

BO‘LAJAK METROLOGIK MUHANDISLARNING RAQAMLI KOMPETENSIYASINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART- SHAROITLARI

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦИФРОВОЙ КОМПЕТЕНЦИИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-МЕТРОЛОГОВ

PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR DEVELOPING DIGITAL COMPETENCE OF FUTURE METROLOGY ENGINEERS

Murodova Aziza Yorqin qizi

Jizzax politexnika instituti

“Metrologiya va standartlashtirish” kafedrası p.f.f.d., v.b. dotsent

azizamurodova664@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada raqamli transformatsiya sharoitida bo‘lajak metrologik muhandislarning raqamli kompetensiyasini shakllantirishning pedagogik shart-sharoitlari ilmiy-metodik jihatdan yoritilgan. Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida raqamli o‘lchash tizimlari, intellektual sensorlar, avtomatlashtirilgan nazorat vositalari, ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash, sun’iy intellekt va Internet of Things texnologiyalaridan foydalanishning kengayishi metrologik muhandislarni tayyorlash mazmuniga yangi talablarni qo‘ymoqda.

Kalit so‘zlar: metrologiya, metrologik muhandis, raqamli kompetensiya, kasbiy kompetentlik, raqamli o‘lchash texnologiyalari, sun’iy intellekt, intellektual sensor, virtual laboratoriya, raqamli ta’lim, pedagogik shart-sharoit.

Аннотация. В данной статье научно и методологически освещаются педагогические условия формирования цифровой компетентности будущих инженеров-метрологов в контексте цифровой трансформации. Расширение использования цифровых измерительных систем, интеллектуальных датчиков, средств автоматизированного управления, цифровой обработки данных, искусственного интеллекта и технологий Интернета вещей в современных производственных процессах предъявляет новые требования к содержанию подготовки инженеров-метрологов.

Ключевые слова: метрология, инженер-метролог, цифровая компетентность, профессиональная компетентность, цифровые измерительные технологии, искусственный интеллект, интеллектуальные датчики, виртуальная лаборатория, цифровое образование, педагогические условия.

Abstract. This article scientifically and methodologically highlights the pedagogical conditions for the formation of digital competence of future metrological engineers in the context of digital transformation. The expansion of the use of digital

measuring systems, intelligent sensors, automated control tools, digital data processing, artificial intelligence and Internet of Things technologies in modern production processes imposes new requirements on the content of training metrological engineers.

Keywords: *metrology, metrology engineer, digital competence, professional competence, digital measurement technologies, artificial intelligence, intelligent sensors, virtual laboratory, digital education, pedagogical conditions.*

Bugungi kunda jamiyatning barcha sohalarida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi mutaxassislarni tayyorlash tizimiga ham sezilarli ta'sir ko'rsatmoqda. Ayniqsa, muhandislik ta'limida raqamli kompetensiyaga ega bo'lgan, zamonaviy texnologiyalarni kasbiy faoliyat bilan bog'lay oladigan va raqamli ma'lumotlar asosida mustaqil qaror qabul qila oladigan mutaxassislarni tayyorlash muhim vazifaga aylanmoqda. Metrologiya sohasi ham mazkur jarayondan mustasno emas. Zamonaviy ishlab chiqarishda o'lchash jarayonlari tobora ko'proq raqamli tizimlar, aqlli sensorlar, avtomatlashtirilgan nazorat vositalari va dasturiy ta'minotlar bilan integratsiyalashmoqda. Natijada metrologik muhandisning kasbiy faoliyati an'anaviy o'lchash vositalaridan foydalanish bilan cheklanib qolmasdan, raqamli ma'lumotlarni yig'ish, saqlash, qayta ishlash, tahlil qilish va ular asosida tegishli qarorlar qabul qilishni ham o'z ichiga olmoqda.

