INTELLEKTUAL O‘LCHASH VOSITALARINING DIDAKTIK IMKONIYATLARI ASOSIDA BO‘LAJAK METROLOGLARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH MEXANIZMI

Mannonqulov G‘ulom Xatamovich,
Jizzax politexnika instituti mustaqil tadqiqotchisi
ghulam@rambler.ru

Mazkur maqolada zamonaviy raqamli transformatsiya sharoitida intellektual o‘lchash vositalarining didaktik imkoniyatlaridan foydalanish asosida bo‘lajak metrologlarning kasbiy kompetentligini rivojlantirish muammosi tadqiq etilgan. Sanoat ishlab chiqarishining avtomatlashtirilishi, Industry 4.0 va Industry 5.0 konsepsiyalarining rivojlanishi, smart-sensorlar, mikroprotsessorli o‘lchash qurilmalari, avtomatlashtirilgan ma’lumotlarni yig‘ish tizimlari hamda raqamli kalibrlash texnologiyalarining amaliyotga kirib kelishi metrolog mutaxassisning kasbiy faoliyati mazmunini sezilarli darajada o‘zgartirmoqda.

Kalit so‘zlar: *metrologiya, intellektual o‘lchash vositalari, smart-sensor, kasbiy kompetentlik, raqamli metrologiya, o‘lchash ma’lumotlari, o‘lchash noaniqligi, diagnostika, kalibrlash, raqamli laboratoriya, kompetensiyaviy yondashuv.*

МЕХАНИЗМ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ МЕТРОЛОГОВ НА ОСНОВЕ ДИДАКТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

В данной статье исследована проблема развития профессиональной компетентности будущих метрологов на основе использования дидактических возможностей интеллектуальных средств измерений в условиях современной цифровой трансформации. Автоматизация промышленного производства, развитие концепций Industry 4.0 и Industry 5.0, а также внедрение в практику смарт-сенсоров, микропроцессорных измерительных устройств, автоматизированных систем сбора данных и технологий цифровой калибровки существенно изменяют содержание профессиональной деятельности специалистов в области метрологии.

Ключевые слова: *метрология, интеллектуальные средства измерений, профессиональная компетентность, smart-сенсор, цифровая метрология, измерительная информация, неопределённость измерений, диагностика, калибровка, цифровая лаборатория.*

MECHANISM FOR DEVELOPING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE METROLOGISTS BASED ON THE DIDACTIC POTENTIAL OF INTELLIGENT MEASURING INSTRUMENTS

This article investigates the problem of developing the professional competence of future metrologists through the use of the didactic potential of intelligent measuring instruments in the context of modern digital transformation. The automation of industrial production, the development of Industry 4.0 and Industry 5.0 concepts, as well as the practical implementation of smart sensors, microprocessor-based measuring devices, automated data acquisition systems, and digital calibration technologies are significantly transforming the nature and content of the professional activities of metrology specialists.

Keywords: *metrology, intelligent measuring instruments, professional competence, smart sensor, digital metrology, measurement data, measurement uncertainty, diagnostics, calibration, digital laboratory.*

Kirish. Jahon iqtisodiyotida raqamli ishlab chiqarish tizimlarining jadal rivojlanishi o‘lchash jarayonlarini tashkil etish va boshqarish tamoyillarini tubdan o‘zgartirmoqda. Sanoat korxonalarida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning sifati, texnologik jarayonlarning barqarorligi hamda boshqaruv qarorlarining ishonchliligi ko‘p jihatdan o‘lchash axborotining aniqligi, tezkorligi va metrologik ishonchliligiga bog‘liq. Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarida an’anaviy o‘lchash vositalari bilan bir qatorda mikroprotsessorlar, raqamli interfeyslar, dasturiy ta’minot, sensor tarmoqlari va avtomatlashtirilgan ma’lumot almashish imkoniyatlariga ega intellektual o‘lchash vositalaridan foydalanish ko‘lami kengayib bormoqda. Industry 4.0 va Industry 5.0 konsepsiyalarining rivojlanishi o‘lchash jarayonlarining raqamli ishlab chiqarish muhitidagi rolini yanada oshirmoqda. Bunday sharoitda o‘lchash vositasi faqat muayyan

