

O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI JIZZAX FILIALI

ISSN 2181-3884



ZAMONAVIY ILMIY-TEXNIK TADQIQOTLAR

xalqaro jurnali

Vol. 2 No. 3

2026

**International Journal of
Contemporary Scientific
and Technical Research**

**Volume 2 Issue 3
2026**

**Zamonaviy ilmiy-texnik
tadqiqotlar xalqaro jurnali**

**3-son
2026**

**Международный журнал
современных научно-
технических
исследований**

**Том 2 Выпуск 3
2026**



MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING JIZZAX FILIALI

Xalqaro ilmiy-elektron jurnali

Tahrir kengashi raisi:

P.f.d., prof., O.X. Turakulov

Bosh muharrir:

A.A. Abdumalikov

Tahrir kengashi mas'ul kotibi:

D.M. Jomurodov

Tahririyat hay'ati:

1. B.f.d., prof., S. Murodova (O'zMU Jizzax filiali, UZB)
2. P.f.n., prof., S. Usmanov (O'zMU Jizzax filiali, UZB)
3. T.f.n., dos., S. Tavboev (O'zMU Jizzax filiali, UZB)
4. F.f.d., prof., N. Djusupov (O'zDJTU, UZB)
5. T.f.d., dos., S. Ruzimov (TTPU, UZB)
6. P.f.d., prof., G. Lekerova (SKU, KZH)
7. DSc., Ali Coşkan (ASUI, TR)
8. T.f.d., prof., D. Irgasheva (TATU, UZB)
9. T.f.d., prof., I. Siddikov (NRU TIIAME, UZB)
10. T.f.n., dos., S. Eshkabilov (NDU, US)

Zamonaviy ilmiy-texnik tadqiqotlar xalqaro elektron jurnali (International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research) O'zMU Jizzax filiali Kengashining qaroriga asosan tashkil etilib, 2022-yil 9-sentabrda O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan №038200 raqami bilan ro'yxatidan o'tkazilgan, shuningdek davlatlararo standartlar talabi asosida O'zbekiston Milliy kutubxonasidan jurnal uchun 2181-3884 ISSN raqami olingan.

© "O'zMU Jizzax filiali" – 2023

Tahririyat manzili:

130100, Jizzax viloyati, Jizzax shahri,
Sh.Rashidov Shox ko'chasi, 259-uy.

IOT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANGAN HOLDA TALABALARNING PROFESSIONAL KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH

Abdullayev Baxtiyor Panji o'g'li

Termiz davlat universiteti, katta o'qituvchi.

Аннотатсия.

Sanoatning raqamli transformatsiyasi va Sanoat 4.0 konsepsiyalarining tarqalishi muhandislik mutaxassisligi talabalarining kasbiy tayyorgarligini oshirishni taqozo etadi. Narsalar interneti (IoT) kelajakdagi mutaxassislar uchun nazariy, dasturiy, apparat va loyihaga asoslangan o'qitishni integratsiyalash imkonini beruvchi istiqbolli texnologiyadir. Ushbu tadqiqotning maqsadi talabalarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish uchun IoT texnologiyalarining pedagogik salohiyatini aniqlash va ularni ta'lim jarayoniga integratsiya qilish uchun strukturaviy-metodologik yondashuvni ishlab chiqishdir. Tadqiqot Scopusda indekslangan va IoT ta'limi, loyihaga asoslangan o'qitish, masofaviy laboratoriyalar, Sanoat 4.0 hamda muhandislik kadrlarini amaliy tayyorlashga bag'ishlangan ilmiy nashrlarning qiyosiy va mazmuniy tahliliga asoslangan. Kasbiy tayyorgarlikda IoTdan samarali foydalanish individual qurilmalar yoki dasturiy platformalarni o'rganishga emas, balki talabalarining "ma'lumotlarni yig'ish – uzatish – qayta ishlash – tahlil – qaror qabul qilish – obyektни boshqarish" integratsiyalashgan siklini yakunlashiga asoslangan bo'lishi kerakligi aniqlandi. O'tkazilgan tahlil asosida professional kompetensiyaning texnik-tizimli, dasturiy-tahliliy, axborot-tarmoq, loyiha-tadqiqot va kommunikativ-refleksiv komponentlari aniqlandi. Ularni rivojlantirish uchun diagnostik-motivatsion, instrumental-texnologik, loyiha-integratsion va baholash-refleksiv bosqichlarini o'z ichiga olgan to'rt bosqichli model taklif qilindi. IoTni loyihaga asoslangan o'qitish, amaliy laboratoriyalar, bulutli platformalar, ma'lumotlarni tahlil qilish texnologiyalari va mashinaviy o'qitish elementlari bilan integratsiyalashning maqsadga muvofiqligi asoslandi.

Kalit so'zlar: narsalar interneti, IoT, professional kompetensiya, texnik ta'lim, muhandislik ta'limi, Sanoat 4.0, loyihaga asoslangan o'qitish, raqamli kompetensiya, masofaviy laboratoriya, professional tayyorgarlik.

РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ IOT

Абдуллаев Бахтиёр Панжи угли

Термезский государственный университет, старший преподаватель.

Аннотация.

Цифровая трансформация промышленности и распространение концепции «Индустрия 4.0» обуславливают необходимость повышения уровня профессиональной подготовки студентов инженерных специальностей. Интернет вещей (IoT) представляет собой перспективную технологию, позволяющую интегрировать теоретическое, программное, аппаратное и проектно-ориентированное обучение будущих специалистов. Цель исследования заключается в определении педагогического потенциала технологий IoT для развития профессиональных компетенций студентов и разработке структурно-методологического подхода к их интеграции в образовательный процесс. Исследование основано на сравнительном и содержательном анализе научных публикаций, индексируемых в Scopus и посвящённых обучению IoT, проектному обучению, удалённым лабораториям, Индустрии 4.0 и практической подготовке инженерных кадров. Установлено, что эффективное использование IoT в профессиональной подготовке должно основываться не на изучении отдельных устройств или программных платформ, а на освоении студентами интегрированного цикла «сбор данных – передача – обработка – анализ – принятие решений – управление объектом». На основе проведённого анализа определены техническо-системный, программно-аналитический, информационно-сетевой, проектно-исследовательский и коммуникативно-

рефлексивный компоненты профессиональной компетентности. Для их развития предложена четырёхэтапная модель, включающая диагностико-мотивационный, инструментально-технологический, проектно-интеграционный и оценочно-рефлексивный этапы. Обоснована целесообразность интеграции IoT с проектным обучением, практическими лабораториями, облачными платформами, технологиями анализа данных и элементами машинного обучения.

