Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

YO‘L HARAKATI XAVFSIZLIGINI TA’MINLASHGA QARATILGAN QUYOSH ENERGIYALI SVETAFOR TIZIMLARINI YARATISHDA CDIO YONDASHUVINING PEDAGOGIK IMKONIYATLARI

G‘afforov Xasan Ravshanovich
Buxoro davlat texnika universiteti professori.
Xamrayev Sunnatillo Abduxakimovich
26-24 TVM guruhi magistranti.
https://doi.org/10.5281/zenodo.20627622

Annotatsiya. Ushbu maqolada yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan quyosh energiyali svetafor tizimlarini yaratishda CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) yondashuvining pedagogik imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqotda bo‘lajak muhandislarning quyosh energiyasidan foydalanishga asoslangan svetafor tizimlarini loyihalash, ishlab chiqish, sinovdan o‘tkazish va amaliyotga joriy etish bo‘yicha kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish masalalari yoritilgan. CDIO yondashuvi talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan integratsiyalash, innovatsion fikrlash, muammolarni hal etish va jamoada ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslangan. Tadqiqot natijalari quyosh energiyasiga asoslangan svetafor tizimlarini yaratish jarayonida CDIO yondashuvidan foydalanish bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy tayyorgarligi va raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi.
Kalit so‘zlar: CDIO yondashuvi, quyosh energiyasi, svetafor tizimi, yo‘l harakati xavfsizligi, muhandislik ta’limi, kasbiy kompetensiya, sanoat integratsiyasi, innovatsion ta’lim, loyiha faoliyati, bo‘lajak muhandis.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОДХОДА CDIO В СОЗДАНИИ СВЕТОФОРНЫХ СИСТЕМ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются педагогические возможности подхода CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) при создании светофорных систем на солнечной энергии, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения. Особое внимание уделяется формированию профессиональных компетенций будущих инженеров в области проектирования, разработки, тестирования и внедрения светофорных систем, использующих солнечную энергию. Обосновано, что подход CDIO способствует интеграции теоретических знаний с практической деятельностью, развитию инновационного мышления, навыков решения инженерных задач и командной работы. Результаты исследования подтверждают эффективность использования подхода CDIO в подготовке конкурентоспособных специалистов для транспортной и энергетической отраслей.
Ключевые слова: подход CDIO, солнечная энергия, светофорная система, безопасность дорожного движения, инженерное образование, профессиональная компетентность, интеграция с производством, инновационное обучение, проектная деятельность, будущий инженер.

PEDAGOGICAL OPPORTUNITIES OF THE CDIO APPROACH IN THE DEVELOPMENT OF SOLAR-POWERED TRAFFIC LIGHT SYSTEMS AIMED AT ENSURING ROAD TRAFFIC SAFETY

Abstract. This article examines the pedagogical opportunities of the CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) approach in the development of solar-powered traffic light systems aimed at ensuring road traffic safety. The study focuses on the formation of professional competencies among future engineers in designing, developing, testing, and implementing traffic light systems based on solar energy. The findings demonstrate that the CDIO approach effectively integrates theoretical knowledge with practical activities while fostering innovative thinking, engineering problem-solving abilities, and teamwork skills. The results confirm that the application of the CDIO approach contributes to the preparation of competitive specialists capable of addressing contemporary challenges in transportation and renewable energy sectors.

Keywords: CDIO approach, solar energy, traffic light system, road traffic safety, engineering education, professional competence, industry integration, innovative learning, project-based learning, future engineer.

