INTELLEKTUAL O‘LCHASH TIZIMLARI ASOSIDA BO‘LAJAK METROLOGLARNING ANALITIK-DIAGNOSTIK KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ АНАЛИТИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ МЕТРОЛОГОВ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

IMPROVING THE METHODOLOGY FOR DEVELOPING FUTURE METROLOGISTS' ANALYTICAL AND DIAGNOSTIC COMPETENCE THROUGH INTELLIGENT MEASUREMENT SYSTEMS

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

Annotatsiya. Maqolada bo‘lajak metrologlarning analitik-diagnostik kompetentligini intellektual o‘lchash tizimlari va muammoli laboratoriya topshiriqlari orqali rivojlantirishning metodik asoslari yoritilgan. Raqamli sensor ma’lumotlarining sifatini nazorat qilish, o‘lchash noaniqligini baholash, og‘ishlar sabablarini tekshirish va dalillarga tayangan kasbiy qaror qabul qilish yagona o‘quv faoliyati sifatida talqin etilgan. Tizimli, kompetensiyaviy va faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuvlar asosida yetti bosqichli didaktik model, mezonli baholash rubrikasi hamda shartli o‘lchash ma’lumotlari bilan ishlash algoritmi taklif qilingan. Tadqiqot konseptual-metodik xarakterga ega bo‘lib, takliflarning pedagogik samaradorligini baholash uchun keyingi tajriba-sinovning mazmuni belgilangan.

Аннотация. В статье рассматриваются методические основы развития аналитико-диагностической компетентности будущих метрологов посредством интеллектуальных измерительных систем и проблемно-ориентированных лабораторных заданий. Контроль качества цифровых измерительных данных, оценивание неопределенности измерений, анализ причин отклонений и принятие обоснованных профессиональных решений представлены как единая учебная деятельность. На основе системного, компетентностного и деятельностного подходов предложены семиэтапная дидактическая модель, критериальная оценочная рубрика и алгоритм работы с условным массивом измерительных данных. Исследование носит концептуально-методический характер; эмпирическая проверка эффективности предложенной методики предусматривается на последующем этапе.

Abstract. This article examines methodological approaches to developing the analytical and diagnostic competence of future metrologists using intelligent

measurement systems and problem-based laboratory assignments. Digital measurement data quality assurance, evaluation of measurement uncertainty, investigation of deviations and evidence-based professional decision-making are integrated into a single learning process. Drawing on systems-oriented, competency-based and activity-based approaches, the study proposes a seven-stage didactic model, an analytic assessment rubric and an algorithm for interpreting an illustrative measurement dataset. The research is conceptual and methodological; empirical validation of the proposed teaching approach is identified as a subsequent research task.

Kalit so‘zlar: intellektual o‘lchash tizimi, bo‘lajak metrolog, analitik-diagnostik kompetentlik, o‘lchash noaniqligi, raqamli laboratoriya, smart-sensor, metrologik tahlil, kompetensiyaviy yondashuv, kasbiy qaror, diagnostika.

Ключевые слова: интеллектуальная измерительная система, будущий метролог, аналитико-диагностическая компетентность, неопределенность измерений, цифровая лаборатория, интеллектуальный датчик, метрологический анализ, профессиональное решение, диагностика.

Keywords: intelligent measurement system, future metrologists, analytical and diagnostic competence, measurement uncertainty, digital laboratory, smart sensor, metrological analysis, professional decision-making, diagnostics.

KIRISH

Sanoat korxonalarining raqamlashtirilishi natijasida o‘lchash vositasi mustaqil ishlaydigan alohida qurilmadan ma’lumot yig‘ish, uzatish, tahlil qilish va texnologik boshqaruv tizimlari bilan o‘zaro axborot almashuvchi ko‘p funksiyali elementga aylanmoqda. Zamonaviy intellektual o‘lchash tizimlari sensor, signalni dastlabki qayta ishlash moduli, mikroprotsessor, dasturiy algoritm, aloqa interfeysi va ma’lumotlar bazasini birlashtiradi. Bu tizimlardan olinadigan katta hajmdagi ma’lumotlar metrologik tahlil uchun yangi imkoniyatlarni ochishi bilan birga, ularning ishonchliligini mustaqil baholay oladigan mutaxassisni tayyorlash talabini ham kuchaytiradi. Xalqaro metrologiya sohasida raqamli ma’lumotlarning standartlashgan ifodalanishi va ularning mashina tomonidan qayta ishlanishini ta’minlash ustuvor yo‘nalish sifatida ko‘rilmoqda [1].

