BO‘LAJAK METROLOGLARDA O‘LCHASH MA’LUMOTLARINI INTELLEKTUAL TAHLIL QILISH KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK-DIDAKTIK MEXANIZMLARI

Ikramov Dilshod Ikramovich,
Jizzax politexnika instituti mustaqil tadqiqotchisi
ikramovd@internet.ru

Mazkur maqolada zamonaviy raqamli transformatsiya sharoitida bo‘lajak metrologlarning o‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligini rivojlantirishning pedagogik-didaktik asoslari tadqiq etilgan. Metrologik faoliyatda o‘lchash natijalarining hajmi va murakkabligi ortib borishi, raqamli o‘lchash tizimlari, avtomatlashtirilgan monitoring vositalari hamda sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi bo‘lajak mutaxassislarni tayyorlash mazmuniga yangi talablarni yuzaga keltirayotgani asoslangan

Kalit so‘zlar: *metrologiya, bo‘lajak metrolog, o‘lchash natijasi, o‘lchash ma’lumotlari, sun’iy intellekt, intellektual tahlil, o‘lchash noaniqligi, metrologik kompetentlik, raqamli kompetentlik, verifikatsiya, interpretatsiya, raqamli laboratoriya, kasbiy kompetentlik.*

ПЕДАГОГИКО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ МЕТРОЛОГОВ В ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ

В данной статье исследованы педагогико-дидактические основы развития компетентности будущих метрологов в области интеллектуального анализа измерительных данных в условиях современной цифровой трансформации. Обосновано, что увеличение объёма и сложности результатов измерений в метрологической деятельности, стремительное развитие цифровых измерительных систем, средств автоматизированного мониторинга и технологий искусственного интеллекта обусловливают новые требования к содержанию подготовки будущих специалистов.

Ключевые слова: *метрология, будущий метролог, результат измерения, измерительные данные, искусственный интеллект, интеллектуальный анализ, неопределённость измерений, метрологическая компетентность, цифровая компетентность, верификация, интерпретация, цифровая лаборатория, профессиональная компетентность.*

PEDAGOGICAL AND DIDACTIC MECHANISMS FOR DEVELOPING FUTURE METROLOGISTS’ COMPETENCE IN INTELLIGENT ANALYSIS OF MEASUREMENT DATA

This article examines the pedagogical and didactic foundations for developing future metrologists’ competence in the intelligent analysis of measurement data in the context of contemporary digital transformation. It is substantiated that the increasing volume and complexity of measurement results in metrological activities, along with the rapid development of digital measurement systems, automated monitoring tools, and artificial intelligence technologies, impose new requirements on the content of professional training for future specialists.

Keywords: *metrology, future metrologist, measurement result, measurement data, artificial intelligence, intelligent analysis, measurement uncertainty, metrological competence, digital competence, verification, interpretation, digital laboratory, professional competence.*

Kirish. Jahon miqyosida sanoat, energetika, transport, elektronika, mashinasozlik, tibbiyot, ekologik monitoring va boshqa texnik sohalarning raqamlashtirilishi o‘lchash jarayonlarining mazmunini tubdan o‘zgartirmoqda. Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarida o‘lchashlar alohida amalga oshiriladigan texnik operatsiyadan real vaqt rejimida uzluksiz ma’lumot hosil qiluvchi, ularni qayta ishlovchi va boshqaruv qarorlariga aylantiruvchi murakkab axborot jarayoniga aylanmoqda. Natijada metrolog-mutaxassis faoliyatida o‘lchash vositasidan to‘g‘ri foydalanish bilan bir qatorda katta hajmdagi o‘lchash ma’lumotlarini saralash, qayta ishlash, statistik tahlil qilish, xatolik va noaniqlik manbalarini aniqlash, anomal qiymatlarni ajratish, natijalar orasidagi bog‘lanishlarni izohlash va ular asosida kasbiy qaror qabul qilish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Xalqaro metrologik yondashuvlarda ham o‘lchash natijasi faqat bitta son qiymati bilan chegaralanmaydi. O‘lchash natijasining to‘laqonli ifodalanishi o‘lchanayotgan kattalikka tegishli

