BÖLAJAK FIZIKA ÖQITUVÇILARINING RAQAMLI KOMPETENTLILIGINI SONLI MODELLAŞTIRIŞ VA 3D VIZUALIZATSIYA VOSITALARI ASOSIDA RIVOJLANTIRIŞ METODIKASI

Saparova Gulmira Baxtiyorovna,
Guliston davlat universiteti tayanç doktoranti
DOI: 10.67620/yoshlarvailm.0340027

Annotatsiya. Maqolada bölajak fizika öqituvçilarining raqamli kompetentliligini “raqamli fizika” vositalari - sonli modellaştiriş va 3D vizualizatsiya orqali rivojlantirişning pedagogik modeli va metodikasi yoritilgan. Model maqsadli, nazariy-metodologik, mazmuniy, texnologik va natijaviy-baholovçi bloklardan iborat bölib, uning markazida “Model - Hisob - Vizualizatsiya - Tahlil” (MHVT) tört bosqiçli laboratoriya maşğuloti turadi. Raqamli fizika topşiriqlarining beş fanga integratsiyasi (jami 62 akademik soat) taklif etilgan, talabalar yaratadigan 3D vizual mahsulotlarning didaktik imkoniyatlari oçib berilgan. Raqamli kompetentlilikni baholaşning tört komponentli mezonlari va pedagogik tajriba-sinov dizayni işlab çiqilgan.

Kalit sözlar: raqamli fizika, fizika öqitiş metodikasi, raqamli kompetentlilik, bölajak fizika öqituvçisi, sonli modellaştiriş, 3D vizualizatsiya, Python, laboratoriya maşğuloti.

Аннотация. В статье рассматриваются педагогическая модель и методика развития цифровой компетентности будущих учителей физики средствами «цифровой физики» – численным моделированием и 3D-визуализацией. Центром модели является четырёхэтапное лабораторное занятие «Модель – Расчёт – Визуализация – Анализ». Предложена интеграция заданий цифровой физики в пять дисциплин (62 академических часа), разработаны четырёхкомпонентные критерии оценки и дизайн педагогического эксперимента.

Ключевые слова: цифровая физика, методика преподавания физики, цифровая компетентность, будущий учитель физики, численное моделирование, 3D-визуализация, Python.

Abstract. The paper presents a pedagogical model and methodology for developing the digital competence of pre-service physics teachers through “digital physics” tools – numerical modeling and 3D visualization. The core of the model is the four-stage laboratory session “Model - Compute - Visualize - Analyze”. Integration of digital physics tasks into five courses (62 academic hours) is proposed, and four-component assessment criteria and a pedagogical experiment design are developed.

Keywords: digital physics, physics teaching methodology, digital competence, pre-service physics teacher, numerical modeling, 3D visualization, Python.

Kiriş

Jahon ta'lim amaliyotida fizika fanini öqitiş eksperiment va nazariya bilan bir qatorda uçinçi yönaliş - hisoblaş (raqamli) fizikasiga tayanmoqda. Zamonaviy fizik tadqiqotlarning katta qismi kompyuter modellari orqali bajariladi, şu sababli bölajak fizika öqituvçisi fizik jarayonni matematik model, algoritm va vizual obraz körinişida ifodalay olişi zarur. Bunday tayyorgarlik öqituvçining raqamli kompetentliligining tarkibiy qismi hisoblanadi.

Özbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son "Raqamli Özbekiston - 2030" strategiyasi hamda 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son farmoni bilan tasdiqlangan Oliy ta'lim tizimini 2030-yilgaça rivojlantiriş konsepsiyasida ta'lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etiş ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Biroq pedagogika oliy ta'limida "Matematik fizika usullari", "Termodinamika" va "Tebranişlar va tölqinlar" fanlari hanuzgaça asosan analitik usullar bilan öqitilmoqda, talabalar esa xususiy hosilali tenglamalarning yeçimini fazoda köz oldiga keltirişda qiynaladi.

Tadqiqot maqsadi - bölajak fizika öqituvçilarining raqamli kompetentliligini sonli modellaştiriş va 3D vizualizatsiya vositalari asosida rivojlantiriş metodikasini işlab çiqiş va uning didaktik imkoniyatlarini asoslaş.