O‘lchash natijasining mavjudligi uning metrologik jihatdan asoslanganligini avtomatik ravishda anglatmaydi. Raqamli sensor ko‘rsatkichlari ayrim hollarda atrof-muhit sharoiti, elektromagnit shovqin, sensorning nol nuqtasi siljishi, kalibrlash holati, kvantlash va ma’lumot uzatishdagi nosozliklar ta’sirida o‘zgaradi. Mazkur omillar o‘rtasidagi farqni aniqlash, tasodifiy va sistematik ta’sirlarni ajratish, kuzatuvchanlik zanjirini tekshirish hamda o‘lchash noaniqligini baholash metrologning analitik-diagnostik kompetentligini namoyon etadi. Xalqaro metrologik lug‘atdagi

tushunchalar va GUM yondashuvi bu faoliyat uchun terminologik hamda hisoblash asosini beradi [2; 3].

Muhandislik ta’limida ham mazkur o‘zgarishlar laboratoriya mashg‘ulotlarining mazmunini yangilashni talab qilmoqda. Agar talaba mashg‘ulotni faqat asbob ko‘rsatkichini o‘qish, tayyor formuladan foydalanish va hisobot topshirish bilan yakunlasa, uning haqiqiy metrologik vaziyatda mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmasi cheklanganligicha qoladi. Faol o‘qitish, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va loyihaviy faoliyatni integratsiyalash muhandislik fanlarida natijaga yo‘naltirilgan o‘qitishning muhim mexanizmi sanaladi [6].

Shu bois «Metrologiya asoslari», «O‘lchash usullari va vositalari», «Intellektual o‘lchash asboblari», «O‘lchash vositalarini qiyoslash va kalibrlash» fanlarini o‘qitishda talaba faoliyatini o‘lchash natijasini qayd etishdan uning sabablarini dalillar asosida izohlashga yo‘naltirish muhimdir. Ta’lim mazmunida real va virtual sensorlar, raqamli ma’lumotlar oqimi, kalibrlash protokollari, o‘lchash noaniqligi byudjeti va metrologik diagnostika topshiriqlari o‘zaro bog‘langan tizim sifatida tashkil etilishi maqsadga muvofiq.

Tadqiqotning maqsadi — intellektual o‘lchash tizimlari bilan ishlash jarayonida bo‘lajak metrologlarning analitik-diagnostik kompetentligini rivojlantirishga qaratilgan metodik model, amaliy topshiriqlar ketma-ketligi va mezonli baholash usulini nazariy jihatdan asoslashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari sifatida analitik-diagnostik faoliyatning tarkibiy amallarini ajratish; raqamli o‘lchash ma’lumotlari bilan ishlashga mos muammoli topshiriqlar mazmunini ishlab chiqish; o‘lchash noaniqligi va qurilma holatini tekshirishni yagona o‘quv sikliga kiritish; talabaning bilimidan tashqari amaliy qarori va dalillash jarayonini baholovchi indikatorlarni tavsiya etish belgilandi.

MATERIAL VA METODLAR

Tadqiqot konseptual-metodik yondashuv asosida bajarildi. Unda metrologiya bo‘yicha xalqaro me’yoriy-uslubiy manbalar, faol muhandislik ta’limining nazariy qarashlari va intellektual o‘lchash vositalari bilan ishlashning kasbiy operatsiyalari o‘zaro qiyoslandi. Tizimli tahlil, kasbiy faoliyatni dekompozitsiya qilish, didaktik modellashtirish, muammoli vaziyatlarni loyihalash, mezonli baholash va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Taklif qilinayotgan tuzilma amaliy tajriba-sinov natijasida tasdiqlangan model emas, balki keyingi pedagogik sinov uchun ishlab chiqilgan metodik yechim sifatida talqin qilinadi.

