

Pardayeva Gulmira Abdunazarovna,

Axborot texnologiyalari va menejment universiteti
(O'zbekiston Respublikasi, Qashqadaryo viloyati,
Qarshi shahar) «Axborot texnologiyalari» kafedrasini
professor vazifasini bajaruvchi, pedagogika fanlari
bo'yicha falsafa doktori (PhD)

BIOINFORMATIKA FANINI O'QITISHDA BIOLOGIK SIGNALLARNI RAQAMLASHTIRISH VA ALGORITMLASHTIRISHNING DIDAKTIK MOHIYATI

OO'K 004.8:378:57.08:004.9

[HTTPS://DOI.ORG/10.34920/SO/VOL_2026_ISSUE_6_3](https://doi.org/10.34920/so/vol_2026_issue_6_3)

PARDAYEVA G.A. BIOINFORMATIKA FANINI O'QITISHDA BIOLOGIK SIGNALLARNI RAQAMLASHTIRISH VA ALGORITMLASHTIRISHNING DIDAKTIK MOHIYATI

Mazkur maqolada bioinformatika fanini o'qitishda biologik signallarni raqamlashtirish va algoritmlashtirishning didaktik mohiyati ilmiy-metodik nuqtayi nazardan yoritiladi. Tadqiqotda EKG, EEG, EMG, PPG kabi biologik signallarni o'quv jarayoniga kiritish, ularni raqamli ma'lumotlar ketma-ketligi sifatida qayta ishlash, algoritmik tahlil qilish hamda sun'iy intellekt modeli yordamida talqin etish bosqichlari asoslanadi. Maqolada biologik hodisa – signal – raqamli ma'lumot – algoritm – SI modeli – vizual natija – pedagogik refleksiya zanjiri bioinformatika ta'limida talabalarni tadqiqotchilik, raqamli-signal, algoritmik va etik-refleksiv kompetensiyalarini rivojlantiruvchi metodik tizim sifatida talqin qilinadi. Natijada biologik signallar asosida laboratoriya-loyiha faoliyatini tashkil etish, algoritmlashtirish bosqichlarini baholash va SI vositalaridan mas'uliyatli foydalanishga oid amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Tayanch so'z va tushunchalar: bioinformatika, biologik signal, raqamlashtirish, algoritmlashtirish, EKG, EEG, EMG, PPG, sun'iy intellekt, raqamli ta'lim, laboratoriya topshirig'i, kompetensiyaviy yondashuv, pedagogik refleksiya.

ПАРДАЕВА Г.А. ДИДАКТИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ОЦИФРОВКИ И АЛГОРИТМИЗАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ БИОИНФОРМАТИКЕ

В статье раскрывается дидактическая сущность оцифровки и алгоритмизации биологических сигналов в процессе преподавания биоинформатики. Рассматриваются этапы включения сигналов ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ и ФПГ в учебный процесс, их преобразования в цифровые данные, предварительной обработки, выделения признаков, применения алгоритмов и моделей искусственного интеллекта. Предложенная методическая логика основана на цепочке «биологическое явление – сигнал – цифровые данные – алгоритм – модель ИИ – визуальный результат – педагогическая рефлексия». Обоснованы возможности формирования у студентов биологической, цифровой, алгоритмической, исследовательской и этико-рефлексивной компетентности. Представлены рекомендации по организации лабораторно-проектной деятельности и оцениванию результатов обучения.

Ключевые слова и понятия: биоинформатика, биологический сигнал, оцифровка, алгоритмизация, ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, ФПГ, искусственный интеллект, цифровое образование, лабораторная работа, компетентностный подход, педагогическая рефлексия.

PARDAEVA G.A. DIDACTIC ESSENCE OF DIGITIZING AND ALGORITHMIC PROCESSING OF BIOLOGICAL SIGNALS IN TEACHING BIOINFORMATICS

This article examines the didactic essence of digitizing and algorithmic processing of biological signals in teaching bioinformatics. The study describes how ECG, EEG, EMG and PPG signals can be introduced into the learning process, transformed into digital data, preprocessed, segmented, analyzed and interpreted through artificial intelligence models. The proposed methodological logic is based on the chain "biological phenomenon – signal – digital data – algorithm – AI model – visual result – pedagogical reflection". The article substantiates the development of students' biological-signal, digital, algorithmic, research and ethical-reflective competences. Practical recommendations are provided for organizing laboratory-project activities and assessing learning outcomes in bioinformatics education.