Tadqiqot vazifalari:

1. Raqamli fizika vositalarining fizika öqituvçisini tayyorlaşdagi didaktik imkoniyatlarini tahlil qiliş.

2. "Model - Hisob - Vizualizatsiya - Tahlil" (MHVT) bosqiçli laboratoriya maşğuloti tuzilmasini işlab çiqiş.

3. Raqamli fizika topşiriqlarini fizika fanlariga integratsiya qiliş tizimini va 3D vizual öquv mahsulotlarining didaktik imkoniyatlarini asoslaş.

4. Raqamli kompetentlilikni baholaş mezonlari va darajalarini aniqlaş.

Adabiyotlar tahlili

Hisoblaş fizikasini öquv jarayoniga kiritiş masalasi xorijda keng örganilgan. H. Gould, J. Toboçnik va W. Çristian hamda R. Landau va hammualliflar fizik jarayonlarni kompyuterda modellaştirişni talaba tafakkurini rivojlantiruvçi mustaqil öquv faoliyati sifatida asoslagan. R. Çabay va B. Şerwood umumiy fizika kursiga dasturlaş topşiriqlarini kiritiş talabalarning fizik qonunlarni dinamik tuşunişini kuçaytirişini körsatgan.

M. Caballero va hammualliflar kiriş mexanikasi kursida hisoblaş modellaştirişni joriy etiş va baholaş tajribasini tahlil qilib, talabalar dastur yozişda fizik mohiyatni algoritmga köçirişda eng köp qiynalişini aniqlagan. C. Burke va T. Atherton mutaxassis amaliyotiga tayangan loyihaviy hisoblaş fizikasi kursini taklif etgan. C. Wieman va hammualliflar PhET interaktiv simulyatsiyalarining öquv samaradorligini asoslagan, ammo tayyor simulyatsiyalar talabaning modelni özi quriş könikmasini şakllantirmaydi.

Öqituvçining raqamli kompetentliligi Yevropa DigCompEdu ramkasida va TPACK modelida texnologik, pedagogik va mazmuniy bilimlar integratsiyasi sifatida talqin qilinadi. Tahlil şuni körsatadiki, mavjud işlarda fizika öqituvçisini tayyorlaşda

sonli modellaştiriş va 3D vizualizatsiyani yagona metodik tizimga birlaştiruvçi bosqiçli maşğulot tuzilmasi yetarli işlab çiqilmagan. Uşbu böşliq tadqiqot muammosini belgilaydi.

Tadqiqot metodologiyasi va pedagogik model

Tadqiqotda tizimli-faoliyatli, kompetensiyaviy va şaxsga yönaltirilgan yondaşuvlar asos qilib olindi. Ilmiy-pedagogik adabiyotlar va me'yoriy hujjatlar tahlili, pedagogik modellaştiriş, kuzatiş, sörovnoma, pedagogik tajriba-sinov hamda matematik-statistik tahlil usullaridan foydalanildi.

Bölajak fizika öqituvçisining raqamli kompetentliligini rivojlantiriş modeli özaro boğliq beş blokdan iborat (1-jadval).

1-jadval

Raqamli kompetentlilikni rivojlantirişning pedagogik modeli

Blok	Mazmuni
Maqsadli	Bölajak fizika öqituvçisining fizik jarayonni raqamli model, algoritm va 3D obraz orqali örganiş va öqitişga tayyorligini şakllantiriş
Nazariy-metodologik	Tizimli-faoliyatli, kompetensiyaviy yondaşuvlar; körgazmalilik, ilmiylik, nazariya va amaliyot birligi tamoyillari; DigCompEdu va TPACK modellari
Mazmuniy	"Mexanika", "Molekulyar fizika", "Tebranişlar va tölqinlar", "Matematik fizika usullari", "Fizika öqitiş metodikasi" fanlariga integratsiyalangan raqamli fizika topşiriqlari
Texnologik	MHVT laboratoriya maşğuloti, 3D demonstratsiya, loyiha usuli, muammoli ta'lim; Python, NumPy, Matplotlib, PhET vositalari
Natijaviy-baholovçi	Modellaştiriş, algoritmlaş, vizualizatsiya va tahlil komponentlari böyiça mezonlar; past, örta, yuqori darajalar

Modelning texnologik bloki markazida MHVT (Model - Hisob -Vizualizatsiya - Tahlil) tört bosqiçli laboratoriya maşğuloti turadi (2-jadval).

