SUN’IY INTELLEKT HAMDA RAQAMLI O‘LCHASH TEXNOLOGIYALARI VOSITASIDA BO‘LAJAK MUHANDIS-METROLOGLARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISH PEDAGOGIK MODELI

Murodova Aziza Yorqin qizi,
Jizzax politexnika instituti
“Metrologiya va standartlashtirish”
kafedrasi dotsenti v.b., p.f.f.d.
azizamurodova664@gmail.com

Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarining raqamlashtirilishi, aqlli o‘lchash tizimlari, intellektual sensorlar, Internet of Things, katta ma’lumotlar va mashinali o‘qitish texnologiyalarining rivojlanishi metrologik muhandislarni tayyorlash mazmuniga yangi talablarni qo‘ymoqda. Tadqiqotda “Intellektual o‘lchash asboblari” fanini o‘qitish jarayonida kasbiy kompetentlikni rivojlantirishning pedagogik modeli taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: *metrologiya, metrologik muhandis, kasbiy kompetentlik, sun’iy intellekt, raqamli o‘lchash texnologiyalari, intellektual o‘lchash asboblari, raqamli ta’lim, kompetensiyaviy yondashuv, pedagogik model, muhandislik ta’limi.*

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-МЕТРОЛОГОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Цифровизация современных производственных процессов, разработка интеллектуальных измерительных систем, интеллектуальных датчиков, интернета вещей, больших данных и технологий машинного обучения предъявляют новые требования к содержанию подготовки инженеров-метрологов. В исследовании предлагается педагогическая модель развития профессиональной компетенции в процессе обучения дисциплине “Интеллектуальные измерительные приборы”.

Ключевые слова: *метрология, инженер-метролог, профессиональная компетентность, искусственный интеллект, цифровые измерительные технологии, интеллектуальные измерительные приборы, цифровое образование, компетентностный подход, педагогическая модель.*

PEDAGOGICAL MODEL FOR DEVELOPING THE PROFESSIONAL COMPETENCE OF FUTURE METROLOGY ENGINEERS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITAL MEASUREMENT TECHNOLOGIES

The digitalization of modern production processes, the development of smart measurement systems, intelligent sensors, the Internet of Things, big data and machine learning technologies are placing new demands on the content of training metrological engineers. The study proposes a pedagogical model for the development of professional competence in the process of teaching the discipline “Intelligent Measuring Instruments”.

Keywords: *metrology, metrology engineer, professional competence, artificial intelligence, digital measurement technologies, intelligent measuring instruments, digital education, competency-based approach, pedagogical model.*

Kirish. XXI asrda fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi natijasida ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish sohalarida raqamli texnologiyalardan foydalanish ko‘lami tobora kengayib bormoqda. Sanoatning raqamli transformatsiyasi o‘lchash, nazorat qilish, monitoring va boshqarish jarayonlariga ham bevosita ta’sir ko‘rsatmoqda. Ayniqsa, Industry 4.0 konsepsiyasi doirasida ishlab chiqarish tizimlarining avtomatlashtirilishi, kiber-fizik tizimlarning rivojlanishi, aqlli sensorlarning qo‘llanilishi, ma’lumotlarni real vaqt rejimida yig‘ish va qayta ishlash imkoniyatlarining kengayishi metrologik faoliyat mazmunining yangilanishiga olib kelmoqda.

Adabiyotlar tahlili. Metrologiya ishlab chiqarishning aniqligi, ishonchliligi va sifatini ta’minlovchi muhim sohalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy korxonada o‘lchash vositasidan foydalanishning o‘zi yetarli emas. Mutaxassis o‘lchash jarayonini tashkil etishi, o‘lchash natijalarini raqamli muhitda qayta ishlashi,

