



UDK:378.147

Akmaljon QUCHQAROV,
Farg'ona davlat texnika universiteti dotsenti, PhD
E-mail:ims-79@mail.ru
Shaxnoza KARIMKULOVA,
Farg'ona davlat texnika universiteti assistenti

FSTU professori J.Madaminov taqrizi asosida

QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI TA'LIM YO'NALISHIDA TALABALARNING FAZOVIIY TASAVVUR VA KREATIV FIKRLASH KOMPETENSIYALARINI RIVOJLANTIRISH BO'YICHA XORIJIY YETAKCHI UNIVERSITETLAR TAJRIBASI

Аннотация

Maqolada yetakchi xorijiy texnika universitetlari (NUS, Tsinghua, Stanford, University of Edinburgh, UQ) tajribasi asosida "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari" ta'lim yo'nalishida talabalarning fazoviy tasavvur va kreativ fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiluvchi metodik mexanizmlar tahlil qilinadi. O'quv rejaları tuzilmasi, CAD/CAE va simulyatsiya kabi raqamli vositalar, loyiha-tadqiqot komponentlari hamda sanoat amaliyotining o'rni qiyosiy baholanadi. Natijalar uch omilning muhimligini ko'rsatadi: kredit tizimi va mazmunning normativ aniqligi, fanlararo integratsiya va moslashuvchan trayektoriyalar, "laboratoriya-loyiha-sanoat amaliyoti". Ushbu model milliy ta'lim tizimimizga transfer qilinishi bo'yicha takliflar beriladi.

Kalit so'zlar: Qayta tiklanuvchi energiya, muhandislik ta'limi, fazoviy tasavvur, kreativ fikrlash, CAD/CAE, loyiha asosida o'qitish, sanoat amaliyoti.

ОПЫТ ВЕДУЩИХ ЗАРУБЕЖНЫХ УНИВЕРСИТЕТОВ ПО РАЗВИТИЮ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВОООБРАЖЕНИЯ И КРЕАТИВНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ «ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

Аннотация

Статья представляет сравнительный анализ образовательных моделей ведущих университетов (NUS, Tsinghua, Stanford, University of Edinburgh, UQ) для направления "Возобновляемые источники энергии" с точки зрения развития пространственного воображения и креативного мышления студентов-инженеров. Рассматриваются структура учебных планов, интеграция цифровых инструментов (CAD/CAE, моделирование, симуляции), проектно-исследовательские компоненты и производственная практика. Показано, что устойчивое формирование целевых компетенций обеспечивается сочетанием: нормативной определённости содержания, междисциплинарной интеграции и гибких траекторий, связки «лаборатории -проект - индустрия». Сформулированы предложения по переносу данных решений в национальную систему.

Ключевые слова: Возобновляемые источники энергии, инженерное образование, пространственное воображение, креативное мышление, CAD/CAE, проектное обучение, индустриальная практика.

LEADING FOREIGN UNIVERSITIES' EXPERIENCE IN DEVELOPING STUDENTS' SPATIAL IMAGINATION AND CREATIVE THINKING IN THE RENEWABLE ENERGY PROGRAM

Annotation

This paper conducts a comparative analysis of leading universities (NUS, Tsinghua, Stanford, University of Edinburgh, UQ) to identify effective methodological mechanisms for developing engineering students' spatial imagination and creative thinking within renewable-energy programs. We examine curriculum structures, integration of digital tools (CAD/CAE, modelling, simulations), project-research components, and industrial training. Findings indicate that the sustained growth of these competencies relies on three conditions: normative clarity of the credit-based curriculum, interdisciplinary integration with flexible pathways, and the triad "laboratories-projects-industry practice." The study provides actionable recommendations for transferring these elements to the national system.

Key words: Renewable energy, engineering education, spatial imagination, creative thinking, CAD/CAE, project-based learning, industrial placement.