qiymatlar va ular haqidagi relevant axborotni qamrab olishi, amaliyotda esa o‘lchangan qiymat tegishli o‘lchash noaniqligi bilan birgalikda qaralishi zarur. O‘lchash noaniqligi o‘lchanayotgan kattalikka tegishli qiymatlarning tarqalishini tavsiflovchi parametr sifatida metrologik tahlilning fundamental kategoriyalaridan biridir. Shu sababli raqamli yoki intellektual algoritm tomonidan olingan har qanday natijani uning metrologik asoslanganligidan ajratib baholash mumkin emas.

Sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish, ma’lumotlarni intellektual tahlil qilish, bashoratli analitika va avtomatlashtirilgan qaror qabul qilish texnologiyalarining rivojlanishi metrologik ma’lumotlarni qayta ishlash imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda [1]. Bunday texnologiyalar katta hajmdagi ma’lumotlar ichidan yashirin qonuniyatlarni aniqlash, qiymatlarni guruhlash, klassifikatsiyalash, noodatiy kuzatuvlarni ajratish, vaqtli qatorlardagi tendensiyalarni aniqlash va prognoz qiymatlarini hosil qilish imkonini beradi. Biroq sun’iy intellekt texnologiyasining mavjudligi undan olingan natijaning avtomatik ravishda metrologik jihatdan ishonchli ekanligini anglatmaydi. O‘zbekiston Respublikasida ham sun’iy intellekt texnologiyalarini iqtisodiyot va ijtimoiy sohalarga joriy qilish davlat siyosatining muhim yo‘nalishlaridan biriga aylangan. 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son qaror bilan Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasining tasdiqlanishi yuqori malakali, raqamli va intellektual texnologiyalar bilan ishlay oladigan mutaxassislarni tayyorlash zaruratini kuchaytiradi [2].

Material va metodlar. Tadqiqot nazariy-metodologik xususiyatga ega bo‘lib, unda pedagogik va metrologik manbalarni nazariy-qiyosiy tahlil qilish, tizimli tahlil, kontent-tahlil, pedagogik modellashtirish, umumlashtirish, tasniflash, taqqoslash hamda metodik konstruksiyalash usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning metodologik asosini kompetensiyaviy, tizimli, faoliyatli, shaxsga yo‘naltirilgan, muammoli va raqamli-didaktik yondashuvlar tashkil etdi.

Kompetensiyaviy yondashuv bo‘lajak metrologning tayyorgarligini alohida bilimlar majmui emas, balki real kasbiy vaziyatlarda bilim, ko‘nikma, tajriba, raqamli vositalar va kasbiy mas’uliyatni integrativ ravishda qo‘llash qobiliyati sifatida qarash imkonini berdi.

Tizimli yondashuv o‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish jarayonining maqsad, mazmun, metod, vosita, faoliyat va natija komponentlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga xizmat qildi.

Faoliyatli yondashuv talabaning tayyor ma’lumotni qabul qiluvchi subyekt sifatida emas, o‘lchash ma’lumotlarini mustaqil yig‘uvchi, qayta ishlovchi, tekshiruvchi, tahlil qiluvchi va kasbiy xulosa chiqaruvchi faol subyekt sifatidagi pozitsiyasini belgiladi.

Muammoli yondashuv real metrologik vaziyatlarga yaqin topshiriqlar, qarama-qarshi natijalar, anomal o‘lchash qiymatlari va qaror qabul qilishni talab qiladigan keyslar asosida analitik fikrlashni rivojlantirishga yo‘naltirildi.

Raqamli-didaktik yondashuv esa sun’iy intellekt va raqamli vositalarni o‘quv maqsadiga muvofiq tanlash, ularning funksional imkoniyatlarini pedagogik vazifalar bilan uyg‘unlashtirish va inson nazoratini saqlash tamoyillariga tayandi.

