

FIZIKA DARSLARINI STEM YONDASHUV ASOSIDA TASHKIL ETISHNING METODIK MODEL VA DIDAKTIK TA'MINOTI

МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ДИДАКТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ УРОКОВ ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ STEAM-ПОДХОДА

METHODOLOGICAL MODEL AND DIDACTIC SUPPORT FOR ORGANIZING PHYSICS LESSONS BASED ON THE STEAM APPROACH

Sunnatova Lola Muxiddin qizi

Samarqand davlat universiteti, tayanch doktorant

ORCID: 0009-0003-4935-0394]

sunnatovalola178@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika fanini STEM yondashuv asosida o'qitish metodikasini takomillashtirish masalasi yoritilgan. Tadqiqotning maqsadi fizika fani mazmunini Science, Technology, Engineering va Mathematics komponentlari bilan integratsiyalashga qaratilgan metodik model va uning didaktik ta'minotini asoslashdan iborat. Tadqiqotda nazariy tahlil, pedagogik modellashtirish, taqqoslash, umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Natijada maqsadli, nazariy-metodologik, mazmun-integrativ, texnologik-protsessual, didaktik ta'minot hamda natijaviy-baholash bloklaridan iborat metodik model ishlab chiqildi. Model fizika darslarini muammoli vaziyat, tajriba, loyiha, modellashtirish, muhandislik dizayni, matematik tahlil va refleksiv baholash bilan bog'lash imkonini beradi. Shuningdek, STEM kompetensiyalarini baholash uchun kognitiv, amaliy-faoliyatli, texnologik, muhandislik-ijodiy, matematik-tahliliy, kommunikativ va refleksiv mezonlar taklif etildi.

Kalit so'zlar: *fizika ta'limi, STEM yondashuv, metodik model, fanlararo integratsiya, muhandislik dizayni, laboratoriya topshiriqlar, baholash mezonlari*

Аннотация: В статье рассматривается проблема совершенствования методики преподавания физики в общеобразовательной школе на основе STEAM-подхода. Цель исследования заключается в обосновании методической модели и дидактического обеспечения интеграции содержания курса физики с компонентами Science, Technology, Engineering и Mathematics. Используются методы теоретического анализа, педагогического моделирования, сравнения и обобщения. В результате разработана методический модель, включающая целевой, теоретико-методологический, содержательно-интегративный, технологико-процессуальный, дидактический и результативно-оценочный блоки. Модель позволяет связать уроки физики с проблемной ситуацией, экспериментом, проектом, моделированием, инженерным дизайном, математическим анализом и рефлексивным оцениванием. А также для оценки

STEM-компетенций были предложены когнитивные, практико-деятельностные, технологические, инженерно-творческие, математико-аналитические, коммуникативные и рефлексивные критерии.

Ключевые слова: обучение физике, STEM-подход, методическая модель, междисциплинарная интеграция, инженерный дизайн, лабораторные задания, критерии оценивания

Annotation: The article examines the improvement of physics teaching methodology in general secondary schools on the basis of the STEM approach. The purpose of the study is to substantiate a methodological model and didactic support for integrating physics course content with the components of Science, Technology, Engineering and Mathematics. The study used theoretical analysis, pedagogical modelling, comparison and generalization. As a result, a model consisting of target, theoretical-methodological, content-integrative, technological-procedural, didactic-support and result-assessment blocks was developed. The model makes it possible to connect physics lessons with problem situations, experiments, projects, modelling, engineering design, mathematical analysis and reflective assessment. Cognitive, practical-activity, technological, engineering-creative, mathematical-analytical, communicative and reflective criteria are proposed for assessing students' STEM competencies.

Key words: physics education, STEM approach, methodological model, interdisciplinary integration, engineering design, laboratory tasks, assessment criteria

Kirish. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi «O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5712-son Farmonida STEM yo'nalishidagi fanlarni o'qitish bo'yicha o'quv kurslaridan o'tishini tashkil etish, 2018-yil 5-sentabrdagi «Xalq ta'limi tizimida boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-3931-son qarorida STEM ta'limini bosqichma-bosqich amaliyotga joriy etish, 2021-yil 19-martdagi «Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-5032-son qarorida «STEM» klublarini tashkil etish, pedagoglarni qo'shimcha adabiyotlar bilan ta'minlash kabi vazifalar belgilangan [1-3]. Darhaqiqat, mazkur xujjatlarda mamlakatimizda STEM ta'limini rivojlantirish keng qo'llab-quvvatlanilgan.

Bugungi kunda dunyo ta'limida fizikani faqat fizika doirasida (yopiq qafasda) o'qitishdan samarali bo'lgan fan, texnologiya, muhandislik va matematika sohalarini birlashtirgan STEM ta'limi (S-science –fan, T-technology – texnologiya, E-engineering – muhandislik, M-mathematics – matematika) vositasida o'qitishga keng etibor qaratilmoqda. Rivojlangan davlatlarda taraqqiyparvar vakillari tomonidan mamlakatning iqtisodiy-ijtimoiy yutuqlarga erishishda aynan STEM yo'nalishidagi bilim va ko'nikmalarni ustuvor deb e'tirof qilingan [4].

Shu bois, endilikda umumiy o'rta ta'limda fizika fanini o'qitish o'quvchilarga tayyor qonun va formulalarni bayon qilish bilan cheklanib qolmasdan, balkim ularda ilmiy tafakkurni tarbiyalash, texnik bilim va XXI asr ko'nikmalarini ham samarali shakllantirilishi lozim. Endilikda raqamli texnologiyalar, muqobil energiya, robototexnika, ekologik muammolar va yuqori texnologiyali ishlab chiqarishning jadal rivojlanishi maktab o'quvchisidan fizik bilimni real vaziyatda qo'llash, tajriba natijasini dalillar asosida tahlil qilish, turli jihozlar modelini yoki qurilma yaratish, xulosa chiqarish hamda muammoning yechimini taqdim etishni talab qilmoqda. Shu nuqtayi nazardan STEM yondashuv fizika ta'limini fan, texnologiya, muhandislik va matematika komponentlari bilan uyg'unlashtiruvchi samarali metodik tizim sifatida qaraladi [5].

