

**BO‘LAJAK FIZIKA O‘QITUVCHILARINING ENERGIYA TEJAMKORLIK
KOMPETENSIYASINI QUYOSH KONSENTRATORLI ISSIQXONA
MISOLIDA RIVOJLANTIRISH METODIKASI**

**МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ
БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ НА ПРИМЕРЕ ТЕПЛИЦЫ С
СОЛНЕЧНЫМ КОНЦЕНТРАТОРОМ**

**METHODOLOGY FOR DEVELOPING ENERGY-SAVING COMPETENCE
OF PRE-SERVICE PHYSICS TEACHERS THROUGH THE CASE OF A
SOLAR-CONCENTRATOR GREENHOUSE**

Abdiyhamidova Soniya Jamshid qizi

Buxoro davlat pedagogika instituti

soniyaabduhamidova@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada pedagogika oliy ta'lim muassasalarida qayta tiklanuvchi energiya manbalariga oid mavzularni o'qitishda real muhandislik obyekti – shimoliy devoriga qo'zg'almas fasetli konsentrator va suvli issiqlik akkumulyatori o'rnatilgan kam xarajatli issiqxonadan o'quv keysi sifatida foydalanish metodikasi taklif etilgan. D. Kolbning tajribaviy o'qitish sikli asosida to'rt bosqichli o'quv moduli, Bloom taksonomiyasining qayta ko'rilgan darajalari bo'yicha tabaqalashtirilgan topshiriqlar tizimi hamda kompetensiyaning to'rt komponenti bo'yicha baholash mezonlari ishlab chiqilgan. Topshiriqlar issiqxonaning hisoblangan energiya balansiga tayanadi: talabalar konsentrator qo'shimcha isitish ehtiyojini 27,7 % ga kamaytirishini mustaqil asoslaydi, akkumulyator hajmini optimallashtiradi va almashtiriladigan yoqilg'i turiga qarab qoplanish muddatini (3,6 yildan 24 yildan ortiqqacha) baholaydi. Tajriba-sinov ishlarini tashkil etish va samaradorlikni normallashtirilgan o'sish koeffitsiyenti hamda Student mezoni yordamida baholash tartibi asoslangan.

Аннотация. В статье предложена методика использования реального инженерного объекта – низкочатратной теплицы с неподвижным факетным концентратором на северной стене и водяным аккумулятором теплоты – в качестве учебного кейса при изучении возобновляемых источников энергии в педагогическом вузе. На основе цикла экспериментального обучения Д. Колба разработан четырехэтапный учебный модуль, система заданий, дифференцированных по уровням пересмотренной таксономии Блума, и критерии оценки четырех компонентов компетенции. Задания опираются на рассчитанный энергетический баланс теплицы: студенты самостоятельно обосновывают снижение потребности в дополнительном обогреве на 27,7 %, оптимизируют объем аккумулятора и оценивают срок окупаемости в зависимости от замещаемого топлива (от 3,6 года до более чем 24 лет).

Обоснован порядок организации опытно-экспериментальной работы и оценки эффективности с помощью нормализованного прироста и критерия Стьюдента.

Abstract. The paper proposes a methodology for using a real engineering object – a low-cost greenhouse with a stationary faceted concentrator on the north wall and a water heat store – as a learning case for teaching renewable energy at a pedagogical university. Based on Kolb's experiential learning cycle, a four-stage learning module, a system of tasks differentiated by the levels of the revised Bloom's taxonomy, and assessment criteria for four components of the competence were developed. The tasks rely on the calculated energy balance of the greenhouse: students justify on their own that the concentrator reduces auxiliary heating demand by 27.7 %, optimise the storage volume and evaluate the payback period depending on the replaced fuel (from 3.6 to more than 24 years). The procedure for organising the pedagogical experiment and assessing its effectiveness with normalised gain and Student's t-test is substantiated.