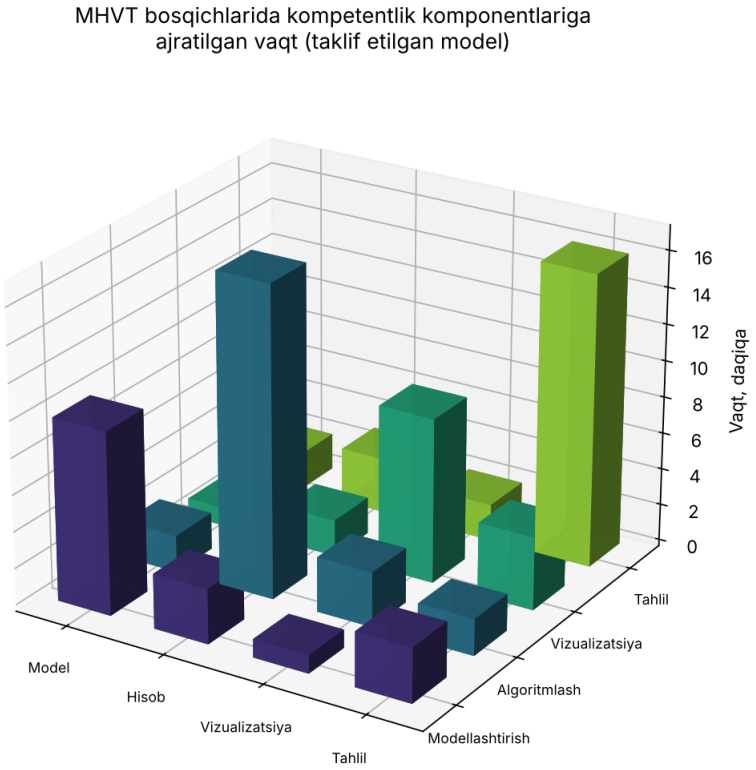
2-jadval

MHVT laboratoriya maşğulotining bosqiçlari

Bosqiç	Talaba faoliyati	Öqituvçi faoliyati	Şakllanadigan raqamli kompetensiya	Vaqt, (daq)
Model	Fizik jarayonni tenglama, çegaraviy va boşlanğiç şartlar körinişida ifodalaydi	Muammoli vaziyat yaratadi, modelni muhokama qiladi	Fizik jarayonni matematik modellaştiriş	15
Hisob	Algoritm tuzadi, Python kodini yozadi yoki tayyor kodni özgartiradi	Algoritm tuzişga yönaltiradi, xatolarni tahlil qiladi	Algoritmlaş va dasturlaş	25

Bosqiç	Talaba faoliyati	Öqituvçi faoliyati	Şakllanadigan raqamli kompetensiya	Vaqt, (daq)
Vizualizatsiya	Natijani 3D sirt va animatsiya körinişida tasvirlaydi	Grafikni fizik talqin qiliş mezonlarini beradi	Ma'lumotlarni vizual ifodalaş	15
Tahlil	Natijani nazariya bilan soliştiradi, xulosa va maktab darsi uçun körgazma tayyorlaydi	Refleksiya va baholaşni taşkil etadi	Tanqidiy baholaş va metodik köçiriş	25

Har bir bosqiç asosan bitta komponentni rivojlantirsa-da, boşqa komponentlar ham qisman iştirok etadi. 1-rasmda 80 daqiqalik maşğulot vaqtining bosqiçlar va komponentlar böyiça taklif etilgan taqsimoti 3D ustunli diagramma şaklida berilgan: "Hisob" bosqiçida 25 daqiqadan 17 daqiqasi algoritmlaşga, "Tahlil" bosqiçida 25 daqiqadan 16 daqiqasi tahlilga ajratiladi.



