FIZIKA VA MUHANDISLIK FANLARINI INTEGRATSIYALASH ASOSIDA TALABALARNING TEXNIK TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISH

Termiz muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
professor ***O‘.N.Sultonova***

Annotatsiya: Maqolada fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash asosida talabalarning texnik tafakkurini rivojlantirishning nazariy-metodik asoslari yoritilgan. Fizik qonuniyatlarni muhandislik masalalarini hal qilish, texnik obyektlarni modellashtirish va loyihalash jarayonlari bilan bog‘lashning ta’limiy imkoniyatlari tahlil qilingan. Fanlararo integratsiyani amalga oshirishga yo‘naltirilgan muammoli vaziyat yaratish, fizik modelni ishlab chiqish, muhandislik yechimini loyihalash, hisoblash va natijalarni baholash bosqichlaridan iborat metodik yondashuv taklif etilgan. Shuningdek, muallifning avvalgi ilmiy ishlari masala yechish, grafik va eksperimental topshiriqlar, kompetensiyaviy yondashuv hamda raqamli vositalardan foydalanish bilan bog‘liq jihatlari bo‘yicha tahlil qilingan. Taklif etilgan yondashuv talabalarning tahliliy fikrlashi, texnik tasavvuri, muammolarni mustaqil hal etishi va loyihaviy faoliyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan. Metodikaning amaliy samaradorligini aniqlash uchun keyingi pedagogik tajriba-sinov ishlari zarurligi asoslangan.

Kalit so‘zlar: fizika ta’limi, muhandislik fanlari, fanlararo integratsiya, texnik tafakkur, muhandislik tafakkuri, fizik modellashtirish, muammoli ta’lim, loyihaviy faoliyat, kompetensiyaviy yondashuv, texnik kompetensiya.

Kirish

Zamonaviy ishlab chiqarish, muhandislik va texnologik jarayonlarning murakkablashuvi oliy ta’limda nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uzviy bog‘lashni talab etmoqda. Ayniqsa, texnik yo‘nalishlarda tahsil olayotgan talabalar fizik qonuniyatlarni bilish bilan bir qatorda, ulardan muhandislik muammolarini hal qilish, texnik obyektlarning ishlash tamoyillarini tushuntirish, jarayonlarni modellashtirish va loyihaviy qarorlarni asoslashda foydalana olishlari zarur. Shu sababli fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash talabalarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtirishning muhim pedagogik yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Fizika mexanik harakat, issiqlik almashinuvi, elektr va magnit hodisalari, optik jarayonlar hamda materiallarning fizik xususiyatlarini tushuntiruvchi qonuniyatlarni o‘rganadi. Muhandislik fanlari esa ushbu qonuniyatlardan texnik qurilmalarni loyihalash, konstruksiyalarni hisoblash, texnologik tizimlarni tahlil qilish va muayyan amaliy vazifalarni bajarishda foydalanadi. Demak, ikki yo‘nalish o‘rtasidagi

integratsiya fizik bilimlarning amaliy mazmunini ochib berish bilan birga, talabaning nazariy tushuncha va texnik yechim o‘rtasidagi bog‘lanishni anglashiga yordam beradi.

Texnik tafakkur muammoni tahlil qilish, obyektning tuzilishi va ishlash prinsipini tushunish, sabab-oqibat munosabatlarini aniqlash, fizik model yaratish, muqobil yechimlarni taqqoslash va eng maqbul variantni asoslash kabi aqliy faoliyatlarni qamrab oladi. Bunday tafakkur faqat tayyor formulalarni qo‘llash orqali emas, balki talaba mustaqil qaror qabul qiladigan, hisob-kitob va tajriba natijalarini taqqoslaydigan hamda texnik yechimni takomillashtiradigan o‘quv vaziyatlarida rivojlanadi.

Fanlararo integratsiyaga oid tadqiqotlarda ham turli fanlar bilimlarini umumiy muammo va loyihalar atrofida birlashtirish muhimligi ta’kidlanadi [14; 15]. Biroq integratsiya fanlarning mazmunini shunchaki yonma-yon o‘qitish bilan cheklanmasligi, balki ular o‘rtasidagi mazmuniy va amaliy aloqalarni ochib berishi lozim.