Fizika fani STEM integratsiyasida alohida o'rin tutadi, chunki mexanika, issiqlik hodisalari, elektr va magnetizm, optika, energiya hamda astronomiyaga oid mavzular o'quvchilarni tajriba, loyiha, hisoblash, modellash va texnik konstruktorlik faoliyatiga jalb etish uchun katta imkoniyat beradi. Masalan, kuch va bosim mavzulari ko'prik maketi yoki gidravlik qurilma bilan, elektr toki mavzusi xavfsiz yoritish sxemasi bilan, optika mavzusi periskop yoki teleskop, energiya mavzusi quyosh pechi yoki energiya tejamkor uy loyihasi bilan bog'lanishi mumkin. Bunday faoliyatlarda fizik qonuniyat o'quvchi bajarayotgan amaliy harakatning ilmiy asosiga aylanadi.

Maqolaning dolzarbligi shundan iboratki, maktab fizika kursida STEM imkoniyatlari keng bo'lsa-da, ularni dars maqsadi, laboratoriya ishi, loyiha topshirig'i va baholash mezonlari bilan izchil bog'laydigan yaxlit metodik modelga ehtiyoj mavjud. Amaliyotda ayrim STEM elementlari qiziqarli namoyish, qo'shimcha loyiha yoki to'g'arak faoliyati sifatida uchraydi, biroq ular ko'pincha darsning asosiy o'quv natijasi bilan tizimli bog'lanmaydi. Natijada fizik bilimni real muammoni hal qilishga tatbiq etish, muhandislik yechimi ishlab chiqish va natijani fizik nuqtai nazarda tahlil qilish jarayoni yetarli darajada shakllanmasligi mumkin.

Ushbu maqolaning maqsadi umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika fanini STEM yondashuvi asosida o'qitish uchun metodik model va didaktik ta'minot tarkibini asoslash, fizika kursi mavzularini STEM komponentlari bilan integratsiyalash yo'llarini ko'rsatish hamda o'quvchilarning STEM kompetensiyalarini baholash mezonlarini aniqlashtirishdan iborat. Maqola doirasida STEM darsini loyihalash algoritmi, fanlararo integratsiya, loyiha faoliyati va baholash mezoni dars jarayonida o'zaro bog'liq metodik vositalar sifatida qaraladi.

Adabiyotlar tahlili. Integratsiyalashgan STEM ta'limi bo'yicha tadqiqotlarda fanlararo mazmunni real muammo va amaliy faoliyat bilan bog'lash o'quvchilarda muammoli fikrlash, tajriba o'tkazish, loyiha tuzish va dalillarga tayangan xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantirishi ta'kidlanadi. T.R. Kelley va J.G. Knowles STEM ta'limining konseptual asosini fanlararo bilimlar, muhandislik dizayni va

kontekstli muammolar uyg'unligida ko'radi [6]. L. Thibaut va hammualliflar o'rta ta'limda integratsiyalashgan STEM amaliyotlari tizimli tashkil etilganda o'quvchilarning bilish faolligi va mazmunni chuqur tushunishi ortishini ko'rsatgan [7].

O'qituvchilarning STEM integratsiyasiga tayyorgarligi ham alohida ahamiyatga ega. K.C. Margot va T. Kettler o'qituvchilar fikrlarini tahlil qilib, STEM darslarini tashkil etishda vaqt, jihozlar, baholash mezonlari va fanlararo rejalashtirish bo'yicha qiyinchiliklar mavjudligini ko'rsatadi [8]. Y. Li va hammualliflar STEM ta'limi bo'yicha tadqiqot tendensiyalarini o'rganib, integratsiyalashgan yondashuvni samarali qo'llash uchun metodik model, o'quv materiallari va baholash vositalari birgalikda ishlab chiqilishi lozimligini qayd etadi [9].

Fizika ta'limi kontekstida PBL-STEM, loyiha asosida o'qitish va elektron ta'lim resurslari o'quvchilarning ilmiy savodxonligi hamda XXI asr ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Yuliyati L Parno va hammualliflar PBL-STEM modeli fizika ta'limida ilmiy savodxonlikni rivojlantirish imkonini berishini ko'rsatgan [10]. M.A. Samsudin va hammualliflar STEM loyiha asosida o'qitish yuqori sinf o'quvchilarining o'ziga ishonchi va fanga qiziqishiga ijobiy ta'sir ko'rsatishini ta'kidlaydi [11].

Mahalliy tadqiqotlarda ham fizika ta'limini fanlararo, kompetensiyaviy va amaliy yo'naltirish masalalari izchil o'rganilmoqda. Z.B. Sangirova umumta'lim maktablarida STEAM yondashuvi asosida o'quv-loyiha ishlarini tashkil etish metodikasini ishlab chiqqan [12]. O.Q. Dehqonova maktab fizika ta'limida fanlar integratsiyasining didaktik imkoniyatlarini [13], G.K. Boyturayeva esa 7-sinf fizika fanini fanlararo aloqadorlik asosida o'qitish metodikasini takomillashtirishni tadqiq etgan [14].