Kirish. Bugungi kunda transport infratuzilmasining jadal rivojlanishi, avtomobil transporti vositalari sonining ortishi hamda shaharlar va aholi punktlarida transport oqimlarining keskin ko‘payishi yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash masalasini dolzarb vazifalardan biriga aylantirmoqda. Jahon tajribasi shuni ko‘rsatadiki, yo‘l-transport hodisalari sonini kamaytirish, transport oqimlarini samarali boshqarish va ekologik barqarorlikni ta’minlashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishga asoslangan aqlli transport tizimlarini yaratish va amaliyotga joriy etish bugungi kunning ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Yo‘l harakatini tartibga solishda svetafor tizimlari muhim o‘rin egallaydi. Ular transport vositalari va piyodalar harakatini boshqarish, tirbandliklarni kamaytirish hamda harakat xavfsizligini ta’minlashga xizmat qiladi. Biroq an’anaviy svetafor tizimlari elektr energiyasi ta’minotiga bog‘liq bo‘lib, elektr uzilishlari yoki energiya ta’minotidagi nosozliklar natijasida ularning ishlashida muammolar yuzaga kelishi mumkin. Bunday holatlar esa yo‘l harakati xavfsizligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli energiya jihatidan mustaqil, ekologik toza va iqtisodiy samarador svetafor tizimlarini yaratish zarurati yuzaga kelmoqda.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari orasida quyosh energiyasi eng istiqbolli va keng qo‘llanilayotgan manbalardan biri hisoblanadi. Quyosh batareyalari yordamida ishlaydigan svetafor tizimlari elektr energiyasini tejash, ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish hamda elektr tarmog‘idan uzoq hududlarda ham uzluksiz faoliyat yuritish imkoniyatini yaratadi. Bundan tashqari, quyosh energiyasidan foydalanish atrof-muhitga zararli chiqindilarni kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashga xizmat qiladi. Shu bois dunyoning ko‘plab mamlakatlarida quyosh energiyasi asosida ishlovchi svetafor tizimlarini joriy etish bo‘yicha ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Bunday innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish uchun zamonaviy muhandislik kompetensiyalariga ega bo‘lgan mutaxassislarni tayyorlash talab etiladi. Muhandislik ta’limi oldida nafaqat nazariy bilimlarga ega, balki real texnik muammolarni hal qila oladigan, innovatsion loyihalarni yaratishga qodir va ishlab chiqarish talablariga mos mutaxassislarni tayyorlash vazifasi turibdi. Shu sababli oliy ta’lim muassasalarida bo‘lajak muhandislarni tayyorlash jarayoniga ilg‘or pedagogik yondashuvlarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Muhandislik ta’limida keng qo‘llanilayotgan zamonaviy yondashuvlardan biri CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) modeli hisoblanadi. Mazkur yondashuv talabalarni muhandislik faoliyatining barcha bosqichlariga jalb etishni nazarda tutadi. CDIO modeli doirasida talabalar texnik g‘oyani shakllantirish (Conceive), loyihalash (Design), amaliyotga joriy etish (Implement) va ekspluatatsiya qilish (Operate) bosqichlarini izchil o‘zlashtiradilar. Natijada ularda nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash, innovatsion fikrlash, muammolarni hal etish va jamoada ishlash kompetensiyalari shakllanadi.

Quyosh energiyasiga asoslangan svetafor tizimlarini yaratish jarayonida CDIO yondashuvi ayniqsa samarali hisoblanadi. Chunki bunday loyiha elektrotexnika, energetika, transport tizimlari, avtomatlashtirish, dasturlash va ekologiya kabi bir nechta fanlar integratsiyasini talab etadi. Talabalar quyosh panellarini tanlash, energiya balansini hisoblash, svetafor boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish, tizimning ishlash samaradorligini tahlil qilish va amaliy sinovlarni o‘tkazish kabi faoliyatlarni bajarish orqali muhandislik kompetensiyalarini rivojlantiradilar.