fizik kattalik qiymatini aniqlovchi texnik qurilma sifatida emas, balki ma’lumotlarni avtomatik yig‘ish, qayta ishlash, uzatish, saqlash, diagnostika qilish hamda boshqa raqamli tizimlar bilan axborot almashishga qodir intellektual tizim sifatida namoyon bo‘lmoqda. Mazkur o‘zgarishlar metrolog mutaxassislarning kasbiy faoliyatiga qo‘yiladigan talablarni ham yangilamoqda. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarida talaba faoliyati ko‘pincha tayyor ko‘rsatma asosida o‘lchash vositasidan foydalanish, natijani qayd qilish, formulaga qo‘yish va yakuniy qiymatni hisoblash bilan chegaralanadi [1].

Material va metodlar. Tadqiqot metodologiyasining asosini tizimli, kompetensiyaviy, faoliyatga yo‘naltirilgan, integrativ, muammoli va raqamli ta’lim yondashuvlari tashkil etdi. Ushbu yondashuvlarning o‘zaro uyg‘unligi intellektual o‘lchash vositasini nafaqat texnik obyekt, balki bo‘lajak metrologning kasbiy kompetentligini rivojlantirishga xizmat qiluvchi didaktik vosita sifatida o‘rganish imkonini beradi. Tizimli yondashuv bo‘lajak metrologlarning kasbiy kompetentligini bir-biri bilan uzviy aloqada bo‘lgan motivatsion, bilimga oid, texnologik, analitik va refleksiv elementlardan tashkil topgan yaxlit pedagogik tizim sifatida ko‘rib chiqishni nazarda tutadi. Tadqiqot jarayonida pedagogik va ilmiy-metodik manbalarni tahlil qilish, qiyosiy tahlil, tizimlashtirish, pedagogik kuzatish, modellashtirish, ekspert baholash, umumlashtirish hamda kasbiy topshiriqlarni tahlil qilish usullaridan foydalanildi. Intellektual o‘lchash vositalari bilan ishlash jarayoni alohida kasbiy operatsiyalarga ajratilib, har bir operatsiyaning bo‘lajak metrolog kasbiy kompetentligining muayyan komponentini rivojlantirishdagi imkoniyatlari o‘rganildi [2]. Tahlillar asosida intellektual o‘lchash vositalarining quyidagi asosiy didaktik imkoniyatlari aniqlandi: axborot-o‘lchash, vizual-analitik, diagnostik, integrativ, modellashtiruvchi, kasbiy-faoliyatli va refleksiv-korreksion imkoniyatlar.

1-jadval.

Intellektual o‘lchash vositalarining didaktik imkoniyatlari va kasbiy kompetentlik komponentlari o‘rtasidagi aloqadorlik

№	Didaktik imkoniyat	Ta’lim jarayonidagi mazmuni	Rivojlantiriladigan kompetentlik komponenti
1	**Axborot-o‘lchash**	O‘lchash ma’lumotlarini real vaqt rejimida olish, qayd qilish va saqlash	Operatsion-texnologik
2	**Vizual-analitik**	O‘lchash natijalarini grafik, diagramma, trend va dinamik qatorlar orqali ifodalash va tahlil qilish	Kognitiv va analitik-diagnostik
3	**Diagnostik**	Sensor yoki o‘lchash vositasidagi og‘ish, nosozlik va metrologik holatni aniqlash	Analitik-diagnostik
4	**Integrativ**	Metrologiya, elektronika, axborot texnologiyalari va statistika bilimlarini yagona kasbiy vazifa doirasida birlashtirish	Kognitiv va operatsion-texnologik
5	**Modellashtiruvchi**	Real o‘lchash jarayonlari va turli texnik holatlarni virtual yoki imitatsion muhitda modellashtirish	Kognitiv va analitik-diagnostik
6	**Kasbiy-faoliyatli**	Ishlab chiqarish sharoitiga yaqin bo‘lgan metrologik muammolarni mustaqil hal qilish	Motivatsion-qiymatli va operatsion-texnologik
7	**Refleksiv-korreksion**	O‘z faoliyatini tahlil qilish, xatolarni aniqlash, o‘lchash algoritmini tuzatish va qabul qilingan qarorni asoslash	Refleksiv-korreksion