1-rasm. *MHVT bosqiçlarida raqamli kompetentlik komponentlariga ajratilgan vaqt (taklif etilgan model), daqiqa*

Raqamli fizika vositalari va öquv topşiriqlari

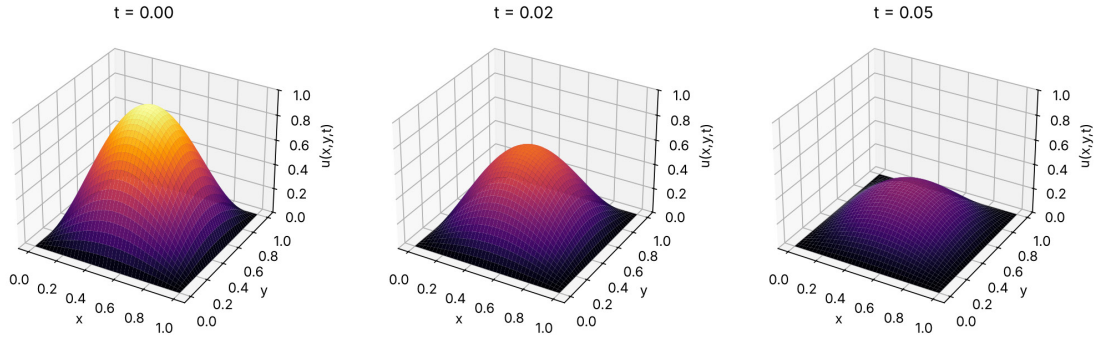
Modelning mazmuniy bloki fizika kursining tayanç mavzulariga mos raqamli topşiriqlar tizimi orqali amalga oşiriladi (3-jadval). Topşiriqlar murakkablik darajasi böyiça tayyor modelni tadqiq qilişdan mustaqil model qurişgaça bosqiçma-bosqiç tuzilgan.

3-jadval

Raqamli fizika topşiriqlari va ularning didaktik maqsadlari

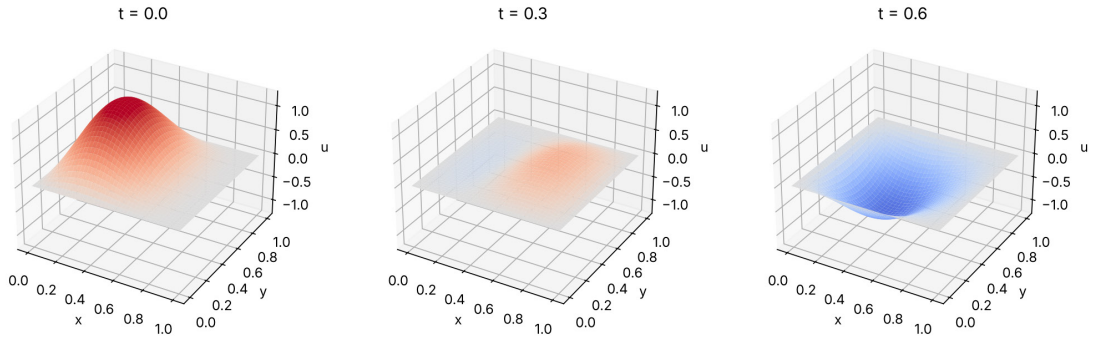
Fan	Mavzu	Raqamli topşiriq	3D vizual mahsulot	Didaktik maqsad
Mexanika	Gorizontga burçak ostida otilgan jism harakati	Havo qarşiligini hisobga olgan holda trayektoriyani hisoblaş	Trayektoriyalar oilasi sirti (burçak – tezlik – uzoqlik)	Parametrlarning natijaga ta'sirini köriş
Molekulyar fizika	Issiqlik ötkazuvçanlik	Plastinkada harorat taqsimotini hisoblaş	Harorat sirtining vaqt böyiça özgarişi	Diffuziya jarayonining fazoviy-vaqtli obrazini şakllantiriş
Tebranişlar va tölqinlar	Membrana tebranişlari	Normal modalar superpozitsiyasini modellaştiriş	Tebranayotgan membrana sirti va animatsiyasi	Modalar va çastotalar tuşunçasini mustahkamlaş
Matematik fizika usullari	Xususiy hosilali tenglamalar	Sonli va analitik yeçimni soliştiriş	Yeçimlar farqi sirti	Model çegaralari va aniqlikni baholaş könikmasi
Fizika öqitiş metodikasi	Maktab fizikasida körgazmalilik	Maktab darsi uçun 3D körgazma tayyorlaş	Öquvçilar uçun interaktiv 3D slayd	Raqamli bilimni metodik faoliyatga köçiriş

2- va 3-rasmlarda talabalar MHVT maşğulotida Python muhitida mustaqil hosil qiladigan 3D vizual mahsulotlarga misollar keltirilgan. 2-rasmda plastinkada harorat maksimumi t = 0 dan t = 0,05 gaça 1,00 dan 0,37 gaça pasayadi va talaba "sönib boruvçi tepalik" obrazi orqali issiqlik tarqaliş qonuniyatini köradi.



