RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA BO'LAJAK ENERGETIKA MUHANDISLARINING TEXNOLOGIK KOMPETENTLIGI MAZMUNI VA TARKIBIY KOMPONENTLARI

Ismoilov Davron Maxmadaliyevich
Qarshi davlat texnika universiteti
ismoilovd095@gmail.com

Annotatsiya. *Maqolada raqamli transformatsiya sharoitida bo'lajak energetika muhandislarining texnologik kompetentligi tushunchasi mazmuni ochib berilgan va uning tarkibiy komponentlari asoslangan. Energetika sohasidagi raqamli o'zgarishlar (aqlli tarmoqlar, raqamli egizaklar, sanoat interneti, qayta tiklanuvchi energiya manbalari) tahlili asosida texnologik kompetentlikning bilim, faoliyat, raqamli, loyihaviy va shaxsiy-kasbiy komponentlari ajratilgan, ularning mazmuni, ko'rsatkichlari va shakllanganlik darajalari tavsiflangan. Kompetentlikni shakllantirishning pedagogik shart-sharoitlari keltirilgan.*

Kalit so'zlar: *texnologik kompetentlik, energetika muhandisi, raqamli transformatsiya, aqlli tarmoq, raqamli egizak, kompetentli yondashuv, muhandislik ta'limi.*

Аннотация. *В статье раскрыто содержание понятия технологической компетентности будущих инженеров-энергетиков в условиях цифровой трансформации и обоснованы её структурные компоненты. На основе анализа цифровых изменений в энергетике (интеллектуальные сети, цифровые двойники, промышленный интернет, возобновляемые источники энергии) выделены знаниевый, деятельностный, цифровой, проектный и личностно-профессиональный компоненты технологической компетентности, описаны их содержание, показатели и уровни сформированности. Приведены педагогические условия формирования компетентности.*

Ключевые слова: *технологическая компетентность, инженер-энергетик, цифровая трансформация, интеллектуальная сеть, цифровой двойник, компетентностный подход, инженерное образование.*

Abstract. *The article reveals the content of the concept of technological competence of future power engineers in the context of digital transformation and substantiates its structural components. Based on an analysis of digital changes in the energy sector (smart grids, digital twins, the industrial internet, renewable energy sources), the knowledge, activity, digital, project and personal-professional components of technological competence are identified, and their content, indicators and levels of development are described. Pedagogical conditions for developing the competence are presented.*

Keywords: *technological competence, power engineer, digital transformation, smart grid, digital twin, competence-based approach, engineering education.*

Kirish. Energetika — iqtisodiyotning barcha tarmoqlari faoliyatini ta'minlovchi bazaviy soha bo'lib, u so'nggi yillarda chuqur texnologik o'zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Aqlli elektr tarmoqlari (smart grid), raqamli egizaklar, sanoat interneti (IIoT), sun'iy intellektga asoslangan bashoratli diagnostika, quyosh va shamol elektr stansiyalarining keng joriy etilishi energetika muhandisi kasbining mazmunini tubdan o'zgartirdi [1; 2]. O'zbekistonda "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasi va 2030-yilgacha "yashil" iqtisodiyotga o'tish strategiyasi doirasida energetika sohasini raqamlashtirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalari ulushini oshirish va energiya samaradorligini ta'minlash ustuvor vazifa etib belgilangan [3; 4].

Bunday sharoitda oliy ta'lim muassasalari oldida raqamli texnologiyalar bilan ishlashga tayyor, yangi uskuna va dasturiy vositalarni tez o'zlashtira oladigan, texnologik jarayonlarni loyihalash va boshqarishga qodir energetika muhandislarini tayyorlash vazifasi turadi. Ammo pedagogik adabiyotlarda "texnologik kompetentlik" tushunchasi turlicha talqin etilib, uning energetika muhandisi kasbiga xos mazmuni va tarkibi yetarlicha aniqlanmagan. Mazkur maqolaning maqsadi — raqamli transformatsiya sharoitida bo'lajak energetika muhandislarining texnologik kompetentligi mazmunini ochib berish va uning tarkibiy komponentlarini asoslash.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqotda me'yoriy-huquqiy hujjatlar, kasb standartlari va oliy ta'lim davlat ta'lim standartlarini tahlil qilish, ilmiy-pedagogik adabiyotlarni qiyosiy o'rganish, kompetentlik tarkibini modellashtirish va umumlashtirish metodlari qo'llanildi. Nazariy asos sifatida kompetentli yondashuv [5; 6], muhandislik ta'limining CDIO (Conceive – Design – Implement – Operate) konsepsiyasi [7] hamda raqamli kompetentlikning DigComp modeli [8] qabul qilindi.