Raqamli iqtisodiyot sharoitida bo'lajak metrologik muhandislarning kasbiy faoliyati ko'p funksiyali va kompleks kompetensiyalarni talab qiladi. Ular zamonaviy o'lchash vositalaridan foydalanish, o'lchash natijalarini raqamli qayta ishlash, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, tahliliy va innovatsion fikrlash kabi ko'nikmalarni egallashi zarur. Shu jihatdan raqamli kompetensiyani kasbiy kompetentlikning tarkibiy qismi sifatida shakllantirish muhim ilmiy-pedagogik muammo hisoblanadi. Tadqiqot loyihasida oliy ta'lim muassasalarida "Metrologiya va standartlashtirish" hamda "Metrologiya, standartlashtirish va sifatni boshqarish" yo'nalishlarida tahsil olayotgan bo'lajak metrologik muhandislarning kasbiy kompetentligini shakllantirish va rivojlantirishga yo'naltirilgan ta'lim jarayoni tadqiqot obyekti sifatida belgilangan. Mazkur maqolaning maqsadi bo'lajak metrologik muhandislarning raqamli kompetensiyasini shakllantirishga xizmat qiluvchi asosiy pedagogik shart-sharoitlarni aniqlash va ularning mazmunini ilmiy-metodik jihatdan asoslashdan iborat.

Raqamli kompetensiya zamonaviy mutaxassisning raqamli texnologiyalarni maqsadli, xavfsiz va samarali qo'llay olish qobiliyatini ifodalaydi. Metrologik muhandis uchun bu tushuncha umumiy raqamli savodxonlikdan ko'ra kengroq mazmunga ega. Chunki metrologik faoliyatda raqamli vositalardan foydalanish bevosita o'lchash jarayonlari bilan bog'langan. Muhandis o'lchash vositasining raqamli interfeysidan foydalanish, olingan ma'lumotlarni kompyuterga uzatish, ularni

qayta ishlash, grafik va jadval ko'rinishida ifodalash, o'lchash natijalaridagi o'zgarishlarni tahlil qilish hamda xatoliklarni aniqlash qobiliyatiga ega bo'lishi kerak. Shu sababli bo'lajak metrologik muhandisning raqamli kompetensiyasini quyidagi tarkibiy qismlardan iborat integrallashgan sifat sifatida qarash mumkin:

axborot komponenti — raqamli ma'lumotlarni izlash, yig'ish, saralash va saqlash;

texnologik komponent — raqamli o'lchash vositalari, dasturiy ta'minot va elektron platformalardan foydalanish;

analitik komponent — o'lchash ma'lumotlarini tahlil qilish va ulardan xulosa chiqarish;

kommunikativ komponent — raqamli muhitda axborot almashish va hamkorlik qilish;

innovatsion komponent — yangi raqamli texnologiyalarni o'rganish va kasbiy faoliyatga tatbiq etish;

refleksiv komponent — o'zining raqamli bilim va ko'nikmalarini baholash hamda takomillashtirish.

Mazkur komponentlarning shakllanishi bo'lajak muhandisni zamonaviy metrologik faoliyatga tayyorlashning muhim sharti hisoblanadi.

An'anaviy metrologik ta'limda asosiy e'tibor o'lchash nazariyasi, fizik kattaliklar, o'lchash vositalarining tuzilishi va metrologik tavsiflarini o'rganishga qaratiladi. Bunday bilimlar muhim bo'lsa-da, raqamlashtirilgan ishlab chiqarish sharoitida ularning o'zi yetarli emas. Hozirgi ishlab chiqarishda o'lchash vositalari ko'pincha avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga ulangan bo'ladi. Sensorlardan kelayotgan ma'lumotlar elektron shaklda qayta ishlanadi va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda foydalaniladi. Demak, metrologik muhandis:

- raqamli o'lchash vositalarini tanlay olishi;
- sensorlardan kelayotgan ma'lumotlarni qabul qila olishi;
- o'lchash ma'lumotlarini raqamli shaklda qayta ishlay olishi;
- o'lchash natijalarini statistik va grafik usullarda tahlil qila olishi;
- raqamli dasturiy vositalardan foydalana olishi;
- intellektual o'lchash tizimlarining imkoniyatlarini tushunishi;
- sun'iy intellektdan foydalanishda olingan natijalarni tanqidiy baholay olishi kerak.