Kirish. O'zbekiston Respublikasida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish so'nggi yillarda uzoq muddatli ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik strategiyaning markaziy yo'nalishiga aylandi. Davlat siyosati energiya samaradorligini oshirish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va "yashil" iqtisodiyotga bosqichma-bosqich o'tishni ustuvor vazifa etib belgilagan bo'lib, bu jarayon zamonaviy bilim hamda ko'nikmalarga ega muhandis kadrlarni tayyorlashni talab qiladi. Ayniqsa, muhandis oliy ta'lim

muassasalarida "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari" ta'lim yo'nalishini joriy etish va izchil rivojlantirish mamlakatning energetika siyosati bilan bevosita bog'liq strategik ehtiyojga aylandi.

Milliy darajadagi normativ-huquqiy hujjatlar ushbu ehtiyojni mustahkamlamoqda: O'RQ-539 va O'RQ-628 qonunlari energiyadan oqilona foydalanish, energiya auditi va iste'mol normativlari kabi institutlarni joriy etish, PQ-4422 va PQ-4477 qarorlari esa "yashil" iqtisodiyotga o'tish, yirik

quyosh-shamol stansiyalari, energiya saqlash tizimlari hamda ularni tarmoqqa integratsiya qilish vazifalarini belgilab, ta'lim-ilm-sanoat hamkorligini chuqurlashtirishni ko'zda tutadi. Keyingi qaror va farmonlar (jumladan PQ-4779, PQ-5063, PQ-57, PF-63) laboratoriyalarni modernizatsiya qilish, magistratura-doktorantura yo'nalishlarini kengaytirish, dual ta'lim va sanoat amaliyotini kuchaytirish orqali muhandislik ta'limining amaliy yo'naltirilganligini ta'minlashda. Natijada o'quv rejalari energetika, mexatronika, avtomatika, axborot texnologiyalari, iqtisodiyot va ekologiyani integratsiyalab, energiya tizimlarini prognozlash, balans tuzish va uglerod chiqindilarini monitoring qilishga qodir mutaxassislarni tayyorlashga yo'naltirilmoqda.

Mazkur milliy yo'nalishni sifat jihatdan yangi bosqichga olib chiqish uchun xalqaro yetakchi tajribani tizimli o'rganish zarur. Chunki fazoviy tasavvur va kreativ fikrlashni rivojlantirish murakkab energetik tizimlarni loyihalash, konfiguratsiya va optimallashtirish, tarmoqqa ulash hamda raqamli modellashtirish kabi amaliy vazifalarning poydevori hisoblanadi. Shuning uchun jahonda yetakchi oliy ta'lim muassasalarining bakalavriat dasturlarini tahlil qilish va ularni milliy ta'lim tizimimizga integratsiya qilish dolzarb hisoblanadi.

Masalaning qo'yilishi. Dunyoning yetakchi texnika oliy ta'lim muassasalarida qayta tiklanuvchi energiya manbalari sohasidagi ta'lim yo'nalishlari zamonaviy energetika tizimlarining loyihalash, joriy etilishi va ekspluatatsiyasi bilan bog'liq malakali mutaxassislarni tayyorlash zarurati bilan belgilanadi. Shu nuqtai nazardan, xalqaro miqyosda yetakchi o'rinlardan birini egallagan Avstraliyaning University of New South Wales (UNSW Sydney) tajribasi alohida ahamiyatga ega. Mazkur universitetning Bachelor of Engineering (Honours) – Renewable Energy (SOLABH) dasturi fundamental muhandislik tayyorgarligini qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalari bo'yicha chuqurlashtirilgan ixtisoslashuv uygunlashtirgan kompleks model sifatida namoyon bo'ladi [1].

Dastur umumiy muhandislik fanlari (matematika, fizika, mexanika, elektr texnikasi) va ixtisoslik fanlari majmuasidan tashkil topadi. O'quv rejasida majburiy fanlar talabalarga zarur bo'lgan asosiy bilim va ko'nikmalarni beradi, tanlov fanlari esa ularga muayyan ixtisoslashuv trayektoriyalarini tanlash imkonini yaratadi. Talabalar fotoelektr texnologiyalari, energiya tizimlariga integratsiya, energiya saqlash texnologiyalari, energiya samaradorligi va boshqa yo'nalishlarga e'tibor qaratishi mumkin.