Asosiy qism. Kompetentli yondashuv doirasida kompetentlik — shaxsning bilim, ko'nikma, tajriba va shaxsiy sifatlarini muayyan faoliyat sohasida samarali qo'llash qobiliyati sifatida tushuniladi [5; 6]. "Texnologik kompetentlik" tushunchasi esa mutaxassisning texnologik jarayonlarni tushunish, loyihalash, amalga oshirish, nazorat qilish va takomillashtirish bo'yicha integrativ qobiliyatini anglatadi. Energetika muhandisiga nisbatan bu tushuncha energiya ishlab chiqarish, uzatish, taqsimlash va iste'mol qilish texnologiyalari bilan bog'liq bo'lib, raqamli transformatsiya sharoitida u an'anaviy texnik bilimlarga raqamli vositalar va ma'lumotlar bilan ishlash qobiliyatini qo'shadi.

Energetika sohasidagi raqamli transformatsiyaning asosiy yo'nalishlari tahlili shuni ko'rsatdiki, zamonaviy energetika muhandisi quyidagi texnologiyalar bilan ishlashga tayyor bo'lishi lozim: aqlli tarmoqlar va aqlli hisoblagichlar; SCADA va energiyani boshqarish tizimlari (EMS); uskunalarning raqamli egizaklari va bashoratli texnik xizmat ko'rsatish; qayta tiklanuvchi manbalarni tarmoqqa integratsiya qilish va energiya saqlash tizimlari; katta hajmdagi ma'lumotlar tahlili va sun'iy intellekt vositalari; kiberxavfsizlik talablari [1; 2; 9]. Ushbu yo'nalishlar bo'lajak muhandisning texnologik kompetentligi mazmunini belgilaydi.

Tahlil natijasida bo'lajak energetika muhandisi texnologik kompetentligining besh tarkibiy komponenti ajratildi. *Bilim komponenti* fundamental (fizika, elektrotexnika, issiqlik texnikasi), umumkasbiy (elektr stansiyalari va tarmoqlari, energiya tizimlari rejimlari) va raqamli (ma'lumotlar tuzilmasi, avtomatlashtirish tamoyillari) bilimlar tizimini qamrab oladi. *Faoliyat komponenti* energetika uskunalarini ishlatish, rejimlarni hisoblash, texnologik jarayonlarni nazorat qilish va nosozliklarni bartaraf etish ko'nikmalarini o'z ichiga oladi. *Raqamli komponent* ixtisoslashgan dasturiy vositalar (modellashtirish va hisoblash paketlari, SCADA-interfeyslar), ma'lumotlarni yig'ish, tahlil qilish va vizuallashtirish, raqamli xavfsizlik qoidalariga rioya qilish qobiliyatini ifodalaydi. *Loyihaviy komponent* texnologik yechimlarni loyihalash, variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash, energiya samaradorligi va ekologik talablarni hisobga olish, loyihani jamoada amalga oshirish ko'nikmalarini bildiradi. *Shaxsiy-kasbiy komponent* texnologik mas'uliyat, xavfsizlik madaniyati, uzluksiz o'rganishga tayyorlik, innovatsiyalarga ochiqlik va kasbiy etikani qamrab oladi (1-jadval).