Metrologik nuqtai nazardan tadqiqotda o‘lchash natijasi, o‘lchash noaniqligi, statistik qayta ishlash, kuzatuvchanlik, takrorlanuvchanlik, qayta tiklanuvchanlik, anomal qiymatlar va natijalar ishonchliligi kabi tushunchalar asosiy metodik kategoriyalar sifatida qaraldi. O‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligini rivojlantirish jarayoni quyidagi o‘zaro bog‘liq bosqichlar asosida konstruksiyalandi: o‘lchash ma’lumotlarini olish, ma’lumotlarni tayyorlash, statistik-metrologik tahlil, sun’iy intellekt asosida tahlil, natijalarni klassik usullar bilan verifikatsiyalash, metrologik interpretatsiya, refleksiv baholash.

Natijalar. O‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligining pedagogik mazmuni tadqiqot natijasida “bo‘lajak metrologning o‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligi” tushunchasini aniqlashtirish zarurati yuzaga keldi. Mazkur kompetentlikni talabaning o‘lchash jarayonida hosil bo‘lgan ma’lumotlarni metrologik talablar asosida yig‘ish, tayyorlash va statistik qayta ishlash, sun’iy intellekt hamda raqamli tahlil vositalari yordamida ulardagi qonuniyat va anomal holatlarni aniqlash, olingan natijalarni klassik metrologik usullar bilan verifikatsiyalash, interpretatsiya qilish hamda aniqlik, noaniqlik, ishonchlilik va kasbiy mas’uliyat mezonlari asosida qaror qabul qilishga tayyorligini ifodalovchi integrativ kasbiy sifat sifatida talqin qilish taklif etiladi. Ushbu ta’rifda to‘rtta muhim jihat mujassamlashgan. Birinchidan, metrologik bilimlar sun’iy intellektdan oldin turadi. Ikkinchidan, sun’iy intellekt tahlil vositasi sifatida qaraladi. Uchinchidan, intellektual tahlil natijasi albatta verifikatsiyadan o‘tkaziladi. To‘rtinchidan, yakuniy qaror inson — ya’ni mutaxassis tomonidan qabul qilinadi. Tadqiqot davomida kompetentlikning to‘rtta asosiy tarkibiy komponenti ajratildi.

Kognitiv-metrologik komponent o‘lchash nazariyasi, fizik kattalik, o‘lchash birligi, o‘lchash usuli, o‘lchash vositasi, xatolik, o‘lchash noaniqligi, statistik qayta ishlash, kalibrlash, qiyoslash, metrologik kuzatuvchanlik va natijalar ishonchliligi to‘g‘risidagi bilimlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu komponent talabaning keyingi analitik faoliyati uchun nazariy poydevor vazifasini bajaradi.

Analitik-faoliyatli komponent o‘lchash ma’lumotlarini saralash, guruhlash, qayta ishlash, qiyoslash, grafik ifodalash, statistik ko‘rsatkichlarni hisoblash, xatolik manbalarini aniqlash, anomal qiymatlarni ajratish va natijalar o‘rtasidagi sababiy hamda statistik bog‘lanishlarni tahlil qilish ko‘nikmalarini qamrab oladi.

Raqamli-intellektual komponent zamonaviy dasturiy vositalar, elektron jadvallar, statistik paketlar, ma’lumotlarni vizuallashtirish platformalari hamda sun’iy intellekt algoritmlaridan maqsadga muvofiq foydalanish qobiliyatini ifodalaydi. Ushbu komponentda dasturiy vositani ishlata olishning o‘zi yetarli emas; talaba qaysi vazifaga qaysi vosita mosligini anglay olishi zarur.

Refleksiv-baholash komponenti sun’iy intellekt tomonidan hosil qilingan natijalarni tanqidiy baholash, ularni klassik metrologik hisob-kitoblar bilan qiyoslash, mumkin bo‘lgan xato va cheklovlarni aniqlash, o‘z faoliyatini tahlil qilish va kasbiy qaror uchun javobgarlikni his etish qobiliyatini qamrab oladi.