Dasturda loyiha va tadqiqot komponentlari barcha bosqichlarda izchil tarzda kiritilgan. Dastlabki bosqichlarda talabalar muhandislik dizayni va innovatsion yondashuvlari shakllantiriladi. Engineering Design & Innovation (DESN1000) kursida talabalarda muhandislik loyihalash metodologiyasi, prototiplash va g'oya generatsiyasi ko'nikmalari rivojlantiriladi. Keyingi bosqichlarda Engineering Design & Professional Practice (DESN2000) hamda Project in Photovoltaics and Renewable Energy kurslari orqali talabalar amaliy topshiriqlarni yechishga, tizim modellarini qurishga va laboratoriya sharoitida tahlil qilishga jalb etiladi.

O'quv dasturining yakuniy bosqichi keng qamrovli Research Thesis (A/B/C) komponentidan iborat bo'lib, talabalardan dolzarb ilmiy-texnik muammoni hal etishni talab qiladi. Ushbu bosqichda talabalar mustaqil ravishda texnik topshiriq ishlab chiqadi, hisoblash va modellashtirish ishlari bajaradi, prototip yaratadi va ilmiy hisobot shaklida natijalarni taqdim etadi. Shu orqali talabalarda to'liq muhandislik faoliyatini tashkil etish, ya'ni vazifani belgilashdan tortib tayyor yechimni ishlab chiqish va baholashgacha bo'lgan sikl bo'yicha ko'nikmalar shakllantiriladi.

Mazkur dasturda alohida ahamiyatga ega bo'lgan komponent - 60 kunlik sanoat amaliyoti (Industrial Training) hisoblanadi. Bu talab o'quv jarayoniga bevosita ishlab chiqarish amaliyotini integratsiya qiladi va talabalarga nazariy bilimlarni real sharoitlarda qo'llash imkonini beradi. Natijada, talabalar sanoat standartlari bilan tanishadi, professional mas'uliyatni his qiladi va muhandislik faoliyatining jamiyat barqaror rivojlanishidagi rolini chuqurroq anglaydi.

Fazoviy tasavvur (spatial imagination) va kreativ fikrlash (creative thinking) kompetensiyalarini shakllantirishda dasturdagi maxsus fanlar alohida o'rin tutadi. Masalan, Applied Photovoltaics (SOLA2540) va PV Systems Design (SOLA4012) kurslari talabalarni energiya tizimlarining arxitekturasini vizual tasavvur qilish, konfiguratsiyalarni loyihalash va ularni cheklovlar asosida optimallashtirish ko'nikmalarini shakllantiradi. Power Engineering for Renewable Energy (ELEC2911) kursi elektr tarmoqlarining strukturasini fazoviy ko'rinishda idrok etish, ularning turli ish rejimlarini tahlil qilish va integratsion muammolarni hal etish orqali talabalar muhandislik tafakkurini rivojlantiradi. Loyiha va dizayn kurslari talabalarni ijodiy fikrlashni va muqobil yechimlarni ishlab chiqadi, ularni qiyoslaydi va optimal variantni tanlashni o'rganadi.

Xalqaro miqyosda yetakchi o'rinlardan birini egallagan Singapur Milliy Universiteti (National University of Singapore, NUS)ning bakalavr dasturi Mechanical Engineering yo'nalishi doirasida taklif etiladigan "Energy & Sustainability" ixtisoslanishi qayta tiklanuvchi energiya va energiya samaradorligini rivojlantirishga qaratilgan kompleks o'quv modelini ifodalaydi [2].

Dastur umumiy muhandislik tayyorgarligi asosida shakllanib, umumiy o'quv yuklamasi 160 kredit birlikdan iborat. Shundan 40 birlik Common Curriculum kurslariga, 80 birlik asosiy yo'nalish (Primary Major)ga va 40 birlik tanlov fanlariga ajratilgan. "Energy & Sustainability" ixtisoslanishi talabalarni kamida uchta maxsus kursni yakunlashni o'z ichiga oladi. Ushbu fanlar qayta tiklanuvchi energiya manbalari, energiyani o'zgartirish, saqlash texnologiyalari, energiya siyosati va barqarorlik bilan bog'liq fanlarni qamrab oladi.