o‘lchash xatoliklarini tahlil qilishi, olingan ma’lumotlardan tegishli xulosalar chiqarishi hamda zamonaviy intellektual texnologiyalar yordamida ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtira olishi zarur. Shu sababli bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirish masalasi zamonaviy muhandislik ta’limining dolzarb yo‘nalishlaridan biriga aylanmoqda [1]. Yuklangan tadqiqot loyihasida ham bo‘lajak metrologik muhandislar uchun sun’iy intellekt, aqlli sensorlar, raqamli o‘lchash tizimlari, ma’lumotlarni tahlil qilish va qayta ishlash vositalaridan foydalanish kompetensiyalarini shakllantirish zarurati alohida qayd etilgan. Bugungi kunda oliy ta’lim jarayonida an’anaviy nazariy bilimlarni berish bilan bir qatorda talabaning real kasbiy vazifalarni mustaqil bajarish qobiliyatini shakllantirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bu esa ta’lim mazmunini amaliyot bilan bog‘lash, raqamli ta’lim vositalaridan foydalanish, virtual va simulyatsion muhitlarni yaratish hamda intellektual texnologiyalarni o‘quv jarayoniga integratsiyalashni talab qiladi.

“Intellektual o‘lchash asboblari” fani mazkur jarayon uchun katta imkoniyatlarga ega. Chunki ushbu fan doirasida o‘lchash vositalarining tuzilishi va ishlash prinsiplari bilan bir qatorda raqamli signallar, sensorlar, o‘lchash ma’lumotlarini qayta ishlash, avtomatlashtirilgan nazorat va intellektual o‘lchash tizimlari bilan bog‘liq bilim va ko‘nikmalarni shakllantirish mumkin.

Tadqiqot loyihasida muammo aynan “Intellektual o‘lchash asboblari” fanini o‘qitish jarayonida nazariy bilimlar bilan amaliy ko‘nikmalar o‘rtasidagi uzviylikni ta’minlash, sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish va raqamli ma’lumotlarni qayta ishlash ko‘nikmalarini shakllantirish zarurati bilan asoslangan. Shundan kelib chiqib, maqolaning asosiy maqsadi – sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalaridan foydalanish asosida bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishga xizmat qiluvchi pedagogik modelning mazmuni, tarkibiy qismlari va uni amalga oshirish mexanizmlarini ilmiy-metodik jihatdan asoslashdan iborat [2].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotning metodologik asosini kompetensiyaviy, tizimli, integrativ, faoliyatga yo‘naltirilgan va shaxsga yo‘naltirilgan yondashuvlar tashkil etadi. Ushbu yondashuvlarning birgalikda qo‘llanilishi bo‘lajak metrologik muhandisning kasbiy kompetentligini faqat alohida bilimlar yig‘indisi sifatida emas, balki kasbiy vazifalarni samarali bajarishga imkon beruvchi integrallashgan sifat sifatida qarash imkonini beradi. Tadqiqot loyihasida ham mazkur yondashuvlar nazariy asos sifatida belgilangan.

Kompetensiyaviy yondashuv talabaning egallagan bilimlarini amaliy kasbiy vaziyatlarda qo‘llash imkoniyatini asosiy mezon sifatida belgilaydi. Metrologik ta’limda bu, avvalo, o‘lchash vositasini to‘g‘ri tanlash, o‘lchashni tashkil etish, natijalarni qayta ishlash, xatoliklarni aniqlash va natijalarni baholash qobiliyatida namoyon bo‘ladi.

Tizimli yondashuv kasbiy kompetentlikni o‘zaro bog‘langan komponentlardan iborat yaxlit tizim sifatida ko‘rib chiqishni nazarda tutadi. Bunda motivatsion, kognitiv, amaliy-operatsion, raqamli, tahliliy va refleksiv jihatlar o‘zaro bog‘langan holda rivojlantiriladi.

Integrativ yondashuv metrologiya, axborot texnologiyalari, matematika, fizika, dasturlash va sun’iy intellekt elementlarini yagona ta’limiy muhitda birlashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, raqamli o‘lchash texnologiyalarini o‘rganishda ushbu yondashuv muhim ahamiyat kasb etadi.

Faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuvda talaba tayyor bilimlarni qabul qiluvchi emas, balki amaliy masalalarni hal qiluvchi faol subyekt sifatida qaraladi. Shu sababli o‘quv topshiriqlari real kasbiy vaziyatlarga yaqinlashtirilishi maqsadga muvofiq.

Shaxsga yo‘naltirilgan yondashuv esa talabaning individual imkoniyatlari, qiziqishlari, tayyorgarlik darajasi va mustaqil ishlash qobiliyatini hisobga olishni talab qiladi. Tadqiqotda nazariy tahlil, pedagogik modellashtirish, so‘rovnoma, kuzatish, pedagogik tajriba-sinov hamda matematik-statistik tahlil usullaridan foydalanish nazarda tutilgan.