Mazkur komponentlar mustaqil elementlar emas, balki yagona kasbiy faoliyatning o‘zaro bog‘langan qismlaridir. Masalan, metrologik bilim yetarli bo‘lmasa, sun’iy intellekt natijasini baholash imkoniyati cheklanadi. Raqamli ko‘nikma shakllanmagan bo‘lsa, katta hajmdagi ma’lumotlarni samarali qayta ishlash murakkablashadi. Refleksiv baholash mavjud bo‘lmasa, talaba algoritm natijasini tanqidiy tekshirmasdan qabul qilish xavfiga duch keladi.

O‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilishning metodik algoritmi.

Taklif etilayotgan metodikaning birinchi bosqichi — o‘lchash ma’lumotlarini olish. Ushbu bosqichda talabalar real yoki modellashtirilgan o‘lchash jarayonida ma’lumotlarni hosil qiladilar. Bunda o‘lchash vositasining texnik va metrologik tavsiflari, o‘lchash sharoiti, diapazon, aniqlik sinfi va boshqa parametrlar qayd etiladi.

Ikkinchi bosqich — ma’lumotlarni tayyorlash. Raqamli tahlilning sifati kirish ma’lumotlarining sifatiga bevosita bog‘liq. Shu sababli talabalar ma’lumotlarni tekshirish, formatlash, takroriy yozuvlarni aniqlash, yetishmayotgan qiymatlar bilan ishlash va ehtimoliy anomal qiymatlarni dastlabki belgilash faoliyatini bajaradilar.

Uchinchi bosqich — statistik-metrologik tahlil. Ushbu bosqichda o‘rtacha qiymat, dispersiya, standart og‘ish, takrorlanuvchanlik, xatolik va o‘lchash noaniqligi singari ko‘rsatkichlar aniqlanadi. Bu bosqichning mavjudligi intellektual algoritm natijasini keyinchalik taqqoslash uchun “metrologik tayanch” hosil qiladi.

To‘rtinchi bosqich — sun’iy intellekt asosida tahlil qilish. Talaba ma’lumotlar to‘plamining xususiyatiga qarab intellektual vositadan foydalanadi. Mazkur jarayonda tasniflash, klasterlash, regressiya, anomaliyalarni aniqlash yoki boshqa ma’lumotlar tahlili mexanizmlaridan foydalanilishi mumkin.

Beshinchi bosqich — natijalarni klassik usullar bilan verifikatsiyalash. Bu metodikaning eng muhim pedagogik bo‘g‘inlaridan biridir. Talaba sun’iy intellekt hosil qilgan natijani “to‘g‘ri” deb avtomatik qabul qilmaydi. U natijani statistik-metrologik hisob-kitoblar, ma’lum qonuniyatlar, o‘lchash vositasining tavsiflari va tajriba sharoiti bilan qiyoslaydi.

Oltinchi bosqich — metrologik interpretatsiya. Talaba olingan natijaning fizik va metrologik mazmunini izohlaydi. Masalan, algoritm ma’lum o‘lchashni anomal deb topgan bo‘lsa, buning sababi o‘lchash vositasining nosozligi, tashqi muhit ta’siri, operator xatosi, obyektning real o‘zgarishi yoki ma’lumotlarni uzatishdagi xato bo‘lishi mumkin. Talaba mavjud dalillarga asoslanib ehtimoliy sabablarni farqlashi zarur.

Yettinchi bosqich — refleksiv baholash. Talaba qanday usul tanlagani, nima uchun tanlagani, natijaning ishonchliligi va cheklovlari, boshqa usul qo‘llanganda qanday natija olinishi mumkinligi haqida xulosa chiqaradi.

Natijada “algoritmga topshiriq berish — javob olish” shaklidagi sodda raqamli faoliyat o‘rniga “muammoni aniqlash — ma’lumot olish — tahlil qilish — intellektual vositadan foydalanish — tekshirish — interpretatsiya — qaror” ko‘rinishidagi kasbiy faoliyat shakllanadi [5].