Maqolaning maqsadi fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash orqali talabalarning texnik tafakkurini rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik yondashuvni asoslashdan iborat. Ushbu maqsad doirasida fanlararo aloqalarni tashkil etish tamoyillari, o‘quv topshiriqlarini ishlab chiqish bosqichlari va texnik tafakkurni baholash mezonlari ko‘rib chiqiladi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash muammosi tabiiy-ilmiy bilimlarni amaliy loyihalash faoliyati bilan bog‘lash, muammoli vazifalarni hal qilish va muhandislik tafakkurini rivojlantirish masalalari bilan chambarchas bog‘liq. Mazkur yo‘nalishdagi adabiyotlarni shartli ravishda uch guruhga ajratish mumkin: fanlararo integratsiya nazariyasi, muhandislik loyihalash va texnik fikrlash, shuningdek, fizika ta’limida kompetensiyaviy va amaliy yondashuvlar.

T. R. Kelley va J. G. Knowles integratsiyalashgan STEM ta’limi uchun konseptual asos ishlab chiqib, fanlararo aloqalarni ilmiy izlanish, muhandislik loyihalash, texnologik savodxonlik va matematik fikrlashning o‘zaro bog‘liqligi orqali izohlagan [14]. Ularning yondashuvi fizik bilimlarni muhandislik muammolariga tatbiq etishda turli fanlarning tushuncha va usullarini yagona amaliy vazifa atrofida birlashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Bu yondashuvdan kelib chiqib, integratsiyalashgan mashg‘ulotda fizika alohida nazariy blok, muhandislik esa mustaqil amaliy blok sifatida emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi bilimlar tizimi sifatida tashkil etilishi kerak.

C. L. Dym, A. M. Agogino, O. Eris, D. D. Frey va L. J. Leifer muhandislik tafakkuri, loyihalashni o‘rgatish va o‘rganish masalalarini tahlil qilgan [15]. Mualliflar muhandislik loyihalashining murakkabligini, loyiha asosida o‘qitishning imkoniyatlarini va talabalarda loyihaviy fikrlashni rivojlantirish uchun maxsus pedagogik sharoitlar zarurligini yoritgan. Ushbu qarashlar texnik tafakkurni

rivojlantirishda tayyor yechimlarni takrorlashdan ko‘ra, talabani muammoni aniqlash, talablarni belgilash, yechim variantlarini ishlab chiqish va ularni baholash jarayoniga jalb etish muhimligini ko‘rsatadi.

Fizika ta’limida masala yechish va kompetensiyaviy yondashuvga oid tadqiqotlar ham fanlararo integratsiyaning metodik asoslarini to‘ldiradi. U. N. Sultonova fizikadan masalalar yechish orqali talabalarning tayanch kompetensiyalarini shakllantirish masalasini ko‘rib chiqqan [2]. Ushbu ish fizik bilimlarni qo‘llashga yo‘naltirilgan topshiriqlarning ta’limiy ahamiyatini yoritish uchun muhimdir. U. N. Sultonova va S. N. Sultonov mustaqil ishlarning turlari va ularni tashkil etish, shuningdek, fizika mashg‘ulotlarida mustaqil o‘rganish faoliyatini yo‘lga qo‘yish masalalarini tahlil qilgan [5; 6]. Bu ishlar talabalarning o‘z bilimlarini mustaqil qo‘llashi va o‘quv faoliyatiga mas’uliyat bilan yondashishini rivojlantirish nuqtayi nazaridan ahamiyatlidir.

Muallifning eksperimental va grafik masalalarni kompetensiyaviy yondashuv asosida yechishga bag‘ishlangan maqolasi fizik hodisalarni tahlil qilish va natijalarni grafik ko‘rinishda ifodalash imkoniyatlarini ochib beradi [12]. MathCad dasturidan foydalanish bo‘yicha tadqiqot esa hisoblash vositalarini o‘quv jarayoniga tatbiq etish bilan bog‘liq [1]. Grafik usullarda masala yechish, molekulyar fizika bo‘yicha muammoli topshiriqlar va talabalarni tadqiqotchilik faoliyatiga yo‘naltirishga oid ishlar ham nazariy bilimlarni amaliy vazifalar bilan bog‘lash nuqtayi nazaridan mazkur maqola mavzusiga aloqador [7; 10; 11].