Ключевые слова: Интернет вещей, IoT, профессиональная компетентность, техническое образование, инженерное образование, Индустрия 4.0, проектное обучение, цифровая компетентность, удалённая лаборатория, профессиональная подготовка.

DEVELOPING STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCIES THROUGH THE USE OF IOT TECHNOLOGIES

Abdullayev Baxtiyor Panji o'g'li

Termez State University, Senior Lecturer.

Abstract.

The digital transformation of industry and the widespread adoption of the Industry 4.0 concept require improvements in the professional training of engineering students. The Internet of Things (IoT) is a promising technology that enables the integration of theoretical, software, hardware, and project-based learning for future professionals. The aim of this study is to identify the pedagogical potential of IoT technologies for developing students' professional competencies and to propose a structural and methodological approach to their integration into the educational process. The study is based on a comparative and content analysis of Scopus-indexed scientific publications addressing IoT education, project-based learning, remote laboratories, Industry 4.0, and the practical training of engineering professionals. The findings indicate that the effective use of IoT in professional training should focus not on studying individual devices or software platforms, but on enabling students to complete the integrated cycle of "data collection – transmission – processing – analysis – decision-making – object control." Based on the analysis, five components of professional competence were identified: technical-systemic, software-analytical, information-network, project-research, and communicative-reflective. A four-stage model comprising diagnostic-motivational, instrumental-technological, project-integration, and assessment-reflective stages is proposed for their development. The study substantiates the effectiveness of integrating IoT with project-based learning, practical laboratories, cloud platforms, data analytics technologies, and elements of machine learning.

Keywords: Internet of Things, IoT, professional competence, technical education, engineering education, Industry 4.0, project-based learning, digital competence, remote laboratory, professional training.

Kirish. Oliy muhandislik ta'limi rivojlanishining hozirgi bosqichi kelajakdagi mutaxassislarni asosan fanga asoslangan tayyorlashdan bitiruvchilarga raqamli muhitda real dunyodagi ishlab chiqarish muammolarini hal qilish imkonini beruvchi bir qator professional kompetensiyalarni rivojlantirishga o'tish bilan tavsiflanadi. Zamonaviy korxonaning texnologik muhiti sensor qurilmalari, mikrokontrollerlar, sanoat tarmoqlari, bulutli hisoblash, aqlli ma'lumotlarni tahlil qilish, avtomatlashtirish tizimlari va masofadan boshqarish vositalarini birlashtiradi. Natijada, muhandisning professional ishi fanlararo bo'lib bormoqda.

Bu jarayonda sensorlar, aktuatorlar, dasturiy ta'minot va tarmoq ma'lumotlarini uzatish tizimlari bilan jihozlangan jismoniy obyektlarning o'zaro ta'siri uchun muhitni ifodalovchi Internet buyumlari (IoT) alohida o'rin tutadi. Ta'lim jarayoniga nisbatan IoT nafaqat mustaqil o'rganish sohasi sifatida, balki elektronika, dasturlash, ma'lumotlar tarmoqlari, avtomatlashtirish, bulutli xizmatlar, ma'lumotlarni tahlil qilish va muhandislik tizimlarini loyihalashni birlashtirgan integrativ texnologiya sifatida ham qiziqish uyg'otadi.

Ilmiy adabiyotlar tahlili tadqiqotchilarning oliy ta'limda IoTdan foydalanishga e'tiborining barqaror o'sib borayotganini ko'rsatadi. M. Kassab, J. DeFranco va P. Laplante tomonidan olib borilgan tizimli sharh shuni ko'rsatdiki, IoTdan foydalanish ta'lim muhitini kengaytirishga imkon beradi, shu bilan birga infratuzilma, xavfsizlik, maxfiylik va texnologiyalarni o'quv dasturlariga pedagogik jihatdan asosli integratsiyalash masalalarini hal qiladi [1].

P. Abichandani va boshqalar IoT ta'limi muammosini uchta komponent bo'yicha o'rganadilar: o'quv dasturi mazmuni, pedagogik yondashuvlar va o'quv natijalarini baholash. Ularning tahlili shuni ko'rsatadiki, laboratoriya mashg'ulotlari, ishlab chiqaruvchiga yo'naltirilgan o'rganish, muammoga asoslangan o'rganish va loyihaga asoslangan o'rganish IoT mutaxassislarini tayyorlash uchun ayniqsa muhimdir, chunki IoTning fanlararo tabiatini faqat ma'ruzalar orqali to'liq o'zlashtirib bo'lmaydi [2].