Bo‘lajak metrologik muhandisning kasbiy kompetentligini zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida o‘z kasbiy vazifalarini mustaqil, sifatli va samarali bajarishga imkon beruvchi bilim, ko‘nikma, malaka, tajriba va shaxsiy sifatlarning integrallashgan tizimi sifatida talqin qilish mumkin. Raqamlashtirish sharoitida ushbu kompetentlikning mazmuni an’anaviy metrologik bilimlar bilan cheklanmaydi. U raqamli texnologiyalardan foydalanish, ma’lumotlarni qayta ishlash, intellektual o‘lchash tizimlari bilan ishlash va analitik qarorlar qabul qilish qobiliyatlarini ham qamrab oladi [3].

Tadqiqot loyihasida qayd etilganidek, zamonaviy metrologik faoliyat uchun o‘lchash vositalaridan foydalanish, o‘lchash natijalarini raqamli qayta ishlash, sun’iy intellekt algoritmlarini qo‘llash, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, tahliliy va innovatsion fikrlash ko‘nikmalari muhim hisoblanadi. Shu asosda kasbiy kompetentlikning quyidagi tarkibiy komponentlarini ajratish mumkin:

motivatsion komponent – talabaning metrologik faoliyatga, yangi texnologiyalarni o‘rganishga va kasbiy rivojlanishga bo‘lgan qiziqishi;

kognitiv komponent – metrologiya, o‘lchash texnologiyalari, raqamli tizimlar va sun’iy intellektga oid nazariy bilimlar;

operatsion-faoliyat komponenti – o‘lchash vositalari bilan ishlash, raqamli ma’lumotlarni qayta ishlash va kasbiy vazifalarni bajarish ko‘nikmalari;

raqamli komponent – raqamli platformalar, dasturiy vositalar, sensorlar va avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanish qobiliyati;

tahliliy komponent – o‘lchash natijalarini tahlil qilish, xatoliklarni aniqlash, ma’lumotlar asosida xulosa chiqarish;

innovatsion komponent – yangi texnologiyalarni izlash, muammolarga kreativ yondashish va ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirishga qaratilgan yechimlarni ishlab chiqish;

refleksiv komponent – o‘z bilim va ko‘nikmalarini baholash, xatolarni aniqlash va kasbiy rivojlanish yo‘nalishlarini belgilash [4]. Bunday tarkib kasbiy kompetentlikni kompleks ravishda shakllantirishga imkon beradi.

Olingan natijalar va ularning tahlili. Sun’iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi muhandislik ta’limining mazmuni va metodlarini o‘zgartirish uchun yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Metrologik ta’limda sun’iy intellektdan foydalanish, avvalo, katta hajmdagi o‘lchash ma’lumotlarini tahlil qilish, o‘lchash natijalaridagi qonuniyatlarni aniqlash, diagnostik vazifalarni bajarish va talabaning individual ta’lim trayektoriyasini qo‘llab-quvvatlash bilan bog‘liq. Sun’iy intellekt asosidagi o‘qitish vositalari talabaning javoblarini tahlil qilib, uning bilimlaridagi bo‘shliqlarni aniqlash va qo‘shimcha topshiriqlarni tavsiya etish imkoniyatiga ega bo‘lishi mumkin. Bunday vositalardan foydalanish o‘qituvchining rolini kamaytirmaydi, aksincha, uning metodik faoliyatini boyitadi.

Metrologiya sohasida sun’iy intellektdan foydalanishning yana bir muhim yo‘nalishi – o‘lchash ma’lumotlarini intellektual tahlil qilishdir. Masalan, biror o‘lchash tizimidan katta hajmdagi ma’lumotlar olinganda ularni oddiy usulda qayta ishlash ko‘p vaqt talab qilishi mumkin. Raqamli algoritmlar esa ma’lumotlarni tezkor saralash, taqqoslash va tahlil qilishga yordam beradi. Bunda talaba faqat texnologiyadan foydalanishni emas, balki olingan natijaning metrologik jihatdan to‘g‘riligini baholashni ham o‘rganishi zarur. Shu jihatdan sun’iy intellektdan foydalanish metrologik bilimlarni almashtirmasligi, balki ularni amaliy jihatdan qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishi kerak.