Natijalar. Tadqiqot natijasida intellektual o‘lchash vositalaridan foydalanish asosida bo‘lajak metrologlarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishning metodik mexanizmi taklif etildi. Mazkur mexanizmning markaziy elementi sifatida “intellektual o‘lchash faoliyati sikli” belgilandi. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotida faoliyat ko‘pincha “topshiriq – o‘lchash – natijani qayd qilish – hisoblash – xulosa” ketma-ketligida tashkil etiladi. Taklif etilayotgan metodikada esa talaba faoliyati kengaytirilib, real kasbiy faoliyatga yaqinlashtiriladi. Intellektual o‘lchash faoliyati quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

Taklif etilayotgan mexanizmning muhim xususiyati shundan iboratki, o‘lchash natijasini olish faoliyatning yakuni sifatida emas, balki keyingi analitik va diagnostik faoliyatning boshlang‘ich nuqtasi sifatida qaraladi. O‘lchash natijasini olishdan keyin talaba uni statistik va metrologik jihatdan qayta ishlashi, olingan qiymatlarning ishonchliligini baholashi, og‘ishlarning sabablarini aniqlashi va qurilmaning metrologik holati to‘g‘risida xulosa chiqarishi kerak. Mazkur jarayon bo‘lajak metrologning kasbiy kompetentligini tashkil qiluvchi beshta asosiy komponentning izchil rivojlanishiga xizmat qiladi [3].

Motivatsion-qiymatli komponentni rivojlantirish

Motivatsion-qiymatli komponent talabaning metrolog kasbiga qiziqishi, sifatli va ishonchli o‘lchash natijalarini olishga mas’uliyatli munosabati hamda kasbiy rivojlanishga ehtiyojini ifodalaydi. Intellektual o‘lchash vositalari bilan real ishlash nazariy bilimlarning amaliy qiymatini namoyon etadi. Talaba o‘lchash natijasidagi kichik og‘ish ham ishlab chiqarish jarayoni yoki mahsulot sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini amaliy tajriba orqali tushunadi. Masalan, texnologik jarayon haroratini nazorat qilish bo‘yicha laboratoriya ishida talaba faqat harorat qiymatini aniqlab qolmay, sensor ko‘rsatkichlaridagi o‘zgarishlarning texnologik jarayon barqarorligiga ta’sirini ham baholaydi.

Kognitiv komponentni rivojlantirish

Kognitiv komponent metrologik bilimlar, intellektual sensorlar va o‘lchash vositalarining ishlash prinsiplari, o‘lchash usullari, xatolik, o‘lchash noaniqligi, qiyoslash, kalibrlash va metrologik kuzatuvchanlikka oid bilimlarni qamrab oladi. An’anaviy ta’limda ushbu bilimlar ko‘pincha alohida mavzular sifatida o‘rganiladi. Intellektual o‘lchash vositalariga asoslangan metodikada esa mazkur bilimlar yagona real kasbiy vazifa doirasida integratsiyalanadi. Masalan, raqamli harorat sensori bilan ishlash jarayonida talaba sensorning ishlash prinsipi, o‘lchash diapazoni, aniqlik ko‘rsatkichi, diskretlash xususiyatlari, o‘lchash xatoligi, noaniqlik manbalari va kalibrlash holatini kompleks ravishda o‘rganadi. Shu tariqa nazariy bilim “nimani bilish?” darajasidan “qaysi vaziyatda, nima sababdan va qanday qo‘llash?” darajasiga ko‘tariladi.