SMART-texnologiyalar, zamonaviy energiya manbalari va STEAM asosidagi fizika-astronomiya metodikasi bo'yicha tadqiqotlar ham fizika darslarini raqamli, amaliy va loyiha faoliyati bilan boyitish imkonini ko'rsatadi [15-17].

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, mavjud izlanishlarda STEM fanlararo integratsiya, raqamli resurslar, PISA topshiriqlari va loyiha asosida o'qitish alohida yo'nalishlar sifatida yoritilgan. Biroq fizika kursi mazmunini STEM komponentlari asosida integratsiyalash, dars-laboratoriya-loyiha-topshiriq-baholash tizimini yagona modelga birlashtirish hamda o'quvchilarning STEM kompetensiyalarini ko'p mezonli baholash masalasi maxsus metodik tizim sifatida yanada chuqurroq ishlab chiqishni talab qiladi.

Mavjud manbalar shuni ko'rsatadiki, STEM yondashuvini maktab sharoitiga moslashtirishda o'qituvchi tayyorgarligi, didaktik materiallar sifati va baholash mezonlarining aniqligi muhim o'rin tutadi. Ayniqsa, loyiha topshiriqlari fizik mazmundan uzoqlashsa, ular qo'l mehnati yoki ko'rgazmali faoliyatga aylanib qolishi mumkin. Shu bois nazariy manbalardagi umumiy g'oyalarni fizika kursining aniq mavzulari, tajribalari va dars algoritmlari bilan moslashtirish zarur. Mazkur maqolada taklif etilgan metod modelda aynan shu ehtiyojga javob berishga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot metodologiyasi nazariy tahlil, pedagogik modellashtirish, umumlashtirish, taqqoslash va mezoniy baholash yondashuvlariga tayandi. Avvalo, maktab fizika sinflar kesimidagi mavzularni STEM komponentlari bilan tabiiy bog‘lanish imkoniyatlari tahlil qilindi. Keyin dars maqsadi, o‘quvchi faoliyati, laboratoriya ishi, loyiha mahsuloti va baholash natijalarini yagona metodik modelda ifodalash tamoyillari belgilandi.

Metodik modelni ishlab chiqishda quyidagi talablarga amal qilindi: *birinchidan*, har qanday STEM topshirig‘i aniq fizik tushuncha yoki qonuniyatga tayanishi kerak; *ikkinchidan*, topshiriq hayotiy muammo shaklida berilishi lozim; *uchinchidan*, o‘quvchi faoliyati tajriba, o‘lchash, model yaratish, hisoblash va taqdimot bosqichlarini qamrab olishi kerak; *to‘rtinchidan*, yakuniy natija faqat mahsulot ko‘rinishi bilan emas, balki ilmiy asos, matematik tahlil, xatolikni baholash va refleksiya bilan tasdiqlanishi zarur.

Tadqiqotda fizika darsini STEM asosida tashkil etish algoritmi quyidagi bosqichlar asosida belgilandi: muammoli vaziyat yaratish; fizik hodisa va qonuniyatni tahlil qilish; STEM komponentlarini aniqlash; loyiha yoki tajriba rejasini tuzish; qurilma maketini yoki qurilma yaratish; o‘lchash va ma’lumotlarni qayta ishlash; natijani grafik va jadval orqali ifodalash; taqdimot tayyorlash; refleksiya hamda baholash. Bu bosqichlar darsni nazariy ma’lumotni berishdan o‘quvchining faol tadqiqotchilik va muhandislik-ijodiy faoliyatiga o‘tkazadi.

Didaktik ta’minotni loyihalashda dars ishlanmalari, texnologik xaritalar, laboratoriya va mini-laboratoriya topshiriqlari, STEM loyiha ishlari, PISA tipidagi kontekstli topshiriqlar, o‘quvchi uchun refleksiya varaqalari va baholash mezonlari kompleks vositalar sifatida ko‘rib chiqildi. Baholash mezonlari kognitiv, amaliy-faoliyatli, texnologik, muhandislik-ijodiy, matematik-tahliliy, kommunikativ va refleksiv komponentlar asosida shakllantirildi.

Metodik modelning samaradorligini baholashda dars jarayonidagi faoliyatlar o‘rtasidagi uzviylik asosiy mezon sifatida olindi. Ma’ruza bosqichi muammoli vaziyatni anglashga, amaliy topshiriqda fizik qonunni qo‘llashga, laboratoriya o‘lchash ishlari dalillashga, loyiha faoliyati esa muhandislik yechimini yaratish yo‘naltirildi. Shu sababli modelda darsning har bir bosqichi keyingi bosqichga tayanch vazifasini bajaradi va yakuniy baholash faqat bilimni emas, balki jarayonni ham qamrab oladi.

Mavzularni tanlashda ikki guruh mezonlardan foydalanildi. Birinchi guruh mazmuniy mezonlar bo‘lib, ular fizik qonuniyatning aniq ko‘rinishi, tajriba bilan tekshirilishi, matematik hisoblashga qulayligi va real texnik qo‘llanishini o‘z ichiga oladi. Ikkinchi guruh tashkiliy mezonlar bo‘lib, ular jihozlarning mavjudligi, xavfsizlik, vaqt me’yori, guruhda ishlash imkoniyati, natijani taqdim etish shakli va baholashning aniq mezonlarini qamrab oladi. Natijada STEM topshiriqlari oddiy

qiziqarli mashg'ulot emas, balki dars maqsadiga xizmat qiluvchi metodik vosita sifatida tanlandi.



1-rasm. STEM asosida fizika darsini loyihalash algoritmi

Natijalar va ularning tahlili. Tadqiqot natijasida STEM yondashuvi asosida fizika fanini o'qitishning metodik modeli maqsadli, nazariy-metodologik, mazmun-integrativ, texnologik-protsessual, didaktik ta'minot va natijaviy-baholash bloklaridan iborat tizim sifatida asoslandi (1-jadval). Mazkur bloklar bir-biridan ajralgan elementlar emas, balki fizika darsida o'quvchi faoliyatini rejalashtirish, tashkil etish, kuzatish va baholashning uzviy bosqichlaridir.