Tadqiqot loyihasida "Intellektual o'lchash asboblari" fanini o'qitish jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalari, aqlli o'lchash tizimlari va raqamli ma'lumotlarni qayta ishlash ko'nikmalarini shakllantirishga yo'naltirilgan metodik ta'minotning yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi muammo sifatida qayd etilgan. Shu sababli raqamli kompetensiyani shakllantirishni alohida pedagogik tizim sifatida tashkil etish talab etiladi.

Bo'lajak metrologik muhandislarning raqamli kompetensiyasini shakllantirish jarayonida quyidagi pedagogik shart-sharoitlarni asosiy deb hisoblash mumkin.

1. Ta'lim mazmunini raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalash. Birinchi shart — metrologik fanlarning mazmunini zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish. O'quv dasturlarida faqat nazariy metrologik tushunchalarni emas, balki raqamli o'lchash tizimlari, sensor texnologiyalari, avtomatlashtirilgan nazorat, ma'lumotlarni qayta ishlash va intellektual o'lchash vositalariga oid mavzularni ham tizimli ravishda yoritish lozim. Bunday integratsiya talabaning o'rganayotgan nazariy bilimlarini zamonaviy kasbiy faoliyat bilan bog'lashiga imkon beradi.

2. Raqamli o'quv-metodik resurslarni yaratish. Ikkinchi muhim shart — metrologiya fanlari bo'yicha raqamli ta'lim resurslarini ishlab chiqish. Elektron darsliklar, videodarslar, interaktiv topshiriqlar, virtual laboratoriyalar, o'lchash jarayonlarini modellashtiruvchi simulyatorlar va elektron testlardan foydalanish ta'lim jarayonining samaradorligini oshirishi mumkin. Raqamli resurslar talabaning mustaqil ishlash imkoniyatlarini kengaytiradi. Talaba o'ziga qulay vaqtda mavzuni qayta ko'rib chiqishi, amaliy topshiriqlarni takroran bajarishi va xatolarini tahlil qilishi mumkin.

3. Virtual laboratoriyalardan foydalanish. Uchinchi shart — o'quv jarayonida virtual laboratoriyalarni qo'llash. Metrologik qurilmalar bilan ishlash ba'zan murakkab, qimmat yoki maxsus xavfsizlik sharoitlarini talab qilishi mumkin. Virtual laboratoriya esa talabaning o'lchash jarayonini xavfsiz raqamli muhitda modellashtirishiga imkon beradi. Masalan, talaba virtual muhitda o'lchash vositasini tanlaydi, o'lchash diapazonini belgilaydi, o'lchash jarayonini amalga oshiradi va natijalarni tahlil qiladi. Bunda virtual laboratoriya real amaliyotni to'liq almashtiruvchi vosita emas, balki real laboratoriya mashg'ulotlarini to'ldiruvchi didaktik vosita sifatida qo'llanishi lozim.

4. Amaliyotga yo'naltirilgan topshiriqlarni tashkil etish. Raqamli kompetensiyani shakllantirish uchun talabaga real kasbiy faoliyatga yaqin vazifalar berilishi kerak. Masalan: "Raqamli harorat sensori orqali olingan o'lchash natijalarida ayrim qiymatlar umumiy tendensiyadan keskin farq qilmoqda. Ushbu ma'lumotlarni tahlil qiling, ehtimoliy sabablarni aniqlang va natijalar bo'yicha xulosa chiqaring." Bunday topshiriq talabaning nafaqat raqamli dastur bilan ishlashini, balki metrologik fikrlashini ham rivojlantiradi.

5. Sun'iy intellekt vositalaridan maqsadli foydalanish. Sun'iy intellekt raqamli kompetensiyani rivojlantirishning zamonaviy vositalaridan biri hisoblanadi.