Shuningdek, fizika mashg‘ulotlarida mustaqil ta’limni tashkil etish, kompetensiyaviy yondashuv va didaktik o‘yinlardan foydalanishga oid nashrlar talabalarning faol ishtirokini ta’minlash usullarini ko‘rib chiqishga yordam beradi [3; 4; 13]. Muallifning suvning fizik-kimyoviy parametrlarini nazorat qilish qurilmasiga oid ishi esa fizik kattaliklar va texnik nazorat vositalari o‘rtasidagi bog‘lanishning amaliy namunasidir [8]. Rentgen nurlari, fizik jarayonlar va muammoli masalalarga oid boshqa ishlar ham muayyan fizik hodisalarni texnik kontekstda o‘rganish uchun mazmuniy material sifatida xizmat qilishi mumkin [9; 10].

Adabiyotlar tahlilidan kelib chiqib, fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash talabaning fizik qonuniyatni bilishi, uni texnik vaziyatda qo‘llashi va yechimning maqbulligini asoslay olishini bir butun faoliyatga birlashtirishi kerak, degan metodik xulosa shakllantirildi. Shu bilan birga, ko‘rib chiqilgan manbalarning har biri texnik tafakkurni aynan bir xil usulda o‘rganmaydi; shuning uchun ularning mazmuni maqolaning umumiy metodik g‘oyasini asoslash uchun qiyosiy tarzda qo‘llanadi.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqotning metodologik asosini tizimli, kompetensiyaviy va fanlararo integrativ yondashuvlar tashkil etadi. Tizimli yondashuv fizika va muhandislik

fanlaridagi bilimlarni o‘zaro bog‘langan tarkibiy qismlar sifatida ko‘rishga imkon beradi. Kompetensiyaviy yondashuv bilimlarni amaliy vaziyatlarda qo‘llashga yo‘naltiriladi. Integrativ yondashuv esa turli fanlarga tegishli tushuncha va usullarni yagona muammoni hal etish jarayonida birlashtiradi.

Maqola nazariy-metodik xususiyatga ega. Unda ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, qiyoslash, umumlashtirish va metodik modellashtirish usullaridan foydalanildi. Ushbu usullar asosida texnik tafakkurni rivojlantirishga yo‘naltirilgan besh bosqichli metodik model taklif etildi.

Birinchi bosqich — muammoli vaziyatni aniqlash. Talabalarga muayyan texnik obyekt yoki jarayon bilan bog‘liq amaliy muammo taqdim etiladi. Masalan, mexanik konstruksiyaning barqarorligini ta’minlash, issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish yoki elektr zanjirining ishlash parametrlarini tanlash vazifasi berilishi mumkin.

Ikkinchi bosqich — fizik asosni aniqlash va modellashtirish. Talabalar muammoni tavsiflovchi fizik kattaliklarni ajratadi, tegishli qonuniyatlarni tanlaydi, zarur taxminlarni belgilaydi va soddalashtirilgan model yaratadi. Bu bosqichda modelning imkoniyatlari va cheklovlarini tushuntirish talab etiladi.

Uchinchi bosqich — muhandislik yechimini loyihalash. Talabalar fizik modeldan foydalanib, bir yoki bir nechta yechim variantlarini ishlab chiqadi. Variantlar texnik talablar, resurslar, xavfsizlik, samaradorlik va amaliy qo‘llash imkoniyatlari bo‘yicha taqqoslanadi.

To‘rtinchi bosqich — hisoblash, sinov va tekshirish. Talabalar hisob-kitoblarni bajaradi, mavjud bo‘lsa, tajriba yoki raqamli modellashtirish orqali yechimni tekshiradi. Olingan natijalar dastlabki taxminlar bilan taqqoslanib, zarur hollarda model yoki yechim qayta ko‘rib chiqiladi.