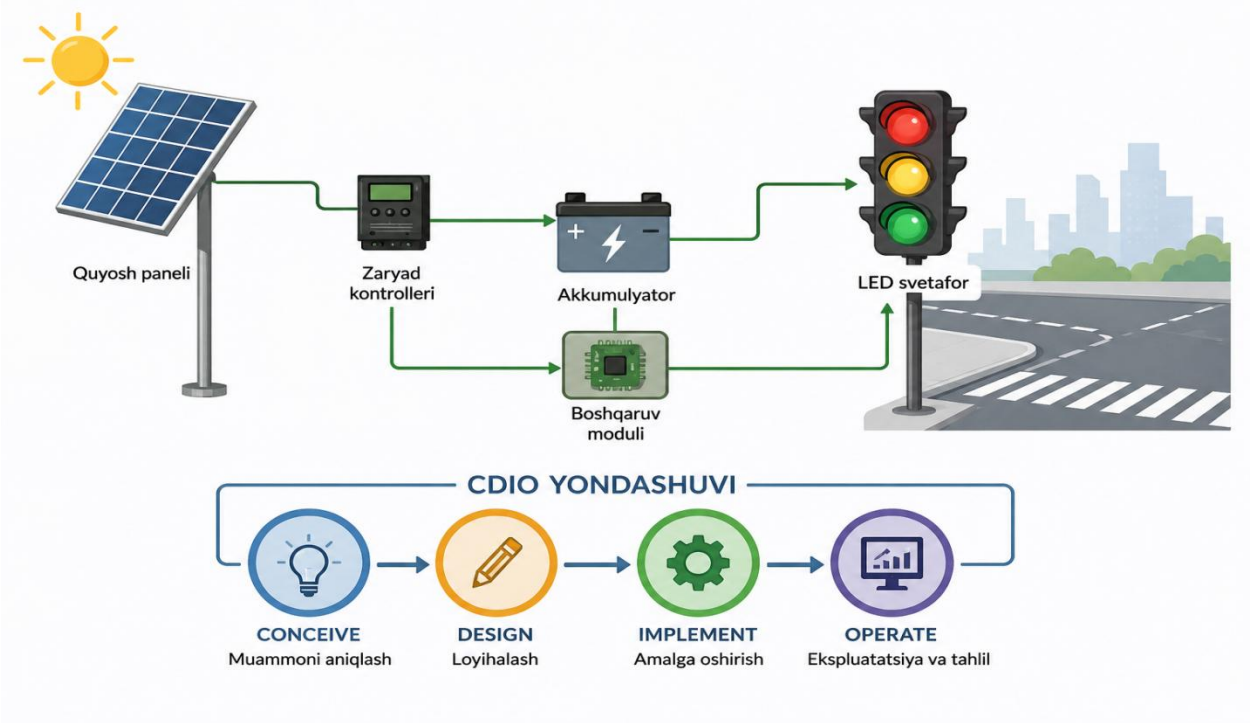
O‘zbekiston Respublikasida ham transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. “Yashil iqtisodiyot” konsepsiyasi, “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi hamda transport tizimini rivojlantirishga qaratilgan davlat dasturlari muhandislik ta’limi oldiga yangi vazifalarni qo‘ymoqda. Xususan, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz transport infratuzilmasini yaratishga qodir bo‘lgan mutaxassislarni tayyorlash zarurati ortib bormoqda.

Shu bilan birga, oliy ta’lim muassasalarida qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlovchi transport infratuzilmasi elementlarini loyihalash bo‘yicha amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishga yetarlicha e’tibor qaratilmayotganligi kuzatiladi. Mavjud o‘quv dasturlarida nazariy tayyorgarlik ustunlik qilishi, real muhandislik loyihalarining yetarli darajada qo‘llanilmasligi talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlarini cheklamoqda. Bu esa CDIO yondashuvi asosida quyosh energiyali svetafor tizimlarini yaratishga yo‘naltirilgan ta’lim metodikasini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan quyosh energiyali svetafor tizimlarini yaratishda CDIO yondashuvining pedagogik imkoniyatlarini aniqlash hamda bo‘lajak muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning samarali metodik mexanizmlarini asoslashdan iborat. Tadqiqot natijalari muhandislik ta’limi sifatini oshirish, talabalarning amaliy tayyorgarligini kuchaytirish va transport sohasida innovatsion texnologiyalarni yaratishga qodir mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Asosiy qism. Zamonaviy transport tizimlarida yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash muhim strategik vazifa bo‘lib, bu jarayonda intellektual transport tizimlari (ITS – Intelligent Transportation Systems) va qayta tiklanuvchi energiya manbalari asosida ishlaydigan texnik yechimlar alohida o‘rin egallaydi. Shahar va magistral yo‘llarda transport oqimining ortishi, chorrahalarda yuklamaning ko‘payishi hamda elektr ta’minotidagi uzilishlar an’anaviy svetofor tizimlarining samaradorligini pasaytirmoqda. Shu sababli quyosh energiyasiga asoslangan avtonom svetafor tizimlarini ishlab chiqish va joriy etish dolzarb texnik va pedagogik muammo hisoblanadi.