Raqamli o‘lchash texnologiyalari o‘lchash jarayonining aniqligi va tezkorligini oshirish bilan birga, o‘quv jarayonini amaliyotga yaqinlashtirish imkonini ham beradi.

An’anaviy ta’limda talaba o‘lchash vositasining ishlash prinsipini nazariy jihatdan o‘rganishi mumkin. Raqamli muhitda esa u o‘lchash jarayonini modellashtirish, parametrlarni o‘zgartirish, o‘lchash natijalarini kuzatish va xatoliklarning natijaga ta’sirini tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Virtual laboratoriyalar va raqamli simulyatorlardan foydalanish ayniqsa murakkab yoki qimmat o‘lchash qurilmalarini o‘quv jarayoniga kiritishda samarali bo‘lishi mumkin. Bunda talaba real qurilma bilan ishlashdan oldin virtual muhitda tegishli amaliy ko‘nikmalarni shakllantiradi. Raqamli o‘lchash texnologiyalari bilan ishlash jarayonida talaba quyidagi amaliy vazifalarni bajarishi mumkin:

- o‘lchash vositasini tanlash;
- o‘lchash parametrlarini belgilash;
- o‘lchash ma’lumotlarini yig‘ish;
- ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash;
- o‘lchash natijalarini grafik ko‘rinishda ifodalash;
- o‘lchash xatoliklarini tahlil qilish;
- natijalarni me’yoriy talablar bilan taqqoslash;
- yakuniy xulosa chiqarish.

Bu jarayonlar talabaning nazariy bilimlarini kasbiy faoliyat bilan bog‘lash imkonini beradi. Taklif etilayotgan pedagogik model bir-biri bilan uzviy bog‘langan beshta asosiy komponentdan tashkil topadi: maqsadli, mazmuniy, jarayonli, texnologik va baholash komponentlari (1-rasm.).

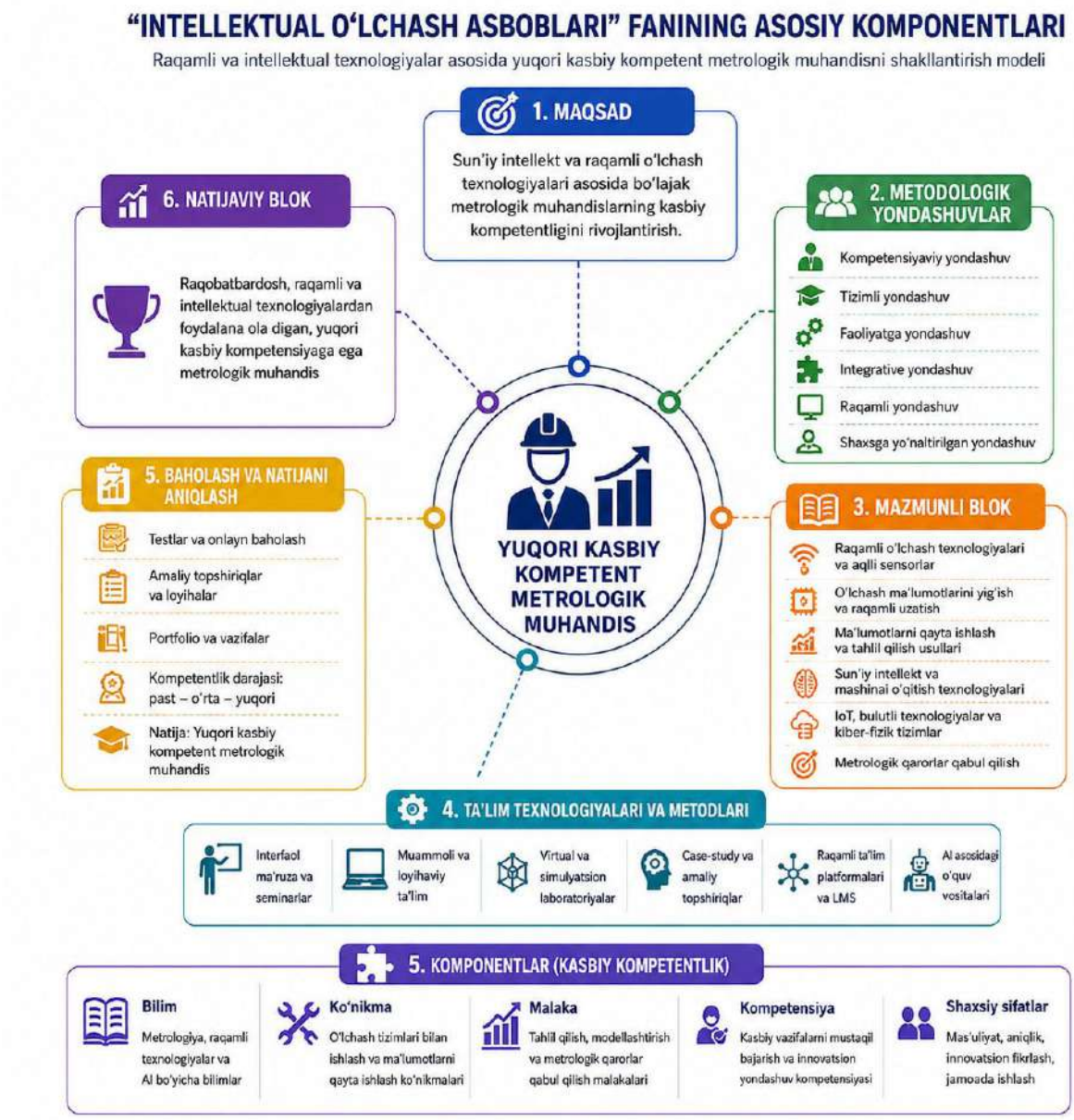
Maqsadli komponentning asosiy vazifasi bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishdan iborat. Bu maqsad sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalarini ta’lim jarayoniga integratsiyalash orqali amalga oshiriladi.