Keywords and concepts: bioinformatics, biological signal, digitization, algorithmization, ECG, EEG, EMG, PPG, artificial intelligence, digital education, laboratory task, competence-based approach, pedagogical reflection.

Kirish. Zamonaviy bioinformatika fani genom ketma-ketliklarini saqlash yoki qidirish bilan cheklanmay, biologik tizimlardan olinadigan raqamli ma'lumotlarni algoritmik qayta ishlash, modellashtirish, vizualizatsiya qilish va ilmiy xulosa chiqarish jarayonlarini ham qamrab olmoqda. Tibbiyot, sport fiziologiyasi, neyrofiziologiya, telemeditsina va aqlli sensorlar texnologiyalarining rivojlanishi biologik signal-larni ta'lim mazmuniga kiritish zaruratini kuchaytirmoqda. Bunda EKG yurak bioelektrik faolligini, EEG miya faolligini, EMG mushak qisqarishini, PPG esa puls va qon oqimi dinamikasini raqamli vaqt qatori sifatida ifodalaydi.

O'zbekiston Respublikasida oliy ta'lim tizimini modernizatsiya qilish, ta'lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni keng joriy etish, ilmfan va ishlab chiqarish integratsiyasini kuchaytirish hamda zamonaviy kompetensiyalarga ega kadrlar tayyorlash ustuvor vazifalardan biri sifatida belgilangan. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-son Farmonida oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish, ta'lim sifatini oshirish, zamonaviy pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish vazifalari belgilab berilgan¹. Shuningdek, "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasida iqtisodiyot tarmoqlari, ijtimoiy soha va ta'lim tizimini raqamlashtirish, raqamli ko'nikmalarga

ega mutaxassislarni tayyorlash hamda ma'lumotlarga asoslangan boshqaruv va tahlil madaniyatini rivojlantirish muhim yo'nalish sifatida ko'rsatilgan².

Bioinformatika fanini o'qitishda biologik signal bilan ishlash talabning nazariy bilimini real ma'lumot bilan bog'laydi. Talaba signalni ko'radi, o'lchaydi, raqamli shaklga keltiradi, shovqin va artefaktlarni aniqlaydi, algoritm tanlaydi, sun'iy intellekt modelini sinaydi hamda natijani biologik mazmun bilan izohlaydi. Shu jihatdan biologik signallarni raqamlashtirish va algoritmlashtirish faqat texnik jarayon emas, balki biologik fikrlashni ma'lumotga asoslangan tahliliy fikrlashga aylantiruvchi didaktik mexanizm hisoblanadi.

Bugungi kunda sun'iy intellekt texnologiyalarini ta'lim, tibbiyot, axborot tizimlari va ilmiy tadqiqotlarga jadal joriy etish dolzarb masalaga aylangan. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996-son Qarorida sun'iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish, ularni amaliy sohalarga tatbiq etish hamda ushbu yo'nalishda malakali kadrlar tayyorlash uchun zarur shart-sharoitlarni yaratish vazifalari belgilangan³. Bu esa bioinformatika fanida biologik signallarni sun'iy intellekt yor-

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-son Farmoni.

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son Farmoni.

³ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4996-son Qarori.

damida tahlil qilish, model qurish, natijalarni baholash va vizual talqin qilish kabi o'quv-metodik faoliyatlarni rivojlantirish zarurati yanada kuchaytiradi.