Kalit so'zlar: bo'lajak fizika o'qituvchisi, energiya tejamkorlik kompetensiyasi, tajribaviy o'qitish, loyihaviy ta'lim, Bloom taksonomiyasi, qayta tiklanuvchi energiya, quyosh konsentratorli issiqxona.

Ключевые слова: будущий учитель физики, компетенция энергосбережения, экспериментальное обучение, проектное обучение, таксономия Блума, возобновляемая энергия, теплица с солнечным концентратором.

Keywords: pre-service physics teacher, energy-saving competence, experiential learning, project-based learning, Bloom's taxonomy, renewable energy, solar-concentrator greenhouse.

Kirish. Energiya samaradorligini oshirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish O'zbekistonda davlat siyosatining ustuvor yo'nalishi etib belgilangan [1, 2]. Bu vazifani amalga oshirish nafaqat texnologiyalarga, balki aholining energiya madaniyatiga ham bog'liq, uni shakllantirishda esa maktab fizika o'qituvchisining o'rni katta. "Ta'lim to'g'risida"gi Qonun va oliy ta'limni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi ta'limning amaliyotga yo'naltirilganligini kuchaytirishni talab etadi [3, 4]. YuNESKO barqaror rivojlanish uchun ta'lim dasturida "arzon va toza energiya" maqsadi bo'yicha o'quvchilarda kognitiv, ijtimoiy-emotsional va xulq-atvor ko'nikmalarini birgalikda rivojlantirish tavsiya etilgan [5], barqarorlik kompetensiyalari tizimida esa tizimli fikrlash va strategik qaror qabul qilish asosiy o'rin egallaydi [6].

Pedagogika oliy ta'lim muassasalarida qayta tiklanuvchi energiya mavzulari ko'pincha ma'ruza shaklida, mahalliy sharoitga bog'lanmagan abstrakt masalalar orqali o'qitiladi. Natijada bo'lajak o'qituvchi quyosh nurlanishi fizikasidan qurilma konstruksiyasiga, undan energiya balansi va iqtisodiy samaradorlikka qadar bo'lgan to'liq zanjirni ko'rmaydi va bu bilimni maktab darsiga ko'chira olmaydi. Mazkur

muammoni hal etishning bir yo'li – talabalar o'zi tadqiq qila oladigan, arzon va mahalliy materiallardan yasaladigan real obyektни o'quv keysi sifatida qo'llashdir.

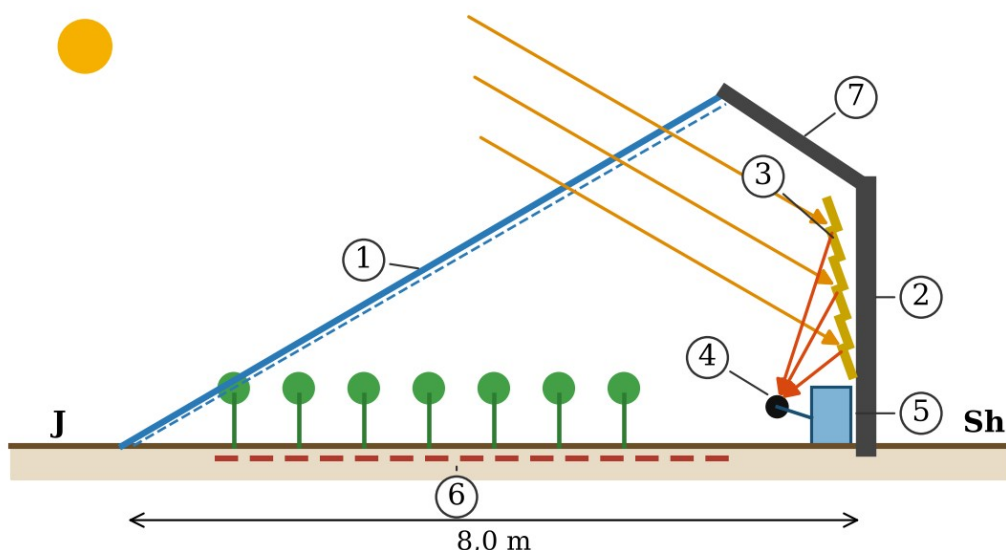
Ushbu ishning maqsadi – kam xarajatli quyosh konsentratorli issiqxona misolida bo'lajak fizika o'qituvchilarining energiya tejamkorlik kompetensiyasini rivojlantirishga yo'naltirilgan o'quv modulini ishlab chiqish va uning samaradorligini baholash metodikasini asoslashdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. Tabiiy-ilmiy fanlar bo'yicha 225 ta tadqiqotning meta-tahlili faol o'qitish usullari imtihon natijalarini o'rtacha 0,47 standart chetlanishga oshirishini, an'anaviy ma'ruzada esa talabalarining o'zlashtira olmaslik ehtimoli 1,5 marta yuqori ekanini ko'rsatgan [7]. R. Heyk fizika kurslarida interaktiv ishtirok usullari normallashtirilgan o'sishni an'anaviy o'qitishdagiga nisbatan qariyb ikki baravar oshirishini aniqlagan va bu ko'rsatkichni o'qitish samaradorligining standart o'lchoviga aylantirgan [8]. Muammoli, loyihaviy va keys usullarini o'z ichiga olgan induktiv o'qitish yondashuvlari muhandislik ta'limida bilimlarni chuqur o'zlashtirish va qo'llashga ijobiy ta'sir qilishi umumlashtirilgan [9].