Mazmuniy komponent “Intellektual o‘lchash asboblari” fani mazmunini zamonaviy texnologiyalar bilan boyitishni nazarda tutadi. Unda intellektual sensorlar, raqamli o‘lchash tizimlari, ma’lumotlarni qayta ishlash, avtomatlashtirilgan nazorat, sun’iy intellekt elementlari va amaliy metrologik masalalar o‘zaro bog‘langan holda beriladi. Jarayonli komponent ta’lim jarayonining bosqichlarini qamrab oladi. Birinchi bosqichda talabaning boshlang‘ich bilim va ko‘nikmalari aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda nazariy bilimlar shakllantiriladi. Uchinchi bosqichda raqamli va intellektual vositalar yordamida amaliy mashg‘ulotlar tashkil

etiladi. To‘rtinchi bosqichda mustaqil kasbiy topshiriqlar bajariladi. Yakuniy bosqichda kompetentlik darajasi baholanadi.

Texnologik komponentda muammoli ta’lim, loyiha asosida o‘qitish, amaliy topshiriqlar, raqamli simulyatsiya, virtual laboratoriyalar, interaktiv testlar, elektron ta’lim resurslari va intellektual o‘qitish vositalaridan foydalanish nazarda tutiladi.

Baholash komponenti esa talabaning kasbiy kompetentligini diagnostika qilishga xizmat qiladi. Bunda bilim, amaliy faoliyat, raqamli texnologiyalardan foydalanish, tahliliy fikrlash va mustaqil qaror qabul qilish ko‘rsatkichlari hisobga olinadi. Tadqiqot loyihasida aynan kompetentlikning mezonlari, ko‘rsatkichlari va diagnostik baholash tizimini ishlab chiqish ilmiy yangiliklardan biri sifatida belgilangan [5].