Metrologiya ta'limida sun'iy intellektdan foydalanish o'lchash ma'lumotlarini tahlil qilish, ma'lumotlardagi qonuniyatlarni aniqlash, o'quv topshiriqlarini individuallashtirish va talabaning mustaqil faoliyatini qo'llab-quvvatlash imkoniyatlarini yaratadi. Biroq talabaga sun'iy intellekt tomonidan berilgan javobni tayyor bilim sifatida qabul qilishga yo'l qo'yilmasligi kerak. Talaba olingan natijani

tekshirishi, uning metrologik asoslanganligini baholashi va mustaqil xulosa chiqarishi zarur. Shu orqali raqamli kompetensiya bilan bir qatorda tanqidiy va tahliliy fikrlash ham rivojlanadi.

6. O'qituvchining raqamli-metodik kompetentligini rivojlantirish. Ta'lim jarayonini raqamlashtirish o'qituvchidan ham yangi kompetensiyalarni talab qiladi. O'qituvchi raqamli platformalar, elektron ta'lim resurslari, virtual laboratoriyalar, interaktiv topshiriqlar va intellektual ta'lim vositalaridan foydalanishni bilishi bilan birga, ularni didaktik maqsadga muvofiq tanlay olishi kerak. Shuning uchun professor-o'qituvchilar uchun raqamli pedagogika, sun'iy intellektdan ta'limda foydalanish va raqamli metrologik vositalar bo'yicha malaka oshirish mashg'ulotlarini tashkil etish maqsadga muvofiq.

7. Kompetensiyaviy baholash tizimini joriy etish. Raqamli kompetensiyani shakllantirish jarayonida baholash faqat nazariy testlar bilan cheklanmasligi kerak. Talaba real raqamli kasbiy vazifani bajara olishi, ma'lumotlarni tahlil qilishi, raqamli vositalardan foydalanishi va mustaqil qaror qabul qilishi baholanishi lozim. Shu asosda baholashning quyidagi mezonlarini taklif qilish mumkin:

Mezon	Ko'rsatkich
Axborot kompetensiyasi	Raqamli ma'lumotlarni izlash va qayta ishlash
Texnologik kompetensiya	Raqamli o'lchash vositalaridan foydalanish
Analitik kompetensiya	O'lchash natijalarini tahlil qilish
Amaliy kompetensiya	Kasbiy raqamli topshiriqlarni bajarish
Innovatsion kompetensiya	Yangi texnologiyalarni qo'llash
Refleksiv kompetensiya	O'z faoliyatini baholash

Raqamli kompetensiyani shakllantirish jarayonini shartli ravishda to'rt bosqichga ajratish mumkin.

Birinchi bosqich — diagnostik bosqich. Unda talabalarning boshlang'ich raqamli tayyorgarligi aniqlanadi.

Ikkinchi bosqich — motivatsion-nazariy bosqich. Talabalarda raqamli texnologiyalardan foydalanishga qiziqish shakllantiriladi va zarur nazariy bilimlar beriladi.

Uchinchi bosqich — amaliy-texnologik bosqich. Talabalar raqamli o'lchash vositalari, virtual laboratoriyalar, ma'lumotlarni qayta ishlash vositalari va intellektual texnologiyalar bilan ishlaydi.

To'rtinchi bosqich — refleksiv-baholash bosqichi. Talabaning raqamli kompetensiyasi belgilangan mezonlar asosida baholanadi va keyingi rivojlanish yo'nalishlari belgilanadi.

Mazkur bosqichlarning uzviyligi ta'lim jarayonining tizimlilikini ta'minlaydi.

“Intellektual o‘lchash asboblari” fani raqamli kompetensiyani shakllantirish uchun ayniqsa qulay metodik imkoniyatlarga ega. Mazkur fan doirasida talabalarga:

- intellektual sensorlarning ishlash prinsipi;
- raqamli o‘lchash tizimlari;
- o‘lchash ma’lumotlarini yig‘ish;
- ma’lumotlarni raqamli qayta ishlash;
- o‘lchash natijalarini grafik tasvirlash;
- o‘lchash xatoliklarini aniqlash;
- avtomatlashtirilgan nazorat;
- sun’iy intellekt elementlaridan foydalanish kabi yo‘nalishlarda amaliy topshiriqlar berish mumkin.