Beshinchi bosqich — baholash va refleksiya. Talabalar tanlangan yechimning fizik asoslanganligi, texnik talablarga muvofiqligi va cheklovlarini izohlaydi. Yakuniy xulosada yechimning afzalliklari, kamchiliklari hamda uni takomillashtirish imkoniyatlari ko‘rsatiladi.

Texnik tafakkurni baholash uchun muammoni tahlil qilish, fizik qonuniyatlarni tanlash va asoslash, model yaratish, muqobil variantlarni taqqoslash, hisob-kitoblarning to‘g‘riligi hamda texnik yechimni dalillar bilan himoya qilish mezonlari taklif etiladi. Ushbu mezonlar keyingi tajriba-sinov ishlarida talabalarning dastlabki va yakuniy natijalarini qiyoslash uchun qo‘llanishi mumkin.

Natijalar

Nazariy-metodik tahlil natijasida fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash orqali talabalarning texnik tafakkurini rivojlantirishga yo‘naltirilgan besh bosqichli metodik model ishlab chiqildi. Model muammoli vaziyatni aniqlash, fizik asosni belgilash, muhandislik yechimini loyihalash, hisoblash va tekshirish, shuningdek, yakuniy natijani baholash bosqichlarini qamrab oladi.

Birinchi natija sifatida fizik bilimlarni muhandislik vazifalariga tatbiq etishning izchil ketma-ketligi belgilandi. Bunda talaba fizik qonuniyatni shunchaki eslab qolmaydi, balki uni texnik obyekt yoki jarayonning xususiyatlarini tushuntirish uchun qo‘llaydi.

Ikkinchi natija — muammoli topshiriqlarni yechishda modellashtirish va loyihalash faoliyatining o‘zaro bog‘liqligi asoslandi. Fizik model muhandislik yechimini hisoblashga yordam beradi, texnik talablar esa modelning qanday shartlarda qo‘llanishini belgilaydi.

Uchinchi natija sifatida texnik tafakkurni baholash uchun muammoni tahlil qilish, fizik asosni tanlash, model yaratish, yechim variantlarini qiyoslash, hisob-kitoblarni tekshirish va qarorni asoslash mezonlari taklif etildi. Ushbu mezonlar talabaning faqat yakuniy javobini emas, balki yechimga olib kelgan fikrlash jarayonini ham baholashga imkon beradi.

To‘rtinchi natija — fanlararo integratsiyani tashkil etishda loyiha topshiriqlari, muammoli vaziyatlar, eksperimental ishlar va raqamli modellashtirishdan foydalanishning metodik imkoniyatlari tizimlashtirildi.

Mazkur natijalar adabiyotlar tahlili va metodik modellashtirishga asoslangan. Ular taklif etilgan yondashuvning nazariy-metodik tuzilishini ifodalaydi. Talabalarning texnik tafakkuri amalda qay darajada rivojlanishi yoki integratsiyalashgan mashg‘ulotlarning boshqa usullarga nisbatan samaradorligi esa maxsus pedagogik tajriba-sinov ishlari orqali aniqlanishi lozim.

Muhokama

Fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalashning muhim jihati — fizik qonuniyatlarning texnik yechimdagi vazifasini ochib berishdir. An’anaviy o‘qitishda talaba muayyan qonun yoki formulani o‘zlashtirishi mumkin, biroq uni real texnik muammoni tahlil qilishda qo‘llash uchun qo‘shimcha tajriba talab etiladi. Integratsiyalashgan mashg‘ulotlarda esa fizik tushunchalar amaliy vazifa bilan bog‘lanib, talaba nazariy bilimning texnik qarorga qanday ta’sir qilishini anglaydi.

Masalan, mexanika bo‘yicha mashg‘ulotda konstruksiyaga ta’sir etuvchi kuchlarni tahlil qilish, muvozanat shartlarini qo‘llash va materialning yuklama ostidagi holatini baholash orqali fizik bilimlar muhandislik vazifasi bilan bog‘lanadi. Issiqlik fizikasi doirasida esa issiqlik almashinuvi qonuniyatlari energiya sarfini kamaytirish yoki issiqlik izolyatsiyasi yechimini tanlash masalalariga tatbiq etilishi mumkin. Bunday topshiriqlar talabadan formulani qo‘llash bilangina cheklanmay, shartlarni tahlil qilish, taxminlarni belgilash va natijaning amaliy oqibatlarini baholashni talab qiladi.