1-rasm. Sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalari asosida bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishning pedagogik modeli

Kasbiy kompetentlikni rivojlantirishda “Intellektual o‘lchash asboblari” fanining mazmuni alohida ahamiyatga ega. Mazkur fanni o‘qitishda nazariy materiallarni amaliy topshiriqlar bilan uyg‘unlashtirish lozim. Masalan, “Intellektual sensorlar” mavzusini o‘rganishda talabalarga sensorlarning ishlash prinsipi haqida nazariy ma’lumot berish bilan cheklanib qolmasdan, sensorlardan olinadigan ma’lumotlarni raqamli muhitda qayta ishlashga doir topshiriq berish mumkin. “Raqamli o‘lchash tizimlari” mavzusida talaba o‘lchash tizimining blok-sxemasini tuzishi, kirish va chiqish signallarini aniqlashi, o‘lchash natijalarini qayta ishlashi va natijalarni tahlil qilishi mumkin. “Sun’iy intellekt va metrologik tahlil” mavzusida esa talabalarga o‘lchash natijalari to‘plami berilib, undan ma’lum qonuniyatlarni aniqlash, noodatiy qiymatlarni topish va

o‘lchash jarayoni bo‘yicha xulosa chiqarish topshirig‘i berilishi mumkin. Bunday topshiriqlarning asosiy afzalligi shundaki, talaba bir vaqtning o‘zida metrologik, raqamli va analitik kompetensiyalarni rivojlantiradi.

Muammoli ta’lim texnologiyasi kasbiy kompetentlikni rivojlantirish uchun samarali vositalardan biridir. Masalan, talabalarga quyidagi kasbiy vaziyat berilishi mumkin: “Ishlab chiqarish liniyasidagi raqamli o‘lchash tizimi o‘lchash natijalarida keskin farqlarni ko‘rsatmoqda. Mutaxassis sifatida ushbu muammoning sababini aniqlang va uni bartaraf etish bo‘yicha taklif ishlab chiqing.” Bunday topshiriq talabaning tayyor javobni yodlashiga emas, balki muammoni tahlil qilishiga, ehtimoliy sabablarni aniqlashiga va asoslangan qaror qabul qilishiga imkon beradi.

Loyiha asosida o‘qitish texnologiyasida talabalar kichik guruhlarga bo‘linib, ma’lum metrologik muammoni hal qilishga qaratilgan loyiha ishlab chiqadilar. Masalan, “Aqlli harorat o‘lchash tizimini ishlab chiqish” loyihasida talabalar o‘lchash obyekti, sensor turi, ma’lumotlarni uzatish usuli, dasturiy ta’minot va natijalarni qayta ishlash mexanizmini belgilaydilar. Loyiha yakunida talabalar o‘z yechimlarini himoya qiladi. Bu esa kommunikativ, tahliliy, raqamli va kasbiy kompetensiyalarning birgalikda rivojlanishiga xizmat qiladi.

Bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini baholashda uchta asosiy darajani ajratish mumkin: past, o‘rta va yuqori daraja.

Past darajada talaba metrologik tushunchalarni biladi, ammo ularni amaliy vaziyatlarda qo‘llashda qiyinchilikka duch keladi. Raqamli vositalardan foydalanish ko‘nikmalari yetarli darajada shakllanmagan bo‘ladi.

O‘rta darajada talaba asosiy o‘lchash vositalaridan foydalana oladi, raqamli ma’lumotlarni qayta ishlaydi, tipik kasbiy vazifalarni mustaqil bajaradi, biroq murakkab muammolarni hal qilishda qo‘shimcha ko‘makka ehtiyoj sezadi.

Yuqori darajada esa talaba metrologik bilimlarini raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalashgan holda qo‘llaydi, o‘lchash ma’lumotlarini mustaqil tahlil qiladi, sun’iy intellekt vositalaridan maqsadli foydalanadi, muammoli vaziyatlar uchun innovatsion yechimlar taklif qiladi. Baholashda quyidagi ko‘rsatkichlardan foydalanish mumkin:

1. metrologik bilimlarning tizimliligi;
2. o‘lchash vositalaridan foydalanish ko‘nikmasi;
3. raqamli texnologiyalardan foydalanish darajasi;
4. o‘lchash ma’lumotlarini tahlil qilish qobiliyati;
5. muammoli vaziyatlarni hal qilish qobiliyati;
6. sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish kompetensiyasi;
7. mustaqil ishlash va qaror qabul qilish qobiliyati;
8. innovatsion fikrlash darajasi.

Taklif etilayotgan modelni samarali amalga oshirish uchun bir qator pedagogik shart-sharoitlar zarur.