Ushbu muammoning dolzarbligi raqamli sanoat texnologiyalarining tez tarqalishi va universitet o'quv dasturlarini yangilash darajasi o'rtasidagi tafovut bilan yanada kuchayadi. Sanoat 4.0 tadqiqotining bir qismi sifatida o'tkazilgan tadqiqotlar talabalarni o'qitishni IoT, sun'iy intellekt va chekka hisoblash sohalaridagi korxonalarining real dunyodagi muammolari bilan yanada yaqinroq uyg'unlashtirish zarurligini ko'rsatadi [6–8]. D. Stadnicka va boshqalar tomonidan 25 mamlakatdagi 70 ta korxona vakillari ishtirok etgan tadqiqot kelajakdagi mutaxassislarini tayyorlashda e'tiborga olinishi kerak bo'lgan sanoat muammolari va texnologik ehtiyojlarni aniqlashga qaratilgan. Shunday qilib, iqtisodiyotning aqlli ulangan tizimlarni har tomonlama loyihalash va boshqarishga qodir mutaxassislarga bo'lgan ehtiyoji va amaliyotga yo'naltirilgan tegishli vazifalarning ta'lim jarayoniga yetarlicha integratsiya qilinmasligi o'rtasida qarama-qarshilik paydo bo'ladi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot analitik va metodologik xususiyatga ega. Axborot bazasi sifatida 2020–2026-yillardagi ilmiy nashrlar, Scopusda indekslangan jurnallar va ilmiy nashrlarda taqdim etilgan materiallardan foydalanildi. Asosiy tanlov mezonlari tadqiqotning oliy yoki muhandislik ta'limida IoT bilan bevosita bog'liqligi; IoT laboratoriyalari, loyihalari yoki ta'lim platformalarini amaliy qo'llash natijalarining mavjudligi; Sanoat 4.0 kontekstida talab qilinadigan professional bilim va ko'nikmalarni o'rganish; loyihaga asoslangan, amaliyotga yo'naltirilgan yoki masofaviy laboratoriya mashg'ulotlari usullarini ko'rib chiqishdan iborat edi. Tadqiqotda qiyosiy tahlil, kontent tahlili, tizimlashtirish, pedagogik modellashtirish va mavjud tadqiqotlar natijalarini mazmunli taqqoslash usullari qo'llanildi.

Metodologik asos M. Kassab va boshqalar [1], P. Abichandani va boshqalar [2], R. Chen va boshqalar [3], B. Du va boshqalar [4], Đ. Mijailović va boshqalar [5], Ł. Paško va boshqalar [6], G. Dec va boshqalar [7], D. Stadnicka va boshqalar [8], I.A. Ghashim va M. Arshad [9], A.R. Rao va A. Elias-Medina [10], N. Jayachandran va boshqalar [11], S. Amador Nelke va boshqalar [12] hamda V. Guevara va boshqalar [13]ning tadqiqotlari asosida shakllantirildi. Bu yondashuv bizga IoTni nafaqat o'rganish obyekti sifatida, balki talabalarining kasbiy faoliyatini shakllantirishning pedagogik vositasi sifatida ham ko'rib chiqish imkonini berdi.

Tadqiqotning mantiqiy ketma-ketligini ta'minlash uchun tadqiqot bir nechta o'zaro bog'liq bosqichlarga bo'lindi. Birinchi bosqich oliy va muhandislik ta'limida "Internet of Things" — narsalar interneti texnologiyalaridan foydalanishga bag'ishlangan ilmiy nashrlarni tanlash va mazmuniy tahlil qilishni o'z ichiga oldi. Alohida e'tibor IoTni nafaqat texnik texnologiya sifatida, balki talabalarining amaliyotga yo'naltirilgan, loyihaga asoslangan va tadqiqot faoliyatini tashkil etish vositasi sifatida ham o'rganadigan tadqiqotlarga qaratildi. Tahlilda mualliflar tomonidan qo'llaniladigan ta'lim texnologiyalari, apparat va dasturiy ta'minot, laboratoriya va loyiha ishlarini tashkil qilish usullari, o'quv natijalarini baholash usullari va rivojlanishi IoTdan foydalanish bilan bog'liq bo'lgan professional kompetensiyalar hisobga olindi.

Ikkinchi bosqich tanlangan tadqiqotlarning qiyosiy tahlilini o'z ichiga oldi. Olingan ma'lumotlarni tizimlashtirish uchun quyidagi analitik asoslar qo'llanildi: ta'lim jarayonida IoTdan foydalanish maqsadi, talabalarining o'quv faoliyati mazmuni, ishlatilgan raqamli va texnik vositalar, bajarilgan professional yo'naltirilgan topshiriqlarning tabiati, o'qituvchi va talaba o'rtasidagi o'zaro ta'sir shakllari, mustaqil va jamoaviy ishni tashkil qilish usullari va mualliflar tomonidan olingan natijalar. Ushbu yondashuv bizga IoTga yo'naltirilgan o'rganishning talabalarining kasbiy rivojlanishiga ijobiy ta'sirini ta'minlaydigan takrorlanuvchi pedagogik mexanizmlarni aniqlash imkonini berdi.

Kontent tahlili davomida IoT tizimlarini loyihalash va ishlatishda bevosita namoyon bo'ladigan kompetensiyalarga alohida e'tibor qaratildi. Tadqiqot natijalarini umumlashtirish asosida professional kompetensiyaning texnik-tizimli, dasturiy-tahliliy, axborot-tarmoq, loyiha-tadqiqot va kommunikativ-refleksiv komponentlari aniqlandi. Professional kompetensiya nazariy bilimlarni, raqamli texnologiyalarni va muhandislik usullarini murakkab professional muammolarni mustaqil ravishda hal qilish uchun qo'llash qobiliyatida namoyon bo'ladigan integrativ talaba sifati sifatida qaraldi.

Uchinchi bosqichda pedagogik modellashtirish usuli qo'llanildi. Aniqlangan qonuniyatlar asosida IoT texnologiyalaridan foydalangan holda talabalarining professional kompetensiyalarini rivojlantirishning strukturaviy va metodologik modeli ishlab chiqildi. Model professional muhandislik mantig'ini hisobga olgan holda ishlab chiqildi: muammolarni shakllantirish, obyektlarni tahlil qilish, sensorlar va aktuatorlarni tanlash, dasturlash, ma'lumotlarni uzatish va saqlash, qayta ishlash va talqin qilish, qaror qabul qilish, tizimning ishlashini sinovdan o'tkazish va natijalarni baholash. Bu IoTga yo'naltirilgan o'rganishni individual texnik vositalarni o'zlashtirishdan asta-sekin murakkab, professional ahamiyatga ega muammolarni hal qilishga o'tiladigan yaxlit ta'lim jarayoni sifatida konseptualashtirish imkonini berdi.

Turli IoT o'rganish modellarining pedagogik afzalliklarini aniqlash uchun qiyosiy tahlil usuli ham qo'llanildi. An'anaviy laboratoriya mashg'ulotlari, jismoniy uskunalar bilan amaliy ishlar, loyihaga asoslangan o'qitish, masofaviy laboratoriyalar va integratsiyalashgan ta'lim platformalari taqqoslandi. Tahlil talabalar mustaqilligi, dizayn ko'nikmalari, real ma'lumotlar bilan ishlash, jamoaviy ish, professional muloqot va o'z faoliyatini refleksiv baholash salohiyati nuqtayi

nazaridan o'tkazildi.