Operatsion-texnologik komponentni rivojlantirish

Operatsion-texnologik komponent intellektual o‘lchash vositasini tanlash, sozlash, ulash, boshqarish, tajriba o‘tkazish hamda o‘lchash ma’lumotlarini olish bilan bog‘liq amaliy ko‘nikmalarni o‘z ichiga oladi. Mazkur komponentni rivojlantirish uchun laboratoriya mashg‘ulotlari tayyor algoritmga asoslangan reproduktiv topshiriqlar emas, balki qisman ochiq muammoli vazifalar shaklida tashkil qilinishi maqsadga muvofiq. Masalan, talabaga “haroratni o‘lchang” topshirig‘i o‘rniga quyidagi mazmundagi vazifa berilishi mumkin: “Berilgan texnologik obyekt haroratining ma’lum vaqt oralig‘idagi o‘zgarishini nazorat qilish uchun o‘lchash tizimini loyihalang. Talab etiladigan sensorni tanlang, o‘lchash intervalini belgilang, qurilmani sozlang va olingan ma’lumotlarni raqamli shaklda qayd eting”. Bunday topshiriqda talaba o‘qituvchi tomonidan berilgan tayyor algoritmni takrorlamaydi, balki o‘lchash jarayonining ayrim parametrlarini mustaqil belgilaydi. Natijada talabaning texnik vositalar bilan ishlash ko‘nikmalari bilan bir qatorda muhandislik tafakkuri va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyati ham rivojlanadi [4].

Analitik-diagnostik komponentni rivojlantirish

Analitik-diagnostik komponent zamonaviy metrologning eng muhim kasbiy xususiyatlaridan biridir. Intellektual o‘lchash vositalari katta hajmdagi ma’lumotlarni real vaqt rejimida olish imkoniyatini beradi. Biroq ma’lumotning mavjudligi uning to‘g‘ri talqin qilinishini anglatmaydi. Talaba olingan o‘lchash ma’lumotlaridan metrologik jihatdan asoslangan xulosa chiqarishni bilishi kerak. Shu sababli o‘quv topshiriqlariga vaqt qatori bo‘yicha o‘lchash natijalarini tahlil qilish, anomal qiymatlarni aniqlash, tasodifiy va sistematik og‘ishlarni farqlash, o‘rtacha qiymat va tarqalish ko‘rsatkichlarini hisoblash, o‘lchash noaniqligini baholash, sensor holatini diagnostika qilish hamda kalibrlash zaruratini aniqlash kabi vazifalar kiritiladi.

Refleksiv-korreksion komponentni rivojlantirish

Intellektual o‘lchash faoliyati faqat natijani olish va xulosa chiqarish bilan yakunlanmasligi kerak. Talaba o‘z faoliyatining qanchalik to‘g‘ri tashkil etilganini ham tahlil qila olishi lozim. Refleksiv bosqichda talaba tanlangan o‘lchash vositasining maqsadga muvofiqligi, o‘lchash sxemasidagi ehtimoliy xatolik manbalari, olingan natijalarning ishonchliligi, natijaga eng katta ta’sir ko‘rsatgan omillar va o‘lchash algoritmini takomillashtirish imkoniyatlarini baholaydi.

Intellektual o‘lchash vositalarini laboratoriya ta’limiga integratsiyalash metodikasi

Taklif etilayotgan metodik mexanizmni “Metrologiya asoslari”, “O‘lchash usullari va vositalari”, “Intellektual o‘lchash asboblari”, “O‘lchash vositalarini qiyoslash va kalibrlash” kabi mutaxassislik fanlarini o‘qitishda qo‘llash mumkin.

