiyasini rivojlantiradi. Elektr mashinalari fanini o'qitishda real laboratoriyalar va raqamli modellashtirish vositalaridan foydalanish orqali talabalar elektr dvigatellari, generatorlar va transformatorlarning tuzilishi, ishlash prinsipi hamda turli ish rejimlarini xavfsiz va boshqariladigan muhitda tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'ladilar [4].

Bu esa o'z navbatida murakkab nazariy tushunchalarning mazmunini aniqroq anglashga, texnik jarayonlarni vizual idrok etishga va o'quv materialining mustahkam o'zlashtirilishiga olib keladi. Raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan laboratoriya mashg'ulotlarining muhim pedagogik afzalliklaridan biri shundaki, ular talabalarga tajribalarni takroriy bajarish, natijalarni solishtirish, xatolarni aniqlash va ularni tuzatish imkonini beradi. Bunday jarayon refleksiv yondashuvni shakllantirib, talabada o'z faoliyatini tahlil qilish, xulosa chiqarish va o'zlashtirilgan bilimlarni amaliy vaziyatlarga tatbiq etish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Shu bilan birga, modellashtirish va simulyatsiya vositalari yordamida elektr mashinalarining turli ish rejimlarini real sharoitga yaqin holatda o'rganish, talabalarning ilmiy-tadqiqotga qiziqishini oshiradi va ularni zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlariga mos ravishda tayyorlaydi. Pedagogik nuqtayi nazardan real laboratoriyalardan foydalanishning asosiy afzalligi shundaki, ular talabalarga elektr

mashinalarining ishlash prinsiplari, tuzilishi va turli ish rejimlarini bevosita kuzatish imkonini beradi. Bu esa abstrakt nazariy tushunchalarni aniq, amaliy va tushunarli holatga keltirib, o'quv materialining puxta o'zlashtirilishini ta'minlaydi. Shu bilan birga, laboratoriya mashg'ulotlari davomida talabalar o'lchash, kuzatish, solishtirish, tahlil qilish va xulosa chiqarish kabi ilmiy-amaliy faoliyat elementlarini egallaydilar [5].



2.Rasm.Bo'lajak elektr muhandislarning avtomatlashtirish bo'yicha kasbiy tayyorlash bo'yicha kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish.

Real laboratoriyalardan foydalanish quyidagi pedagogik maqsadlarda samarali hisoblanadi. Birinchidan, ular elektr mashinalari bo'yicha laboratoriya ishlarini bajarishda asosiy o'quv-amaliy baza sifatida xizmat qiladi. Ikkinchidan, talabalar real laboratoriya mashg'ulotlaridan oldin tajribalarni amaliy muhitda oldindan mashq qilish orqali o'z bilim va ko'nikmalarini mustahkamlash imkoniga ega bo'ladilar. Uchinchidan, amaliy va laboratoriya

mashg'ulotlari jarayonida elektr mashinalarining ishlash holatlarini modellashtirish orqali nazariy bilimlarning chuqurroq o'zlashtirilishi ta'minlanadi.

Shuningdek, real laboratoriya mashg'ulotlari ma'ruza darslarida o'rganilgan nazariy bilimlarni mustahkamlashga xizmat qiladi. Talabalar elektr mashinalarining ishlash prinsiplari, ish rejimlari va ularga ta'sir qiluvchi omillarni tajriba asosida ko'rib, nazariya va amaliyot o'rtasidagi uzviy bog'liqlikni anglaydilar. Bu jarayon o'qitishda kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirishga, ya'ni bilim, ko'nikma va malakalarni integratsiyalashgan holda shakllantirishga yordam beradi. Pedagogik jihatdan yana bir muhim jihat laboratoriya mashg'ulotlari davomida talabalarning xatolar ustida ishlash imkoniyatidir. Tajriba jarayonida yo'l qo'yilgan kamchiliklarni aniqlash, ularni qayta tekshirish va tuzatish talabalarda refleksiv yondashuvni rivojlantiradi. Natijada talabalarda mustaqil fikrlash, muammoni tahlil qilish va uni bartaraf etish ko'nikmalari shakllanadi. Bu esa bo'lajak elektr muhandislarining kasbiy tayyorgarligi sifatini oshirishga xizmat qiladi. Elektr mashinalari fanida real laboratoriya ishlari orqali tashkil etiladigan tajribalar ham pedagogik jihatdan katta ahamiyatga ega. Masalan, transformatorning ish rejimlarini tahlil qilish laboratoriya ishi talabalarda transformatorning yuksiz, yuklama va qisqa tutashuv rejimlari haqidagi nazariy bilimlarni amaliy kuzatish asosida mustahkamlashga xizmat qiladi. Ushbu tajribada kuchlanish, tok va quvvat ko'rsatkichlarini aniqlash hamda ularning o'zaro bog'liqligini tahlil qilish orqali talabalar texnik tafakkur va tahliliy fikrlash ko'nikmalarini rivojlantiradilar [6].