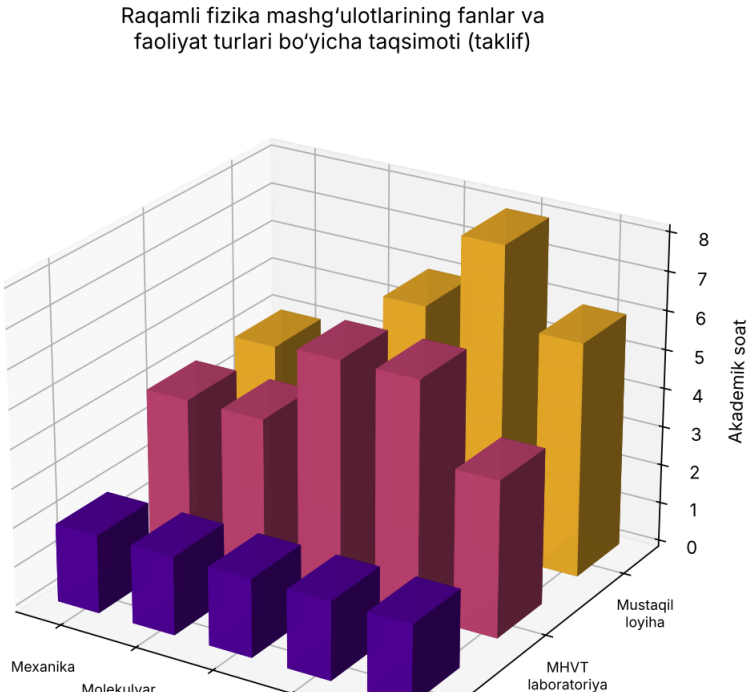
2-rasm. *Plastinkada issiqlik tarqalişining 3D vizualizatsiyasi (talaba topşiriği namunasi)*

3-rasmda ikki normal moda turli çastotalarda tebrangani sababli membrana sirti vaqt ötişi bilan murakkablaşadi. Bunday tasvir abstrakt "modalar superpozitsiyasi" tuşunçasini körinadigan şaklga keltiradi va talaba uni maktab darsida tölqinlar interferensiyasini tuşuntirişda qöllay oladi.



3-rasm. *Kvadrat membrana tebranişining 3D vizualizatsiyasi (talaba topşiriği namunasi)*

Raqamli fizika maşğulotlari alohida fan sifatida emas, balki mavjud fanlarga integratsiya qilinadi. 4-rasmda beş fan böyiça uç faoliyat turiga jami 62 akademik soat taklif etilgan: 10 soat ma'ruzada 3D demonstratsiya, 24 soat MHVT laboratoriya maşğuloti va 28 soat mustaqil loyiha işi. Eng köp soat "Matematik fizika usullari" fanida (16 soat) rejalaştirildi, çunki unda modellaştiriş fanning asosiy mazmuni hisoblanadi.



4-rasm. *Raqamli fizika maşğulotlarining fanlar va faoliyat turlari böyiça taklif etilgan taqsimoti, akademik soat*

Baholaş mezonlari va pedagogik tajriba-sinov

Raqamli kompetentlilik darajasi MHVT bosqiçlariga mos tört komponent böyiça 3 ballik şkalada baholanadi (4-jadval).

4-jadval

Bölajak fizika öqituvçisi raqamli kompetentliligining mezon va darajalari

Komponent	Mezon	Past daraja (1 ball)	Örta daraja (2 ball)	Yuqori daraja (3 ball)
Modellaştiriş	Fizik jarayonni tenglama va şartlar bilan ifodalaş	Tenglamani faqat tayyor holda qöllaydi	Tenglama va şartlarni mustaqil yozadi	Modelni yangi jarayonga moslaştiradi
Algoritmlaş	Algoritm va dastur kodi tuziş	Tayyor kodni işga tuşiradi	Kodni mustaqil özgartiradi	Algoritmni özi tanlaydi va kodni yozadi
Vizualizatsiya	Natijani 3D körinişda tasvirlaş va talqin qiliş	Grafikni faqat çizadi	Grafikni fizik jihatdan izohlaydi	Vizualizatsiyani öquvçilar uçun körgazmaga aylantiradi
Tahlil va metodik köçiriş	Natijani baholaş va maktab darsiga moslaştiriş	Natijani tekşirmaydi	Natijani nazariya bilan soliştiradi	Asosli xulosa çiqaradi va dars işlanmasiga kiritadi

