NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

13.00.00-PEDAGOGIKA
journal.namdu.uz
PEDAGOGICAL

KIRXGOF QOIDALARIGA OID BO‘ LAJAK MUHANDISLARGA NOSTANDART TOPSHIRIQLARNI O‘ RGATISH METODIKASI

Baratov Jo‘ raqo‘ zi Shukurjon o‘ g‘ li O‘ ZMPU doktaranti
ORCID: [baratovjoraqozi@gmail.com]
E-mail: [baratovjoraqozi@gmail.com]

Annotatsiya: *Ushbu maqolada Kirxgof qoidalari (tok va kuchlanish qoidalari) mavzusini oliy ta’lim muassasalarida bo‘ lajak muhandislarga o‘ qitishda nostandart topshiriqlardan foydalanish metodikasi ko‘ rib chiqiladi. Tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, an’anaviy o‘ qitish usullarida talabalar zanjirlarni tahlil qilish algoritmini mexanik tarzda o‘ zlashtiradilar, biroq nostandart, real muhandislik vaziyatlarida bilimni tatbiq eta olmaydilar. Maqola maqsadi — muammoli ta’lim, bosqichma-bosqich murakkablashtirish va nazariya-amaliyot integratsiyasi tamoyillariga asoslangan nostandart topshiriqlar tizimini ishlab chiqish va uning samaradorligini asoslashdir. Tadqiqot metodologiyasi ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish, topshiriqlar taksonomiyasini loyihalash, ekspert baholash va model tarzidagi sinov-nazorat sxemasini qo‘ llashga asoslanadi. Natijada yetti turdagi nostandart topshiriqlar taksonomiyasi (yetarli bo‘ lmagan/ortiqcha ma’lumot, ko‘ p konturli tuzilmalar, teskari masalalar, xatoli sxemalar va boshqalar) ishlab chiqildi hamda ularni darsga joriy etishning bosqichma-bosqich modeli taklif etildi. Maqolada shuningdek an’anaviy va nostandart yondashuvlarni solishtiruvchi jadval, baholash mezonlari va kutilayotgan pedagogik natijalarning nazariy modeli keltirilgan. Xulosa qilib aytganda, taklif etilgan metodika talabalarning tanqidiy fikrlash, mustaqil tahlil qilish va real muhandislik masalalarini yechish qobiliyatini oshirishga xizmat qiladi. Maqola natijalari elektrotexnika, elektronika va energetika yo‘ nalishlari bo‘ yicha o‘ qitiladigan fanlar dasturini takomillashtirishda foydalanilishi mumkin.*

Kalit so‘ zlar: *Kirxgof qoidalari; nostandart topshiriqlar; muhandislik ta’limi; muammoli ta’lim; elektr zanjirlari; pedagogik metodika; tanqidiy fikrlash.*

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ РЕШЕНИЮ НЕСТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ПО ЗАКОНАМ КИРХГОФА

Аннотация: *В статье рассматривается методика использования нестандартных задач при обучении будущих инженеров законам Кирхгофа (правилам токов и напряжений) в высших учебных заведениях. Актуальность исследования обусловлена тем, что при традиционном подходе студенты усваивают алгоритм анализа цепей механически, но не способны применять знания в нестандартных, приближенных к реальной инженерной практике ситуациях. Цель статьи — разработать и обосновать систему нестандартных задач, основанную на принципах проблемного обучения, поэтапного усложнения и интеграции теории с практикой. Методология исследования включает анализ научно-педагогической литературы, проектирование таксономии задач, экспертную оценку и применение модельной схемы контроля. В результате разработана таксономия из семи типов нестандартных задач (недостаточность/избыточность данных, многоконтурные схемы, обратные задачи, схемы с ошибками и др.), а также предложена поэтапная модель их внедрения в учебный процесс. В статье представлены сравнительная таблица традиционного и нестандартного подходов, критерии оценивания и теоретическая модель ожидаемых педагогических результатов. Сделан вывод о том, что предложенная методика способствует развитию критического мышления, самостоятельного анализа и умения решать реальные инженерные задачи. Результаты могут быть использованы при совершенствовании учебных программ по электротехническим и энергетическим направлениям.*

Ключевые слова*: законы Кирхгофа; нестандартные задачи; инженерное образование; проблемное обучение; электрические цепи; педагогическая методика; критическое мышление.*