Birinchidan, ta’lim mazmuni zamonaviy metrologik texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirilishi kerak.

Ikkinchidan, o‘qituvchi raqamli va intellektual ta’lim vositalaridan foydalanish bo‘yicha yetarli metodik kompetensiyaga ega bo‘lishi zarur.

Uchinchidan, talabalarning mustaqil ishlashi uchun raqamli ta’lim resurslari yaratilishi lozim.

To‘rtinchidan, amaliy mashg‘ulotlarda real kasbiy vaziyatlarga yaqin topshiriqlardan foydalanish maqsadga muvofiq.

Beshinchidan, baholash jarayoni faqat nazariy bilimni emas, balki amaliy faoliyat va raqamli kompetensiyani ham qamrab olishi kerak.

Mazkur shart-sharoitlar tadqiqot loyihasida belgilangan pedagogik shart-sharoitlar, didaktik vositalar, o‘qitish texnologiyalari va kompetensiyaviy baholash mexanizmlarini takomillashtirish vazifasi bilan uzviy bog‘liq.

Pedagogik modelning samaradorligini aniqlash uchun tajriba-sinov ishlarini tashkil etish muhim hisoblanadi. Tajriba-sinov jarayonida talabalarning boshlang‘ich va yakuniy kompetentlik darajalari aniqlanib, natijalar o‘zaro taqqoslanadi. Tajriba-sinovning dastlabki bosqichida diagnostik test, so‘rovnoma, amaliy topshiriq va kuzatish usullaridan foydalanish mumkin. Ushbu bosqich talabalarning boshlang‘ich tayyorgarlik darajasini aniqlashga xizmat qiladi.

Shakllantiruvchi bosqichda taklif etilgan pedagogik model asosida “Intellektual o‘lchash asboblari” fani o‘qitiladi. Mashg‘ulotlarda raqamli ta’lim resurslari, amaliy topshiriqlar, muammoli vaziyatlar, loyiha ishlari va intellektual texnologiyalardan foydalaniladi.

Yakuniy bosqichda talabalarning kasbiy kompetentligi qayta diagnostika qilinadi. Olingan natijalar matematik-statistik usullar yordamida tahlil qilinadi. Shuni alohida ta’kidlash lozimki, taqdim etilgan

tadqiqot loyihasida tajriba-sinov natijalarini statistik tahlil qilish rejalashtirilgan, biroq loyihaning mazkur variantida aniq tajriba guruhlari soni va yakuniy statistik ko‘rsatkichlar keltirilmagan. Shu sababli ushbu maqolada sun’iy statistik raqamlar keltirilmaydi.

Tadqiqotning nazariy tahlili shuni ko‘rsatadiki, bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishda faqat an’anaviy o‘qitish usullaridan foydalanish zamonaviy ishlab chiqarish talablarini to‘liq qondira olmaydi. Bunda asosiy muammo nazariy bilimlar bilan raqamli-amaliy faoliyat o‘rtasidagi uzviylikni ta’minlashdan iborat. Talaba o‘lchash vositasining ishlash prinsipini bilishi bilan birga, undan olingan ma’lumotni raqamli muhitda qayta ishlashi va natijalar asosida mustaqil qaror qabul qilishi kerak. Sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalarining integratsiyasi aynan shu uzviylikni ta’minlashga imkon beradi. Bunda texnologiya ta’limning maqsadi emas, balki kasbiy kompetentlikni shakllantirish vositasi sifatida qaralishi kerak. Tadqiqot loyihasida taklif etilgan metodik tizimning asosiy natijasi bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini, innovatsion fikrlashini va raqamli texnologiyalar bilan ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirishdan iborat ekanligi ko‘rsatilgan. Pedagogik modelning muhim jihati shundaki, uning komponentlari bir-biridan ajratilgan holda emas, balki yagona tizim sifatida faoliyat yuritadi. Maqsad mazmunni belgilaydi, mazmun tegishli metod va vositalarni tanlashni talab qiladi, metodlar ta’lim jarayonini tashkil etadi, baholash esa kutilayotgan natijalarga erishilganlik darajasini aniqlaydi [6]. Shunday qilib, modelning samaradorligi uning alohida elementlari bilan emas, balki ularning o‘zaro integratsiyasi bilan belgilanadi.