Shu nuqtayi nazardan, bioinformatika fanining mazmuniga biologik signallarni raqamlashtirish, algoritmlashtirish va sun'iy intellekt yordamida tahlil qilish elementlarini kiritish dolzarb ilmiy-metodik masala hisoblanadi. Mazkur yondashuv talabalarda raqamli ma'lumotlar bilan ishlash, algoritmik fikrlash, biologik jarayonlarni modellashtirish, SI natijalarini tanqidiy baholash hamda ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Maqsad. Maqolaning maqsadi bioinformatika fanini o'qitishda biologik signallarni raqamlashtirish va algoritmlashtirishning didaktik mohiyatini ochib berish, ushbu jarayonning o'quv bosqichlarini tizimlashtirish hamda talabalarni raqamli-biologik, algoritmik, tadqiqotchilik va etik-refleksiv kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiluvchi metodik tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Maqolaning ilmiy mohiyati. Maqolaning ilmiy mohiyati biologik signalni o'quv jarayonida oddiy ko'rgazmali material sifatida emas, balki biologik hodisani raqamli ma'lumot, algoritmik amal, SI modeli va pedagogik xulosaga aylantiruvchi didaktik obyekt sifatida talqin qilishdadir. Mualliflik yondashuviga ko'ra, bioinformatika ta'limida biologik signal bilan ishlash quyidagi zanjirda tashkil etiladi: biologik hodisa – signalni olish – raqamlashtirish – qayta ishlash – xususiyat ajratish – algoritm va SI modeli – vizual natija – refleksiya. Ushbu zanjir talabaning kuzatuvchi emas, balki faol tadqiqotchi sifatida shakllanishini ta'minlaydi.

Mazkur yondashuvning yangiligi shundaki, unda biologiya, informatika, matematika-statistika, dasturlash, sun'iy intellekt va pedagogik refleksiya yagona o'quv faoliyatida integratsiyalashadi. Bunda raqamlashtirish talabaning ma'lumot bilan ishlash madaniyatini, algoritmlashtirish esa muammoni bosqichma-bosqich hal qilish, xatoni topish va natijani asoslash kompetensiyasini rivojlantiradi.

Tadqiqotning obyekti.

Tadqiqotning obyekti sifatida oliy ta'lim muassasalarida bioinformatika fanini o'qitish jarayonida biologik signallarni raqamlashtirish, algoritmlashtirish va sun'iy intellekt texnologiyalari asosida tahlil qilishga yo'naltirilgan o'quv-metodik faoliyat olindi.

Tadqiqotda qo'llanilgan usullar.

Tadqiqotda nazariy tahlil, sintez, qiyosiy-taqqoslash, pedagogik modellashtirish, kontent-tahlil hamda didaktik umumlash-tirish usullaridan foydalanildi. Bioinformatika ta'limida biologik signallarni qayta ishlash, raqamli signal tahlili, mashinali o'qitish, laboratoriya-loyiha faoliyati va kompetensiyaviy yondashuvga oid ilmiy-metodik manbalar tahlil qilindi. Shuningdek, EKG, EEG, EMG va PPG signallarining o'quv jarayonidagi didaktik imkoniyatlari tizimlashtirildi.

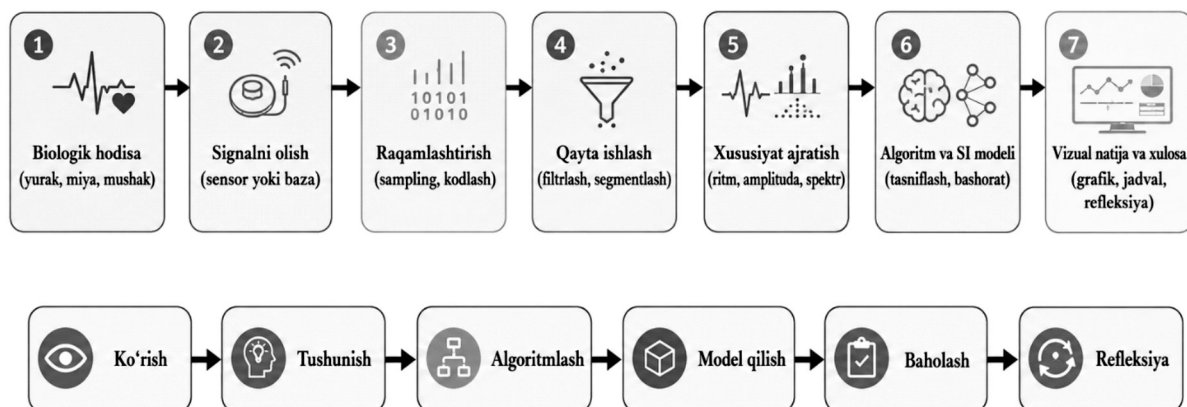
Natija va amaliy misollar.