Bundan tashqari, IoT tizimining individual elementlari va rivojlanayotgan professional ko'nikmalar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun strukturaviy-funksional tahlil usuli qo'llanildi. Sensor qurilmalari bilan ishlash o'lchash ko'nikmalarini rivojlantirish va birlamchi ma'lumotlarni olish vositasi sifatida; mikrokontrollerlarni dasturlash algoritmik va muhandislik fikrlashni rivojlantirish uchun asos sifatida; tarmoq protokollaridan foydalanish axborot-tarmoq kompetensiyasini rivojlantirish vositasi sifatida; ma'lumotlarni qayta ishlash va vizualizatsiya analitik ko'nikmalarni rivojlantirish vositasi sifatida; to'liq IoT tizimini loyihalash esa ushbu komponentlarni yaxlit professional faoliyatga integratsiya qilish uchun zarur shart sifatida ko'rib chiqildi.



1-rasm. IoT ta'lim tadqiqotining metodologik dizayni

Natijalarni umumlashtirish uchun tasniflash va tizimlashtirish usullari qo'llanildi. Ushbu usullar asosida IoT texnologiyalaridan pedagogik foydalanishning asosiy yo'nalishlari aniqlandi va ularni texnik universitetning o'quv jarayoniga samarali integratsiya qilish shartlari shakllantirildi. Bu shartlar o'quv topshiriqlarining fanlararo tabiati, faoliyatning amaliy yo'nalishi, loyihalarning professional kontekstualizatsiyasi, tobora murakkablashib borayotgan

vazifalar, real yoki masofadan turib kirish mumkin bo'lgan texnik obyektlardan foydalanish, axborot xavfsizligi masalalarini kiritish, shuningdek, IoTni bulut texnologiyalari, ma'lumotlarni tahlil qilish vositalari va sun'iy intellekt elementlari bilan birlashtirishni o'z ichiga oladi. Shunday qilib, kontent tahlili, qiyosiy tahlil, tizimlashtirish, strukturaviy-funksional tahlil va pedagogik modellashtirish usullarining kombinatsiyasi bizga nafaqat ta'lim amaliyotida narsalar internetini qo'llash bo'yicha mavjud tajribani umumlashtirish, balki talabalarning IoTga yo'naltirilgan faoliyatining tabiati va ularning professional kompetensiyalarini rivojlantirish o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar professional kompetensiya doirasini va IoT texnologiyalaridan foydalangan holda uni rivojlantirishning bosqichma-bosqich modelini ishlab chiqish uchun asos bo'lib xizmat qildi.

Tadqiqot natijalari. An'anaga ko'ra, texnik fanlar bo'yicha amaliy mashg'ulotlar ko'pincha alohida komponentlarni ketma-ket ishlab chiqishni o'z ichiga oladi: dasturlash, sxemalarni loyihalash, tarmoqlar, ma'lumotlar bazalari va avtomatlashtirish. IoTga yo'naltirilgan o'qitishning asosiy afzalligi bu komponentlarni bitta, amaliy jihatdan tegishli vazifaga integratsiya qilish qobiliyatidir. Hatto nisbatan oddiy IoT tizimini yaratishda ham talabalar boshqariladigan obyekt parametrlarini aniqlashlari, sensorlarni tanlashlari, signallarni olishni tashkil qilishlari, mikrokontrollerni dasturlashlari, ma'lumotlar uzatish kanalini sozlashlari, ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlashni ta'minlashlari, vizualizatsiya interfeysini ishlab chiqishlari va boshqaruv yechimini shakllantirishlari kerak. Shuning uchun IoT o'rganish vazifasining tuzilishi professional muhandislik faoliyatiga yaqin.

B. Du va boshqalar tomonidan IoT muhandisligi mutaxassislarini universitetda tayyorlashga bag'ishlangan tadqiqot ushbu o'qitishning fanlararo xususiyatini namoyish etadi. Tegishli dasturlar apparat dizayni, dasturlash, ma'lumotlarni qayta ishlash, muhandislik fikrlashi va jamoaviy muammolarni hal qilish ko'nikmalarini birlashtirishi kerak [4].

R. Chen va boshqalar IoT Maker kursi uchun PGDCIDE modelini taklif qilishdi, u muammolarni aniqlash, yo'naltirish, loyihalash, muhokama qilish, amalga oshirish, taqdimot va baholashni birlashtiradi. Mualliflar talabalarning bilimlari, innovatsion faoliyati va o'rganishga hissiy jalb etilishida ijobiy dinamikani kuzatdilar, bu STEM va dizaynga asoslangan faoliyatni integratsiyalashning pedagogik imkoniyatini tasdiqladi [3].

Binobarin, IoTning pedagogik salohiyati nafaqat ma'lum bir Arduino, ESP32, Raspberry Pi yoki NodeMCU platformasidan foydalanish bilan, balki professional texnik muammolarni hal qilishning to'liq siklini tashkil qilish qobiliyati bilan ham belgilanadi.

Ko'rib chiqilgan tadqiqotlarni taqqoslash asosida IoTga yo'naltirilgan ta'lim muhitida ishlab chiqilgan professional kompetensiyalarni o'zaro bog'liq beshta komponentga birlashtirish tavsiya etiladi.