Metodikaning metodologik tayanchi kompetensiyaviy, faoliyatga yo‘naltirilgan, integrativ hamda refleksiv yondashuvlarning uyg‘unligidir. Kompetensiyaviy yondashuv talabaning bilimini amaliy metrologik vazifani bajarish sifati orqali baholaydi. Faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuv sensorni tanlash, ma’lumot olish, qayta ishlash va diagnostik xulosa chiqarishni mustaqil harakatlar tizimiga aylantiradi.

Integrativ yondashuv statistika, elektronika, dasturlash va metrologiya bilimlarini bitta tajriba doirasida birlashtiradi. Refleksiv yondashuv esa olingan xulosa, uning dalillari hamda tanlangan tekshirish yo‘li qay darajada asosli ekanini qayta baholashni nazarda tutadi. Analitik-diagnostik kompetentlik mazmunini operatsionlashtirish uchun beshta o‘zaro bog‘langan ko‘rsatkich tanlandi: birinchisi, o‘lchash ma’lumotlarini to‘g‘ri yig‘ish va izchilligini tekshirish; ikkinchisi, ma’lumotlar sifatini statistik hamda vizual tahlil qilish; uchinchisi, xatolik manbalari va o‘lchash noaniqligini asoslangan baholash; to‘rtinchisi, sensor yoki o‘lchash kanalidagi og‘ish sabablarini tekshirish; beshinchisi, olingan dalillarga tayangan metrologik qarorni yozma va og‘zaki asoslash. Har bir indikator alohida topshiriq va baholash mezoni bilan bog‘landi. Tizimdan foydalanish ssenariylari uch turga ajratildi. Birinchi turdagi topshiriqlar muntazam va barqaror ma’lumotlar oqimi bilan ishlashga; ikkinchi turdagi topshiriqlar vaqt qatoridagi anomal qiymat, drift, shovqin yoki ma’lumot uzilishlarini izohlashga; uchinchi turdagi topshiriqlar esa kalibrlash yozuvlari, etalon ko‘rsatkichlari va noaniqlik byudjetidan kelib chiqib qaror qabul qilishga qaratildi. Vazifalarni oddiydan murakkabga o‘tkazish orqali talabani reproduktiv o‘lchashdan mustaqil diagnostik fikrlashga yo‘naltirish ko‘zda tutiladi.

NATIJALAR

Nazariy-metodik tahlil asosida analitik-diagnostik kompetentlik talabaning raqamli o‘lchash axborotini tanqidiy baholashi, o‘lchash natijalariga ta’sir qiluvchi omillarni aniqlashi, noaniqlikni hisobga olishi, qurilmaning metrologik holati haqida dalillangan xulosa chiqarishi va zarur keyingi harakatni mustaqil tanlay olishi sifatida izohlandi. Ushbu ta’rif kompetentlikni faqat matematik-statistik hisoblash bilan cheklamaydi: unda metrologik ma’lumot, laboratoriya usuli, texnik vosita va kasbiy mas’uliyat birligiga urg‘u beriladi. Kompetentlikni rivojlantirish darajasini ko‘rsatadigan indikatorlar nazariy test bilan bir qatorda talabaning amaliy mahsulotlari — o‘lchash rejasi, elektron ma’lumotlar fayli, grafik, noaniqlik byudjeti, diagnostik bayonnoma va yakuniy qaror — orqali tekshirilishi kerak. Shu maqsadda quyidagi baholash rubrikasi taklif etildi. U keyingi ekspert muhokamasi va pedagogik tajriba-sinov jarayonida aniqlashtiriladigan namunaviy model hisoblanadi.

