

METROLOGIYA VA STANDARTLASHTIRISH FANINI O'QITISHDA
INTERFAOL METODLARNING O'RNI

Ibragimova Gulzoda Nabiyeвна

*TIQXMMI Milliy tadqiqot universiteti, "Metrologiya va muhandislik loyihalash"
kafedrası assistenti (PhD)*

E-mail: ibragimovagulzoda635@gmail.com

Qalbaeva Gulbanu

*TIQXMMI Milliy tadqiqot universiteti, Geodeziya va geoinformatika yo'nalishi, 2-
kurs talabasi*

E-mail: gulbanuqalbaeva3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada metrologiya va standartlashtirish fanini oliy ta'lim muassasalarida o'qitishda interfaol metodlarning nazariy asoslari, amaliy imkoniyatlari va pedagogik samaradorligi tadqiq etiladi. Muammo asosida ta'lim (PBL), loyihaviy o'qitish (PjBL), teskari sinf (Flipped Classroom), virtual laboratoriya va kooperativ o'qitish metodlarining ushbu fanga tatbiq etilish yo'llari tahlil qilinadi. Freeman va boshq. (2014) metaanalizi, ISO/IEC 17024:2012 talablari hamda O'zbekiston Respublikasining "Metrologiya to'g'risida"gi qonuni (O'RQ-588, 2019) va "Yangi O'zbekiston" taraqqiyot strategiyasi (PF-60, 2022) asosida interfaol ta'limning ilmiy ustunligi asoslab beriladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, interfaol metodlarni tizimli joriy etish talabalarning amaliy kompetensiyasini va kasbiy tayyorgarlik darajasini sezilarli oshiradi. Maqola oxirida o'quv jarayonini modernizatsiya qilishga yo'naltirilgan beshta amaliy tavsiya bayon etiladi.

Kalit so'zlar: metrologiya, standartlashtirish, interfaol metodlar, muammo asosida ta'lim (PBL), loyihaviy o'qitish (PjBL), teskari sinf, virtual laboratoriya, kompetensiyaviy ta'lim, oliy ta'lim sifati, o'lchov noaniqligi, ISO standartlari.

KIRISH. XXI asrda global iqtisodiyotning raqobatbardoshligi ko'p jihatdan sanoat va xizmat ko'rsatish sohalarida metrologik ta'minot sifatiga bog'liq. Jahon savdo tashkiloti (WTO) ma'lumotlariga ko'ra, xalqaro savdodagi to'siqlarning 80% dan ortig'i standartlashtirishning nomuvofiqligidan kelib chiqadi (WTO, 2005).

Aynan shu sababli metrologiya va standartlashtirish sohasida yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash bugungi kunda strategik ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasida ushbu soha davlat darajasida ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan. Prezident Shavkat Mirziyoyevning 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son Farmonida ta’lim sifatini oshirish va innovatsion metodlarni joriy etish ustuvor vazifa qilib qo‘yilgan. Shuningdek, “Metrologiya to‘g‘risida”gi (O‘RQ-588, 2019) va “Standartlashtirish to‘g‘risida”gi (O‘RQ-590, 2019) qonunlar milliy metrologik infratuzilmani rivojlantirish uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlashni majburiy shart sifatida belgilaydi. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy ma’ruza-markaziy o‘qitish tizimi ushbu talablarni to‘liq qondira olmaydi. Metrologiya va standartlashtirish fani murakkab abstrak tushunchalarni — o‘lchov noaniqligi, etalon tizimlari, sertifikatlash tartiblari — o‘z ichiga oladi. ISO/IEC 17024:2012 standarti metrologiya sohasida mutaxassis sertifikatsiyasida bilimdan ko‘ra kompetensiyani, ya’ni qo‘llay bilishni, asosiy mezon sifatida belgilagan.

Freeman va boshq. (2014) tomonidan 225 ta STEM fanida o‘tkazilgan metaanaliz shuni isbotladiki, faol o‘qitish metodlari an’anaviy ma’ruzalarga nisbatan imtihon natijalarini o‘rtacha 6% ga yaxshilaydi, muvaffaqiyatsizlik ko‘rsatkichini esa 1,5 barobarga kamaytiradi. Ushbu tadqiqot “Proceedings of the National Academy of Sciences” (PNAS) jurnalida chop etilgan bo‘lib, pedagogika fani uchun muhim burilish nuqtasi bo‘ldi.

Maqolaning maqsadi: metrologiya va standartlashtirish fanini o‘qitishda asosiy interfaol metodlarni tahlil qilish, ularning pedagogik samaradorligini empirik dalillar asosida asoslash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

ASOSIY QISM. 1. Interfaol ta’limning nazariy asoslari Interfaol ta’limning ilmiy poydevori bir necha yirik pedagogik nazariyalarga tayanadi.