Tadqiqot natijasida biologik signalni raqamlashtirish va algoritmlashtirish jarayoni oltita asosiy didaktik bosqichga ajratildi. Birinchi bosqichda signal manbasi aniqlanadi: talaba signal qaysi biologik jarayonni aks ettirishini, sensor yoki ochiq ma'lumotlar bazasining ishonch-liligini, tajriba sharoiti va etik talablarni tahlil qiladi. Ikkinchi bosqichda uzluksiz signal diskret raqamli qiymatlar ketma-ketligiga aylantiriladi; bunda sampling chastotasi, kvantlash va kodlash mohiyati o'rganiladi.

Uchinchi bosqichda signal dastlabki qayta ishlanadi: shovqin, artefakt, yo'qolgan qiymatlar, normalizatsiya va segmentlash masalalari ko'rib chiqiladi. To'rtinchi bosqichda signalning informativ belgilari – amplituda, ritm, chastota, energiya, R-R oralig'i, spektral komponentlar ajratiladi. Beshinchi bosqichda ajratilgan belgilar asosida oddiy algoritm yoki mashinali o'qitish modeli quriladi. Oltinchi bosqichda natija grafik, jadval yoki metrika ko'rinishida talqin qilinadi va pedagogik refleksiya orqali ilmiy xulosaga aylantiriladi.

Biologik signallarni raqamlashtirish va algoritmlashtirish jarayoni biologik hodisani ilmiy tahlil qilinadigan raqamli ma'lumotga aylantirishga asoslanadi. Bunda yurak, miya yoki

1-rasm. Biologik signalni raqamlashtirish va algoritmlashtirishning didaktik modeli.



1-jadval. Raqamlashtirish bosqichlari va ularning didaktik funksiyalari

Bosqich	Mazmuni	Talaba faoliyati	Shakllanadigan kompetensiya
Signal manbasini aniqlash	Biologik jarayon, sensor yoki ochiq ma'lumotlar bazasini tanlash	Biologik mazmunni aniqlaydi, signal turini tanlaydi, o'lchash sharoitini tahlil qiladi	Biologik-signal kompetensiyasi
Diskretlash va kodlash	Uzluksiz signalni raqamli qiymatlar ketma-ketligiga aylantirish	Sampling chastotasi, kvantlash va ma'lumot formatini tushunadi	Raqamli ma'lumotlar bilan ishlash kompetensiyasi
Dastlabki qayta ishlash	Shovqin, artefakt, normalizatsiya va segmentlash muammolarini hal qilish	Filtr tanlaydi, signal sifatini tekshiradi, xatoliklarni aniqlaydi	Algoritmik va analitik kompetensiya
Xususiyat ajratish	Signalning informativ statistik, vaqtli yoki spektral belgilarini ajratish	Amplituda, ritm, chastota, energiya va boshqa belgilarni hisoblaydi	Matematik-statistik kompetensiya
Model qurish	Mashinali o'qitish yoki oddiy algoritm asosida tasniflash, bashoratlash	Modelni tanlaydi, o'qitadi, testlaydi va natijani metrikalar bilan baholaydi	SI va model talqini kompetensiyasi
Vizualizatsiya va refleksiya	Grafik, jadval, diagramma orqali natijani izohlash	Biologik mazmunni tushuntiradi, xulosa yozadi, metodik xatoni tahlil qiladi	Tadqiqotchilik va refleksiv kompetensiya

mushak faoliyatidan olinadigan signal avvalo sensor yoki tayyor ma'lumotlar bazasi orqali qabul qilinadi. Keyingi bosqichlarda signal raqamlashtiriladi, qayta ishlanadi, undan muhim xususiyatlar ajratiladi va algoritmik modelga uzatiladi. Ushbu jarayon talabaga biologik signalni faqat kuzatiladigan hodisa sifatida emas, balki tahlil qilinadigan, modellashtiriladigan va baholanadigan raqamli obyekt sifatida tushunishga yordam beradi (1-rasmga qarang).