1-jadval

Analitik-diagnostik kompetentlikni baholashning taklif etilgan indikatorlari

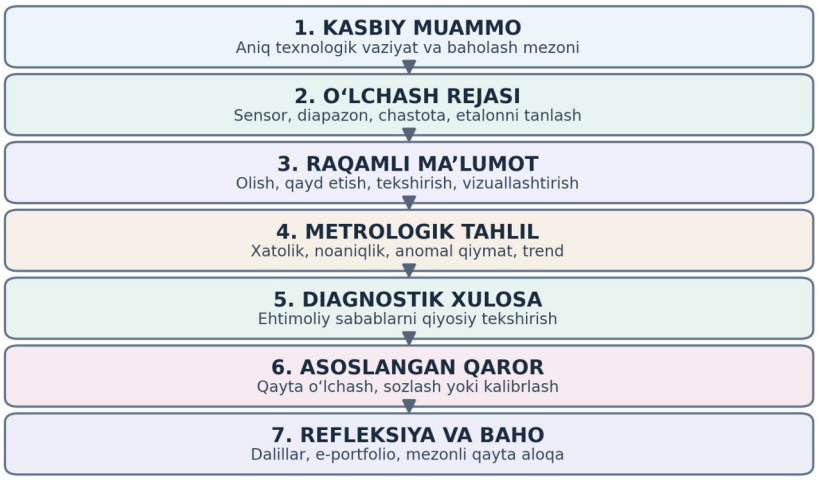
Baholash yo‘nalishi	Amaliy indikator	Ulushi
Ma’lumotlarni yig‘ish	Sensorni sozlash, metama’lumot va vaqt belgilarini to‘g‘ri qayd etish	15%
Ma’lumot sifatini tahlil qilish	Trend, tarqalish, bo‘sh qiymat va anomal	15%

	natijalarni asoslash	
Noaniqlikni baholash	A/B turdagi manbalarni ajratish va natijani to‘g‘ri ifodalash	25%
Metrologik diagnostika	Og‘ish sabablariga muqobil gipotezalar tuzish va tekshirish	25%
Kasbiy qaror va refleksiya	Qarorni dalillar bilan bayon qilish, keyingi chorani belgilash	20%

Rubrikadagi har bir yo‘nalish 0 dan 4 gacha ball bilan baholanadi: 0 — vazifa bajarilmagan; 1 — asosiy xatolar bilan va o‘qituvchi ko‘magida bajarilgan; 2 — qisman mustaqil, lekin izohlar yetarli emas; 3 — to‘g‘ri va mustaqil bajarilgan; 4 — qaror texnik hamda metrologik dalillar bilan to‘liq asoslangan. Umumiy natija $B = 25 \times \Sigma(w_i \times r_i)$ ifoda orqali 0–100 ball oralig‘iga keltiriladi; bunda w_i — indikator ulushi (jami 1), r_i — mos indikator uchun 0–4 oralig‘idagi ball. Ulushlar hozircha metodik taklif bo‘lib, ular validatsiyasiz empirik qonuniyat yoki davlat me’yori sifatida talqin qilinmasligi kerak.

Yuqori daraja — talaba raqamli o‘lchash tizimini mustaqil tashkil etadi, natijalardagi g‘ayrioddiy holatlarni farqlaydi, noaniqlik byudjetini tuzadi va diagnostik qarorni dalillar asosida himoya qiladi. O‘rta daraja — asosiy hisoblash va grafik tahlil amallarini bajaradi, lekin murakkab diagnostika yoki noaniqlik manbalarini to‘liq tavsiflashda ko‘makka muhtoj. Past daraja — tayyor algoritmni takrorlashdan nariga o‘tmaydi, metrologik qarorni esa yetarli dalillar bilan izohlay olmaydi. Ushbu tavsiflar o‘quv topshiriqlarining turlicha murakkablik darajalarini ajratishga xizmat qiladi.

Taklif etilayotgan metodik model o‘quv mashg‘ulotini kasbiy muammo bilan boshlash, o‘lchash tizimini tanlash, raqamli ma’lumotlar olish, metrologik tahlil va diagnostika, asoslangan qaror hamda refleksiya bilan yakunlashni nazarda tutadi. Modelning muhim jihati shundan iboratki, sensor ko‘rsatkichining o‘zi tayyor natija emas, balki tahlil qilinishi zarur bo‘lgan birlamchi axborotdir. Talaba faqat “qancha?” savoliga emas, balki “nima sababdan?”, “natija qay darajada ishonchli?” va “qaysi keyingi harakat asosli?” savollariga ham javob beradi.



1-rasm. Intellektual o‘lchash tizimlari asosida analitik-diagnostik kompetentlikni rivojlantirishning metodik modeli

Birinchi bosqichda o‘qituvchi o‘lchash natijasidagi g‘ayrioddiy holatni ifodalovchi ishlab chiqarish vaziyatini beradi. Masalan, texnologik kameradagi harorat grafigida qisqa muddatli sakrash qayd etilgan bo‘lib, u haqiqiy jarayon o‘zgarishi yoki o‘lchash kanalidagi xatolik bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Talaba dastlab har ikkala gipotezani ko‘rib chiqadi va ularni tekshirish uchun kerakli dalillar ro‘yxatini tuzadi.