1-jadval. Bo'lajak energetika muhandisi texnologik kompetentligining tarkibiy komponentlari

Komponent	Mazmuni	Ko'rsatkichlari

Bilim	Fundamental, umumkasbiy va raqamli bilimlar tizimi	Bilimlarning to'liqligi, tizimliligi, amaliy vaziyatga ko'chirila olishi
Faoliyat	Uskunalarni ishlatish, rejimlarni hisoblash, nazorat qilish	Texnologik masalalarni me'yoriy talablarga muvofiq mustaqil yechish sifati
Raqamli	Ixtisoslashgan dasturiy vositalar va ma'lumotlar bilan ishlash	Raqamli vositalarni tanlash va qo'llash, ma'lumotlarni tahlil qilish darajasi
Loyihaviy	Texnologik yechimlarni loyihalash va asoslash	Loyiha yechimining texnik, iqtisodiy va ekologik asoslanganligi
Shaxsiy-kasbiy	Mas'uliyat, xavfsizlik madaniyati, o'z-o'zini rivojlantirish	Xavfsizlik va etika me'yorlariga rioya qilish, o'rganishga tayyorlik

Komponentlar o'zaro uzviy bog'liq bo'lib, integrativ tarzda namoyon bo'ladi: masalan, aqlli tarmoqda nosozlikni bartaraf etish bilim (tarmoq rejimlari), faoliyat (o'lchash va kommutatsiya), raqamli (SCADA ma'lumotlarini tahlil qilish), loyihaviy (yechim variantini tanlash) va shaxsiy-kasbiy (xavfsizlik qoidalari) komponentlarini bir vaqtda talab qiladi. Har bir komponent bo'yicha shakllanganlikning uch darajasi ajratildi: *reproduktiv* (namuna asosida bajarish), *produktiv* (tanish sharoitda mustaqil qo'llash) va *ijodiy* (yangi sharoitda texnologik yechimni mustaqil loyihalash va takomillashtirish).

Texnologik kompetentlikni shakllantirishning pedagogik shart-sharoitlari sifatida quyidagilar aniqlandi: fan dasturlari mazmunini sohadagi raqamli texnologiyalar bilan muntazam yangilab borish; laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarda virtual stendlar, simulyatorlar va raqamli egizaklardan foydalanish; loyihaga asoslangan ta'limni CDIO tamoyillari bo'yicha tashkil etish [7]; ishlab chiqarish korxonalari bilan hamkorlikda dual ta'lim va amaliyotni yo'lga qo'yish; talabalarning raqamli kompetentligini DigComp modeli asosida diagnostika qilish va rivojlantirish [8]. Bu shart-sharoitlar birgalikda talabani texnologiyalarning passiv o'rganuvchisidan ularni faol qo'llovchi va rivojlantiruvchi mutaxassisga aylantiradi.

Xulosa. Raqamli transformatsiya sharoitida bo'lajak energetika muhandisining texnologik kompetentligi — energiya ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish texnologiyalarini raqamli vositalar yordamida tushunish, loyihalash, amalga oshirish va takomillashtirishga qaratilgan integrativ kasbiy sifat bo'lib, u bilim, faoliyat, raqamli, loyihaviy va shaxsiy-kasbiy komponentlardan tashkil topadi. Taklif etilgan tarkib va ko'rsatkichlar tizimi

energetika yo'nalishidagi ta'lim dasturlarini loyihalash, o'quv fanlari mazmunini yangilash va talabalar kompetentligini diagnostika qilish uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin. Keyingi tadqiqotlar ushbu komponentlarni shakllantirish metodikasini ishlab chiqish va tajriba-sinovdan o'tkazishga qaratiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. – Geneva: World Economic Forum, 2016. – 184 p.

2. International Energy Agency. Digitalization and Energy. – Paris: IEA, 2017. – 188 p.

3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmoni // Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrdagi PQ-436-son "O'zbekiston Respublikasining 2030-yilgacha yashil iqtisodiyotga o'tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida"gi qarori // Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

5. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 40 с.

6. Muslimov N.A., Usmonboyeva M.H., Sayfurov D.M., To'rayev A.B. Pedagogik kompetentlik va kreativlik asoslari. – Toshkent: Sano-standart, 2015. – 120 b.

7. Crawley E.F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D.R., Edström K. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. – 2nd ed. – Cham: Springer, 2014. – 311 p.

8. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. – 133 p.

9. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi Farmoni // Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi (lex.uz).

10. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно-ориентированной парадигмы образования // Народное образование. – 2003. – № 2. – С. 58–64.