Maqsadli blokda o'quvchilarda tabiiy-ilmiy savodxonlik, fizik tafakkur, texnologik savodxonlik, muhandislik-ijodiy yondashuv, matematik tahlil va kommunikativ-refleksiv faoliyatni rivojlantirish vazifasi belgilanadi. Nazariy-metodologik blok konstruktivistik, faoliyatli, kompetensiyaviy, muammoli, loyihaviy va tadqiqotchilikka yo'naltirilgan ta'lim g'oyalariga tayanadi. Mazmun-integrativ blok fizika kursi bo'limlarini STEM komponentlari bilan bog'laydi. Texnologik-protsessual blok esa darsning real amalga oshish ketma-ketligini, ya'ni muammo, tajriba, loyiha, o'lchash, tahlil, taqdimot va refleksiyaning ifodalaydi.

Didaktik ta'minot blokida o'qituvchi va o'quvchi foydalanadigan materiallar tizimlashtiriladi. Bunda dars ishlanmasi faqat o'qituvchi rejasi emas, balki o'quvchi bajaradigan muammo, tajriba, loyiha, hisoblash vazifalarini o'z ichiga olgan faoliyat xaritasiga aylanadi. Natijaviy-baholash blokida o'quvchining fizik bilimni tushunishi, uni real vaziyatga tatbiq etishi, texnik model yaratishi, o'lchash va grafik tahlil qilishi, guruhda ishlashi hamda o'z faoliyatini tahlil qilishi baholanadi.

1-jadval

STEM yondashuv asosida fizika fanini o'qitish metodik modelining tarkibiy bloklari

Model bloklari	Didaktik vazifasi
Maqsadli	Tabiiy-ilmiy savodxonlik, amaliy muammo yechish, muhandislik-ijodiy fikrlash va refleksiv baholashni rivojlantirish.

Model bloklari	Didaktik vazifasi
Nazariy-metodologik	Konstruktivistik, faoliyatli, kompetensiyaviy, muammoli, loyihaviy va tadqiqotchilikka yo'naltirilgan ta'lim g'oyalari.
Mazmun-integrativ	Fizika mavzularini Science, Technology, Engineering, Arts va Mathematics komponentlari bilan bog'lash.
Texnologik-protsessual	Muammoli vaziyat, gipoteza, tajriba, model, loyiha, hisoblash, taqdimot va refleksiya bosqichlarini tashkil etish.
Didaktik ta'minot	Dars ishlanmalari, integratsiya xaritalari, mini-laboratoriyalar, loyiha ishlari, elektron resurslar.
Natijaviy-baholash bloki	Kognitiv, amaliy, texnologik, muhandislik, matematik, kommunikativ va refleksiv kompetensiyalarni baholash.

Mazkur modelning amaliy qiymati shundaki, u STEMni darsga tashqi qo'shimcha sifatida emas, balki fizik mazmunni chuqurroq o'zlashtirishga xizmat qiluvchi metodik mexanizm sifatida kiritadi. Masalan, "Elektr toki" mavzusida o'quvchilar Om qonunini o'rganish bilan cheklanmay, xavfsiz yoritish sxemasini loyihalaydi, zanjirdagi tok va kuchlanishni o'lchaydi, quvvat va issiqlik ajralishini hisoblaydi, simlarning qizish xavfini baholaydi hamda o'z loyihasini himoya qiladi. Bu jarayonda fizik, texnologik, muhandislik, matematik va kommunikativ faoliyat bir butun holatda amalga oshadi.

Fizika kursi mazmunini STEM komponentlari asosida integratsiyalashda bo'limlar bo'yicha turlicha topshiriqlar tanlanadi. Mexanika bo'limida ko'prik maketi, parashyut modeli, gidravlik qurilma yoki harakat grafigini tahlil qilish; issiqlik hodisalarida energiya tejamkor uy, termos modeli yoki issiqlik izolyatsiyasi tajribasi; elektr va magnetizm da elektromotor, elektromagnit, xavfsiz elektr zanjiri; optikada periskop, kamera-obskura, linza da yorug'lik yo'li modeli; energiya va quyosh pechi, shamol generatori, energiya sarfi tahlili samarali natija beradi. Maktab fizika kursida "Muqobil energiya" manbalarining o'qitilishi o'quvchilarda barqaror rivojlanish maqsadlarini shakllantishda muhim ahamiyat kasb etadi (2-jadval).

2-jadval

Fizika bo'limlarini STEM komponentlari bilan integratsiyalash xaritasi

Bo'lim	Fizik mazmun	STEM faoliyati namunasi	Kutiladigan kompetensiya
Mexanika	Harakat, kuch, bosim, ish, energiya	Ko'prik maketi, parashyut modeli, gidravlik qurilma	Modellashtirish, konstruksiya, hisoblash
Issiqlik hodisalari	Issiqlik almashinuvi, energiya saqlanishi	Energiya tejamkor uy, termos modeli, issiqlik izolyatsiyasi tajribasi	Tajriba, grafik, ekologik fikrlash
Elektr va magnetizm	Om qonuni, zanjir, elektromagnit induksiya	Oddiy elektromotor, elektromagnit, xavfsiz yoritish sxemasi	Texnologik savodxonlik, xavfsizlik, muhandislik
Optika	Qaytish, sinish,	Periskop, kamera-obskura,	Vizual tafakkur,