D. Kolbning tajribaviy o'qitish nazariyasiga ko'ra, o'zlashtirish aniq tajriba, refleksiv kuzatish, abstrakt umumlashtirish va faol eksperimentdan iborat sikl orqali kechadi [10]. Loyihaviy ta'limda o'quv faoliyati yo'naltiruvchi savol atrofida tashkil etiladi va real mahsulot yaratish bilan yakunlanadi [11]. Topshiriqlarni bilish darajalari bo'yicha tabaqalashtirish uchun Bloom taksonomiyasining qayta ko'rilgan varianti keng qo'llaniladi [12]. Biroq bu yondashuvlarni qayta tiklanuvchi energiya mavzusida qo'llashda mahalliy iqlim va narxlarga asoslangan, energetik va iqtisodiy ma'lumotlari to'liq hisoblangan real obyektlar yetishmaydi. Issiqxonani isitish texnologiyalari bo'yicha muhandislik tadqiqotlari [13, 14] o'quv jarayoniga moslashtirilmagan.

Metodlar. Modul "Fizika va astronomiya" ta'lim yo'nalishining 3-kurs talabalari uchun "Qayta tiklanuvchi energiya manbalari" fanining "Quyosh energiyasidan issiqlik olish" bo'limiga mo'ljallangan. Uning hajmi 12 soat auditoriya mashg'uloti va 12 soat mustaqil ishdan iborat.

O'quv obyekti sifatida sharq–g'arb o'qi bo'ylab joylashgan $8,0 \times 12,5$ m o'lchamli bir nishabli plyonkali issiqxona tanlandi (1-rasm). Qishda quyosh past turgani sababli (Toshkentda dekabr oyida tush paytida 25° atrofida) issiqxonaga kirgan to'g'ri nurlanishning sezilarli qismi o'simliklarga emas, shimoliy devorga tushadi. Devorga alyuminiy qoplamali plyonkadan yasalgan fasetli reflektor o'rnatilgan bo'lib, u nurni qoraytirilgan quvurli qabul qilgichga yo'naltiradi; qizigan suv 3 m³ hajmli bakda to'planadi va tunda pol ostidagi quvurlar orqali issiqxonaga beriladi. Obyektning o'quv jihatidan qulayligi shundaki, unda nurning qaytishi va yutilishi, issiqlik miqdori, issiqlik uzatish va FIK kabi maktab fizikasi tushunchalari bitta tizimda namoyon bo'ladi, materiallari esa arzon va maket yasash uchun ochiq.