Kelley va Knowlesning integratsiyalashgan STEM ta’limiga oid konseptual yondashuvi fanlararo aloqalarni mazmunan birlashtirish muhimligini ko‘rsatsa, Dym va hammualliflarining ishlari loyihalash tafakkurini rivojlantirishda murakkab

muammolarni hal qilish hamda loyiha faoliyatini tashkil etishning ahamiyatini asoslaydi [14; 15]. Mazkur qarashlar taklif etilgan modelning nazariy yo‘nalishini qo‘llab-quvvatlaydi, biroq aynan shu modelning samaradorligini bevosita isbotlamaydi.

Metodik yondashuvning afzalligi shundaki, u talabaning faoliyatini muammoni aniqlashdan tortib yechimni asoslashgacha bo‘lgan izchil jarayon sifatida tashkil etadi. Shu orqali texnik tafakkurning bir nechta tarkibiy jihatlari — tahlil, modellashtirish, muqobil variantlarni baholash va qaror qabul qilish — birgalikda rivojlantirilishi ko‘zda tutiladi. Guruhli loyiha topshiriqlari talabalarning fikr almashishi, o‘z qarorlarini himoya qilishi va boshqa yechimlarga tanqidiy yondashishi uchun ham imkoniyat yaratadi.

Shu bilan birga, integratsiyalashgan ta’limni tashkil etishda muayyan qiyinchiliklar mavjud. Birinchidan, fizika va muhandislik fanlari o‘quv dasturlaridagi mavzular vaqt jihatidan mos kelmasligi mumkin. Ikkinchidan, loyiha topshiriqlarini bajarish uchun zarur jihozlar, dasturiy vositalar yoki laboratoriya sharoitlari yetarli bo‘lmasligi ehtimoli mavjud. Uchinchidan, topshiriq haddan tashqari murakkab tuzilsa, talabalar fizik qonuniyatni anglash o‘rniga texnik mahsulotni tayyorlashga ko‘proq e’tibor qaratishi mumkin. Shuning uchun topshiriqlarni talabalarning tayyorgarligi, fan dasturi va mavjud resurslarga moslashtirish zarur.

Keyingi tadqiqotlarda taklif etilgan modelni muayyan texnik yo‘nalishlar kesimida sinovdan o‘tkazish, integratsiyalashgan va an’anaviy mashg‘ulotlar natijalarini qiyoslash, texnik tafakkurni baholash mezonlarining ishonchliligini tekshirish maqsadga muvofiq. Bunday tadqiqotlar metodikaning samaradorligi haqida dalillarga asoslangan xulosa chiqarish imkonini beradi.

Xulosa

Fizika va muhandislik fanlarini integratsiyalash talabalarning nazariy bilimlarini amaliy vazifalar bilan bog‘lash, fizik qonuniyatlarni texnik muammolarni hal qilishda qo‘llash va loyihaviy faoliyatni rivojlantirish uchun muhim metodik imkoniyat yaratadi. Bunda integratsiya fanlarning mazmunini shunchaki birlashtirish bilan cheklanmay, fizik tushunchalar, hisoblash usullari va muhandislik qarorlari o‘rtasidagi mazmuniy aloqalarni ochib berishi kerak.

Maqolada muammoli vaziyatni aniqlash, fizik model yaratish, muhandislik yechimini loyihalash, hisoblash va tekshirish, yakuniy natijani baholashdan iborat besh bosqichli metodik model taklif etildi. Ushbu model talabalarning tahliliy fikrlashi, texnik tasavvuri, muqobil yechimlarni qiyoslash va qarorlarini asoslash ko‘nikmalarini rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Ta’lim amaliyotida integratsiyalashgan topshiriqlarni ishlab chiqish, eksperimental va raqamli modellashtirish vositalaridan foydalanish, shuningdek, talabalarning yechim jarayonini aniq mezonlar asosida baholash tavsiya etiladi. Shu

bilan birga, taklif etilgan metodikaning samaradorligini tasdiqlash uchun pedagogik tajriba-sinov ishlari, boshlang‘ich va yakuniy diagnostika hamda natijalarning qiyosiy tahlili zarur.