Tadqiqot natijalaridan oliy ta’lim muassasalarida “Intellektual o‘lchash asboblari” fanini o‘qitish mazmunini takomillashtirishda foydalanish mumkin.

Birinchi navbatda, fan bo‘yicha o‘quv-metodik majmualarni raqamlashtirish va zamonaviy intellektual texnologiyalar bilan boyitish imkoniyati yaratiladi.

Ikkinchidan, talabalarning mustaqil ishlashini tashkil etish uchun raqamli topshiriqlar bankini yaratish mumkin.

Uchinchidan, virtual laboratoriya mashg‘ulotlarini joriy etish orqali o‘lchash jarayonlarini modellashtirish imkoniyati kengayadi.

To‘rtinchidan, sun’iy intellekt asosidagi vositalardan foydalanib, talabalarning individual ta’lim trayektoriyalarini shakllantirish mumkin.

Beshinchidan, ishlab chiqarish korxonalari bilan hamkorlikda real metrologik muammolarga asoslangan loyiha topshiriqlarini ishlab chiqish mumkin.

Tadqiqot loyihasida mazkur natijalar o‘quv-metodik majmualarni yaratish, o‘quv dasturlarini takomillashtirish, raqamli ta’lim resurslarini ishlab chiqish hamda malaka oshirish va qayta tayyorlash tizimiga joriy etish imkoniyatlari bilan bog‘langan.

Sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalarining rivojlanishi bo‘lajak metrologik muhandislarni tayyorlash mazmuni va metodikasini takomillashtirishni talab qilmoqda. Zamonaviy metrologik muhandis nafaqat o‘lchash vositalarining ishlash prinsiplarini bilishi, balki raqamli texnologiyalar, ma’lumotlarni qayta ishlash, intellektual tizimlar va analitik vositalardan foydalanish kompetensiyalariga ham ega bo‘lishi kerak. Tadqiqot natijasida bo‘lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini rivojlantirishning pedagogik modeli ishlab chiqishning nazariy-metodik asoslari yoritildi. Model maqsadli, mazmuniy, jarayonli, texnologik va baholash komponentlarining o‘zaro uzviy bog‘liqligiga asoslanadi [7].

“Intellektual o‘lchash asboblari” fanini o‘qitishda sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalaridan foydalanish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, o‘lchash ma’lumotlarini tahlil qilish, muammoli vaziyatlarni hal qilish va innovatsion fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi. Kasbiy kompetentlikni rivojlantirishning samaradorligi kompetensiyaviy, tizimli, integrativ, faoliyatga yo‘naltirilgan va shaxsga yo‘naltirilgan yondashuvlarning integratsiyasi, raqamli ta’lim resurslaridan foydalanish, amaliyotga yo‘naltirilgan topshiriqlarni tashkil etish va ko‘p mezonli baholash tizimini joriy etish bilan bog‘liq. Shu bilan birga, taklif etilayotgan metodik tizimning to‘liq samaradorligini aniqlash uchun pedagogik tajriba-sinov ishlarini tashkil etish, nazorat va tajriba guruhlari natijalarini taqqoslash hamda matematik-statistik usullar asosida xulosalar chiqarish zarur. Tadqiqot loyihasida ham ushbu yo‘nalish alohida vazifa sifatida belgilangan.

Xulosa. Umuman olganda, sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalarini metrologik ta’limga integratsiyalash bo‘lajak muhandislarning zamonaviy kasbiy faoliyatga tayyorgarligini oshirish, raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish va mehnat bozorining yangi talablariga mos mutaxassislarni tayyorlash uchun muhim pedagogik imkoniyat yaratadi.

Adabiyotlar:

1. 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.

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

3. Hamidov J.A., Murodova A.Y. 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.

4. Murodova A.Y. Bo‘lajak muhandislarni kasbiy faoliyatga tayyorlashning modelini yaratish // “Экономика социум” Журнал 09.02.2024 №2(117) 2024.

5. 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.

6. 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.

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

8. 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. (13.00.00; № 23)

9. 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)

10. Murodova A.Y. Virtualization in the training of engineers as a factor of increasing scientific efficiency //Academic Research Journal 2023. – Volume 1 Issue 7 IF-7.4 – P. 184-189.