Intellektual tahlil kompetentligini baholash mezonlari

Tadqiqot natijasida kompetentlikni baholash uchun to‘rtta asosiy mezondan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi.

Kognitiv-metrologik mezon talabaning o‘lchash nazariyasi, o‘lchash natijasi, xatolik, noaniqlik, statistik qayta ishlash, kuzatuvchanlik va ishonchlilikka oid bilimlarini ifodalaydi.

Uning asosiy ko‘rsatkichlari: metrologik tushunchalarni to‘g‘ri izohlash; o‘lchash natijasiga ta’sir qiluvchi omillarni aniqlash; xatolik va noaniqlikni farqlash; statistik ko‘rsatkichlarning metrologik mazmunini tushuntirishdan iborat.

Analitik-faoliyatli mezon ma’lumotlarni amaliy qayta ishlash va muammoli metrologik vazifalarni hal etish qobiliyatini tavsiflaydi.

Ko‘rsatkichlari: ma’lumotlarni tozalash va guruhlash; statistik qayta ishlash; anomal qiymatlarni aniqlash; grafik va jadvallarni tahlil qilish; turli natijalarni qiyoslash va sabab-oqibat bog‘lanishlarini aniqlash.

Raqamli-intellektual mezon raqamli va sun’iy intellekt vositalaridan kasbiy vazifaga muvofiq foydalanish qobiliyatini baholaydi.

Ko‘rsatkichlari: vazifaga mos raqamli vositani tanlash; ma’lumotni to‘g‘ri kiritish; algoritm parametrlarini maqsadga muvofiq belgilash; natijalarni vizuallashtirish va sun’iy intellekt natijasining texnologik cheklovlarini anglash.

Refleksiv-baholash mezoni natijaning ishonchliligini tekshirish, xatolarni aniqlash, o‘z faoliyatini tahlil qilish va asoslangan kasbiy qaror qabul qilishni tavsiflaydi.

Ko‘rsatkichlari: SI natijasini klassik hisob-kitob bilan qiyoslash; algoritm xatosi ehtimolini baholash; natijaning cheklovlarini ko‘rsatish; metrologik dalillar asosida yakuniy qaror chiqarish va ushbu qarorni asoslash.

Kompetentlikning rivojlanganligini reproduktiv, produktiv va kreativ-tadqiqotchilik darajalarida baholash mumkin.

Reproduktiv darajada talaba tayyor algoritm asosida hisoblashlarni bajaradi, biroq tahlil usulini mustaqil tanlash va SI natijasini chuqur baholashda yordamga muhtoj bo‘ladi.

Produktiv darajada talaba vazifaga mos vositalarni tanlaydi, o‘lchash ma’lumotlarini mustaqil tahlil qiladi, SI natijasini klassik usullar bilan qiyoslaydi va asoslangan xulosa chiqaradi.

Kreativ-tadqiqotchilik darajasida talaba murakkab, noaniq va ko‘p variantli metrologik vaziyatlarda mustaqil strategiya ishlab chiqadi, bir necha tahlil usulini integratsiyalaydi, natijalarning cheklovlarini aniqlaydi va yangi yechim taklif qiladi.