METHODOLOGY OF TEACHING NON-STANDARD PROBLEMS ON KIRCHHOFF’S LAWS TO PROSPECTIVE ENGINEERS

Abstract: *This article examines a methodology for using non-standard problems in teaching Kirchhoff's laws (current and voltage rules) to prospective engineers in higher education institutions. The relevance of the study stems from the fact that, under traditional instruction, students master circuit-analysis algorithms mechanically but are unable to apply this knowledge in non-standard situations resembling real engineering practice. The aim of the article is to develop and justify a system of non-standard problems grounded in the principles of problem-based learning, gradual complexity progression, and theory-practice integration. The research methodology is based on analysis of scientific-pedagogical literature, design of a problem taxonomy, expert evaluation, and application of a model assessment scheme. As a result, a taxonomy of seven types of non-standard problems was developed (insufficient/redundant data, multi-loop structures, inverse problems, erroneous circuits, and others), together with a stepwise model for their integration into the learning process. The article presents a comparative table of traditional and non-standard approaches, assessment criteria, and a theoretical model of expected pedagogical outcomes. It is concluded that the proposed methodology fosters critical thinking, independent analysis, and the ability to solve authentic engineering problems. The findings can inform curriculum development in electrical engineering, electronics, and power engineering programs.*

Keywords: *Kirchhoff's laws; non-standard problems; engineering education; problem-based learning; electrical circuits; pedagogical methodology; critical thinking.*

1. KIRISH

Zamonaviy muhandislik ta'limining asosiy maqsadi nafaqat fundamental nazariy bilimlarni uzatish, balki bitiruvchida real ishlab chiqarish sharoitlarida mustaqil qaror qabul qilish, tizimli tahlil yuritish va nostandart muammolarni yecha olish kompetensiyalarini shakllantirishdir. Elektrotexnika va elektronika ta'limida Kirxgof qoidalari (birinchi qoida — tugunlar uchun tok balansi, ikkinchi qoida — konturlar uchun kuchlanishlar yig‘ indisi) elektr zanjirlarini tahlil qilishning nazariy poydevorini tashkil etadi va ko‘ plab amaliy fanlar (avtomatika, energetika, elektronika, telekommunikatsiya) uchun bazaviy hisoblanadi.

Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘ rsatadiki, talabalar Kirxgof qoidalarini formal jihatdan o‘ zlashtirsalar-da, ularning fizik mohiyatini, ayniqsa ikkinchi qoidaning abstrakt tabiatini (konturni aylanib chiqish yo‘ nalishi, ishoralarni belgilash) chuqur anglashda muntazam qiyinchiliklarga duch keladilar. Bir qator tadqiqotchilar talabalarning elektr yurituvchi kuch va potensial farqi tushunchalarini chalkashtirishi, shuningdek ko‘ p konturli zanjirlarda ikkinchi qoidani har bir konturga alohida-alohida qo‘ llash zarurligini anglamasligi kabi barqaror noto‘ g‘ ri tasavvurlarga ega ekanini qayd etadi.

Muammoning mohiyati shundaki, an'anaviy o‘ qitish tizimida talabalarga asosan bir xil tipdagi, algoritmik ravishda yechiladigan zanjirlar taklif etiladi. Natijada talabada "protsedura ko‘ nikmasi" shakllanadi, biroq bu bilimni transfer qilish, ya'ni yangi, notanish yoki amaliy-muhandislik kontekstiga tatbiq etish qobiliyati yetarli darajada rivojlanmaydi. Ta'lim psixologiyasida bu hodisa nomuvofiq (routine) topshiriqlarga asoslangan o‘ qitishning tipik chegarasi sifatida tan olingan: nomuvofiq bo‘ lmagan (non-routine) topshiriqlar, aksincha, o‘ quvchining yuqori darajadagi kognitiv faoliyatini — tahlil, sintez va baholashni — faollashtiradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — Kirxgof qoidalarini o‘ qitishda qo‘ llaniladigan nostandart topshiriqlarning ilmiy-metodik asoslangan tizimini (taksonomiyasini) ishlab chiqish, uni darsga joriy etishning bosqichma-bosqich modelini taklif qilish va samaradorligini baholash mezonlarini asoslashdir.

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat:

- mavzuga oid xalqaro va mahalliy ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish;
- nostandart topshiriqlarning didaktik tiplarini (taksonomiyasini) ishlab chiqish;
- topshiriqlarni darsga joriy etishning bosqichma-bosqich metodik modelini yaratish;
- an'anaviy va nostandart yondashuvlarni qiyosiy tahlil qilish;
- metodikaning kutilayotgan pedagogik samaradorligini baholash mezonlarini ishlab chiqish.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, unda Kirxgof qoidalariga xos, muhandislik amaliyotiga yaqinlashtirilgan nostandart topshiriqlarning yaxlit taksonomiyasi va uni bosqichma-bosqich joriy etishning didaktik modeli birinchi marta tizimli tarzda taqdim etiladi. Amaliy ahamiyati — taklif etilgan model oliy ta'lim muassasalarining "Elektrotexnika asoslari", "Elektr zanjirlari nazariyasi" kabi fanlari bo‘ yicha o‘ quv-uslubiy majmualarni yangilashda, shuningdek pedagoglar malakasini oshirish kurslarida qo‘ llanilishi mumkin.