1-rasm. O‘quv obyekti – konsentratorli issiqxonaning ko‘ndalang kesimi: 1 – ikki qavatli plyonka; 2 – izolyatsiyali shimoliy devor; 3 – fasetli reflektor; 4 – qabul qilgich; 5 – bak-akkumulyator; 6 – pol osti quvurlari; 7 – tomning shimoliy qismi

Talabalar foydalanadigan hisob modeli [13, 14] asosida soddalashtirildi. Issiqlik yo‘qotishlari kunduzgi va tungi rejimlar uchun alohida hisoblanadi:

$$Q_y = K_k(t_{i,k} - t_{a,k})\tau_k + K_t(t_{i,t} - t_{a,t})\tau_t, \quad (1)$$

bu yerda $K_k = 638 \text{ Vt/K}$ va $K_t = 414 \text{ Vt/K}$ – umumiy issiqlik yo‘qotish ko‘effitsiyentlari; t_i , t_a – ichki va tashqi harorat; τ – rejim davomiyligi. Konsentratorning foydali issiqligi va FIK:

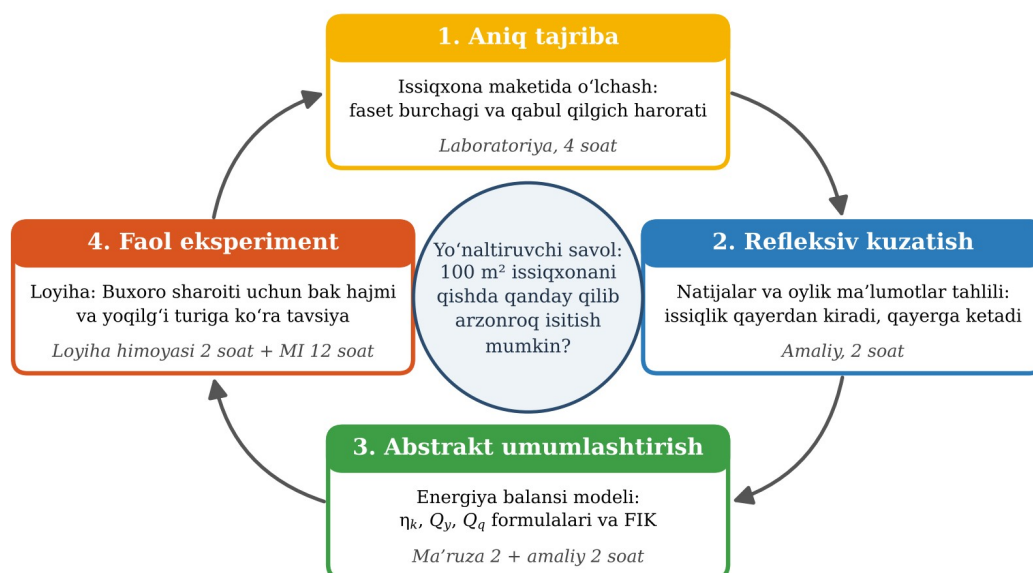
$$Q_k = \eta_k Fr H_{b,v}, \quad \eta_k = \tau_b f_s \rho \gamma \alpha F', \quad (2)$$

bu yerda $Fr = 24 \text{ m}^2$ – reflektor aperturasi; $H_{b,v}$ – vertikal janubiy yuzaga tushadigan to‘g‘ri nurlanish; τ_b , f_s , ρ , γ , α , F' – plyonka o‘tkazuvchanligi, soyalanish, qaytarish, nurni tutish, yutish va qabul qilgich samaradorligi ko‘effitsiyentlari. Laboratoriya mashg‘ulotida talabalar 1:10 masshtabli maketda qabul qilgich FIKini tajribada aniqlaydi:

$$\eta_{tajr} = c m \Delta t / (E F \tau), \quad (3)$$

bu yerda c va m – suvning solishtirma issiqlik sig‘imi va massasi; Δt – τ vaqt ichida harorat ortishi; E – piranometr bilan o‘lchangan nurlanish oqimi zichligi; F – maket reflektori yuzasi.