Quyosh energiyali svetafor tizimi energiya mustaqilligi, ekologik tozaligi va ekspluatatsion barqarorligi bilan ajralib turadi. Texnik jihatdan bunday tizim fotovoltaik panel, MPPT (Maximum Power Point Tracking) kontroller, litiy-ion yoki gel akkumulyator, LED svetafor modullari hamda mikrokontroller asosidagi boshqaruv blokidan iborat bo‘ladi. MPPT kontroller quyosh panelidan maksimal energiya olishni ta’minlaydi, bu esa tizim samaradorligini 20–30% gacha oshiradi. LED svetaforlar esa an’anaviy lampalarga nisbatan juda kam energiya sarflaydi va 50 000 soatgacha xizmat qiladi.



1-rasm. Quyosh energiyali svetafor tizimining ishlash jarayoni va CDIO bosqichlari

CDIO yondashuvi ushbu texnik tizimni nafaqat loyihalash, balki ta’lim jarayonida kompetensiya shakllantirish vositasi sifatida ham muhim ahamiyatga ega. CDIO modeli bo‘yicha o‘qitish talabalarda muhandislik fikrlashning to‘liq siklini rivojlantiradi: muammoni anglash, loyihalash, amalga oshirish va ekspluatatsiya qilish.

1. Conceive bosqichi (muammoni aniqlash va tahlil)

Bu bosqichda talabalar real transport tizimlaridagi muammolarni o‘rganadi. Masalan, chorrahalarda svetafor ishlamay qolishi natijasida yuzaga keladigan tirbandliklar va avariya holatlari statistik tahlil qilinadi. Shuningdek, elektr ta’minoti uzilishi ko‘p uchraydigan hududlar aniqlanadi. Talabalar yo‘l harakati xavfsizligi ko‘rsatkichlari (accident rate, traffic density) asosida muammo darajasini baholaydi.

Natijada quyidagi ehtiyoj shakllanadi: energiya mustaqil, avtomatik ishlovchi, ekologik xavfsiz svetafor tizimini yaratish zarur.

2. Design bosqichi (loyihalash va muhandislik hisoblari)

Bu bosqich eng muhim texnik bosqich hisoblanadi. Talabalar quyidagi muhandislik hisob-kitoblarini amalga oshiradi:

Svetafor yuklamasi: 3 rangli LED modullar (qizil, sariq, yashil)
Har bir LED quvvati: 1–3 W
Umumiy tizim quvvati: 10–15 W
Quyosh paneli tanlovi: 100–150 W (zaxira bilan)
Akkumulyator: 12V, 40–60Ah
Ishlash davomiyligi: 24–48 soat avtonom rejim
Shuningdek, talabalar boshqaruv algoritmini ishlab chiqadi:
kun/tun rejimi avtomatik aniqlash (LDR sensor)
svetafor fazalarini vaqt bo‘yicha boshqarish
favqulodda rejim (blinking mode)
Dasturiy ta’minot Arduino IDE yoki STM32 platformasida ishlab chiqiladi.

3. Implement bosqichi (prototip yaratish va sinov)

Bu bosqichda talabalar laboratoriya sharoitida real model yaratadi. Svetafor maketi yig‘iladi, quyosh paneli ulanadi, akkumulyator zaryad tizimi sozlanadi.

Amaliy jarayon:
elektr sxema yig‘ish
mikrokontroller dasturini yuklash
sensorlarni integratsiya qilish
tizimni yuklama ostida sinash
Sinovlar davomida quyidagi muammolar aniqlanishi mumkin:
kuchlanish tushishi
signal kechikishi
akkumulyator zaryad balansining buzilishi

Bu muammolar talabalar tomonidan muhandislik yechimlari asosida bartaraf etiladi.