Muammoning yana bir muhim jihati shundaki, zamonaviy mehnat bozori muhandisdan nafaqat tayyor formulalarni bilishni, balki noaniq, ko‘ p omilli va ba'zan ziddiyatli axborot sharoitida tezkor va asoslangan qaror qabul qilishni talab qiladi. Sanoat korxonalarida, energetika tizimlarida yoki avtomatlashtirilgan boshqaruv qurilmalarida yuzaga keladigan nosozliklarni diagnostika qilish, aslida, aynan "teskari masala" yoki "yetarli bo‘ lmagan ma'lumot" tipidagi vaziyatlarga o‘ xshaydi: muhandis ko‘ pincha to‘ liq bo‘ lmagan ma'lumotlar asosida sabab-oqibat bog‘ liqligini tiklashi, tizimning qaysi qismida nosozlik yuz berganini aniqlashi kerak bo‘ ladi. Shu nuqtai nazardan, o‘ quv jarayonida bunday vaziyatlarni

modellashtiruvchi topshiriqlarni joriy etish talabani kelgusi kasbiy faoliyatiga psixologik va intellektual jihatdan tayyorlashning muhim vositasi hisoblanadi.

Shuni ham ta’kidlash lozimki, raqamli transformatsiya sharoitida muhandislik ta’limi tobora simulyatsion va modellashtirish vositalari (Multisim, Proteus, LTspice, MATLAB/Simulink) bilan integratsiyalashib bormoqda. Bu holat nostandart topshiriqlar tizimini loyihalashda nafaqat qog‘ ozdagi hisob-kitob, balki raqamli vositalar yordamida tekshirish va tasdiqlash bosqichini ham hisobga olishni taqozo etadi. Shu sababli, ushbu tadqiqotda taklif etiladigan taksonomiyaga alohida — kompyuter modellashtirish bilan uyg‘ unlashtirilgan topshiriqlar turi ham kiritilgan.

2. ADABIYOTLAR TAHLILI

Muammoli ta’lim nazariyasi zamonaviy muhandislik pedagogikasining nazariy tayanchlaridan biri hisoblanadi. Savery (2006) muammoga asoslangan ta’limni talabalar kontekstlashtirilgan, tuzilmasi ochiq (ill-structured) muammolar bilan to‘ qnashadigan va mustaqil ravishda ma’noli yechim topishga intiladigan o‘ qitish strategiyasi sifatida ta’riflaydi. Prince (2004) ko‘ rsatishicha, muhandislik ta’limida bunday yondashuv talabalarning kognitiv faollashuvini, tanqidiy fikrlashini va ijtimoiy-hissiy rivojlanishini ta’minlaydi, bunda o‘ qituvchi bilim manbai emas, balki jarayonni yo‘ naltiruvchi vosita (fasilitator) rolini bajaradi.

Nomuvofiq (non-routine) topshiriqlar nazariyasi sohasida Schoenfeld (1992) talabalarning matematik va texnik muammolarni yechishda resurslar, evristik usullar, nazorat mexanizmlari va e’tiqodlardan qanday foydalanishini ochib bergan fundamental tadqiqotlar muallifi hisoblanadi. Keyingi tadqiqotlar (Cai va Lester, 2005 asosida keltirilgan tahlillarga ko‘ ra) nomuvofiq topshiriqlarning ijodkorlik, tahlil va sintez kabi yuqori darajadagi tafakkur ko‘ nikmalarini rivojlantirishdagi rolini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ta’lim amaliyotida ko‘ plab talabalar matematika va texnika fanlarini qat’iy protseduralar va yagona yechimli masalalar sohasi sifatida idrok etishi, bu esa moslashuvchan fikrlash o‘ rniga yodlab olishga asoslangan strategiyani kuchaytirishi qayd etiladi.

Muhandislik ta’limi kontekstida Liljedahl (2020) tomonidan ishlab chiqilgan "Fikrlovchi sinf" (Thinking Classroom) kontseptsiyasi alohida ahamiyatga ega: nomuvofiq topshiriqlar va "ko‘ rinadigan fikrlash maydonlari" talabalarning o‘ quv jarayonidagi faolligi va mustaqilligini tubdan o‘ zgartirishi, bu esa muhandislik ta’limiga ham muvaffaqiyatli transfer qilinishi mumkinligi ko‘ rsatilgan. Michalewicz va Michalewicz (2008) tomonidan taklif etilgan "boshqotirmaga asoslangan ta’lim" (puzzle-based learning) kontseptsiyasi ham muhandislik matematikasi va texnik fanlarni o‘ qitishda nostandart, qiziqarli masalalardan foydalanishning samarali vositasi sifatida tan olingan.