Bo'lim	Fizik mazmun	STEM faoliyati namunasi	Kutiladigan kompetensiya
	linzalar, yorug'lik trayektoriyasi	optik signal modeli	dizayn, modellashtirish
Muqobil energiya	Quvvat, muqobil energiya, fazoviy kuzatish	Quyosh pechi, shamol generatori, Stellarium asosida kuzatish	Barqaror rivojlanish, raqamli savodxonlik

STEM darsini tashkil etishda muammoli vaziyat markaziy o'rin tutadi. O'quvchi oldiga "Nima uchun uzaytirgich simi qiziydi?", "Qanday material issiqlik yo'qotilishini kamaytiradi?", "Qanday konstruksiya ko'proq yuk ko'taradi?", "Periskopda yorug'lik nuri qanday yo'naladi?", "Quyosh panelining quyosh manbaiga nisbatan qiyalik burchagi energiya ishlab chiqarishga qanday ta'sir qiladi?" kabi savollar qo'yilganda, fizik qonuniyatni o'rganish ehtiyojga aylanadi. Bu ehtiyoj o'quvchini tajriba, hisoblash, modellashtirish va dalillashga olib keladi.

Laboratoriya ishlari STEM yondashuvda reproduktiv yo'riqnoma bajarishdan tadqiqotchilik faoliyatiga o'tadi. An'anaviy laboratoriyada o'quvchi berilgan tartibni bajarib, jadval to'ldirish bilan cheklanishi mumkin. STEM laboratoriyasida esa u tajriba savolini aniqlaydi, o'lchov vositasini tanlaydi, xatolik manbalarini baholaydi, natijani grafikda ko'rsatadi va qurilma yoki jarayonni takomillashtirish bo'yicha taklif beradi. Masalan, issiqlik izolyatsiyasi tajribasida turli materiallar samaradorligi solishtiriladi, tajriba natijalari (jadval yoki grafik) asosida va energiya tejamkor uy modeli uchun muhandislik xulosasi chiqariladi.

Elektron resurslar va virtual laboratoriyalar real tajribalarni almashtiruvchi emas, balki ularni to'ldiruvchi vosita sifatida qo'llanadi. Simulyatsiyalar elektr zanjiri, optik hodisalar, mexanik harakat yoki gaz jarayonlarini xavfsiz sharoitda o'zgartirib ko'rish imkonini beradi. Bunda texnologiya darsning maqsadi emas, balki fizik hodisani chuqur tushunishga xizmat qiluvchi vosita bo'lib xizmat qiladi.

STEM loyiha topshiriqni izchil bajarish uchun muhim didaktik asos hisoblanadi. Unda loyiha mavzusi, muammoli savol, fizik hdisani izohlovchi qonun, STEM komponentlar, o'lchash usullar, kerakli materiallar, xavfsizlik talablari, bajarish bosqichlari, kutiladigan mahsulot, baholash mezonlari va refleksiya savollari ko'rsatiladi. Bunday xarita o'quvchini tasodifiy ish bajarishdan saqlaydi va uni ilmiy-amaliy izlanishga yo'naltiradi.

Baholash tizimi modelning eng muhim qismlaridan biridir. STEM faoliyatida faqat yakuniy qurilma yoki javobni baholash yetarli emas. O'quvchining fizik tushunchani izohlashi, muammoni anglash darajasi, tajribani rejalashi, xavfsizlikka rioya qilishi, o'lchash aniqligi, hisoblash va grafik tahlili, qurilmaning ishlashi, taqdimot sifati, guruhdagi hamkorligi hamda refleksiyasi ham baholanishi kerak. Shu

bois ko'p mezonli nizom o'quvchi uchun ham, o'qituvchi uchun ham aniq yo'naltiruvchi vosita bo'ladi (3-jadval).

3-jadval

O'quvchilarning STEM kompetensiyalarini baholash mezonlari

Mezonlar	Ko'rsatkich	Baholash vositasi
Kognitiv	Fizik tushuncha va qonuniyatlarni izohlash, hodisani ilmiy tushuntirish	Test, savol-javob, yozma izoh
Amaliy-faoliyatli	Tajriba o'tkazish, jihozdan foydalanish, xavfsizlikka rioya qilish	Laboratoriya bayonnomasi, kuzatuv varaqasi
Texnologik	Simulyatsiya, sensor, virtual laboratoriya yoki elektron jadvaldan foydalanish	Elektron mahsulot, amaliy topshiriq
Muhandislik-ijodiy	Model, maket, qurilma yoki texnik yechim yaratish	Loyiha mahsuloti, loyiha pasporti
Matematik-tahliliy	Hisoblash, jadval, grafik, xatolik va samaradorlikni aniqlash	Hisobot, diagramma, grafik
Kommunikativ	Guruhda ishlash, loyiha himoya qilish, dalil keltirish	Taqdimot, bahs, ekspert bahosi
Refleksiv	Xatoni aniqlash, yechimni takomillashtirish, o'z faoliyatini baholash	Refleksiya varaqasi, portfel

Taklif etilgan metodik tizim o'quvchining bilimni egallash usulini o'zgartiradi. An'anaviy darsda o'quvchi avval formulani o'rganib, keyin namunaviy masala yechsa, STEM darsida avval muammoni ko'radi, uni fizik hodisa sifatida tahlil qiladi, tajriba yoki model orqali tekshiradi, hisoblash asosida xulosa chiqaradi va natijani himoya qiladi. Bunday ketma-ketlik bilimni passiv qabul qilishdan faol o'zlashtirishga o'tishni ta'minlaydi.

Natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, fizika darslarini STEM asosida loyihalashda uch shart hal qiluvchi ahamiyatga ega. Birinchi shart mazmunning saqlanishi, masalan, loyiha maketi yoki qurilmasi fizik qonunni tushunishga xizmat qilishi, ikkinchi shart – olingan natijalar va eksperiment dalillarining mavjudligi, ya'ni har qanday yechim o'lchash, hisoblash yoki grafik tahlil bilan asoslanishi, uchinchi shart - refleksiv baholash orqali o'quvchi nima uchun natija kutilganidek chiqmadi, qanday xatoliklar yuz berdi va yechimni qanday yaxshilash mumkinligini tahlil qilishi kerak.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan metodik model fizika darslarini hayotiy muammo, tajriba, loyiha, raqamli texnologiya, muhandislik dizayni, matematik tahlil va ijodiy taqdimot bilan bog'laydi. Bu tizim o'quvchilarda tabiiy-ilmiy savodxonlik, texnologik madaniyat, ijodiy fikrlash, hamkorlik, muloqot, dalillash va o'z faoliyatini baholash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

STEM asosidagi darsda o'qituvchi roli ham o'zgaradi. U faqat bilim bayon qiluvchi shaxs emas, balki muammoli vaziyatni loyihalovchi, xavfsiz tajriba muhitini

yaratuvchi, o'quvchilarni guruhli faoliyatga yo'naltiruvchi, savollar orqali fikrlashni faollashtiruvchi va baholash mezonlarini aniqlashtiruvchi metodik rahbar sifatida namoyon bo'ladi. O'qituvchining asosiy vazifasi tayyor javobni berish emas, balki o'quvchini mustaqil yechimga olib boradigan sharoit yaratishdir.

Modelning didaktik afzalliklaridan biri differensial yondashuvni tabiiy amalga oshirishidir. Nazariy masalalarda qiynaladigan o'quvchi qurilmani yig'ish, o'lchash yoki taqdimot tayyorlashda faol bo'lishi mumkin. Matematik jihatdan kuchli o'quvchi esa masalani yechish, jadvallar bilan ishlash, grafikni chizish va o'lchash xatoliklarni baholashda yetakchilik qiladi. Shu tariqa STEM yondashuv darsni faqat kuchli o'quvchilar uchun emas, balki har bir o'quvchining qobiliyatini "Issiqlik almashinuvi va energiya tejamkorlik" mavzusidagi STEM darsini keltirish mumkin. Dars boshida "Nima uchun bir xil hajmdagi issiq suv turli idishlarda turlicha tez soviydi?" degan muammoli savol beriladi. O'quvchilar turli materiallardan tayyorlangan izolyatsion qoplamalarni sinab ko'radi, vaqt bo'yicha harorat o'zgarishini o'lchaydi, jadval va grafik tuzadi, issiqlik yo'qotilishini solishtiradi va energiya tejamkor idish yoki uy modeli uchun tavsiya ishlab chiqadi. Bu jarayonda issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya, nurlanish, material tanlash, dizayn va matematik tahlil birlashadi.

Yana bir misol "Elektr zanjiri va xavfsiz yoritish tizimi" mavzusi bilan bog'liq. O'quvchilar avval oddiy zanjirni yig'adi, keyin ketma-ket va parallel ulanishlarni solishtiradi, tok kuchi va kuchlanishni o'lchaydi, quvvatni hisoblaydi va ortiqcha qizish xavfini Joule-Lenz qonuni asosida izohlaydi. Yakunda kichik maktab xonasi uchun xavfsiz va tejamkor yoritish sxemasini ishlab chiqadi. Bunday topshiriq fizika, texnologiya, muhandislik, matematika va dizaynni aniq mahsulot bilan bog'laydi.

PISA tipidagi kontekstli topshiriqlar modelda alohida o'rin egallaydi, chunki ular o'quvchini fizik formulani oddiy almashtirishdan ko'ra real ma'lumotni tahlil qilishga yo'naltiradi. Masalan, sinfxonadagi elektr energiyasi sarfi, maishiy jihozning quvvati, transport vositasining tormoz masofasi yoki quyosh paneli burchagiga oid topshiriqlarda o'quvchi ma'lumotlarni tanlaydi, kerakli fizik kattaliklarni ajratadi, hisoblashni bajaradi va xulosani hayotiy qaror shaklida bayon qiladi. Bu STEAM darsida ilmiy savodxonlikni rivojlantirishning muhim yo'lidir.

Mini-laboratoriya topshiriqlari jihozlar yetarli bo'lmagan sharoitda ham STEM faoliyatini tashkil etish imkonini beradi. Oddiy shprits, rezina shar, termometr, plastik idish, magnit, sim, batareya, LED chirog'i, linza, karton yoki smartfon sensori orqali fizik hodisalarni kuzatish mumkin. Muhimi, o'quvchi qurilmaning ilmiy asosini tushunishi, o'lchashni takrorlashi, xatolikni izohlashi va natijani dalillar bilan asoslashidir. Bunday topshiriqlar darsni arzon, xavfsiz va amaliy yo'naltirilgan qiladi.

Muhandislik dizayni kartasi STEM darsining tartibli borishini ta'minlaydi. Unda muammo, talablar, cheklovlar, materiallar, yechim variantlari, tanlangan konstruktsiya, sinov natijalari, kamchiliklar va takomillashtirish takliflari qayd etiladi.

Ushbu karta o'quvchini birinchi variant bilan cheklanmaslikka, sinov va xatodan xulosa chiqarishga, yechimni qayta ko'rib chiqishga o'rgatadi. Bu esa ijodiy fikrlash bilan bir qatorda muhandislik madaniyatini ham rivojlantiradi.