Modul Kolb sikli bo‘yicha to‘rt bosqichda quriladi va “100 m² li issiqxonani qishda qanday qilib arzonroq isitish mumkin?” degan yo‘naltiruvchi savol atrofida birlashtiriladi (2-rasm). Topshiriqlar qayta ko‘rilgan Bloom taksonomiyasining olti darajasi bo‘yicha tuzildi [12]; ularning kutilgan natijalari issiqxona uchun avvaldan bajarilgan hisob-kitoblar bilan tekshiriladi.



2-rasm. Kolb sikli asosidagi o'quv modulining tuzilmasi (MI – mustaqil ish)

Energiya tejamkorlik kompetensiyasi to'rt komponent – motivatsion-qadriyatli, kognitiv, faoliyatli va refleksiv-metodik komponentlar bo'yicha baholanadi. Tajriba-sinov ishlarida tajriba (TG) va nazorat (NG) guruhlar ajratiladi: NG mavzuni an'anaviy shaklda, TG esa taklif etilgan modul bo'yicha o'zlashtiradi. Ikkala guruhda modul boshida va oxirida 20 topshiriqli test o'tkaziladi. Har bir guruh uchun normallashtirilgan o'sish koeffitsiyenti [8]

$$\langle g \rangle = (Syak - Sbosh) / (100 - Sbosh) \quad (4)$$

hisoblanadi, bu yerda Sbosh, Syak – dastlabki va yakuniy testning o'rtacha natijasi, %. Guruhlar farqining ishonchliligi Styudentning t-mezoni ($\alpha = 0,05$), ta'sir kattaligi Koen d ko'rsatkichi bilan baholanadi [15].

Natijalar. Ishlab chiqilgan modulning har bir bosqichi aniq o'quv mahsuloti bilan yakunlanadi. Birinchi bosqichda talabalar maketda faset burchagini o'zgartirib, qabul qilgichdagi suv haroratining o'zgarishini o'lchaydi va (3) formula bo'yicha FIKni topadi. Ikkinchi bosqichda o'lchov natijalari Toshkent sharoiti uchun noyabr–mart davrining oylik energiya balansi bilan solishtiriladi: mavsumda issiqlik yo'qotishlari 20 675 kVt·soat, konsentratorsiz qo'shimcha isitish ehtiyoji 9 432 kVt·soat, konsentrator va bak bilan esa 6 817 kVt·soat. Uchinchi bosqichda (1)–(2) model chiqariladi va tajribada olingan FIK nazariy qiymat bilan taqqoslanadi. To'rtinchi bosqichda talabalar guruhlarida Buxoro sharoiti va joriy tariflar [16] uchun loyiha tayyorlab, uni himoya qiladi hamda shu mavzuda 8–10-sinflar uchun dars ishlanmasi tuzadi.

Topshiriqlar tizimi va ularning kutilgan natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Bloom taksonomiyasi darajalari bo'yicha topshiriqlar tizimi

Daraja	Topshiriq	Kutilgan natija
Eslash	Issiqxonadan issiqlik	Qoplama, to'siqlar,