Kirxgof qoidalarini o‘ qitishga bag‘ ishlangan maxsus tadqiqotlar orasida Ziauddin va boshqalar (2016) talabalar odatda faqat bitta konturga nisbatan qo‘ llaniladigan ikkinchi qoida (KVL) versiyasini o‘ rganishlarini, biroq ko‘ p konturli tarmoqlarda uni har bir mumkin bo‘ lgan konturga qo‘ llash zarurligi haqida yetarlicha aniq tushunchaga ega bo‘ lmasliklarini ko‘ rsatadi, bu esa umumlashtirilgan (multiple-loop) yondashuvni o‘ qitishga alohida e’tibor qaratish zarurligini asoslaydi. Shu bilan bog‘ liq holda, DC zanjirlarni yechishning variatsion usullariga bag‘ ishlangan tahlilda ta’kidlanishicha, KVL ning tabiatan abstrakt bo‘ lishi — konturni aylanib chiqish yo‘ nalishini tanlash va ishoralarni belgilash zarurati — talabalar uchun asosiy qiyinchilik manbai bo‘ lib, muqobil pedagogik yondashuvlarni izlash zaruriyatini keltirib chiqaradi.

Elektr zanjirlariga oid tushunchaviy xatolar bo‘ yicha o‘ tkazilgan tadqiqotlarda ko‘ rsatilishicha, o‘ quvchi va talabalarning elektr yurituvchi kuch (EYK) va potensial farqi tushunchalariga oid noto‘ g‘ ri tasavvurlari o‘ qitish jarayonida yangi o‘ quv dasturi va mos metodik materiallar joriy etilmasa, uzoq vaqt saqlanib qoladi. Bu topilma an’anaviy formulaga asoslangan o‘ qitishning yetarli emasligini va tushunchaviy o‘ zgarishga (conceptual change) yo‘ naltirilgan metodikaning zarurligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Muammoga asoslangan ta’limning tanqidiy fikrlashga ta’siriga bag‘ ishlangan tizimli sharh (systematic review) shuni ko‘ rsatadiki, an’anaviy o‘ qitish usullari tanqidiy fikrlash ko‘ nikmalarini rivojlantirish uchun yetarli emas va zamonaviy ta’lim tizimlari o‘ quvchilarni faol jalb qiluvchi, hamkorlikka asoslangan strategiyalarni tanlashi lozim. Xususan, kichik guruhlarda muammoni birgalikda tahlil qilish va yechim topish jarayoni nafaqat kognitiv, balki metakognitiv ko‘ nikmalarni — o‘ z fikrlash jarayonini kuzatish, baholash va tartibga solish qobiliyatini — rivojlantirishga xizmat qilishi ta’kidlanadi.

Boshqa tadqiqotlarda nomuvofiq topshiriqlar bilan muntazam ishlagan o‘ quvchilarning yechim jarayonini asoslashda va olingan natijani izohlashda ko‘ proq ijodkorlik va tanqidiylik namoyon etishi qayd etiladi; bunday o‘ quvchilarda matematik-texnik mulohaza yuritish va muammoni samarali yechish qobiliyati yaxshiroq rivojlangan. Shu bilan birga, real hayotiy kontekstga asoslangan strategiyalar o‘ quvchilarning dalillarni baholash va tegishli g‘ oyalarni murakkab, real vaziyatlarga tatbiq etish borasidagi tanqidiy fikrlash qobiliyatini sezilarli darajada oshirishi statistik jihatdan tasdiqlangan.

Shunga qaramay, adabiyotlar tahlili ko‘ rsatadiki, aynan Kirxgof qoidalariga xos, muhandislik amaliyotiga yaqinlashtirilgan nostandart topshiriqlarning tizimli taksonomiyasi va uni bosqichma-bosqich joriy etish metodikasi bo‘ yicha alohida, yaxlit ishlanmalar hozircha yetarli emas: mavjud tadqiqotlar ko‘ proq umumiy PBL yondashuvlariga

yoki matematik nomuvofiq masalalarga bag‘ ishlangan bo‘ lib, elektrotexnika sohasidagi fanga xos (domain-specific) didaktik vositalarni yetarlicha yoritmaydi. Bu holat ushbu tadqiqotning ilmiy nishasini (research gap) belgilaydi va Kirxgof qoidalariga ixtisoslashgan taksonomiya ishlab chiqish zaruriyatini asoslaydi.

3. TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot metodologiyasi ikki bosqichda amalga oshirildi: (1) nazariy-analitik bosqich va (2) metodik-loyihalash bosqichi.

3.1. Nazariy-analitik bosqich

Ushbu bosqichda 2012–2026-yillar oralig‘ ida chop etilgan, muammoli ta’lim, nomuvofiq topshiriqlar nazariyasi va Kirxgof qoidalarini o‘ qitish metodikasiga bag‘ ishlangan ilmiy manbalar (jurnal maqolalari, konferensiya materiallari, monografiyalar) tizimli tahlil qilindi. Manbalarni izlash Google Scholar, ScienceDirect, Springer, MDPI, ResearchGate va arXiv platformalarida amalga oshirildi. Tanlov mezonlari sifatida quyidagilar belgilandi: (a) muammoli/nomuvofiq topshiriqlarga asoslangan ta’lim mavzusiga bevosita aloqadorlik; (b) muhandislik yoki fizika ta’limi konteksti; (c) o‘ zaro tekshiruvdan (peer review) o‘ tgan nashr sifatida chop etilganlik.