1-jadval

IoT vositalari tomonidan shakllantirilgan professional kompetensiya tuzilishi

Kasbiy kompetensiyaning tarkibiy qismi	Talabalarning IoT faoliyati	Rivojlanishning asosiy ko'rsatkichlari
Texnik va tizimli	Sensorlar, mikrokontrollerlar va aktuatorlarni tanlash; IoT tizimi tuzilmasini yaratish	tizim arxitekturasini tushunish; uskunani to'g'ri tanlash; apparat-dasturiy integratsiyani amalga oshirish qobiliyati
Dasturiy ta'minot tahlili	dasturlash qurilmalari, ma'lumotlarni qabul qilish va qayta ishlash, algoritmlarni ishlab chiqish	dasturiy ta'minot yechimining sifati; ma'lumotlarni qayta ishlashning to'g'riligi; natijalarni sharhlash qobiliyati
Axborot va tarmoq	Wi-Fi, MQTT, HTTP, bulutli xizmatlar, ma'lumotlar bazalari va xavfsizlik mexanizmlarini sozlash	barqaror ma'lumotlar uzatilishini tashkil qilish; protokollarni tushunish; axborot xavfsizligi talablariga rioya qilish
Loyiha va tadqiqot	professional muammoni qo'yish, prototip yaratish, sinovdan o'tkazish va optimallashtirish	dizayn mustaqilligi; qarorlarni asoslash; eksperimental tekshirish; tizimni takomillashtirish qobiliyati
Kommunikativ-refleksiv	jamoani rivojlantirish, hujjatlashtirish, taqdimot va loyihani himoya qilish	rollarni taqsimlash; professional muloqot; qarorlarni argumentatsiya qilish; olingan natijani o'z-o'zini baholash

Taklif etilgan tizim IoTning asosiy xususiyatini aks ettiradi: professional vazifa sensorni ulash yoki dasturiy kod yozish bilan tugamaydi. Vakolatli yechim tizimning yagona kompleks sifatida ishlashini nazarda tutadi: "obyekt – sensor – hisoblash qurilmasi – tarmoq – ma'lumotlar – tahlil – qaror – bajarish".

Bu elektrotexnika talabalari uchun IoT-Edu-ML-Stream platformasini ishlab chiqqan N. Jayachandran va

boshqalarning topilmalariga mos keladi. Taklif etilgan tizim IoT, MQTT, oqimli ma'lumotlarni qayta ishlash, katta ma'lumotlar va mashinani o'rganishni birlashtiradi. Mualliflarning baholashi IoT tushunchalarini tushunish va real hayotdagi amaliy ssenariylarni ishlab chiqishda amaliy ko'nikmalarning oshganligini ko'rsatdi [11].

Tahlil qilingan tadqiqotlarning eng izchil natijalaridan biri talabalarining jismoniy yoki masofadan kirish mumkin bo'lgan IoT obyektlari bilan ishlash zaruratidir.

A. R. Rao va A. Elias-Medina Raspberry Pi, tarmoq texnologiyalari, sensorlar va kiberxavfsizlik vositalariga asoslangan laboratoriya mashg'ulotlari to'plamini ishlab chiqdilar. Talabalar apparat va dasturiy ta'minotni birlashtirdilar, ma'lumotlar bazalari bilan ishladilar va SQL inyeaksiyasi va boshqa axborot xavfsizligi ssenariylarini simulyatsiya qildilar. Kursni tugatgandan so'ng, talabalarining kiberxavfsizlikka bo'lgan ishonchini o'rtacha baholashi besh balli shkala bo'yicha 2,5 dan 4,1 gacha oshdi.

Bu natija professional kompetensiyani rivojlantirish mexanizmini tushunish uchun muhimdir. IoT talabalarga dasturiy ta'minot yechimining jismoniy natijalarini kuzatish imkoniyatini beradi. Algoritm, ulanish, tarmoq konfiguratsiyasi yoki ma'lumotlarni qayta ishlashdagi xatolik yaratilgan tizimning xatti-harakatlariga bevosita ta'sir qiladi. Bu nazariy bilim va amaliy muhandislik natijalari uchun mas'uliyat o'rtasida bog'liqlik yaratadi.

Shunga o'xshash yondashuv Đ. Mijailović va boshqalar tomonidan taqdim etilgan. Ta'lim monitoringi tizimini yaratish uchun NodeMCU, sensor tizimlari, MATLAB, ThingSpeak va Virtuino'dan foydalanganlar. Ushbu arxitektura sensorlar, mikrokontroller, bulutli platforma va ma'lumotlarni vizualizatsiya qilishni integratsiyalash imkonini berdi [5].

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, loyihaga asoslangan o'qitish IoT qo'llanilishining eng tabiiy pedagogik shakli hisoblanadi. Talabalar oldindan belgilangan harakatlar ketma-ketligini bajaradigan laboratoriya simulyatsiyasidan farqli o'laroq, IoT loyihasi ochiq muhandislik muammosini o'z ichiga oladi. Masalan, talabalardan sanoat obyektlarining harorati va namligini kuzatish, aqlli yoritishni boshqarish, energiya sarfini boshqarish, texnologik uskunalarning holatini yoki atrof-muhit parametrlarini kuzatish tizimini ishlab chiqish so'ralishi mumkin.

Bu holda, professional faoliyat muammolarini tahlil qilish, talablarni aniqlash, arxitektura dizayni, komponentlarni tanlash, dasturiy ta'minotni ishlab chiqish, aloqa konfiguratsiyasi, ma'lumotlarni to'plash, sinovdan o'tkazish, natijalarni talqin qilish va yechimlarni himoya qilishni o'z ichiga oladi.

Hozirgi tadqiqotlar bunday topshiriqlarni loyihalashda professional sohaning o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olish zarurligini tasdiqlaydi. V. Guevara, M. Tupac-Yupanqui va C. Vidal-Silva 2026-yilda o'tkazilgan tadqiqotda sanoat, atrof-muhit va elektrotexnika talabalari uchun bir xil IoT loyihasi talabalarining natijalarini taqqosladilar va yagona yondashuvning cheklavlarini ta'kidladilar. Natijada, IoT loyihasining texnik yadrosi birlashtirilishi mumkin, uning professional konteksti, murakkabligi va baholash mezonlari esa o'rganishning aniq sohasiga moslashtirilishi kerak [13]. Axborot tizimlari sohasi uchun asosiy e'tibor ma'lumotlar bazalari, bulut arxitekturasi va dasturiy interfeyslarga; avtomatlashtirish uchun sensorlar, aktuatorlar, tartibga solish va SCADAga; energiya uchun iste'molni monitoring qilish, elektr tarmog'i parametrlari va uskunalariga; mexatronika uchun sensorli ma'lumotlar, drayvlar va boshqaruv algoritmlarini integratsiyalashga qaratilishi mumkin.