Ta'lim jarayonida talabalar fazoviy tasavvur va kreativ fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratiladi. Masalan, ME3263 CAD & Manufacturing va ME3281 Design for Manufacturing & Assembly kurslari talabalarda chizma va uch o'lchamli modellashtirish, detallarni yig'ish va ishlab chiqarish jarayonlarini fazoviy idrok etish kabi ko'nikmalar bilan shakllantiradi. Bu kurslarda talabalar virtual muhitda murakkab geometriyalı tizimlarni tasvirlash va optimallashtirishni o'rganadi, bu esa ularning muhandislik tafakkurini kengaytiradi. Shuningdek, loyiha asosidagi topshiriqlar muqobil variantlarni ishlab chiqish va ularni texnik-iqtisodiy mezonlar bo'yicha baholash orqali ijodiy yondashuvni rivojlantiradi.

Dasturda yakuniy bosqich sifatida Capstone Project (EG4301 Innovation & Design Project) joriy etilgan bo'lib, bu komponent talabalardan katta hajmdagi jamoaviy yoki individual loyiha ustida ishlashni talab qiladi. Ushbu loyiha muhandislik hamda ilmiy izlanish, iqtisodiy asoslash va texnik hujjatlashtirish bosqichlarini o'z ichiga oladi. Talabalar energiya samaradorligi yoki qayta tiklanuvchi manbalar bilan bog'liq real muammolarga yechim ishlab chiqadilar, bu esa ularning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan uyg'unlashtirish imkonini beradi.

NUS modelining muhim jihatlaridan biri o'quv rejasiga fanlararo integratsiya kiritilgan. Energiya texnologiyalari nafaqat muhandislik fanlari, balki iqtisodiyot, siyosat va ekologiya fanlari bilan uzviy bog'langan. Talabalar qayta tiklanuvchi energiya tizimlarining texnik parametrlarini

o'rganish bilan birga, ularning jamiyat va iqtisodiyotga ta'sirini ham baholashni o'rganadilar. Bunday yondashuv bo'lajak muhandislarni keng qamrovli qarorlar qabul qila olishga, turli sohalar bilan hamkorlikda ishlashga tayyorlaydi.

Mazkur dasturda laboratoriya mashg'ulotlari muhim ahamiyatga ega. Talabalar energiya tizimlari komponentlarini turbinalar, generatorlar, akkumulyatorlar va fotoelektr panellarning modellarini sinovdan o'tkazadilar. Ushbu laboratoriyalar fazoviy idrokni rivojlantiradi, chunki talabalar tizimlarning tuzilishini, ish prinsiplarini va samaradorlikni real tajribalar orqali ko'rish imkoniga ega bo'ladi.

Jahonning yetakchi texnika oliy ta'lim muassasalari orasida Xitoy Xalq Respublikasining Tsinghua Universityning "Energy and Power Engineering" bakalavr dasturi energetika tizimlari va ularning barqaror rivojlanishi uchun yuqori malakali muhandislarni tayyorlashga qaratilgan. Ushbu dastur qayta tiklanuvchi energiya manbalarini elektr va issiqlik energiyasi ishlab chiqarish, o'zgartirish va uzatish jarayonlari bilan integratsiya qilishni nazarda tutadi [3].

Dastur kredit asosida tashkil etilgan bo'lib, umumiy hajmi kamida 140 kreditdan iborat. O'quv yuklamasi, birinchi, fundamental tabiiy va muhandislik fanlari (matematika, fizika, kimyo, mexanika), ikkinchi, maxsus texnologik kurslar (issiqlik energiyasi, elektr tizimlari, quvvat mashinalari), uchinchi, amaliy komponentlar (laboratoriya mashg'ulotlari, ishlab chiqarish amaliyoti va dizayn loyihalari)dan tuzilgan. O'quv rejasida 31 kreditlik amaliyot majburiy tartibda ajratilgan bo'lib, ular laboratoriya ishlari, sanoat amaliyoti hamda ilmiy-tadqiqot loyihalaridan iborat. Yakuniy bosqichda esa 15 kredit hajmidagi bitiruv loyihasi (Senior Design Thesis) amalga oshiriladi.