3.2. Metodik-loyihalash bosqichi

Adabiyotlar tahlili natijalari asosida nostandart topshiriqlarning didaktik taksonomiyasi ishlab chiqildi (1-jadvalga qarang). Taksonomiya quyidagi mezonlar bo‘ yicha shakllantirildi: kognitiv murakkablik darajasi (Bloom taksonomiyasiga moslashtirilgan holda), ma’lumot to‘ liqligi (yetarli/yetarli emas/ortiqcha), zanjir topologiyasining murakkabligi va amaliy-muhandislik kontekstga yaqinligi. Har bir topshiriq turi uchun namunaviy stsenariy, kutilayotgan kognitiv faoliyat turi va tavsiya etiladigan baholash usuli belgilandi.

Ishlab chiqilgan modelning ichki mantiqiy izchilligini tekshirish uchun ekspert baholash usulidan foydalanildi: model tuzilishi elektrotexnika fanlari o‘ qituvchilari doirasida muhokama qilinib, taksonomiya tarkibi va bosqichlar ketma-ketligi aniqlashtirildi. Metodikaning amaliy joriy etilishini kuzatish uchun sinov-nazorat (pilot) sxemasi ishlab chiqildi: u boshlang‘ ich diagnostika, aralashuv (nostandart topshiriqlar tizimini joriy etish) va yakuniy baholash bosqichlaridan iborat bo‘ lib, natijalarni o‘ lchash uchun quyidagi ko‘ rsatkichlar tavsiya etiladi: masala yechish to‘ g‘ riligi, yechim yo‘ lining asoslanganlik darajasi, mustaqil xato topish qobiliyati va topshiriqni bajarishga sarflangan vaqt. 2-jadvalda ushbu ko‘ rsatkichlar bo‘ yicha kutilayotgan natijalarning nazariy (model) namunasi keltirilgan; ushbu raqamlar to‘ liq miqyosli empirik tadqiqot o‘ tkazilgunga qadar faqat baholash sxemasini ko‘ rsatish maqsadida keltirilgan bo‘ lib, real tajriba-sinov ma’lumotlari bilan almashtirilishi lozim.

3.3. Kutilayotgan tadqiqot dizayni (empirik bosqich uchun tavsiya)

Metodikani real sharoitda tekshirish uchun kvazi-eksperimental dizayn tavsiya etiladi: ikkita parallel guruh (nazorat va tajriba guruhlari) tanlanib, ular boshlang‘ ich bilim darajasi bo‘ yicha tenglashtiriladi (masalan, umumiy fizika yoki matematika fani bo‘ yicha o‘ zlashtirish ko‘ rsatkichlari asosida). Nazorat guruhida an’anaviy uslubda, tajriba guruhida esa taklif etilgan taksonomiya asosida darslar olib boriladi. Ta’lim davri yakunida ikkala guruhda ham bir xil yakuniy nazorat ishi o‘ tkazilib, natijalar statistik jihatdan (masalan, Styudent t-testi yoki Mann-Uitni U-testi yordamida) qiyoslanadi. Namunaviy hajm sifatida kamida 30–40 nafar talabadan iborat ikkita guruh tavsiya etiladi, bu esa statistik ishonchlilikni ta’minlashga xizmat qiladi.

Ma’lumotlarni yig‘ ish vositalari sifatida quyidagilardan foydalanish mumkin: (a) yakuniy nazorat ishi (bir xil qiyinlik darajasidagi standart va nostandart masalalar aralashmasi); (b) talabalarning yechim yo‘ lini yozma asoslashini baholovchi rubrika (0–3 ball tizimida); (c) o‘ qituvchi kuzatuv varag‘ i, unda darsdagi faollik, savol berish chastotasi va hamkorlikdagi ishtirok qayd etiladi; (d) ixtiyoriy so‘ rovnoma, unda talabalarning metodikaga nisbatan sub’ektiv munosabati (Likert shkalasi, 1–5 ball) o‘ lchanadi.

Tadqiqotda qo‘ llanilgan asosiy metodlar quyidagilar:

- ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tizimli tahlil qilish va sintez qilish;
- didaktik modellashtirish (taksonomiya va bosqichli model yaratish);
- qiyosiy tahlil (an’anaviy va nostandart yondashuvlarni solishtirish);
- ekspert baholash (model tuzilishini pedagoglar bilan muhokama qilish);
- pedagogik kuzatuv va o‘ z-o‘ zini baholash sxemasini loyihalash.

4. NATIJALAR VA TAHLIL

Tadqiqot natijasida Kirxgof qoidalariga oid nostandart topshiriqlarning yetti turdan iborat taksonomiyasi ishlab chiqildi (1-jadval). Har bir tur o‘ ziga xos kognitiv talab darajasiga ega bo‘ lib, ular reproduktiv darajadan ijodiy darajaga qadar bosqichma-bosqich joylashtirilgan.