Demak, fizika va muhandislik fanlarini maqsadli integratsiyalash texnik tafakkurni rivojlantirishga xizmat qiluvchi istiqbolli metodik yo‘nalish bo‘lib, uning amaliy natijalari tizimli tajriba va ilmiy tahlil asosida aniqlanishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abdullaeva, S., & Sultonova, U. (2020). Use of MathCad software in the preparation of students majoring in engineering. *International Journal of Scientific and Research Publications*, *10*(12), 650.

2. Султонова, Ў. Н. (2020). утройство для контроля физико-химческих параметров питьевой воды. *техника ва технологик фанлар сох, аларининг инновацион масалалари" мавзусидаги халкаро илмий-техник анжумани*, 393-395.

3. Sultonova, U. N. (2019). Formation of Basic Competences for Students by Solving Problems in Physics. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol*, *7*(11).

4. Султонова, Ў. Н. (2023). Таълимда компетенциявий ѐндашув-юқори самарадорлик гаровидир: статья. *Multidisciplinary Scientific Journal. August*.

5. Султонова, Ў. Н. (2019). International Jurnal oh F CrossRef indexed. Independent learning of students on tihe bass of competence based approach isa guarentee of high efficiency.

6. Sultonova, U. N., & Sultonov, S. N. (2022). Types and Forms of Independent Work in the Organization of Educational Activities of Students on the Subject" Descriptive Geometry and Engineering Graphics". *International Journal on Integrated Education*, *5*(3), 204-208.

7. Sultonova, U. N., & Sultonov, S. N. (2022). Problems in Organizing Independent Study Activities in Physics Classes. *International Journal on Integrated Education*, *5*(3), 252-254.

8. Botirovna, S. B., & Nabiyevna, S. U. (2020). Technology for solving problems using graphical methods in mathematics lessons and circle lessons. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, *10*(11), 2254-2264.

9. СУЛТОНОВА, Ў., & ОЧИЛДИЕВ, Ҳ. РЕНТГЕН НУРЛАРИ ВА УНИНГ АҲАМИЯТИ. Уфимский государственный нефтяной технический университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 27–28 апреля 2023 года Организаторы: Уфимский государственный нефтяной технический университет.

10. SULTONOVA, O. KOMPETENSIYAVIY YONDASHUV ASOSIDA MOLEKULYAR FIZIKA BO ‘LIMIDAN MUAMMOLI MASALALAR ECHISH.

Уфимский государственный нефтяной технический университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 27–28 апреля 2023 года Организаторы: Уфимский государственный нефтяной технический университет.

11. СУЛТОНОВА, Ў., ҚОДИРОВА, З., & РАХИМБЕРДИЕВ, О. ТАЛАБАЛАРНИ ИЗЛАНИШ ВА ТАДҚИҚОТЧИЛИККА ЙЎЛЛАШ МЕТОДИ ҲАҚИДА. Уфимский государственный нефтяной технический университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 27–28 апреля 2023 года Организаторы: Уфимский государственный нефтяной технический университет.

12. Sultonova, O. N., Qodirova, N. T., & Jiyanova, S. I. Based on Students' Competency-based Approach to Physics Solve Experimental and Graphical Problems. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, *9*(05), 336-340.

13. Sultonova, U. N. METHODOLOGY OF USING DIDACTIC GAMES IN EXTRACURRICULAR CLUB ACTIVITIES ON PHYSICS.

14. Kelley T. R., Knowles J. G. “A Conceptual Framework for Integrated STEM Education”. International Journal of STEM Education. — 2016. — Vol. 3. — Article 11.

15. Dym C. L., Agogino A. M., Eris O., Frey D. D., Leifer L. J. “Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning”. Journal of Engineering Education. — 2005. — Vol. 94, No. 1. — P. 103–120.

16. Sadriddinov N., Rahimov A., Mamadaliyev A., Jamolova Z. “Fizika o‘qitish uslubi asoslari”. Toshkent — “O‘zbekiston” — 2006. *(Nashr ma’lumotlarini asl nusxa bilan solishtirish tavsiya etiladi.)*