Birinchi bosqich – muammoli-kasbiy vaziyatni yaratish. Mazkur bosqichda o‘qituvchi talabaga tayyor algoritmni bermaydi, balki ishlab chiqarish yoki laboratoriya faoliyatiga yaqin kasbiy vaziyatni taklif qiladi. Masalan: “Texnologik kameradagi harorat qiymati nazorat tizimida davriy ravishda belgilangan me’yoriy chegaradan chiqmoqda. Og‘ish texnologik jarayonning o‘zgarishi yoki o‘lchash kanalidagi nosozlik bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Og‘ishning ehtimoliy sababini aniqlang va metrologik xulosa bering”. Mazkur vaziyat bir nechta ehtimoliy sababga ega bo‘lganligi uchun talaba muammoni tahlil qilish va o‘z tekshiruv strategiyasini ishlab chiqishga majbur bo‘ladi.

Ikkinchi bosqich – o‘lchash strategiyasini loyihalash. Talaba o‘lchash diapazoni, talab qilinadigan aniqlik, sensor turi, ma’lumot olish chastotasi, tajriba davomiyligi va o‘lchash sharoitlarini belgilaydi.

Uchinchi bosqich – raqamli o‘lchash ma’lumotlarini olish. Intellektual sensor yoki raqamli o‘lchash tizimi yordamida ma’lumotlar avtomatik ravishda qayd etiladi. Ushbu bosqich talabaning qurilmani sozlash, raqamli interfeysni boshqarish va ma’lumotlar oqimini nazorat qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

To‘rtinchi bosqich – ma’lumotlarni qayta ishlash va vizuallashtirish. Olingan ma’lumotlar elektron jadval yoki tegishli dasturiy muhitda qayta ishlanadi. Natijalarning vaqt bo‘yicha grafiklari, taqsimot diagrammalari va boshqa vizual ifodalari shakllantiriladi.

Beshinchi bosqich – metrologik tahlil. Talaba o‘rtacha qiymat, dispersiya, standart og‘ish, xatolik va o‘lchash noaniqligi kabi metrologik-statistik ko‘rsatkichlarni aniqlaydi.

Oltinchi bosqich – diagnostika. Olingan natijalar qurilmaning me’yoriy yoki pasport ko‘rsatkichlari, etalon qiymatlari yoxud avvalgi o‘lchash natijalari bilan taqqoslanadi. Natijada o‘lchash vositasining metrologik holati to‘g‘risida xulosa shakllantiriladi.

Yettinchi bosqich – kasbiy qaror. Talaba o‘lchash vositasidan foydalanishni davom ettirish, uni qayta sozlash, kalibrlash, qiyoslash yoki texnik xizmatga yuborish zarurati bo‘yicha asoslangan qaror qabul qiladi.

Sakkizinchi bosqich – refleksiya. Talaba tanlangan o‘lchash algoritmi, olingan natijalar va qabul qilingan kasbiy qarorning asoslanganligini tanqidiy tahlil qiladi [5]. Natijada bitta laboratoriya mashg‘uloti nazariy bilim, amaliy operatsiya, raqamli kompetentlik, analitik tafakkur, diagnostika va mustaqil muhandislik qarorini yagona kasbiy faoliyatga integratsiyalaydi.