Umumiy ball 4–6 past, 7–9 örta, 10–12 yuqori daraja sifatida baholanadi. Pedagogik tajriba-sinov uç bosqiçda rejalaştirilgan: aniqlovçi (boşlanğiç daraja), şakllantiruvçi (MHVT maşğulotlari bir semestr davomida) va nazorat (yakuniy daraja). Tajriba guruhida taklif etilgan metodika, nazorat guruhida an’anaviy öqitiş qöllaniladi.

5-jadval

Pedagogik tajriba-sinov natijalari (töldiriş uçun şakl)

Guruh		Past daraja, %	Örta daraja, %	Yuqori daraja, %	Örtaça ball
Tajriba guruhi (boşida)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Tajriba guruhi (oxirida)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Nazorat guruhi (boşida)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Nazorat guruhi (oxirida)	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

Guruhlar örtasidagi farqning işonçliligi Pirsonning χ^2 mezoni bilan tekşiriladi (k = 3 daraja, erkinlik darajasi 2, $\alpha = 0{,}05$ da $\chi^2_kr = 5{,}99$):

$$^2 = \frac{1}{n_1 n_2} \sum_{i=1}^{k} \frac{(n_1 O_{2i} - n_2 O_{1i}}{O_{1i} + O_{2i}}$$

Bu yerda n_1, n_2 – tajriba va nazorat guruhlaridagi talabalar soni, O_{1i}, O_{2i} – i-darajadagi talabalar soni. Samaradorlik koeffitsiyenti tajriba va nazorat guruhlari örtaça ballari nisbati sifatida aniqlanadi. 5-jadval haqiqiy tajriba-sinov natijalari bilan töldirilgaç, ular darajalar böyiça 3D ustunli diagramma şaklida ham tasvirlanadi.

Xulosa

1. Raqamli fizika vositalari - sonli modellaştiriş va 3D vizualizatsiya - bölajak fizika öqituvçisining raqamli kompetentliligini fizika mazmuni bilan uzviy boğlangan holda rivojlantiriş imkonini beradi.
2. Işlab çiqilgan pedagogik model beş blokdan iborat; uning texnologik asosi bölgan MHVT laboratoriya maşğuloti modellaştiriş, algoritmlaş, vizualizatsiya va tahlil könikmalarini bosqiçma-bosqiç şakllantiradi.
3. Raqamli fizika topşiriqlarini beş fanga jami 62 akademik soat hajmida integratsiya qiliş yangi fan kiritmasdan öquv rejasi doirasida metodikani joriy etişga imkon beradi.
4. Talabalar yaratadigan 3D vizual mahsulotlar abstrakt fizik tuşunçalarni körgazmali qiladi va bölajak öqituvçi tomonidan maktab darslarida qayta qöllanilişi mumkin.
5. Taklif etilgan tört komponentli mezonlar va tajriba-sinov dizayni metodika samaradorligini statistik asoslaş uçun zamin yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston - 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi farmoni. 2020.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi farmoni. 2019.
3. Gould H., Tobochnik J., Christian W. An Introduction to Computer Simulation Methods: Applications to Physical Systems. San Francisco: Addison-Wesley, 2007.
4. Landau R.H., Páez M.J., Bordeianu C.C. Computational Physics: Problem Solving with Python. Weinheim: Wiley-VCH, 2015.
5. Chabay R., Sherwood B. Computational physics in the introductory calculus-based course. American Journal of Physics, 2008.
6. Caballero M.D., Kohlmyer M.A., Schatz M.F. Implementing and assessing computational modeling in introductory mechanics. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 2012.
7. Burke C.J., Atherton T.J. Developing a project-based computational physics course grounded in expert practice. American Journal of Physics, 2017.
8. Wieman C.E., Adams W.K., Perkins K.K. PhET, 2008.
9. Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.
10. Mishra P., Koehler M.J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record.2006.