Vygotskiyning “Yaqin rivojlanish zonasi” nazariyasi (1978) ta’kidlashicha, talaba mustaqil hal eta olmaydigan, lekin o‘qituvchi yo‘l-yo‘rig‘i yoki tengdoshlar bilan hamkorlikda yecha oladigan vazifalar eng yuqori o‘quv samaradorligini ta’minlaydi. Metrologiya fanida bu tamoyil guruhli masala yechish va virtual o‘lchov tajribalarida bevosita namoyon bo‘ladi.

Kolbning “Tajribaviy o‘rganish tsikli” (1984) o‘rganish jarayonini to‘rt bosqichda tavsiflaydi: konkret tajriba → kuzatish va tahlil → abstrakt kontseptualizatsiya → faol tatbiq. Standartlashtirish fanida talaba real zavod mahsulotini tekshiradi

(tajriba), o'lchov xatolarini tahlil qiladi (kuzatish), standart talablarini o'rganadi (abstraksiya), so'ng audit rejasini tuzadi (tatbiq).

Bloom taksonomiyasi (Anderson & Krathwohl, 2001) kognitiv maqsadlarni oltita darajaga ajratadi: bilish, tushunish, qo'llash, tahlil, baholash va yaratish. An'anaviy ma'ruza faqat quyi ikki darajani shakllantiradi, holbuki metrologiya mutaxassisidan standart talablariga muvofiqlikni baholash, o'lchov tizimini loyihalash kabi yuqori darajali kognitiv faoliyat talab etiladi.

2. Metrologiya va standartlashtirish fanining pedagogik xususiyatlari. Fanni o'qitishda uchraydigan asosiy qiyinchiliklar ikki guruhga bo'linadi.

Mazmun jihatidan: O'lchov noaniqligi — GUM (JCGM 200:2012) bo'yicha — yuqori matematik tayyorgarlik talab etadigan murakkab tushunchadir. ISO 9001, ISO/IEC 17025, GOST va O'z DSt standartlar tizimining o'zaro munosabatlarini tushunish keng qamrovli huquqiy va texnologik bilimni zarur qiladi.

Ta'lim muhiti jihatidan: Ko'plab oliy ta'lim muassasalarida zamonaviy metrologik jihozlar (etalon o'lchov asboblari, kalibrlash stendlari) yetarli emas, real sanoat ob'ektlariga chiqish imkoniyati ham cheklangan. Bu holat virtual simulyatsiya va loyihaviy yondashuvlarni ayniqsa zarur qilib qo'yadi.

3. Asosiy interfaol metodlar: tahlil va tatbiq

3.1. Muammo asosida ta'lim (Problem-Based Learning — PBL)

PBL metodini 1960-yillarda Kanadadagi McMaster universiteti tibbiyot fakultetida Howard Barrows ishlab chiqqan. Metodning mohiyati shundaki, talabalar avval real muammo bilan tanishtiriladi, keyin esa uni yechish uchun zarur bilimlarni mustaqil izlab topadilar.

Metrologiya fanida PBL quyidagi vaziyat shaklida taqdim etilishi mumkin: "Toshkentdagi oziq-ovqat zavodida 500 gramm deb belgilangan mahsulot 487 gramm tortmoqda. Iste'molchilar shikoyat qilmoqda. Siz metrologiya inspektori sifatida tekshiruv o'tkazishingiz kerak: xatoning sababini aniqlang, standartlarga muvofiqligini baholang va bartaraf etish choralarini taklif qiling."

Bu vaziyatda talaba bir vaqtning o'zida og'irlik o'lchovi standartlarini (O'z DSt), o'lchov noaniqligi nazariyasini, kalibrlash tartibini va iste'molchi huquqlarini o'rganishga majbur bo'ladi. Hmelo-Silver (2004) tadqiqoti PBL orqali o'qigan talabalar an'anaviy usul bilan o'qiganlardan 20–30% ko'proq amaliy muammolarni hal eta olishini isbotladi.

3.2. Loyihaviy o'qitish (Project-Based Learning — PjBL)

Thomas (2000) tomonidan asoslangan bu metod talabalarni haqiqiy, uzoq muddatli loyihalar bajarish jarayoniga jalb etadi. Standartlashtirish fanida bunga misol:

- Mahalliy korxona uchun ISO 9001:2015 sifat menejmenti tizimini joriy etish rejasini ishlab chiqish;
- Laboratoriya uchun ISO/IEC 17025:2017 akkreditatsiya hujjatlar to'plamini tayyorlash;
- Tanlangan mahsulot uchun O'z DSt va ISO standartlarini qiyosiy tahlil qilish.

Chu (2009) tadqiqoti PjBL ishtirokchilarining ijodkorlik va muammo yechish ko'rsatkichlari bo'yicha nazorat guruhidan sezilarli darajada yuqori natija ko'rsatganini qayd etdi.