1-jadval. Kirxgof qoidalariga oid nostandart topshiriqlar taksonomiyasi

Topshiriq turi	Mohiyati	Rivojlantiriladigan ko‘ nikma	Kognitiv daraja

Yetarli bo‘ lmagan ma’lumot	Zanjirda bitta parametr (masalan, EYK) berilmaydi, uni nazariy yo‘ l bilan topish talab etiladi	Tahliliy xulosa chiqarish	Qo‘ llash / Tahlil
Ortiqcha ma’lumot	Barcha kattaliklar berilgan, lekin ba’zilari hisobga zarur emas	Tanqidiy saralash	Tahlil
Ko‘ p konturli murakkab tuzilma	Kub qirralari, ko‘ prik sxemasi kabi nosimmetrik tarmoqlar	Simmetriya asosida soddalashtirish	Tahlil / Sintez
Teskari masala	Tok/kuchlanish qiymatlaridan noma’lum qarshilik yoki topologiyani tiklash	Teskari mantiqiy fikrlash	Sintez
Xatoli sxema	Qasddan xato yechilgan misolni tahlil qilish	Xatoni diagnostika qilish	Baholash
Amaliy-muhandislik konteksti	Real qurilma (masalan, quyosh paneli tizimi) misolida masala	Natijani amaliy talqin qilish	Baholash / Yaratish
Kompyuter modellashtirish bilan uyg‘ unlashgan	Qo‘ lda hisoblash va simulyatsiya (masalan, LTspice) natijalarini solishtirish	Model va real natija farqini tahlil qilish	Tahlil / Baholash

Taksonomiya asosida topshiriqlarni darsga joriy etishning bosqichma-bosqich (uch bosqichli) modeli taklif etildi: (1) reproduktiv bosqich — standart zanjir va aniq algoritm; (2) qisman izlanuvchan bosqich — o‘ zgartirilgan shart yoki noodatiy topologiya; (3) ijodiy bosqich — ochiq masala, muhandislik qarori talab qilinadigan vaziyat. Ushbu model L. S. Vygotskiyning "yaqin rivojlanish zonasi" tamoyiliga mos ravishda talabani asta-sekin mustaqil faoliyatga o‘ tkazishga yo‘ naltirilgan.

An’anaviy va taklif etilgan nostandart yondashuvni bir necha mezon bo‘ yicha qiyoslash 2-jadvalda keltirilgan. Qiyosiy tahlil adabiyotlar tahlili (2-bo‘ lim) asosida shakllantirilgan nazariy modelni aks ettiradi.

2-jadval. An’anaviy va nostandart yondashuvlarning qiyosiy tahlili

Mezon	**An’anaviy yondashuv**	**Nostandart topshiriqlar tizimi**
Topshiriq tuzilishi	Yopiq, bitta to‘ g‘ ri javobli	Ochiq yoki ko‘ p yechimli
Talaba faoliyati	Algoritmni takrorlash	Mustaqil tahlil va qaror qabul qilish
Xatolarga munosabat	Xato — salbiy natija	Xato — o‘ rganish manbai (diagnostika)
Baholash predmeti	Yakuniy javob to‘ g‘ riligi	Yechim yo‘ lining asoslanganligi
Amaliyotga yaqinlik	Past (mavhum sxemalar)	Yuqori (real muhandislik konteksti)
Rivojlanadigan ko‘ nikma	Hisoblash tezligi	Tanqidiy va tizimli fikrlash

Pedagogik samaradorlikni kuzatish uchun taklif etilgan baholash sxemasi asosida quyidagi ko‘ rsatkichlar model tarzida taqdim etiladi (3-jadval). Ta’kidlash lozimki, quyidagi qiymatlar real tajriba-sinov natijalari emas, balki adabiyotlar tahlilida qayd etilgan tendentsiyalar (PBL va nomuvofiq topshiriqlarning ijobiy ta’siri) asosida shakllantirilgan illyustrativ modeldir va ular metodikani amaliyotda qo‘ llagan tadqiqotchi tomonidan real o‘ lchov natijalari bilan almashtirilishi shart.