Mazkur dasturda talabalarining fazoviy tasavvur va kreativ fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishga katta e'tibor qaratiladi. Quvvat mashinalari va issiqlik almashinish tizimlari bo'yicha kurslar talabalarni murakkab qurilmalar geometriyasi, termodinamik jarayonlarning fazoviy dinamikasi va tizim komponentlarining o'zaro bog'liqligini anglashga yo'naltiradi. Laboratoriya ishlari orqali talabalar turbomexanizmlar, issiqlik almashinish apparatlari, energetik uzatish tizimlari va elektr mashinalarining real modellarini o'rganadilar. Bu jarayon fazoviy idrokni kuchaytiradi va muhandislik tafakkurini kengaytiradi.

Dasturda amaliyot va loyiha ishlari bosqichma-bosqich kuchaytirib boriladi. Birinchi va ikkinchi kurslarda talabalar asosiy nazariy bilimlarni egallash bilan birga laboratoriya mashg'ulotlarida ishtirok etadi. Uchinchi kursda maxsus loyihalar va ishlab chiqarish amaliyoti o'quv jarayonining ajralmas qismiga aylanadi. To'rtinchi kursda talabalardan mustaqil ravishda Senior Design Thesis loyihasini bajarishni talab etiladi. Loyiha davomida talabalar energetik qurilma yoki tizimni loyihalash, texnik-iqtisodiy asoslash, eksperimental sinov va modellashtirish ishlarini olib boradilar. Shu orqali talabalarda mustaqil ilmiy-texnik muammolarni hal qilish, murakkab obyektlarni fazoviy tasavvur qilish va innovatsion yechimlar ishlab chiqish kompetensiyalari shakllantiriladi.

Tsinghua University dasturining yana bir muhim xususiyati fanlararo integratsiyaga tayanganligidir. Energetika tizimlari nafaqat muhandislik, balki ekologiya, iqtisodiyot va siyosat fanlari bilan ham bevosita bog'langan. Dastur doirasida qayta tiklanuvchi energiya manbalarini elektr va issiqlik tizimlariga integratsiya qilish, uglerod emissiyasini kamaytirish va energiya samaradorligini oshirish kabi dolzarb masalalar ko'rib chiqiladi. Shu tariqa, talabalarda keng qamrovli qarorlar qabul qilish ko'nikmalari shakllantiriladi.

Dunyoning yetakchi ilmiy markazlaridan biri bo'lgan Stanford University energetika sohasida bakalavr darajasida ikki muhim yo'nalish "Energy Science & Engineering (BS)" va

"Atmosphere/Energy (BS)"ni taklif etadi [4]. Ushbu dasturlar qayta tiklanuvchi energiya manbalarini chuqur o'rganish, energiya tizimlari bilan bog'liq muhandislik yechimlarini ishlab chiqish va barqaror rivojlanish strategiyalarini amalga oshirish uchun yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashga qaratilgan.

Dasturlarning tuzilishi qat'iy kredit asosida shakllantirilgan bo'lib, birinchi bosqichlarda tabiiy va muhandislik fanlarining tayanch fanlari, keyingi bosqichlarda energetika tizimlari, qayta tiklanuvchi manbalar va barqarorlik siyosatiga oid maxsus kurslar kiritilgan. Energy Science & Engineering dasturi talabalarga energiya resurslari, o'zgarish jarayonlari, energiya saqlash va tizim modellashtirish kabi kurslarni chuqur o'rganish imkonini beradi. Atmosphere/Energy dasturi esa atmosferadagi jarayonlar va energetikaning kesishuviga asoslangan bo'lib, shamol va quyosh resurslari, iqlim o'zgarishi, havo sifati va elektr energiyasi ishlab chiqarish o'rtasidagi bog'liqliklarni tahlil qilishga yo'naltirilgan.