Tadqiqotning maxsus sohasi masofaviy laboratoriyalarni integratsiyalashdir. Bu an'anaviy virtual laboratoriyalarning muhim kamchiliklaridan birini: haqiqiy jismoniy obyekt bilan o'zaro ta'sirning yo'qligini hal qiladi.

S. Amador Nelke va hammualliflar talabalarga IoT uskunalarini bilan mahalliy yoki masofadan turib o'zaro ta'sir qilish imkonini beruvchi IoTRemoteLab'ni ishlab chiqdilar. Mualliflar ushbu laboratoriyani loyihaga asoslangan o'rganish va texnologiya bilan takomillashtirilgan o'rganish bilan birgalikda o'rganadilar. Ushbu yondashuv apparat, dasturiy ta'minot va dasturlarni birlashtiradi, talabaning joylashuvidan qat'i nazar, yanada qulayroq, amaliy o'rganish uchun sharoit yaratadi [12].

Masofaviy IoT laboratoriyalaridan foydalanish uzoq muddatli tajribalar o'tkazish uchun ayniqsa mos keladi. Ikki soatlik laboratoriya mashg'ulotidan farqli o'laroq, talaba bir necha kun davomida harorat, namlik, tebranish, energiya sarfi yoki boshqa parametrlardagi o'zgarishlarni kuzatishi va to'plangan ma'lumotlar asosida professional tahlilni amalga oshirishi mumkin. Bu ta'lim faoliyatini bir martalik ko'rsatmalarga amal qilishdan dinamik texnik obyektni o'rganishga o'tkazadi. Tahlil natijalariga asoslanib, talabalarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishni to'rtta ketma-ket bosqichda tashkil etish taklif etiladi.

I. Diagnostika va motivatsion bosqich

Dastlab, talabalarining IoT texnologiyalari bilan ishlashga tayyorligi aniqlanadi: ularning dasturlash darajasi, elektronika asoslari, tarmoq texnologiyalari, ma'lumotlar bazalari va algoritmlarni bilishi.

Bu holda, IoTning nazariy ta'rifi bilan emas, balki professional muammo bilan boshlash tavsiya etiladi. Masalan: elektr jihozlarining qizib ketishini masofadan turib qanday aniqlash; ichki havo sifatini avtomatik ravishda qanday kuzatish; operatorning doimiy ishtirokisiz obyektlar holati haqida ma'lumotni qanday olish. Kasbiy yo'naltirilgan muammo motivatsiyani keltirib chiqaradi va talabaga o'rganilayotgan texnologiyalarning maqsadini tushunishga imkon beradi.

II. Instrumental va texnologik bosqich

Ikkinchi bosqichda IoT tizimi komponentlari bilan ishlash uchun asosiy ko'nikmalar rivojlantiriladi. Talabalar sensorlar va aktuatorlarni, mikrokontroller platformalarini, dasturlashni, asosiy ma'lumotlarni uzatish protokollarini,

bulutli xizmatlarni va vizualizatsiya vositalarini o'zlashtiradilar.

Biroq, o'rganish vositalari alohida holda emas, balki kichik, to'liq vazifalar orqali amalga oshirilishi kerak: sensor ma'lumotlarini qabul qilish; MQTT orqali qiymatlarni uzatish; ma'lumotlarni bulutda saqlash; vaqt jadvalini tuzish; boshqaruv signalini yaratish. Bu IoT tizimidagi ma'lumotlar harakati mantig'ini tushunishga yordam beradi.

III. Loyiha integratsiyasi bosqichi

Uchinchi bosqich markaziy bosqichdir. Talabalar keng qamrovli, professional yo'naltirilgan IoT loyihasini yakunlaydilar. Loyiha haqiqiy yoki professional faoliyatga iloji boricha yaqin bo'lgan obyektni, bir nechta o'zaro bog'liq texnologik qatlamlarni va o'lchanadigan natijani o'z ichiga olishi kerak.

Loyiha tuzilishi afzalroq jismoniy obyektni yoki uning modelini; sensor tizimini; mikrokontrollerni yoki chekka qurilmani; aloqa kanalini; ma'lumotlarni saqlashni; dasturiy ta'minotni tahlil qilish modulini; monitoring interfeysini; qaror qabul qilish algoritmini va, agar kerak bo'lsa, aktuatorni o'z ichiga olishi kerak. Aynan shu bosqichda individual bilimlar professional kompetensiyaga integratsiya qilinadi.

IV. Baholash va aks ettirish bosqichi

Yakuniy bosqich nafaqat qurilmaning funksionalligini sinab ko'rishni, balki qabul qilingan qarorni professional baholashni ham o'z ichiga oladi. Talaba arxitektura tanlovini tushuntira olishi, sensorlar va aloqa protokollarini asoslay olishi, ma'lumotlarni sharhlay olishi, yaratilgan tizimning cheklovlarini aniqlay olishi, potensial xavfsizlik xavflarini aniqlashi va yanada takomillashtirish uchun sohalarni taklif qila olishi kerak. Muhim natija — bu o'z muhandislik yechimini tahlil qilish qobiliyatini rivojlantirish, ya'ni professional refleksiya. IoT loyihasi natijalarini qurilmaning o'ziga xos funksionalligiga emas, balki bir qator mezonlarga asosan baholash tavsiya etiladi.

Birinchi mezon talabaning professional muammoni tahlil qilish va yechim arxitekturasini loyihalash qobiliyatini tavsiflaydi. Ikkinchisi yaratilgan apparat va dasturiy ta'minot tizimining texnik to'g'riligini aks ettiradi. Uchinchisi ma'lumotlarni qabul qilish, uzatish, saqlash va tahlil qilish qobiliyatini tavsiflaydi. To'rtinchisi ishonchlik va axborot xavfsizligi bilan bog'liq. Beshinchisi loyiha hujjatlari sifati, jamoaviy ish va natijalarni taqdim etishni aks ettiradi.