Muhokama. Olingan nazariy natijalar metrologiya ta’limiga sun’iy intellekt texnologiyalarini integratsiya qilish masalasini faqat texnik vositalarni o‘zlashtirish bilan chegaralash mumkin emasligini ko‘rsatadi. Bu yerda asosiy pedagogik masala “talaba sun’iy intellektdan foydalana oladimi?” degan savoldan “talaba sun’iy intellekt hosil qilgan natijani metrologik jihatdan tushuna, tekshira va asoslay oladimi?” degan savolga o‘tishdan iborat. Bunday o‘zgarish ta’lim mazmuniga ham ta’sir ko‘rsatadi. An’anaviy metrologiya kurslarida o‘lchash vositalari, usullari, xatoliklar va noaniqlik masalalari o‘rganilsa, raqamli sharoitda ushbu mazmun ma’lumotlar bilan ishlash madaniyati, algoritmik fikrlash, raqamli tahlil va sun’iy intellekt natijalarini verifikatsiyalash elementlari bilan boyitilishi kerak. Xalqaro metrologik yondashuvlarda o‘lchash noaniqligining alohida ahamiyatga ega ekanligi ham mazkur metodikaning zarurligini tasdiqlaydi. Sun’iy intellekt modeli juda aniq ko‘rinadigan raqamli natija hosil qilishi mumkin, ammo bu natijaning o‘lchash noaniqligi, kirish ma’lumotlarining sifati va metrologik kuzatuvchanlik bilan aloqasi aniqlanmas ekan, uni kasbiy qaror uchun yetarli deb hisoblash to‘g‘ri bo‘lmaydi. Shu ma’noda “verifikatsiya” taklif qilinayotgan metodikaning markaziy tushunchalaridan biridir. Talaba sun’iy intellektga ishonish yoki ishonmaslik o‘rtasida tanlov qilmaydi. U natijani dalillar asosida tekshiradi. Bunday faoliyat metrologik tafakkurning mohiyatiga mos keladi [6].

Taklif etilgan yondashuvning yana bir muhim jihati — klassik va intellektual tahlilning integratsiyasi. Ayrim holatlarda sun’iy intellekt texnologiyalarini ta’limga joriy etish mavjud metodlarni to‘liq almashtirish sifatida tushunilishi mumkin. Metrologiya uchun bunday yondashuv maqsadga muvofiq emas. Talaba o‘rtacha qiymat, standart og‘ish, noaniqlik, korrelyatsiya va boshqa fundamental tushunchalarni bilmasdan turib algoritm natijasini kasbiy talqin qila olmaydi. Demak, raqamlashtirish metrologik fundamental bilimlarning ahamiyatini kamaytirmaydi, aksincha, ularni yangi kontekstda qo‘llash zaruratini oshiradi. Taklif qilinayotgan metodikada o‘qituvchining roli ham o‘zgaradi [7]. O‘qituvchi tayyor bilimni uzatuvchi asosiy axborot manbaidan o‘quv-tadqiqot faoliyatini tashkil qiluvchi, muammoli vaziyat yaratuvchi, ma’lumotlar bilan ishlash jarayonini boshqaruvchi va talabaning xulosalarini metrologik jihatdan asoslashga yo‘naltiruvchi pedagogik fasilitatorga aylanadi. Talabaning roli esa bajaruvchidan tadqiqotchiga tomon o‘zgaradi. U o‘lchash ma’lumotlarini tayyor shaklda qabul qilmaydi, balki ularning kelib chiqishi va sifatini baholaydi, turli tahlil usullarini sinab ko‘radi, natijalarni qiyoslaydi va yakuniy qarorni himoya qiladi. Bu yondashuv “Metrologiya asoslari”, “O‘lchash usullari va vositalari”, “O‘lchash natijalarini qayta ishlash”, “Metrologik ta’minot”, “Intellektual o‘lchash asboblari” kabi fanlarning amaliy mashg‘ulotlari va laboratoriya ishlarini takomillashtirish uchun muhim metodik imkoniyat yaratadi.

Taklif etilgan yondashuvda sun’iy intellektdan foydalanish talabaning fikrlashini qisqartirishga emas, aksincha, uni murakkablashtirishga xizmat qiladi. Agar talaba algoritmga ma’lumotni kiritib, tayyor natijani topshirsa, pedagogik samaradorlik past bo‘ladi. Agar talaba algoritm natijasini oldindan hisoblangan metrologik ko‘rsatkichlar bilan taqqoslasa, tafovut sababini aniqlasa va qaysi natijaga nima uchun ishonishini tushuntirsa, sun’iy intellekt yuqori darajadagi fikrlash faoliyatining vositasiga aylanadi. Shuning

uchun metrologiya ta’limida sun’iy intellektdan foydalanishning asosiy didaktik formulasi quyidagicha ifodalanishi mumkin: SI natijasi, metrologik tekshiruv, qiyosiy tahlil, interpretatsiya, asoslangan kasbiy qaror. Bu formulada sun’iy intellekt jarayonning yakuniy nuqtasi emas. U talabaning keyingi fikrlash faoliyatini boshlovchi vositadir.