3-jadval. Baholash ko‘ rsatkichlari va ularning nazariy (model) dinamikasi — namuna

Ko‘ rsatkich	**An’anaviy guruh (model)**	**Nostandart topshiriqlar guruhi (model)**
Masalani mustaqil tahlil qilish darajasi	Past–o‘ rta	O‘ rta–yuqori
Yechim yo‘ lini asoslash sifati	Formal, qisqa	Batafsil, mantiqiy izchil
Xatoni mustaqil aniqlash qobiliyati	Cheklangan	Sezilarli darajada yaxshilangan
Amaliy kontekstga moslashuvchanlik	Past	Yuqori

Olingan nazariy natijalar shuni ko‘ rsatadiki, taklif etilgan taksonomiya va bosqichma-bosqich model adabiyotlarda qayd etilgan muammoli ta’lim va nomuvofiq topshiriqlarning ijobiy ta’siriga oid umumiy tendentsiyalarga mos keladi. Xususan, ko‘ p konturli va teskari masalalar turi talabani Kirxgof ikkinchi qoidasini nafaqat bitta konturga, balki tarmoqning barcha mumkin bo‘ lgan konturlariga nisbatan qo‘ llashga majbur qiladi, bu esa adabiyotlar tahlilida qayd etilgan asosiy tushunchaviy qiyinchilikni bevosita bartaraf etishga yo‘ naltirilgan. Xatoli sxema va ortiqcha/yetarli bo‘ lmagan ma’lumot turlari esa talabaning tanqidiy tahlil va o‘ z-o‘ zini nazorat qilish ko‘ nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

4.1. Topshiriq tiplarining o‘ zaro bog‘ liqligi va darsga taqsimlanishi

Amaliyotda taksonomiyaning yetti turini bir semestr davomida qanday taqsimlash kerakligi metodik jihatdan muhim masaladir. Tavsiya etilgan yondashuvga ko‘ ra, semestrning birinchi uchdan bir qismida (kirish mavzulari davrida) "ortiqcha ma’lumot" va "yetarli bo‘ lmagan ma’lumot" turidagi topshiriqlar ustuvor bo‘ ladi, chunki ular talabani asosiy tenglamalar tizimini ongli ravishda tuzishga o‘ rgatadi va hali murakkab topologik tahlilni talab qilmaydi. O‘ rta bosqichda (ko‘ p konturli zanjirlar mavzusi o‘ rganilganda) "ko‘ p konturli murakkab tuzilma" va "xatoli sxema" turidagi topshiriqlar kiritiladi. Semestrning yakuniy bosqichida esa "teskari masala", "amaliy-muhandislik konteksti" va "kompyuter modellashtirish bilan uyg‘ unlashgan" topshiriqlar orqali talaba oldingi bosqichlarda egallagan bilimlarni sintez qilishga yo‘ naltiriladi.

Bunday taqsimot nafaqat mavzuning mantiqiy ketma-ketligiga, balki talabaning kognitiv yuklanishini bosqichma-bosqich oshirish tamoyiliga ham asoslanadi: har bir yangi topshiriq turi oldingi bosqichda shakllangan ko‘ nikmalar ustiga quriladi, bu esa "kognitiv yuklanish nazariyasi" (cognitive load theory) nuqtai nazaridan ham oqilona hisoblanadi — talaba bir vaqtning o‘ zida haddan tashqari ko‘ p yangi elementni qayta ishlashga majbur bo‘ lmaydi.

4.2. Metodikani joriy etishda uchraydigan mumkin bo‘ lgan qiyinchiliklar

Taklif etilgan metodikani amaliyotga joriy etishda bir qator amaliy qiyinchiliklar yuzaga kelishi mumkin. Birinchidan, nostandart topshiriqlarni tayyorlash o‘ qituvchidan an’anaviy misollarga nisbatan ko‘ proq vaqt va metodik tayyorgarlik talab qiladi. Ikkinchidan, dastlabki bosqichda talabalar ochiq va noaniq shartli masalalarga psixologik jihatdan tayyor bo‘ lmasligi, hatto ma’lum darajada qarshilik ko‘ rsatishi mumkin, chunki ular "bitta to‘ g‘ ri javob" mavjud bo‘ lgan an’anaviy formatga o‘ rganib qolgan bo‘ ladi. Uchinchidan, baholash tizimini yakuniy javobdan yechim yo‘ lining sifatiga qarab baholashga o‘ tkazish o‘ qituvchidan aniq va shaffof rubrikalar ishlab chiqishni talab qiladi, aks holda baholashning sub’ektivligi oshishi mumkin.

Ushbu qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun quyidagi amaliy tavsiyalar berilishi mumkin: o‘ qituvchilar uchun metodik seminarlar va namunaviy topshiriqlar bankini yaratish; talabalarni yangi formatga bosqichma-bosqich, kichik "isinish" (warm-up) topshiriqlari orqali moslashtirish; baholash uchun oldindan aniq mezonlar (rubrikalar) ishlab chiqib, ularni talabalarga dars boshida e’lon qilish.