Muhokama. Olib borilgan nazariy-metodik tahlil intellektual o‘lchash vositalarini o‘quv jarayoniga kiritishning o‘zi bo‘lajak metrologlarning kasbiy kompetentligini avtomatik ravishda rivojlantirmasligini ko‘rsatadi. Asosiy masala zamonaviy texnik vositaning mavjudligida emas, balki uning funksional imkoniyatlarini didaktik maqsadlar bilan uyg‘unlashtirishdadir. Masalan, zamonaviy smart-sensordan foydalanib talabaga faqat o‘lchangan qiymatni qayd qilish vazifasi berilsa, bunday mashg‘ulotning didaktik samarasi an’anaviy o‘lchash vositasida bajarilgan laboratoriya ishidan keskin farq qilmasligi mumkin [6]. Aksincha, ayni intellektual qurilma asosida talabaga o‘lchash jarayonini mustaqil loyihalash, ma’lumotlarni real vaqt rejimida olish, natijalarni tahlil qilish, o‘lchash noaniqligini baholash, qurilma holatini diagnostika qilish va kasbiy qaror qabul qilish vazifalari yuklansa, ushbu vosita kompleks kasbiy kompetentlikni rivojlantiruvchi didaktik resursga aylanadi. Chunki intellektual o‘lchash tizimining avtomatlashtirilgan funksiyalari talabaning o‘rniga barcha operatsiyalarni bajarsa, talabaning kasbiy faoliyati passiv kuzatish darajasida qolishi mumkin. Shu sababli avtomatlashtirish talabaning kasbiy faoliyatini kamaytirish emas, aksincha yuqori darajadagi analitik faoliyatga yo‘naltirish vositasi sifatida qo‘llanishi kerak. Intellektual o‘lchash vositalarining yana bir muhim didaktik imkoniyati real va virtual laboratoriya muhitlarini integratsiyalash imkoniyatidir. Real laboratoriyada talaba haqiqiy sensor, o‘lchash vositasi, ulash sxemalari va real o‘lchash sharoitlari bilan ishlaydi. Bu uning amaliy va texnologik ko‘nikmalarini shakllantiradi [7].

Kasbiy kompetentlikni baholash mexanizmi

Bo‘lajak metrologlarning kasbiy kompetentligini baholashda faqat nazariy testlardan foydalanish yetarli hisoblanmaydi. Chunki kasbiy kompetentlik bilim, ko‘nikma, tajriba, munosabat, tahlil va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatining integrativ birligidir. Shu sababli taklif etilayotgan metodikada baholash ko‘p komponentli diagnostik tizim asosida amalga oshirilishi nazarda tutiladi. Motivatsion-qiymatli komponentni baholashda talabaning kasbiy topshiriqlarga qiziqishi, o‘lchash natijalarining ishonchliligiga mas’uliyatli munosabati, mustaqil faoliyatga intilishi va kasbiy rivojlanishga ehtiyoji hisobga olinadi. Kognitiv komponent test, muammoli savollar va kasbiy vaziyatlarni nazariy asoslash orqali aniqlanadi. Operatsion-texnologik komponent real va virtual laboratoriya ishlari davomida o‘lchash vositasini tanlash, ulash, sozlash va boshqarish amallarining bajarilish sifati orqali baholanadi. Analitik-diagnostik komponent o‘lchash natijalarini qayta ishlash, grafik va statistik tahlil qilish, noaniqlikni baholash, anomal natijalarni aniqlash hamda qurilmaning metrologik holati to‘g‘risida xulosa chiqarishga qaratilgan diagnostik topshiriqlar yordamida baholanadi. [8].

Ilmiy natijalarning yangiligi

O‘tkazilgan nazariy-metodik tahlil asosida intellektual o‘lchash vositalarining didaktik imkoniyatlari ularning texnik funksiyalarini bo‘lajak metrologlarning kasbiy faoliyat operatsiyalari bilan integratsiyalash nuqtayi nazaridan aniqlashtirildi. Intellektual o‘lchash vositalarining didaktik imkoniyatlari axborot-o‘lchash, vizual-analitik, diagnostik, integrativ, modellashtiruvchi, kasbiy-faoliyatli va refleksiv-korreksion funksiyalarga ajratildi hamda ularning bo‘lajak metrolog kasbiy kompetentligining tarkibiy komponentlari bilan funksional aloqadorligi asoslandi. Intellektual o‘lchash vositasining ta’lim jarayonidagi funksiyasi o‘lchash jarayonini avtomatlashtirish bilangina chegaralanmasdan, talabaning metrologik tafakkuri, analitik-