Modelni amaliyotga joriy etishda xavfsizlik alohida metodik shart sifatida qaraladi. Elektr zanjirlari faqat past kuchlanishli manbalarda yig'ilishi, issiqlik tajribalarida kuyish xavfi oldindan tushuntirilishi, mexanik maketlarda harakatlanuvchi qismlar nazorat qilinishi, optik tajribalarda kuchli yorug'lik manbalari bilan ehtiyotkorlik talab etilishi zarur. Xavfsizlik qoidalari darsdan tashqi cheklov emas, balki muhandislik va texnologik madaniyatning tarkibiy qismi sifatida o'rgatiladi.

Taklif etilayotgan modelning cheklovlari ham mavjud. STEM darslari puxta rejalashtirish, vaqtni to'g'ri taqsimlash, aniq topshiriq matni, jihozlar va baholash mezonlarini talab qiladi. Agar topshiriq haddan tashqari murakkab bo'lsa, o'quvchilar fizik mazmundan ko'ra texnik bajarishga ko'proq e'tibor berib yuborishi mumkin. Agar topshiriq juda sodda bo'lsa, STEM kompetensiyalar to'liq shakllanmaydi. Shuning uchun murakkablik darajasi sinf, mavzu va o'quvchilar tayyorgarligiga mos tanlanishi lozim.

Amaliy jihatdan model uch xil formatda qo'llanishi mumkin: bir darslik qisqa STEM topshirig'i, ikki-uch darslik mini-loyiha va bo'lim yakunidagi kengaytirilgan loyiha. Qisqa topshiriqda bitta muammo yoki tajriba hal qilinadi; mini-loyihada model yaratish va o'lchash bosqichlari qo'shiladi; kengaytirilgan loyihada esa o'quvchilar portfel, taqdimot va takomillashtirish taklifi bilan chiqadi. Bunday bosqichlilik modelni maktab sharoitiga moslashtirish imkonini beradi.

Tahlil natijalariga ko'ra, STEM yondashuvi fizika darsining mazmunini kamaytirmaydi, aksincha uni chuqurlashtiradi. Chunki o'quvchi fizik qonunni amalda qo'llashga majbur bo'lganida, formula ortidagi mazmunni yaxshiroq anglaydi. Tajriba, model, hisoblash, grafik va taqdimot birgalikda ishlaganda fizik tushuncha mavhum ta'rifdan real faoliyat vositasiga aylanadi.

STEM darslarida refleksiya yakuniy rasmiy bosqich emas, balki o'quvchining ilmiy fikrlashini chuqurlashtiruvchi muhim mexanizmdir. Refleksiya savollari orqali o'quvchi o'z loyihasidagi fizik omillarni, hisoblashdagi noaniqliklarni, guruhdagi vazifa taqsimotini va yechimning amaliy qiymatini tahlil qiladi. Masalan, 'model nega kutilgan natijani bermadi?', 'qaysi o'lchash natijaga eng ko'p ta'sir qildi?', 'qanday o'zgartirish kiritilsa, qurilma samaraliroq ishlaydi?' kabi savollar o'quvchini oddiy bajaruvchidan tadqiqotchiga aylantiradi.

Fanlararo integratsiya xaritasi o'qituvchiga mavzuni oldindan puxta loyihalashga yordam beradi. Unda fizika mazmuni, bog'lanadigan fanlar, STEM komponentlari, o'quvchi faoliyati, kerakli materiallar, xavfsizlik talablari, kutiladigan mahsulot va baholash mezonlari bir sahifada jamlanadi. Natijada darsda fanlararo aloqalar tasodifiy

eslatma sifatida emas, balki maqsadli o'quv harakati sifatida namoyon bo'ladi. Bunday xarita ayniqsa yosh o'qituvchilar uchun metodik tayanch vazifasini bajaradi.

Modelning tarbiyaviy imkoniyatlari ham muhimdir. Energiya tejamkorlik, ekologik xavfsizlik, elektrdan foydalanish madaniyati, materiallarni tejash, texnik qurilmalar bilan mas'uliyatli ishlash va guruhdagi hamkorlik STEM darslarida bevosita shakllanadi. Fizika fani shu tarzda faqat tabiat qonuniyatlarini tushuntiruvchi fan bo'lib qolmay, balki o'quvchining texnologik, ekologik va ijtimoiy mas'uliyatini rivojlantiruvchi tarbiyaviy maydonga aylanadi.

Taklif etilgan modeldan o'qituvchilar malakasini oshirish, metodik seminarlar va maktabdagi STEM to'garaklarini tashkil etishda ham foydalanish mumkin. Modelning blokli tuzilishi uni turli sinflar, turli jihozlangan maktablar va turli mavzular uchun moslashtirish imkonini beradi. Jihozlar yetarli bo'lmagan sharoitda mini-laboratoriya va virtual simulyatsiyalar, imkoniyat keng bo'lgan maktablarda esa sensorlar va murakkabroq muhandislik prototiplaridan foydalanish mumkin.

Xulosa. Olib borilgan tahlillar asosida umumiy o'rta ta'lim maktablarida fizika fanini STEM yondashuvi asosida o'qitish uchun metodik model va didaktik ta'minotni yaxlit tizim sifatida ishlab chiqish zarurligi asoslandi. Model maqsadli, nazariy-metodologik, mazmun-integrativ, texnologik-protsessual, didaktik ta'minot va natijaviy-baholash bloklaridan iborat bo'lib, ularning har biri fizika darsini nazariy bayondan o'quvchining amaliy, tadqiqotchilik va muhandislik-ijodiy faoliyatiga yo'naltirishga xizmat qiladi.