	yo'qolish yo'llarini sanab bering.	infiltratsiya va tuproq orqali yo'qotishlar
Tushunish	Nega qishda to'g'ri nurning bir qismi shimoliy devorga tushishini tushuntiring.	Dekabrda tush paytida quyosh balandligi $\approx 25^\circ$, nur issiqxona chuqurligiga kirib boradi
Qo'llash	(2) formula bo'yicha η_k ni hisoblang: $\tau_b = 0,75$; $f_s = 0,90$; $\rho = 0,85$; $\gamma = 0,85$; $\alpha = 0,92$; $F' = 0,85$.	$\eta_k = 0,38$
Tahlil	Konsentrator mavsumda 3 293 kVt·soat issiqlik yig'adi, qo'shimcha isitish esa 2 615 kVt·soatga kamayadi. Farq sababini aniqlang.	Reflektor devorga tushadigan passiv issiqlikni kamaytiradi; martda yig'ilgan issiqlikning bir qismi talab qilinmaydi
Baholash	Bak hajmi 1, 2, 3, 4 m ³ bo'lganda tejash 1 071; 1 936; 2 615; 2 785 kVt·soat. Qaysi hajm maqsadga muvofiq?	Har qo'shimcha 1 m ³ beradigan o'sish 865 → 679 → 170 kVt·soatga tushadi; 3 m ³ optimal
Yaratish	9,7 mln so'mlik tizimni gaz, ko'mir yoki elektr bilan isitiladigan xo'jalik uchun tavsiya etish bo'yicha asoslangan loyiha tuzing.	Qoplanish: elektr – 3,6 yil, ko'mir – 8,6 yil, gaz – 24,3 yil (xizmat muddati 12 yil); tavsiya gaz ta'minoti cheklangan xo'jaliklar uchun

Topshiriqlarning o'ziga xosligi shundaki, ularda yagona “to'g'ri javob” emas, balki dalillangan qaror talab etiladi. Masalan, “Yaratish” darajasidagi topshiriqda talabalar bitta texnologiyaning samaradorligi almashtiriladigan yoqilg'iga keskin bog'liqligini aniqlaydi: tabiiy gazning amaldagi tarifida tizim xizmat muddati ichida o'zini oqlamaydi, elektr bilan isitishga nisbatan esa 3,6 yilda qoplanadi. Bu tizimli fikrlash va strategik qaror qabul qilish kompetensiyalarini [6] shakllantirishga xizmat qiladi.

Kompetensiyani baholash mezonlari 2-jadvalda keltirilgan. Har bir komponent 100 ballik shkalada baholanadi va natija past (0–54), o'rta (55–79) va yuqori (80–100) darajaga ajratiladi.

2-jadval.

Energiya tejamkorlik kompetensiyasini baholash mezonlari

Komponent	Ko'rsatkichlar	Baholash vositasi
Motivatsion-qadriyatli	Energiya tejashga shaxsiy munosabat, qayta tiklanuvchi energiyani o'rganishga qiziqish	Likert shkalasidagi so'rovnomma (15 band)
Kognitiv	Issiqlik balansi, FIK, nurlanish geometriyasi, qoplanish muddati tushunchalarini bilish	20 topshiriqli test (boshlang'ich va yakuniy)
Faoliyatli	O'lchash, hisoblash, model parametrlarini optimallashtirish, iqtisodiy baholash ko'nikmasi	Laboratoriya hisoboti va loyiha rubrikasi
Refleksiv-metodik	Mavzuni maktab darsiga ko'chira olish, o'z faoliyatini tahlil qilish	Dars ishlanmasini ekspert baholashi, refleksiv esse

Munozara. Taklif etilgan modul faol va induktiv o'qitishning samaradorligi haqidagi ma'lum dalillarga [7–9] tayanadi, lekin ularni qayta tiklanuvchi energiya mavzusiga mahalliy, aniq hisoblangan obyekt orqali tatbiq etadi. Uning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat. Birinchidan, obyekt fanlararo xususiyatga ega: optika, termodinamika, issiqlik uzatish, iqtisodiyot va ekologiya bitta topshiriqda birlashadi, masalan, gaz almashtirilganda CO₂ chiqindisi yiliga taxminan 0,62 t ga kamayishini talabalar o'zlari hisoblaydi. Ikkinchidan, qurilma plyonka, faner va bochkalar kabi arzon materiallardan yig'iladi, shu sababli uning maketini institut laboratoriyasida va keyinchalik maktabda yasash mumkin. Uchinchidan, iqtisodiy natijaning noaniqligi – tizimning bir yoqilg'i uchun foydali, boshqasi uchun foydasiz ekani – talabalarni texnologiyani tanqidiy baholashga o'rgatadi, bu esa barqarorlik ta'limining normativ va strategik kompetensiyalariga mos keladi [5, 6]. To'rtinchidan, bo'lajak o'qituvchi o'zlashtirgan mazmunni maktab fizikasining "Issiqlik miqdori", "Yorug'likning qaytishi" va "Issiqlik mashinalarining FIK" mavzulariga bevosita ko'chira oladi.