Bu yondashuv IoT ta'limining zamonaviy konsepsiyasiga mos keladi, unga ko'ra o'quv dasturi, pedagogika va baholash birgalikda ko'rib chiqilishi kerak [2].

Bu holda, baholashning yakuniy obyekti IoT texnologiyasi haqida yodlangan ma'lumotlar hajmi emas, balki talabaning yangi professional muammoni hal qilish uchun texnologik bilimlar to'plamini mustaqil ravishda qo'llash qobiliyatidir.

Kasbiy yo'naltirilgan o'qitishning asosiy shartlaridan biri bu ishlab chiqilayotgan kompetensiyalarni real texnologik o'zgarishlar bilan uyg'unlashtirishdir.

L. Paško va boshqalarning tadqiqotlari kelajakdagi sanoat ishchilarining IoT, AI va Edge Computing sohasidagi bilim va ko'nikmalarini baholash zarurligini ko'rsatdi [6]. G. Dec va boshqalarning o'qituvchilar nuqtai nazaridan olib borgan tadqiqotida universitet ta'limining o'quv dasturlarini mustahkamlash va yangilashni talab qiladigan sohalari ham aniqlandi [7].

Korxonalarning ehtiyojlarini tahlil qilib, D. Stadnicka va boshqalar ta'lim jarayonini raqamli texnologiyalarni mavhum o'zlashtirishga emas, balki ulardan ma'lum ishlab chiqarish muammolarini hal qilishda foydalanishga qaratish zarurligini ko'rsatdilar [8].

Natijada, agar ta'lim loyihalari professional talab modeliga asoslangan bo'lsa, IoTga yo'naltirilgan o'qitishning samaradorligi oshadi: ishlab chiqarish muammosi → ma'lumotlar → IoT vositalari → analitik yechim → tekshirilishi mumkin bo'lgan muhandislik natijasi. Bu kurs mazmuni va real professional faoliyat tuzilishi o'rtasidagi tafovutni kamaytirishga yordam beradi.

Tahlillar natijasida bir-biri bilan bog'liq bir nechta shartlarni aniqlash imkoni tug'ildi.

Birinchidan, fanlararo kontentni ta'minlash juda muhimdir. IoT loyihasi bir nechta fanlardan olingan bilimlarni birlashtirishi kerak; aks holda, texnologiya bitta mikrokontroller yoki dasturiy ta'minot kutubxonasining amaliy tadqiqotiga aylanadi.

Ikkinchi shart — amaliy mashg'ulotlarning namoyishlardan ustunligi. Talabalar qurilmalarni mustaqil ravishda ulashlari, ularni dasturlashlari, ma'lumotlarni olishlari va tahlil qilishlari hamda xatolarni aniqlashlari kerak.

Uchinchi shart — professional jihatdan tegishli vazifalardan foydalanish. Loyiha kelajakdagi mutaxassisning real hayotdagi faoliyatiga qanchalik yaqin bo'lsa, uning professional kompetensiyani rivojlantirishga ta'siri shunchalik katta.

To'rtinchi shart — o'quv vazifalari murakkabligining asta-sekin o'sishi: individual sensordan qurilmalar tarmog'igacha, mahalliy ma'lumotlarni olishdan bulut tizimigacha, axborot displeyidan aqlli tahlilgacha.

Beshinchi shart — kiberxavfsizlik masalalarini kiritish. Rao va Elias-Medina tomonidan olib borilgan tadqiqot IoTni ma'lumotlarni himoya qilish va tarmoq xavfsizligining amaliy ssenariylari bilan birlashtirishning ta'limiy ahamiyatini ishonchli tarzda namoyish etadi [10]. Va nihoyat, istiqbolli yondashuv — IoTni sun'iy intellekt va ma'lumotlarni tahlil qilish texnologiyalari bilan integratsiyalash. N. Jayachandran va boshqalar tomonidan taqdim etilgan platforma talabalar jismoniy parametrlarni yozib olishdan aqlli yechimlarni yaratishga o'tadigan yagona IoT-Katta ma'lumotlar-ML ta'lim muhitini yaratish imkoniyatini namoyish etadi [11].

Xulosa. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, IoT texnologiyalari texnik sohalarda tahsil olayotgan talabalarning professional

kompetensiyalarini rivojlantirish uchun katta pedagogik salohiyatga ega. Ularning ta'lim jarayonida qo'llanilishi elektronika, dasturlash, tarmoq, ma'lumotlarni qayta ishlash, bulutli xizmatlar va avtomatlashtirish sohasidagi bilim va ko'nikmalarni bitta amaliy faoliyat doirasida birlashtirish imkonini beradi. Alohida fanlarni an'anaviy, alohida o'rganishdan farqli o'laroq, IoTga yo'naltirilgan o'qitish professional jihatdan ahamiyatli muammolarni real muhandislik ishlariga iloji boricha yaqinroq integratsiya qilish uchun sharoit yaratadi.

Ilmiy tadqiqotlar tahlili asosida professional kompetensiyalarning eng samarali rivojlanishi IoT texnologiyalarini loyihaga asoslangan va amaliyotga yo'naltirilgan o'qitish, jismoniy va masofaviy laboratoriyalar, shuningdek, katta ma'lumotlar tahlili va mashinani o'qitish bilan birlashtirish orqali erishilishi aniqlandi. Bunday sharoitda talabalar nafaqat tayyor texnik yechimlardan foydalanuvchilar, balki muammolarni mustaqil ravishda aniqlash, tizim arxitekturasini loyihalash, apparat va dasturiy ta'minotni tanlash, ma'lumotlarni to'plash va uzatishni tashkil qilish, ularni qayta ishlash va xabardor muhandislik qarorlarini qabul qilishga qodir faol ishlab chiquvchilar sifatida ham harakat qilishadi.

Tadqiqotda professional kompetensiyaning texnik tizimlar, dasturiy ta'minot-tahlil, axborot-tarmoq, loyiha-tadqiqot va kommunikativ-refleksiv komponentlari aniqlandi, ular talabalarni IoTga yo'naltirilgan o'quv faoliyatiga izchil jalb qilish orqali rivojlanishi mumkin. Taklif etilayotgan to'rt bosqichli model, jumladan, diagnostika-motivatsion, instrumental-texnologik, loyiha integratsiyasi va baholash-refleksiv bosqichlar individual texnologik vositalarni o'zlashtirishdan murakkab professional muammolarni mustaqil ravishda hal qilishga mantiqiy o'tish imkonini beradi.