Fizika kursining mexanika, issiqlik hodisalari, elektr va magnetizm, optika, energiya hamda astronomiya bo'limlari STEM faoliyati uchun keng didaktik imkoniyatga ega ekani aniqlandi. Ushbu imkoniyatlarni samarali amalga oshirish uchun har bir mavzuda fizik qonuniyat, hayotiy muammo, tajriba, model, matematik tahlil, raqamli vosita, dizayn va refleksiyaning o'zaro bog'lovchi integratsiya xaritasi tuzilishi lozim.

STEM asosidagi didaktik ta'minot dars ishlanmalari, texnologik xaritalar, mini-laboratoriya topshiriqlari, loyiha pasportlari, muhandislik dizayni kartalari, virtual laboratoriyalar, PISA tipidagi kontekstli topshiriqlar va baholash rubrikalarini qamrab olishi kerak. Bunday ta'minot o'quvchining faqat bilimni emas, balki bilimni real vaziyatda qo'llash, muammo yechish, tajriba o'tkazish, texnik model yaratish, dalillash va o'z faoliyatini takomillashtirish kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Taklif etilgan yondashuvning amaliy ahamiyati shundaki, u fizika darslarini o'quvchilar uchun hayotiy, amaliy, texnologik, ijodiy va tadqiqotchilik faoliyatiga asoslangan jarayonga aylantiradi. Keyingi bosqichlarda mazkur modelni tajriba-sinov ishlari asosida tekshirish, o'quvchilarning STEM kompetensiyalari o'sishini diagnostik mezonlar orqali aniqlash va turli sinflar bo'yicha moslashtirilgan topshiriqlar bankini kengaytirish maqsadga muvofiqdir.

Umuman, STEM yondashuvi fizika ta'limida mazmun, metod, vosita va baholashni birlashtiruvchi integrativ xarita sifatida qaralishi lozim. Uning samaradorligi alohida qiziqarli tajriba yoki texnik maket bilan emas, balki fizik qonuniyatning hayotiy muammo, dalillangan tajriba, matematik hisoblash, muhandislik yechimi va o'quvchi refleksiyasi bilan uzviy bog'lanishi orqali belgilanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi «O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi PF-5712-son Farmoni. <https://lex.uz/docs/4312785>.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 5-sentabrdagi "Xalq ta'limi tizimida boshqaruvning yangi tamoyillarini joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-3931-son Qarori. <https://lex.uz/docs/3893445>
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi "Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-5032-son Qarori. <https://lex.uz/docs/5338558>
4. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И., Киселёва К.Н. Анализ опыта США и Великобритании в развитии STEM-образования. Естественные и инженерные науки. Том 23, № 2, 2017. – С.7-16.
5. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43. – DOI: 10.1016/j.tsc.2018.10.002.
6. Kelley T.R., Knowles J.G. A conceptual framework for integrated STEM education // International Journal of STEM Education. – 2016. – Vol. 3. – Article 11. – DOI: 10.1186/s40594-016-0046-z.
7. Thibaut L., Ceuppens S., De Loof H., De Meester J., Goovaerts L., Struyf A. et al. Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education // European Journal of STEM Education. – 2018. – Vol. 3, №1. – Article 2. – DOI: 10.20897/ejsteme/85525.
8. Margot K.C., Kettler T. Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review // International Journal of STEM Education. – 2019. – Vol. 6. – Article 2. – DOI: 10.1186/s40594-018-0151-2.
9. Li Y., Wang K., Xiao Y., Froyd J.E. Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications // International Journal of STEM Education. – 2020. – Vol. 7. – Article 11. – DOI: 10.1186/s40594-020-00207-6.

10. Parno, Yulianti L., Hermanto F.M., Ali M. A case study on comparison of high school students' scientific literacy competencies domain in physics with different methods: PBL-STEM education, PBL, and conventional learning // Jurnal Pendidikan IPA Indonesia. – 2020. – Vol. 9, №2. – P. 159–168. – DOI: 10.15294/jpii.v9i2.23894.
11. Samsudin M.A., Jamali S.M., Zain A.N.M., Ebrahim N.A. The effect of STEM project based learning on self-efficacy among high-school physics students // Journal of Turkish Science Education. – 2020. – Vol. 17, №1. – P. 94–108. – DOI: 10.36681/tused.2020.15.
12. Sangirova Z.B. Umumta'lim maktablarida STEAM yondashuv asosida o'quv-loyiha ishlarni tashkil etish metodikasi (tabiiy fanlarni o'qitish misolida): Ped. fan. bo'yicha falsafa doktori (PhD) diss. avtoref. – Chirchiq, 2022. – 44 b.
13. Dehqonova O.Q. Maktab fizika ta'limida fanlar integratsiyasini takomillashtirish: Ped. fan. bo'yicha falsafa doktori (PhD) diss. avtoref. – Farg'ona, 2023. – 52 b.
14. Boyturayeva G.K. Fizika kursini fanlararo aloqadorlik asosida o'qitish metodikasini takomillashtirish (7-sinf misolida): Ped. fan. bo'yicha falsafa doktori (PhD) diss. avtoref. – Namangan, 2025. – 64 b.
15. Xaliyarov J.X. Maktab fizika kursini o'qitishda zamonaviy energiya manbalariga oid kompetensiyalarni shakllantirish metodikasi: Ped. fan. bo'yicha falsafa doktori (PhD) diss. avtoref. – Termiz, 2023. – 48 b.
16. Xoliqov Q.T., Kuliyeva M.X., Qayumova K.A., Sunnatova L.M. STEAM yondashuv asosida fizika va astronomiya fanlarini o'qitish metodikasi: darslik. – Samarqand, 2025. – 140 b.
17. Suyarov K.T., Sunnatova L.M., Daminova S.X. Fizika o'qitishda STEM ta'limi: o'quv qo'llanma. – T.: "ZEBO PRINT", 2026. – 172 b.