Xuddi shuningdek, asinxron motorlarni o'rganishga doir laboratoriya mashg'ulotlari ham talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim o'rin tutadi. Asinxron motorning ishlash prinsipi, ish rejimlari va mexanik xarakteristikalarini real muhitda o'rganish talabalarda dvigatel ishiga oid jarayonlarni chuqur tushunish imkonini beradi. Dvigatelning yuklama ostidagi ishini kuzatish, aylanish tezligi bilan moment orasidagi bog'liqlikni aniqlash va olingan natijalar asosida xulosa chiqarish talabalarning amaliy tayyorgarligini kuchaytiradi. Umuman olganda, real laboratoriyalar elektr mashinalari fanini o'qitishda pedagogik samaradorlikni oshiruvchi muhim vosita hisoblanadi. Ular orqali talabalarning bilish faolligi, amaliy tayyorgarligi, muhandislik tafakkuri va kasbiy kompetensiyalari rivojlanadi. Shu sababli real laboratoriya mashg'ulotlarini zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etish va ularni ta'lim jarayoniga tizimli integratsiya qilish bo'lajak elektr muhandislarini sifatli tayyorlashning muhim sharti hisoblanadi [7,8]

Xulosa va takliflar: Oliy ta'lim muassasalarida elektr muhandisligi ta'lim dasturda o'qitiladigan elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarida mustaqil ishlardan samarali foydalanish talabalar bilimini chuqurlashtirish, ularning amaliy va muhandislik ko'nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Raqamli texnologiyalar, xususan real laboratoriyalar, simulyatsiya dasturlari va raqamli egizak (digital twin) texnologiyalaridan foydalanish talabalar uchun elektr mashinalarining ishlash jarayonlarini chuqurroq o'rganish hamda nazariy bilimlarini amaliy tajribalar bilan uyg'unlashtirish imkonini yaratadi. Elektr mashinalari fanida laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish talabalarni zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlariga tayyorlashga xizmat qiladi. Real modellashtirish va simulyatsiya vositalari orqali talabalar elektr dvigatellari, generatorlar va transformatorlarning turli ish rejimlarini xavfsiz muhitda tahlil qilish, tajribalarni takrorlash hamda natijalarni ilmiy asosda baholash imkoniyatiga ega bo'ladilar. Bu esa ularning mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantiradi va ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorlaydi.

Raqamli texnologiyalardan foydalanish asosida elektr mashinalari fanini o'qitishni takomillashtirish uchun quyidagi takliflarni ilgari surish mumkin:

1. Elektr mashinalari fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini real laboratoriyalar va simulyatsiya dasturlari bilan boyitish;
2. Real laboratoriya jihozlari bilan bir qatorda raqamli egizak modellaridan foydalanish;

3.Talabalarni zamonaviy elektr muhandislik dasturlari MOMO va PLC boshqa modellashtirish dasturlari) bilan ishlashga o'rgatish;

4.O'qituvchilar uchun raqamli real laboratoriya texnologiyalaridan foydalanish bo'yicha metodik qo'llanmalar va malaka oshirish kurslarini tashkil etish;

5.Talabalar uchun oflayn muhokama platformalari va raqamli ta'lim resurslaridan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. “Yangi avlod muhandislarini tayyorlash va muhandislik ta'limini rivojlantirishga oid chora-tadbirlar to'g'risida” O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 08.09.2025 yiladagi PQ-278-son
2. A.Axmedov Ta'lim jarayonlarida amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish.2025-yil №6-son Makon va Zamon jurnali 183-185.bet ISSN 3030-3974 Toshkent.
3. A.Akhmedov Prospects for the Use of Magnetoamorphic Materials for Energy Saving In the No-Load Operation of Transformers. International Journal of Academic Multidisciplinary Research (IJAMR) ISSN: 2643-9670Vol. 6 Issue 1, January - 2022, Pages:161-163.
4. A.Parsokhonov, A.Akhmedov, and O.Nurullaev An Alternative Renewable Energy Source: Thermal Expansion and Contraction of Materials. Online Journal of Engineering Sciences, 4(1), 1-12. DOI: 10.31586/ojes.2025.6087.
5. Pirmatov Nurali, Mirzaev Uchkun, and A.Akhmedov “Mathematical Model Of An Asynchronous Motor In Full-Phas Operation” International Journal of Engineering and Information Systems” (IJEAIS) ISSN: 2643-640X Vol.5 Issue 3, March - 2021, Pages: 10-14
7. A.Parsokhonov, A.Akhmedov, and O.Nurullaev Electricity generation using thermal expansion and contraction of matters at high pressures. AIP Conf. Proc. 3256, 050006 (2025) <https://doi.org/10.1063/5.0266802>.
8. A.Axmedov, O.Mamasaliyev Avtomatik tozalash qurilmasini masofadan bluetooth orqali boshqarish tizmining dasturi O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi. Mualliflik guvohnomasi №DGU 202406506 Toshkent, 17.05.2024 yil
9. Axmedov Abdurauf Abdug'ani o'g'li “Bo'lajak elektr muhandislarning kasbiy kompetentligini raqamli egizak (DigitalTwin) texnologiyalari asosida rivojlantirishga mo'ljallangan o'quv-dasturiy majmua” “DigitalTwin_EduPower” dasturi O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi. Mualliflik guvohnomasi № DGU 60569 Toshkent, 04.02.2026 yil