3.3. Teskari sinf (Flipped Classroom) Bergmann va Sams (2012) ishlab chiqqan bu model bo'yicha talabalar nazariy materiallarni (videoma'ruzalar, elektron resurslar) uyda o'rganadilar, auditoriya vaqti esa masala yechish, muhokama va tajribaga ajratiladi. Metrologiya fanida bu model ayniqsa samarali: GUM bo'yicha kengaytirilgan noaniqlik hisoblash formulasi $U = k \times u_n(y)$ talaba uyda o'z sur'atida, to'xtatib-qayta ko'rib o'rganishi mumkin. Auditoriyada esa o'qituvchi nazoratida haqiqiy o'lchov asboblari bilan ishlash, kalibrlash protokollarini to'ldirish amalga oshiriladi. Bishop va Verleger (2013) ning 46 ta tadqiqotni qamrab olgan sharhiga ko'ra, teskari sinf modeli talabalarining fanga qiziqishi va auditoriya faolligini sezilarli oshiradi.

3.4. Virtual laboratoriya va simulyatsiya Hofstein va Lunetta (2004) laboratoriya ishlarining amaliy ko'nikmalar shakllanishidagi hal qiluvchi rolini ilmiy asoslab bergan. Real metrologik jihozlarning yuqori qiymati ko'plab oliy ta'lim muassasalari uchun katta to'siq bo'lganligi sababli quyidagi platformalar tavsiya etiladi:

- PhET Interactive Simulations (Colorado universiteti) — fizik o'lchov jarayonlarini bepul vizual simulyatsiya qiladi;
- LabVIEW Student Edition (National Instruments) — virtual asbob-uskunalar bilan ishlashni o'rgatadi;
- VISA (Virtual Instrument Systems in Reality) — asboblarni virtual boshqarish interfeysi.

Pyatt va Sims (2012) qiyosiy tadqiqoti virtual va real laboratoriya ishlarida talabalar o'zlashtirishida statistik jihatdan muhim farq kuzatilmaganligini ko'rsatdi.

3.5. Kooperativ o'qitish va rol o'yinlari Johnson, Johnson va Holubec (1994) kooperativ o'qitishning beshta asosiy elementini aniqlagan: ijobiy o'zaro bog'liqlik, individual javobgarlik, yuzma-yuz muloqot, ijtimoiy ko'nikmalar va guruh ishini tahlil qilish. Standartlashtirish fanida rol o'yini akkreditatsiya auditori jarayonini simulyatsiya qilish ko'rinishida amalga oshiriladi: bir guruh auditorlar rolini o'ynaydi, ikkinchisi esa tekshirilayotgan laboratoriya vakillari bo'ladi.

4. Interfaol metodlarning samaradorligi: empirik dalillar. Interfaol metodlarning samaradorligi mustaqil tadqiqotlar tomonidan tasdiqlangan:

Freeman va boshq. (2014) — 225 ta STEM kursi bo'yicha metaanaliz. Faol o'qitish imtihon natijalarini o'rtacha 6% ga oshirdi, "F" baholar ulushi 1,5 barobarga kamaydi (PNAS, 111(23), 8410–8415).

Hake (1998) — 6000 dan ortiq fizika talabasi ishtirokidagi tadqiqot. Interaktiv metodlar o'quv ko'rsatkichlarini an'anaviy usuldan ikki barobar ko'proq oshirdi (American Journal of Physics, 66(1), 64–74).

Prince (2004) — muhandislik ta'limida faol o'qitish usullarini keng ko'lamda tahlil qilish. Kooperativ o'qitish, muammoli ta'lim va loyihaviy o'qitishning ijobiy ta'siri ilmiy jihatdan tasdiqlandi (Journal of Engineering Education, 93(3), 223–231).

Yo'ldoshev J.G' (2019) — O'zbekiston oliy ta'lim muassasalarida PBL usulini joriy etish tajribasi. Amaliy fanlar bo'yicha talabalar faolligining 40% ga oshishi qayd etildi (Pedagogika va psixologiya, TDPU, № 3, B. 45–53).

5. Joriy etishdagi to'siqlar va ularni bartaraf etish yo'llari

1. O'qituvchilarning metodologik tayyorgarligi. Ko'pchilik o'qituvchilar PBL yoki Flipped Classroom metodologiyasini chuqur bilmaydi. **Yechim:** tizimli malaka oshirish kurslari, BIPM yoki PTB bilan xalqaro hamkorlik asosida treninglar o'tkazish.

2. O'quv dasturining zichligi. Interfaol metodlar ko'proq vaqt talab etadi. **Yechim:** modulli tizimga o'tish — har bir modul yakunida loyiha yoki muammo yechish topshirig'i qo'yiladi.