Bo‘lajak metrologik muhandislarning raqamli kompetensiyasini shakllantirish masalasini faqat texnik ko‘nikmalarni rivojlantirish sifatida baholash to‘g‘ri emas. Chunki raqamli kompetensiya o‘z tarkibida axborotni izlash, undan foydalanish, tahlil qilish, texnologik vositalarni tanlash, muammoni hal qilish va o‘z faoliyatini baholash kabi jarayonlarni birlashtiradi. Shu sababli ta’lim jarayonida raqamli texnologiyalardan foydalanishning o‘zi yetarli shart emas. Muhimi, ushbu texnologiyalar talabaning kasbiy faoliyatiga yo‘naltirilgan bo‘lishi kerak. Masalan, oddiy kompyuter dasturidan foydalanish talabaning umumiy raqamli savodxonligini oshirishi mumkin. Ammo o‘lchash natijalarini dastur yordamida tahlil qilish, o‘lchash xatoligini aniqlash va metrologik qaror chiqarish uning kasbiy raqamli kompetensiyasini rivojlantiradi. Demak, raqamli kompetensiyani shakllantirishda “texnologiya — topshiriq — kasbiy vaziyat — tahlil — xulosa” ketma-ketligini ta’minlash muhim. Tadqiqot loyihasida ham metodik tizim tarkibiga kompetensiyaviy model, pedagogik shart-sharoitlar, intellektual o‘qitish vositalari, raqamli ta’lim resurslari va ko‘p mezonli diagnostik-baholash mexanizmlarini kiritish zarurligi asoslangan.

Raqamli transformatsiya sharoitida bo‘lajak metrologik muhandislarni tayyorlashda raqamli kompetensiyani shakllantirish zamonaviy muhandislik ta’limining muhim vazifalaridan biridir. Tadqiqot natijasida raqamli kompetensiyani shakllantirishning yettita asosiy pedagogik sharti ajratildi: ta’lim mazmunini raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalash, raqamli o‘quv-metodik resurslarni yaratish, virtual laboratoriyalardan foydalanish, amaliyotga yo‘naltirilgan topshiriqlarni tashkil etish, sun’iy intellekt vositalaridan maqsadli foydalanish, o‘qituvchining raqamli-metodik kompetentligini rivojlantirish hamda kompetensiyaviy baholash tizimini joriy etish. Ushbu shartlarning o‘zaro uyg‘unligi bo‘lajak metrologik muhandislarning raqamli texnologiyalardan kasbiy maqsadlarda foydalanish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi.

“Intellectual o‘lchash asboblari” fanining mazmuni mazkur kompetensiyani shakllantirish uchun katta imkoniyatlarga ega. Chunki fan doirasida raqamli o‘lchash vositalari, intellektual sensorlar, ma’lumotlarni qayta ishlash, avtomatlashtirilgan nazorat va sun’iy intellekt texnologiyalarini o‘zaro integratsiyalash mumkin. Shuningdek, raqamli kompetensiyani shakllantirish jarayonida talabanning faqat texnologiyadan foydalanish ko‘nikmasini emas, balki olingan ma’lumotni tanqidiy tahlil qilish, metrologik nuqtayi nazardan baholash va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatini ham rivojlantirish zarur.

Tadqiqot loyihasida sun’iy intellekt va raqamli o‘lchash texnologiyalariga asoslangan metodik tizimni ishlab chiqish, uning pedagogik shart-sharoitlari va diagnostik-baholash mexanizmlarini takomillashtirish tadqiqotning asosiy yo‘nalishlari sifatida belgilangan. Shunday qilib, bo‘lajak metrologik muhandislarning raqamli kompetensiyasini shakllantirishning samarali pedagogik tizimi zamonaviy raqamli vositalarni ta’lim jarayoniga oddiy kiritish bilan emas, balki ularni kasbiy mazmun, amaliy faoliyat, mustaqil fikrlash va kompetensiyaviy baholash bilan integratsiyalash orqali yaratiladi.

Foydalanilgan 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 и 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 xabarlar, 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.