Xulosa. O‘tkazilgan nazariy-metodik tahlillar asosida quyidagi xulosalarga kelindi.

Sun’iy intellekt metrologik bilim va mutaxassisning kasbiy mulohazasini almashtiruvchi vosita emas. Uning pedagogik qiymati katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish, muqobil yechimlarni hosil qilish, yashirin qonuniyatlarni aniqlash va talabaning qiyosiy-tanqidiy faoliyatini kuchaytirish imkoniyati bilan belgilanadi. O‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligini rivojlantirishda “o‘lchash ma’lumotlarini olish, ma’lumotlarni tayyorlash, statistik-metrologik tahlil, sun’iy intellekt asosida tahlil, klassik usullar bilan verifikatsiyalash, metrologik interpretatsiya, refleksiv baholash” algoritmik ketma-ketligidan foydalanish maqsadga muvofiq. Sun’iy intellekt natijalarini klassik metrologik usullar bilan verifikatsiyalash metodikaning markaziy didaktik elementi hisoblanadi. Bu talabaning tayyor algoritmik javobga qaramligini kamaytirib, dalillarga asoslangan kasbiy fikrlashini rivojlantiradi. Muammoli-metrologik topshiriqlar, kasbiy keyslar, raqamli laboratoriyalar, loyiha va tadqiqotchilik metodlarini integratsiyalash o‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligini nazariy bilimdan real kasbiy faoliyat darajasiga olib chiqish imkonini beradi. Kompetentlikni baholash faqat sun’iy intellekt vositasidan foydalanish texnikasiga asoslanmasligi kerak. Kognitiv-metrologik, analitik-faoliyatli, raqamli-intellektual va refleksiv-baholash mezonlari asosida talabaning ma’lumotni tushunishi, qayta ishlashi, algoritm natijasini tekshirishi, interpretatsiya qilishi va asoslangan qaror qabul qilishi kompleks baholanishi lozim.

Shunday qilib, bo‘lajak metrologlarda o‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilish kompetentligini rivojlantirish texnik fanlar ta’limini raqamlashtirishning muhim pedagogik yo‘nalishlaridan biridir. Mazkur jarayonning samaradorligi sun’iy intellekt vositalarining soni bilan emas, balki ularning metrologik bilimlar, analitik faoliyat, verifikatsiya, refleksiya va kasbiy qaror qabul qilish jarayoni bilan qay darajada didaktik integratsiyalanganligi bilan belgilanadi.

Adabiyotlar:

1. Ikramov D.I. 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. Bo’lajak muhandislarni kasbiy faoliyatga tayyorlashning modelini yaratish // “Экономика социум” Журнал 09.02.2024, №2 (117) 2024.

4. Hamidov J.A., Murodova A.Y. Technology of development of professional and technical component of future engineers by means of virtual education technology //Science and innovation. – 2023. – T. 2. – №. A1. – C. 306-311.

5. Murodova A.Program-didactic possibilities of using virtual educational technologies in preparing future engineers for professional activity//AIP Conference Proceedings. – AIP Conf. Proc 3244, 030037 (2024), №. 1.

6. Murodova A.Y. Virtual reallik texnologiyalarining rivojlanish istiqbollari // O‘zbekiston milliy universiteti xabarlari, 2024, 1/5 son, B. 149-151 (13.00.00; № 15).

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

8. Murodova A.Y. Educational content, methods, software and tools for developing professional competence of future engineers based on virtual education technologies // NamDU ilmiy axborotnomasi. – Namangan, 2024. – №10– B 825-828. (13.00.00; № 30).