diagnostik faoliyati, raqamli ma’lumotlar bilan ishlash ko‘nikmasi va mustaqil muhandislik qarorini rivojlantiruvchi integrativ didaktik vosita sifatida aniqlashtirildi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari intellektual o‘lchash vositalarining zamonaviy metrologik ta’limdagi ahamiyati ularning texnik imkoniyatlari bilangina cheklanmasligini ko‘rsatdi. Smart-sensorlar, mikroprotsessorli o‘lchash vositalari, avtomatlashtirilgan ma’lumotlarni yig‘ish tizimlari va raqamli dasturiy vositalardan didaktik jihatdan maqsadli foydalanish bo‘lajak metrologlarning kompleks kasbiy kompetentligini rivojlantirish imkonini beradi. Intellektual o‘lchash vositalarining axborot-o‘lchash, vizual-analitik, diagnostik, integrativ, modellashtiruvchi, kasbiy-faoliyatli va refleksiv-korreksion didaktik imkoniyatlari aniqlandi. Mazkur imkoniyatlarning motivatsion-qiymatli, kognitiv, operatsion-texnologik, analitik-diagnostik va refleksiv-korreksion kompetentlik komponentlari bilan o‘zaro aloqadorligi asoslandi. Mazkur yondashuvda talaba tayyor algoritmni bajaruvchi ijrochidan o‘lchash jarayonini loyihalovchi, raqamli ma’lumotlarni tahlil qiluvchi, metrologik ishonchlilikni baholovchi va mustaqil muhandislik qarorini qabul qiluvchi faol subyektga aylanadi. Real va virtual laboratoriyalar, muammoli-kasbiy topshiriqlar, loyiha faoliyati, raqamli o‘lchash ma’lumotlarini qayta ishlash va refleksiv baholashning o‘zaro integratsiyasi bo‘lajak metrologlarning zamonaviy raqamli ishlab chiqarish talablariga mos kasbiy tayyorgarligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Adabiyotlar:

1. Ikramov DI Raqamli ta’limda – metrologlarni kompetentligini shakllantirish // Pedagogs international research journal. – 2026. – Vol. 103. – Issue 1. – B. 334–337. – ISSN 2181-3027.

2. Murodova A. Pedagogical Conditions for Developing Information and Communicative Competence of Future Engineers in the Process of Independent Education // Eurasian Journal of Humanities and Social Sciences. – 2026. – Vol. 55. – P. 1–3.

3. Murodova A.Y. Virtualization in the Training of Engineers as a Factor of Increasing Scientific Efficiency // Academic Research Journal. – 2023. – P. 184–189.

4. Hamidov JA, Murodova AY Technology for Development of Professional and Technical Component of Future Engineers through Virtual Educational Technology // The Competing Science and Technology International Journal. – 2023. – 4 May. – P. 87–90.

5. Hamidov JA, Murodova AY Technology of development of professional and technical components of future engineers by means of virtual education technology // Science and Innovation . – 2023. – Vol. 2. – No. A1. – P. 306–311.

6. Murodova A. Program-didactic possibilities of using educational virtual technologies in preparing future engineers for professional activity // AIP Conference Proceedings. – 2024. – Vol. 3244. – 030037.

7. Murodova AY Virtual reallik texnologiyalarining rivojlanish istiqbollari // O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlari. – 2024. – No. 1/5. – B. 149–151.

8. Murodova AY Technology for development of professional and technical components of future engineers through virtual education technology // Pedagogik mahorat. – Buxoro, 2024. – No. 4. – B. 69–74.

9. Murodova AY Educational content, methods, software and tools for developing professional competence of future engineers based on virtual education technologies // NamDU ilmiy axborotnomasi. – Namangan, 2024. – No. 10. – B. 825–828.