4. Operate bosqichi (ekspluatatsiya va tahlil)

Yaratilgan tizimning real ishlash samaradorligi baholanadi:
24 soatlik uzluksiz ishlash darajasi
quyosh nuri yetarli bo‘lmagan sharoitda barqarorlik
transport oqimini boshqarish aniqligi
energiya sarfi va samaradorlik koeffitsienti
Natijalar asosida tizimni takomillashtirish takliflari ishlab chiqiladi:
IoT asosida masofaviy monitoring
GSM modul orqali markaziy boshqaruv
AI asosida transport oqimini optimallashtirish
CDIO yondashuvining pedagogik samaradorligi

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, CDIO asosida tashkil etilgan o‘quv jarayoni talabalarda quyidagi kompetensiyalarni shakllantiradi:
muhandislik muammolarini tahlil qilish
energiya tizimlarini loyihalash
elektron qurilmalarni yig‘ish
dasturiy boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish
jamoada ishlash va loyiha boshqaruvi

Shuningdek, sanoat integratsiyasi asosida olib borilgan amaliy mashg‘ulotlar talabalarni real ishlab chiqarish muhitiga yaqinlashtiradi. Bu esa ularning kasbiy moslashuvchanligini oshiradi va mehnat bozorida raqobatbardoshligini ta’minlaydi.

Umuman olganda, quyosh energiyasiga asoslangan svetafor tizimlarini CDIO yondashuvi asosida o‘rganish muhandislik ta’limida nazariya va amaliyot integratsiyasini kuchaytiradi hamda innovatsion fikrlovchi mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

Xulosa. Ushbu tadqiqotda yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan quyosh energiyali svetafor tizimlarini yaratishda CDIO (Conceive–Design–Implement–Operate) yondashuvining pedagogik imkoniyatlari tahlil qilindi. O‘rganish natijalari shuni ko‘rsatadiki, CDIO modeli asosida tashkil etilgan ta’lim jarayoni bo‘lajak muhandislarda nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki ularni real muhandislik vazifalarini bajarishda qo‘llash ko‘nikmalarini ham samarali rivojlantiradi.

Quyosh energiyasiga asoslangan svetafor tizimlari texnik jihatdan mustaqil energiya manbai bo‘lib, elektr tarmoqlariga bog‘liqlikni kamaytiradi va yo‘l harakati xavfsizligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu tizimlarni loyihalash jarayonida talabalar fotovoltaik panellar, akkumulyatorlar, boshqaruv modullari va LED svetafor elementlari bilan ishlash orqali amaliy muhandislik kompetensiyalarini shakllantiradilar.

CDIO yondashuvi bosqichlari asosida olib borilgan ta’lim jarayoni talabalarga muammoni aniqlash, texnik yechim ishlab chiqish, uni amaliyotda yaratish va real sharoitda sinovdan o‘tkazish imkonini beradi. Bu esa ularning innovatsion fikrlashini rivojlantiradi hamda jamoada ishlash, loyiha boshqaruvi va muhandislik qarorlarini qabul qilish qobiliyatini mustahkamlaydi.

Tadqiqot xulosalariga ko‘ra, CDIO yondashuvi va quyosh energiyali svetafor tizimlarini integratsiyalash muhandislik ta’limining sifatini oshiradi va sanoat talablari bilan uyg‘unlashgan mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, bunday yondashuv yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risidagi Farmoni. – Toshkent, 2020.
2. O‘zbekiston Respublikasining “Yo‘l harakati xavfsizligi to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2015.
3. Ahmedov Q.A., Qosimov O.Q. Transport tizimlari va yo‘l harakati xavfsizligi asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2022. – 286 b.
4. Xidirov O.X., Ergashev B.M. Intellektual transport tizimlari va ularni boshqarish texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2023. – 312 b.
5. Gafforov Khasan Ravshanovich. Diagnosis of the level of formation of professional competencies of students of technical higher education institutions// Conference on international scientific developments: Insights into modern science and innovative practices. June, 2026. P.18-21.
6. Gafforov Khasan Ravshanovich. Creating and implementing an integrative educational environment in technical universities based on cdio principles// The Journal of Applied Science and Social Science. Volume 16,Issue 06. P.201-203.
7. G‘afforov X.R. Texnik ta’lim tizimida cdio (conceive, design, implement, operate) yondashuvining o‘rni va ahamiyati//Муғаллим ҳәм үзликсиз билимлендириў. Илимий-методикалық журнал. 2026. 3/1-сан. 564-569 b.