Ishning cheklovlari ham mavjud. Modul samaradorligi tajriba-sinov ishlari orqali tasdiqlanishi zarur. Maket va piranometr talab etilishi laboratoriya bazasi cheklangan muassasalarda qiyinchilik tug'dirishi mumkin; bunday hollarda birinchi bosqichni o'lchov ma'lumotlari yoki virtual laboratoriya bilan almashtirish mumkin. Hisob modeli soddalashtirilgan va ko'p yillik o'rtacha iqlim ma'lumotlariga tayanadi, buni talabalar bilan muhokama qilish ham o'quv maqsadiga xizmat qiladi.

Xulosa. 1. Kam xarajatli quyosh konsentratorli issiqxona bo'lajak fizika o'qituvchilariga quyosh nurlanishi fizikasidan energiya balansi va iqtisodiy

samaradorlikka qadar bo'lgan to'liq zanjirni ko'rsatuvchi o'quv keysi sifatida asoslandi. 2. Kolb sikli asosida yo'naltiruvchi savol atrofida birlashtirilgan to'rt bosqichli o'quv moduli va Bloom taksonomiyasining olti darajasi bo'yicha kutilgan natijalari aniq hisoblangan topshiriqlar tizimi ishlab chiqildi. 3. Energiya tejamkorlik kompetensiyasining to'rt komponenti bo'yicha baholash mezonlari hamda samaradorlikni normallashtirilgan o'sish va Styudent mezoni bilan baholash tartibi taklif etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 22-avgustdagi "Iqtisodiyot tarmoqlari va ijtimoiy sohaning energiya samaradorligini oshirish, energiya tejoychi texnologiyalarni joriy etish va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishning tezkor chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4422-sonli qarori. – Toshkent, 2019.
2. O'zbekiston Respublikasining 2019-yil 21-maydagi "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida"gi O'RQ-539-sonli Qonuni. – Toshkent, 2019.
3. O'zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentyabrdagi "Ta'lim to'g'risida"gi O'RQ-637-sonli Qonuni. – Toshkent, 2020.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktyabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-sonli Farmoni. – Toshkent, 2019.
5. UNESCO. Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. – Paris: UNESCO, 2017. – 62 p.
6. Wiek A., Withycombe L., Redman C.L. Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development // Sustainability Science. – 2011. – Vol. 6, No. 2. – P. 203–218.
7. Freeman S., Eddy S.L., McDonough M., Smith M.K., Okoroafor N., Jordt H., Wenderoth M.P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2014. – Vol. 111, No. 23. – P. 8410–8415.
8. Hake R.R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses // American Journal of Physics. – 1998. – Vol. 66, No. 1. – P. 64–74.
9. Prince M.J., Felder R.M. Inductive teaching and learning methods: Definitions, comparisons, and research bases // Journal of Engineering Education. – 2006. – Vol. 95, No. 2. – P. 123–138.
10. Kolb D.A. Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984. – 256 p.

11. Krajcik J.S., Blumenfeld P.C. Project-based learning // The Cambridge Handbook of the Learning Sciences / Ed. R.K. Sawyer. – New York: Cambridge University Press, 2006. – P. 317–334.
12. Anderson L.W., Krathwohl D.R. (eds.) A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. – New York: Longman, 2001. – 352 p.
13. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4th ed. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. – 910 p.
14. Sethi V.P., Sharma S.K. Survey and evaluation of heating technologies for worldwide agricultural greenhouse applications // Solar Energy. – 2008. – Vol. 82, No. 9. – P. 832–859.