Ikkinchi bosqichda talaba o‘lchash rejasini asoslaydi: sensorning ish diapazoni, ruxsat etilgan og‘ish, ma’lumot olish chastotasi, o‘lchash davomiyligi, tashqi sharoitlar va taqqoslash uchun foydalaniladigan etalon yoki nazorat kanalini tanlaydi. Shu bosqichda dastlabki metrologik kuzatuvchanlik savollari ko‘tariladi. Uchinchi bosqichda ma’lumotlar fayli, vaqt belgilari, o‘lchov birliklari, qurilma identifikatori va kalibrlash holati bilan birga shakllantiriladi. Bu elektron qaydlar keyingi tahlilning takrorlanuvchanligini kuchaytirishga xizmat qiladi.

To‘rtinchi bosqich raqamli ma’lumotlarni qayta ishlash hamda o‘lchash noaniqligini baholashni qamrab oladi. Talaba o‘rtacha qiymat, standart og‘ish, vaqt bo‘yicha trend, anomal qiymatlar va noaniqlik komponentlarini aniqlaydi. Beshinchi bosqichda kelib chiqishi mumkin bo‘lgan sabablar, jumladan, sensor driftining mavjudligi, kontaktning uzilishi, tashqi shovqin, dasturiy filtrlash yoki real texnologik tebranish tekshiriladi. Oltinchi bosqichda tanlangan choralar — qo‘shimcha o‘lchash, sensorni qayta sozlash, qiyoslash yoki kalibrlashga yuborish — metrologik dalillar asosida bayon qilinadi. Yettinchi bosqichda talaba o‘z xulosasidagi cheklovlarni, qayta tekshirish zaruratini va qo‘llangan usulning muqobil variantlarini izohlaydi.

O‘LCHASH NOANIQLIGINI BAHOLASHGA ASOSLANGAN MUAMMOLI TOPSHIRIQ.

Metodik yondashuvni ko‘rsatish uchun real tajriba sifatida emas, balki faqat o‘quv maqsadida tuzilgan shartli raqamli harorat sensori misoli olindi. Tasavvur qilaylik, bir xil sharoitda 10 marta ketma-ket o‘lchash natijalari °C da quyidagicha qayd etildi: 24,8; 24,9; 25,1; 25,0; 25,1; 24,9; 25,0; 25,2; 24,9; 25,1. Talabadan avvalo ma’lumotlarni

tartiblash, birlikni ko‘rsatish, o‘lchash sharoitini tavsiflash va qiymatlarning vaqt bo‘yicha izchilligini tekshirish talab etiladi. Bunda qiymatlarning muayyan oraliqda joylashgani hali sensorning sozligini to‘liq isbotlamasligi muhokama qilinadi.

Qamrov koeffitsiyenti k = 2 shartli ravishda tanlanganda kengaytirilgan noaniqlik U ≈ 0,19 °C bo‘lib, o‘quv misolining yakuniy natijasi (25,00 ± 0,19) °C, k = 2 ko‘rinishida yozilishi mumkin. Bu yerda k = 2 qiymati taqsimot va erkinlik darajalariga oid yanada chuqur tahlil o‘rnini avtomatik bosmaydi. Amaliy laboratoriya natijasini rasmiylashtirishda noaniqlik manbalari, taqsimot farazlari, korrelyatsiyalar, o‘lchash modeli, muhit sharoiti va qo‘llangan qamrov talqinini alohida asoslash zarur [3]. Masalaning diagnostik davomi sifatida talabaga “keyingi o‘lchashda sensor ko‘rsatishi etalon bilan taqqoslaganda avvalgidan yuqoriroq chiqdi” degan qo‘shimcha vaziyat beriladi. Talaba bu farqni darhol “sensor ishdan chiqqan” degan biryoqlama xulosa sifatida qabul qilmasligi, avval etalonning noaniqligi, tizimning qizish vaqti, o‘lchash nuqtasi, tashqi shovqin, uzatish kanali va sensor driftini tekshirishi kerak. Bu topshiriq noaniqlikni hisoblashni metrologik diagnostika hamda kasbiy qaror qabul qilishga bevosita bog‘laydi. Shartli misol natijalaridan o‘quv mashg‘ulotida quyidagi mahsulotlar olinadi: ma’lumotlar jadvali, vaqt grafigi, hisoblash formulalari ko‘rsatilgan elektron fayl, standart noaniqlik komponentlari ro‘yxati, ehtimoliy sabablar daraxti hamda qisqa diagnostik xulosa. Ular talabaning faqat yakuniy sonli javobini emas, balki butun analitik fikrlash yo‘lini baholash imkonini beradi.

LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISHNING METODIK SHARTLARI

Taklif etilayotgan metodikani amaliyotga kiritishda o‘qituvchi birinchi navbatda har bir texnik imkoniyatning aniq didaktik vazifasini belgilashi lozim. Sensorning real vaqt rejimida ma’lumot uzatishi — vaqt qatorini tahlil qilishga; avtomatik jurnal yuritishi — ma’lumot yaxlitligini baholashga; sozlash parametrlarini o‘zgartirish imkoniyati — metrologik ta’sirlarni qiyoslashga; kalibrlash yozuvlari — kuzatuvchanlikni tekshirishga xizmat qilishi kerak. Ushbu bog‘lanish oldindan loyihalanmagan bo‘lsa, murakkab qurilmadan foydalanish mashg‘ulotning mazmunini yetarli darajada boyitmasligi mumkin.

Ikkinchi shart — real va virtual laboratoriya elementlarini bir-birini to‘ldiruvchi shaklda tashkil qilishdir. Virtual muhitda sensor nol nuqtasining siljishi, tasodifiy shovqinning ortishi, aloqa paketining yo‘qolishi yoki o‘lchash diapazonidan chiqish kabi holatlar xavfsiz va takrorlanuvchi tarzda modellashtiriladi. Real laboratoriyada esa talaba ulash, qurilmani tekshirish, muhit sharoitini kuzatish va etalon bilan taqqoslash amallarini bajaradi. Shunday qilib, virtual tajriba ehtimoliy sabablar haqidagi tushunchani shakllantirsa, real tajriba uning texnik qo‘llanishini mustahkamlaydi.

Uchinchi shart — ma’lumotlarni qayta ishlashning shaffof algoritmidan foydalanishdir. Talaba dasturiy vosita yordamida o‘rtacha qiymat va noaniqlikni hisoblay olishi bilan birga, algoritm qaysi farazlarga tayanayotganini ham izohlashi kerak. Avtomatlashtirilgan jadval, skript yoki o‘lchash dasturi noto‘g‘ri birlik, yo‘qolgan vaqt belgisi yoxud noto‘g‘ri tanlangan filtrlash qoidasi sababli xato xulosaga olib kelishi mumkin. Shu bois dastur natijasini kritik tekshirish raqamli metrologik savodxonlikning muhim ko‘rsatkichi deb olinadi.

To‘rtinchi shart — baholashning jarayon davomida tashkil qilinishidir. Har bir laboratoriya ishida qisqa dastlabki diagnostika, ish davomida muammoli savollar, elektron portfolioga yuklanadigan dalillar va yakuniy refleksiv izoh nazarda tutiladi. Bu yondashuv yakuniy xatoni aniqlash bilan birga, talabaning qaysi bosqichda yordamga ehtiyoji borligini ko‘rsatadi. Formativ baholash nazariyasi muntazam va mazmunli qayta aloqaning o‘quv natijalariga ta’sirini asoslaydi.

Beshinchi shart — metrologik qaror chegaralarini aniq ko‘rsatishdir. O‘lchangan qiymat chegaraga yaqin bo‘lganda muvofiqlik yoki nomuvofiqlik haqida xulosa faqat markaziy qiymatni solishtirish bilan chegaralanmasligi kerak; qaror qoidasi va noaniqlikning roli ko‘rib chiqiladi. Bu masala JCGM 106:2012 hujjatida alohida yoritilgan. O‘quv topshiriqlarida ham talabaga “qiymat chegaradan oshdimi?” savolidan tashqari “qaysi qaror qoidasi qo‘llandi?” savolini berish maqsadga muvofiq.