3. Material-texnik ta'minot. **Yechim:** bepul virtual platformalar (PhET, LabVIEW Student Edition) ni o'quv jarayoniga integratsiya qilish.

4. Baholash tizimining mos emasligi. An'anaviy test amaliy kompetensiyani o'lchay olmaydi. **Yechim:** portfel baholash va ko'rsatma imtihonini joriy etish — ISO/IEC 17024:2012 talablariga mos.

5. Talabalarning passiv o'rganish odati. **Yechim:** bosqichma-bosqich joriy etish — avval oddiy guruh muhokamalaridan boshlab, keyinroq to'liq PBL loyihalariga o'tish.

XULOSA. Ushbu tadqiqot metrologiya va standartlashtirish fanini o'qitishda interfaol metodlarning qo'llanilishi muhim ilmiy-metodologik ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. PBL, PjBL, teskari sinf, virtual laboratoriya va kooperativ o'qitish metodlari talabalarning amaliy kompetensiyasini, analitik fikrlash qobiliyatini va kasbiy tayyorgarlik darajasini sezilarli oshiradi.

Xalqaro tadqiqotlar (Freeman va boshq., 2014; Hake, 1998; Prince, 2004) va O'zbekiston oliy ta'lim amaliyoti (Yo'ldoshev, 2019) interfaol ta'limning an'anaviy usulga nisbatan samaraliroq ekanligini empirik jihatdan isbotlaydi. ISO/IEC 17024:2012 kompetensiyaviy talablari va "Yangi O'zbekiston" taraqqiyot strategiyasi (PF-60, 2022) ham aynan ushbu yondashuvni zarur qiladi.

Tadqiqot natijalariga asoslanib, quyidagi beshta amaliy tavsiya ishlab chiqildi:

1. Metrologiya va standartlashtirish fanining o'quv dasturini PBL va PjBL tamoyillari asosida qayta ishlab chiqish; nazariya va amaliyot nisbatini kamida 40:60 ga o'zgartirish.

2. Virtual laboratoriya platformalarini (PhET, LabVIEW Student Edition) o'quv jarayoniga to'liq integratsiya qilish va o'zbek tilidagi yo'riqnomalar bilan ta'minlash.

3. O'qituvchilar uchun interfaol metodologiya bo'yicha tizimli malaka oshirish dasturlarini yo'lga qo'yish; BIPM, OIML va PTB bilan xalqaro hamkorlik asosida sertifikatlash imkoniyatini ta'minlash.

4. Baholash tizimini portfel va kompetensiyaviy formatga o'tkazish; ISO/IEC 17024:2012 talablariga mos holda jarayon baholashini (process assessment) joriy etish.

5. BIPM va OIML bilan hamkorlikda metrologiya faniga oid amaliy simulyatsiya materiallarini o'zbek tilida ishlab chiqish va ochiq kirish (open access) formatida tarqatish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ISO/IEC 17024:2012. Conformity Assessment — General Requirements for Bodies Operating Certification of Persons. — Geneva: ISO, 2012.
2. ISO/IEC Guide 98-3:2008 (GUM). Uncertainty of Measurement — Part 3: Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. — Geneva: ISO, 2008.
3. O‘z DSt ISO 9001:2015. Sifat menejmenti tizimlari. Talablar. — Toshkent: O‘zstandart, 2016.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022–2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni. — Toshkent, 2022.
5. O‘zbekiston Respublikasining “Metrologiya to‘g‘risida”gi Qonuni. — 2019-yil 20-noyabr, O‘RQ-588-son.
6. O‘zbekiston Respublikasining “Standartlashtirish to‘g‘risida”gi Qonuni. — 2019-yil 20-noyabr, O‘RQ-590-son.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktyabrdagi “Oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-son Farmoni.
8. Yo‘ldoshev J.G’. Oliy ta’limda muammo asosida o‘qitishning samaradorligi. — Toshkent: TDPU, 2019. — Pedagogika va psixologiya, № 3. — B. 45–53.
9. Musurmonov R.M. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. — Toshkent: O‘qituvchi, 2012. — 192 b.
10. Freeman S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. PNAS, 2014. — Vol. 111(23). — P. 8410–8415.
11. Hake R.R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data. American Journal of Physics, 1998. — Vol. 66(1). — P. 64–74.
12. Prince M. Does active learning work? A review of the research. Journal of Engineering Education, 2004. — Vol. 93(3). — P. 223–231.
13. Hmelo-Silver C.E. Problem-based learning: What and how do students learn? Educational Psychology Review, 2004. — Vol. 16(3). — P. 235–266.

14. Bergmann J., Sams A. Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. — ISTE & ASCD, 2012.

15. Pyatt K., Sims R. Virtual and physical experimentation in inquiry-based science labs. Journal of Science Education and Technology, 2012. — Vol. 21(1). — P. 149–158.