Shunday qilib, IoT texnologiyalarining pedagogik qiymati ma'lum mikrokontrollerlar, sensorlar yoki raqamli platformalardan foydalanish bilan emas, balki talabalar professional faoliyatning to'liq siklini boshdan kechiradigan yaxlit ta'lim muhitini yaratish qobiliyati bilan belgilanadi: muammolarni qo'yish va ma'lumotlarni to'plashdan tortib, ma'lumotlarni tahlil qilish, talqin qilish va qaror qabul qilishgacha. IoT texnologiyalarini texnik ta'limga integratsiya qilish nazariy tayyorgarlik va zamonaviy sanoat talablari o'rtasidagi tafovutni bartaraf etishga yordam beradi, o'qitishning amaliy yo'nalishini oshiradi va Industry 4.0 ning raqamli ishlab chiqarish muhitida samarali ishlashga qodir mutaxassislarni tayyorlash uchun sharoit yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kassab M., DeFranco J., Laplante P. A Systematic Literature Review on Internet of Things in Education: Benefits and Challenges // *Journal of Computer Assisted Learning*. – 2020. – Vol. 36, No. 2. – P. 115–127. – DOI: 10.1111/jcal.12383.
2. Abichandani P., Sivakumar V., Lobo D., Iaboni C., Shekhar P. Internet-of-Things Curriculum, Pedagogy, and Assessment for STEM Education: A Review of Literature // *IEEE Access*. – 2022. – Vol. 10. – P. 38351–38369. – DOI: 10.1109/ACCESS.2022.3164709.
3. Chen R., Zheng Y., Xu X., Zhao H., Ren J., Tan H.-Z. STEM Teaching for the Internet of Things Maker Course: A Teaching Model Based on the Iterative Loop // *Sustainability*. – 2020. – Vol. 12, No. 14. – Article 5758. – DOI: 10.3390/su12145758.
4. Du B., Chai Y., Huangfu W., Zhou R., Ning H. Undergraduate University Education in Internet of Things Engineering in China: A Survey // *Education Sciences*. – 2021. – Vol. 11, No. 5. – Article 202. – DOI: 10.3390/educsci11050202.
5. Mijailović Đ., Đorđević A., Stefanovic M., Vidojević D., Gazizulina A., Projović D. A Cloud-Based with Microcontroller Platforms System Designed to Educate Students within Digitalization and the Industry 4.0 Paradigm // *Sustainability*. – 2021. – Vol. 13, No. 22. – Article 12396. – DOI: 10.3390/su132212396.
6. Paśko Ł., Mądział M., Stadnicka D., Dec G., Carreras-Coch A., Solé-Beteta X., Pappa L., Stylios C., Mazzei D., Atzeni D. Plan and Develop Advanced Knowledge and Skills for Future Industrial Employees in the Field of Artificial Intelligence, Internet of Things and Edge Computing // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14, No. 6. – Article 3312. – DOI: 10.3390/su14063312.
7. Dec G., Stadnicka D., Paśko Ł., Mądział M., Figliè R., Mazzei D., Tyrovolas M., Stylios C., Navarro J., Solé-Beteta X. Role of Academics in Transferring Knowledge and Skills on Artificial Intelligence, Internet of Things and Edge Computing // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22, No. 7. – Article 2496. – DOI: 10.3390/s22072496.
8. Stadnicka D., Sep J., Amadio R., Mazzei D., Tyrovolas M., Stylios C., Carreras-Coch A., Merino J. A., Żabiński T., Navarro J. Industrial Needs in the Fields of Artificial Intelligence, Internet of Things and Edge Computing // *Sensors*. – 2022. – Vol. 22, No. 12. – Article 4501. – DOI: 10.3390/s22124501.
9. Ghashim I. A., Arshad M. Internet of Things (IoT)-Based Teaching and Learning: Modern Trends and Open Challenges // *Sustainability*. – 2023. – Vol. 15, No. 21. – Article 15656. – DOI: 10.3390/su152115656.
10. Rao A. R., Elias-Medina A. Designing an Internet of Things Laboratory to Improve Student Understanding of Secure IoT Systems // *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. – 2024. – Vol. 4. – P. 154–166. – DOI: 10.1016/j.iotcps.2023.10.002.
11. Jayachandran N., Abdrabou A., Yamane N., Al-Dulaimi A. A Platform for Integrating Internet of Things, Machine Learning, and Big Data Practicum in Electrical Engineering Curricula // *Computers*. – 2024. – Vol. 13, No. 8. – Article 198. – DOI: 10.3390/computers13080198.
12. Amador Nelke S., Kohen-Vacs D., Khomyakov M., Rosienkiewicz M., Helman J., Cholewa M., Molasy M., Górecka

A., Gómez-González J.-F., Bourgain M., et al. Enhancing Lessons on the Internet of Things in Science, Technology, Engineering, and Medical Education with a Remote Lab // *Sensors*. – 2024. – Vol. 24, No. 19. – Article 6424. – DOI: 10.3390/s24196424.

13. Guevara V., Tupac-Yupanqui M., Vidal-Silva C. Bridging the Gap in IoT Education: A Comparative Analysis of Project-Based Learning Outcomes Across Industrial, Environmental, and Electrical Engineering Disciplines // *Computers*. – 2026. – Vol. 15, No. 2. – Article 98. – DOI: 10.3390/computers15020098.

14. Atajonova S., Abdullayev B. Increasing Information and Communicative Competencies among Teachers of Technical Universities // *AIP Conference Proceedings*. – 2024. – Vol. 3244, No. 1. – Article 030032. – DOI: 10.1063/5.0241833.

15. Atajonova S., Abdullayev B. Pedagogical Conditions for the Formation of Information and Communication Competence of Teachers of Technical Universities // *ACTA NUUZ*. – 2024. – Vol. 1, No. 1.3.1. – P. 81–84.