MUHOKAMA

Taqdim etilgan metodik model intellektual o‘lchash vositalarini ta’limga olib kirish bilan kompetentlikni rivojlantirishni bir-biridan farqlash zarurligiga asoslanadi. Smart-sensorning o‘zi talabaning analitik tafakkurini shakllantirmaydi: ta’limiy samara qurilma ma’lumotlari asosida talabadan mustaqil gipoteza tuzish, tekshirish rejasini ishlab chiqish va qarorni izohlash talab etilgandagina yuzaga kelishi mumkin. Ushbu yondashuv muhandislik ta’limidagi amaliy muammo va loyiha faoliyati ustuvorligi bilan uyg‘unlashadi [6]. Analitik-diagnostik kompetentlikni alohida komponent sifatida ajratishning afzalligi shundaki, talaba nazariy metrologik bilimlarni raqamli axborotning real tuzilishi bilan bog‘laydi. Masalan, s, u_a, uc va U ko‘rsatkichlari darslikdagi formulalar sifatida emas, balki ishlab chiqarish parametrini baholashda qarorning ishonchliligini belgilaydigan vosita sifatida o‘rganiladi. Shu bilan birga, o‘lchash noaniqligi natijadagi barcha muammolarning yagona izohi emas: diagnostika uchun qurilma pasporti, kalibrlash ma’lumotlari, etalon, muhit sharoiti va o‘lchash modeli haqidagi ma’lumotlar ham zarur. Mazkur metodika amaliy mashg‘ulotda ma’lumotlar to‘plamining kelib chiqish tarixini saqlashga ham e’tibor qaratadi. Raqamli kalibrlash sertifikatlari va metrologik ma’lumotlarni strukturalashgan shaklda almashish tashabbuslari talabalarga faqat sonli qiymatni emas, balki uning manbasi, birligi, noaniqligi va metrologik kuzatuvchanligini kompleks ko‘rib chiqishni o‘rgatishda muhim kontekst beradi [4; 6].

METODIK YANGILIK VA TAJRIBA-SINOVNI REJALASHTIRISH

Taklif etilayotgan yondashuvning ilmiy-metodik jihatdan farqlanuvchi elementi — intellektual o‘lchash tizimidagi o‘lchash, noaniqlikni baholash va diagnostik qarorni alohida amallar sifatida emas, balki umumiy kasbiy muammo yechimiga bo‘ysundirilgan yaxlit didaktik siklga birlashtirishidir. Ikkinchi element — raqamli o‘lchash ma’lumotlarining sifatini tekshirish, metrologik kuzatuvchanlikni hisobga olish va muqobil diagnostik gipotezalarni sinashning o‘quv natijasi sifatida aniq belgilanishidir. Uchinchi element — o‘lchash hisobotidan tashqari qarorni asoslash va refleksiyani baholash rubrikasiga kiritishdir. Keyingi pedagogik tajriba-sinov uch bosqichda tashkil etilishi mumkin: diagnostik bosqichda talabalarning boshlang‘ich ko‘nikmalari bir xil topshiriqlar orqali baholanadi; shakllantiruvchi bosqichda tajriba guruhida yetti bosqichli model va raqamli laboratoriya topshiriqlari qo‘llanadi; nazorat bosqichida esa bir xil baholash rubrikasi asosida kasbiy topshiriqlar natijalari qiyoslanadi. Imkon qadar topshiriqlarni baholovchi mutaxassislar guruhga mansublikdan xabardor bo‘lmagan holda tekshirishi maqsadga muvofiq. Baholashda faqat umumiy ball emas, balki beshta indikator bo‘yicha o‘zgarish alohida qayd etilishi kerak.

XULOSA

Intellektual o‘lchash tizimlarini bo‘lajak metrologlarning kasbiy tayyorgarligida qo‘llashning didaktik qiymati raqamli qurilmaning texnik murakkabligida emas, balki uning ma’lumotlarini metrologik tahlil va diagnostik qaror qabul qilish faoliyatiga qanday yo‘naltirishda namoyon bo‘ladi. Raqamli o‘lchash ma’lumotlarini olish, sifatini tekshirish, o‘lchash noaniqligini baholash, anomal holatlarni tahlil qilish va asoslangan xulosa chiqarish umumiy ta’limiy sikl sifatida rejalashtirilishi lozim.

FOYDALANILGAN 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.