Ushbu dasturlar fazoviy tasavvur va kreativ fikrlashni rivojlantirishga qaratilgan bir qator metodik komponentlarga ega. Birinchidan, laboratoriya mashg'ulotlari va tizim modellashtirish kurslari talabalarni uch o'lchamli muhandislik modellarini yaratishga, elektr va mexanik tizimlarning arxitekturasini vizual tasavvur qilishga o'rgatadi. Ikkinchidan, loyihalash va hisoblash fanlari muqobil energiya tizimlarini ishlab chiqishda ijodiy yondashuvni shakllantiradi. Masalan, talabalarga shamol turbinalari konfiguratsiyasini optimallashtirish, quyosh elektr tizimlarini geografik sharoitga moslashtirish yoki energiya saqlash tizimlari arxitekturasini ishlab chiqish kabi topshiriqlar beriladi.

Dasturlarning muhim komponenti Senior Capstone Project bo'lib, yakuniy bosqichda amalga oshiriladi. Capstone loyiha talabalardan kompleks muhandislik vazifasini mustaqil hal qilishni talab qiladi. Bu jarayonda talabalar real muammolarni tahlil qiladi, ilmiy-tadqiqot metodlarini qo'llaydi, muhandislik yechimlari va texnik-iqtisodiy asoslashni amalga oshiradi. Natijada, talabalarda nafaqat nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash, balki ijodiy yondashuv va fazoviy idrokni ham shakllantirish imkoniyati yaratiladi.

Shuningdek, dasturlar o'zining moslashuvchanligi bilan ajralib turadi. Talabalarga energiya siyosati, iqtisodiy tahlil, ekologiya, kuch elektronikasi yoki tizim integratsiyasi kabi turli fanlar blokini tanlash imkoniyati beriladi.

Buyuk Britaniyaning qadimiy va nufuzli oliy ta'lim muassasalaridan biri bo'lgan University of Edinburgh muhandislik sohasida innovatsion ta'lim yondashuvlari bilan mashhurdir [5]. Universitetda qayta tiklanuvchi energiya to'g'ridan-to'g'ri mustaqil bakalavr yo'nalishi sifatida emas, balki elektr va mexanik muhandislik dasturlarining ajralmas qismi sifatida integratsiyalashgan holda o'qitiladi. Xususan, BEng Electrical & Mechanical Engineering dasturi va uning tarkibidagi maxsus modullar qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalariga yo'naltirilgan.

Dastur kredit asosida tashkil qilingan bo'lib, talabalarga bosqichma-bosqich keng qamrovli muhandislik bilimlarini beradi. Birinchi ikki yil davomida talabalar umumiy tayanch fanlarni (matematika, fizika, mexanika, materialshunoslik, elektr zanjirlari) chuqur o'zlashtiradilar. Uchinchi va to'rtinchi kurslarda energetika tizimlari, qayta tiklanuvchi manbalarini elektr tarmoqlariga integratsiya qilish, energiya samaradorligini oshirish hamda muhandislik yechimlarga oid maxsus kurslar joriy etiladi.

Dasturdagi eng muhim komponentlardan biri Project 4 (BEng Individual Project, 40 kredit) bo'lib, yakuniy bosqichda amalga oshiriladi. Ushbu loyiha talabalardan mustaqil ravishda

kompleks muhandislik muammosini hal qilishni talab qiladi. Loyiha jarayonida talabalar qurilma yoki tizimni loyihalash, kompyuter modellash, prototip yaratish, texnik-iqtisodiy asoslash va yakuniy hisobot tayyorlash bosqichlarini bajaradilar. Shu orqali ularda fazoviy tasavvur (chizmalar va modellar orqali tizim arxitekturasini idrok qilish) va kreativ fikrlash (muqobil yechimlarni ishlab chiqish va ularni baholash) ko'nikmalari rivojlanadi.