5. XULOSA

O‘ tkazilgan tadqiqot natijasida quyidagi xulosalarga kelindi. Birinchidan, an’anaviy o‘ qitish usuli Kirxgof qoidalarini formal o‘ zlashtirishni ta’minlasa-da, talabalarning bilimni nostandart va amaliy-muhandislik vaziyatlarga tatbiq etish qobiliyatini yetarli darajada rivojlantirmaydi. Ikkinchidan, muammoli ta’lim va nomuvofiq topshiriqlar nazariyasiga asoslangan yetti turdan iborat taksonomiya (yetarli bo‘ lmagan/ortiqcha ma’lumot, ko‘ p konturli tuzilmalar, teskari masalalar, xatoli sxemalar, amaliy-muhandislik konteksti va kompyuter modellashtirish bilan uyg‘ unlashtirilgan topshiriqlar) Kirxgof qoidalarini o‘ qitishning metodik salohiyatini kengaytiradi. Uchinchidan, taklif etilgan uch bosqichli (reproduktiv — qisman izlanuvchan — ijodiy) model talabani asta-sekin mustaqil tahliliy faoliyatga yo‘ naltirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning cheklovi shundaki, taklif etilgan model va baholash ko‘ rsatkichlari hozircha nazariy-metodik xarakterga ega bo‘ lib, keng miqyosli empirik (tajriba-sinov) tekshiruvni talab qiladi. Shu sababli, kelgusi tadqiqotlar quyidagi yo‘ nalishlarda davom ettirilishi tavsiya etiladi: (1) taklif etilgan taksonomiyani amaliyotga joriy etib, nazorat va tajriba guruhlari o‘ rtasida statistik ishonchli qiyosiy tahlil o‘ tkazish; (2) raqamli simulyatsiya vositalari (Multisim, LTspice, Proteus) bilan integratsiyalashgan topshiriqlar samaradorligini alohida baholash; (3) metodikani boshqa fizik-texnik fanlar (masalan, Kirxgof qoidalariga o‘ xshash tarmoq tenglamalari qo‘ llaniladigan gidravlika yoki issiqlik tarmoqlari) uchun moslashtirish imkoniyatlarini o‘ rganish.

Umuman olganda, ushbu tadqiqotda taklif etilgan metodika oliy ta’lim muassasalarida elektrotexnika fanlarini o‘ qitish sifatini oshirish, bo‘ lajak muhandislarda tizimli va tanqidiy fikrlashni shakllantirish uchun amaliy asos bo‘ lib xizmat qilishi mumkin.

MUALLIFLAR HISSASI BAYONOTI

[TO‘ LDIRILISHI SHART] Bir nechta muallif bo‘ lgan taqdirda, har bir muallifning hissasini CRediT taksonomiyasiga muvofiq ko‘ rsating, masalan: F.I.Sh.1 — kontseptsiya va tadqiqot dizayni, adabiyotlar tahlili, matnni yozish; F.I.Sh.2 — metodologiyani ishlab chiqish, ma’lumotlarni tahlil qilish, matnni tahrirlash. Yakka muallif bo‘ lsa: "Maqolaning barcha bosqichlari (kontseptsiya, adabiyotlar tahlili, metodologiya, yozish va tahrirlash) muallif tomonidan mustaqil bajarilgan."

MANFAATLAR TO‘ QNASHUVI BAYONOTI

Mualliflar ushbu maqolaning nashr etilishi bilan bog‘ liq har qanday moliyaviy, kasbiy yoki shaxsiy manfaatlar to‘ qnashuvi mavjud emasligini bildiradilar.

MOLIYALASHTIRISH

[TO‘ LDIRILISHI SHART, agar mavjud bo‘ lsa] Ushbu tadqiqot biror-bir tashqi grant yoki moliyalashtirish dasturi doirasida amalga oshirilmagan / [grant nomi va raqamini ko‘ rsating].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘ YXATI

1. Cai, J., Lester, F. Non-routine problem solving and higher-order thinking skills: A review of research trends. — In: Frontiers in Psychology, 2025.

2. Liljedahl, P. Building Thinking Classrooms in Mathematics, Grades K-12: 14 Teaching Practices for Enhancing Learning. — Corwin Press, 2020.

3. Michalewicz, Z., Michalewicz, M. Puzzle-based Learning: Introduction to Critical Thinking, Mathematics, and Problem Solving. — Ormond: Hybrid Publishers, 2008.

4. Prince, M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. — In: Journal of Engineering Education, 2004, Vol. 93, No. 3, pp. 223–231.

5. Savery, J. R. Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. — In: Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning, 2006, Vol. 1, No. 1, pp. 9–20.

6. Schoenfeld, A. Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense-making in Mathematics. — In: Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning, 1992, pp. 334–370.

7. Ziauddin, A. et al. Generalized Version of Kirchhoff’s Laws for Students. — ResearchGate, 2016.

8. Thinking Classrooms in Graduate Engineering Education: A Pedagogical Framework for Autonomy and Problem-Solving. — In: Education Sciences (MDPI), 2026, Vol. 16, No. 2, art. 350.

9. The Critical Thinking-oriented Adaptations of Problem-based Learning Models: A Systematic Review. — In: Frontiers in Education, 2023.

10. A Review of the Variational Methods for Solving DC Circuits — Implications for Teaching. — arXiv:1903.07197, 2019.

11. The Persistence of Students’ Unfounded Beliefs about Electrical Circuits: The Case of Kirchhoff’s Laws. — ResearchGate, 2012.