University of Edinburgh dasturida laboratoriya mashg'ulotlari ham keng o'rin egallagan. Talabalar elektr mashinalar, energiya o'zgartirish qurilmalari va qayta tiklanuvchi energiya tizimlari bo'yicha tajribalar o'tkazadilar. Ushbu laboratoriyalar nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, balki fazoviy idrokni ham kuchaytiradi. Talabalar tizimlarning uch o'lchamli tuzilishini, komponentlarning o'zaro aloqasini va ishlash jarayonlarini amalda kuzatish imkoniga ega bo'ladi.

Dasturda qayta tiklanuvchi energiya texnologiyalarini o'qitish fanlararo integratsiya bilan amalga oshiriladi. Energiya tizimlarining texnik asoslari ekologiya, iqtisodiyot va ijtimoiy barqarorlik masalalari bilan uyg'unlashtiriladi. Bu yondashuv bo'lajak muhandislarni keng qamrovli fikrlashga, turli sohalar bilan hamkorlik qilishga va global muammolarni hal etishga tayyorlaydi.

Dastur ijodiy kompetensiyalarni rivojlantirish uchun turli xil loyiha kurslarini o'z ichiga oladi. Talabalar loyihalarda turli energiya manbalarini solishtiradilar, ularning samaradorligini hisoblaydilar, real sharoitlarda joriy etish imkoniyatlarini baholaydilar. Bu jarayon kreativ fikrlashni rivojlantiradi, talabalarda mavjud cheklangan resurslar sharoitida innovatsion yechimlar ishlab chiqishga undaydi.

Yuqorida tahlil qilingan UNSW Sydney, NUS (Singapore), Tsinghua University, Stanford University,

University of Edinburgh va University of Queensland (UQ) bakalavr dasturlari shuni ko'rsatadiki, qayta tiklanuvchi energiya yo'nalishida muhandislarni tayyorlashda uchta asosiy metodik yondashuv barqaror namoyon bo'ladi. Birinchidan, normativ aniqlik va kredit tizimining qat'iyligi ta'lim jarayonini baholash va xalqaro standartlarga moslashtirish imkonini beradi. Ikkinchidan, fanlararo integratsiya va ixtisoslashuv trayektoriyalarining moslashuvchanligi talabalarda nafaqat texnik bilimlarni, balki iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy jihatlarni ham qamrab olgan tizimli fikrlashni shakllantiradi. Uchinchidan, loyiha, laboratoriya va sanoat amaliyoti uchligining majburiy kiritilishi fazoviy tasavvur va kreativ fikrlash kompetensiyalarini rivojlantirishning asosiy omili sifatida xizmat qiladi.

Xulosa. Mazkur universitetlar tajribasi mamlakatimiz muhandis oliy ta'lim muassasalarida "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari" bakalavr yo'nalishini takomillashtirish uchun ilmiy-metodik asos sifatida qo'llanilishi mumkin. Xalqaro tajriba fazoviy tasavvur va kreativ fikrlashni rivojlantirishning samarali mexanizmlari sifatida loyihaviy ta'lim, 3D-modellashtirish, CAD/CAE tizimlari, bitiruv loyihalari va sanoat bilan uzviy hamkorlik alohida ahamiyatga ega. Shu bois, milliy ta'lim tizimida ham ushbu tamoyillarga doimiy e'tibor betish orqali bo'lajak muhandislarning innovatsion salohiyatini oshirish va energetika sohasida barqaror taraqqiyotni ta'minlashga xizmat qiladi.



Ushbu tadqiqot Yevropa Ittifoqining Erasmus+ CBHE 2023 tablovida g'olib deb topilgan DEBSEUz loyihasi doirasida amalga oshirilgan.

ADABIYOTLAR

1. <https://www.unsw.edu.au/study/undergraduate/bachelor-of-engineering-honours-renewable-energy>
2. <https://cde.nus.edu.sg/me/undergraduate/beng-me/courses/>
3. https://www.tsinghua.edu.cn/en/Admissions/Undergraduate/Degree_Programs.htm
4. <https://bulletin.stanford.edu/programs/ENERGY-BS>
5. <https://study.ed.ac.uk/programmes/undergraduate/107-electrical-and-mechanical-engineering>