Birinchi rasmda biologik signal bilan ishlashning bosqichma-bosqich didaktik modeli aks ettirilgan. Modelning birinchi qatorida biologik hodisadan signal olish, uni raqamlashtirish, qayta ishlash, xususiyatlarini ajratish, algoritm va sun'iy intellekt modeli yordamida tahlil qilish hamda yakuniy vizual natija olish jarayoni berilgan. Ikkinchi qator esa ushbu jarayonning o'quv faoliyatidagi didaktik mazmunini ifodalaydi: talaba avval hodisani ko'radi,

keyin uni tushunadi, algoritmlashtiradi, model qiladi, baholaydi va yakunda refleksiya asosida ilmiy xulosa chiqaradi. Mazkur model biologik jarayonlarni raqamli ma'lumot, algoritm, model va ilmiy tahlilga aylantirish orqali o'quvchilarda algoritmik fikrlash, tahliliy yondashuv va raqamli kompetensiyani rivojlantirishga xizmat qiladi.

Biologik signalni raqamlashtirish jarayoni faqat texnik amallar ketma-ketligi emas, balki talabada biologik hodisani raqamli ma'lumot sifatida anglash, uni tahlil qilish, algoritmlashtirish va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarini shakllantiruvchi didaktik jarayon hisoblanadi. Ushbu jarayonda signal manbasini aniqlash, uni diskretlash va kodlash, dastlabki qayta ishlash, xususiyatlarni ajratish, model qurish hamda natijalarni vizualizatsiya qilish bosqichlari o'zaro uzviy bog'langan holda amalga oshiriladi. Har bir bosqich talabani muayyan faoliyat turini

2-jadval. Biologik signallarni algoritmlashtirishda qo'llanadigan amallar va pedagogik natijalar

Algoritmik amal	Biologik signal misoli	Didaktik vazifa	Kutiladigan o'quv natijasi
Filtrlash	EEG signalidan ko'z harakati artefaktlarini kamaytirish	Shovqin va foydali signal farqini tushuntirish	Talaba signal sifatini baholaydi va filtr tanlashni asoslaydi
Peak-detection	EKG yoki PPG signalida cho'qqilarni aniqlash	Chegaraviy qiymat, lokal maksimum va vaqt oralig'i tushunchalarini shakllantirish	Talaba algoritm shartlarini ifodalaydi va natijani tekshiradi
Segmentlash	EMG signalida harakat boshlanishi va tugashini ajratish	Vaqt oynasi, bo'laklash va harakat holatini tahlil qilish	Talaba signalni mantiqiy qismlarga ajratadi
Xususiyat ajratish	EKG, EEG, EMG signalidan statistik va spektral belgilar olish	Matematik-statistik belgilarni biologik mazmun bilan bog'lash	Talaba informativ belgilarni tanlaydi va izohlaydi
Tasniflash	Normal va anomal signal sinflarini ajratish	Model tanlash va baholash metrikalarini o'rganish	Talaba SI natijasini tanqidiy baholaydi
Vizualizatsiya	Signal grafigi, spektr, konfuzion matritsa	Natijani ko'rgazmali va ilmiy bayon qilish	Talaba tahlil natijasini asosli xulosaga aylantiradi

bajarishini talab qiladi va alohida kompetensiyani rivojlantirishga xizmat qiladi. Masalan, signalni tanlash biologik-signal kompetensiyasini, diskretlash va kodlash raqamli ma'lumotlar bilan ishlash ko'nikmasini, xususiyat ajratish esa matematik-statistik fikrlashni rivojlantiradi. Shu sababli quyidagi jadvalda raqamlashtirish bosqichlari, ularning mazmuni, talaba faoliyati va shakllanadigan kompetensiyalar tizimli tarzda keltirilgan (1-jadvalga qarang).

Algoritmlashtirish biologik signallarni qayta ishlashda o'quv jarayonining intellektual yadrosini tashkil etadi. Algoritm aniq maqsadga yo'naltirilgan amallar ketma-ketligi bo'lib, talabaning muammoni bosqichma-bosqich hal qilish, shartlarni aniqlash, takroriy amallarni bajarish, natijani tekshirish va xatoni tuzatish faoliyatini rivojlantiradi. Masalan, EKG signalida R-cho'qqini aniqlash lokal maksimum, chegaraviy qiymat va vaqt oynasi tushunchalarini o'rgatadi; EMG signalida segmentlash mushak faolligi boshlanishi va tugashini ajratish orqali signal energiyasi va amplituda tahlilini tushuntiradi.

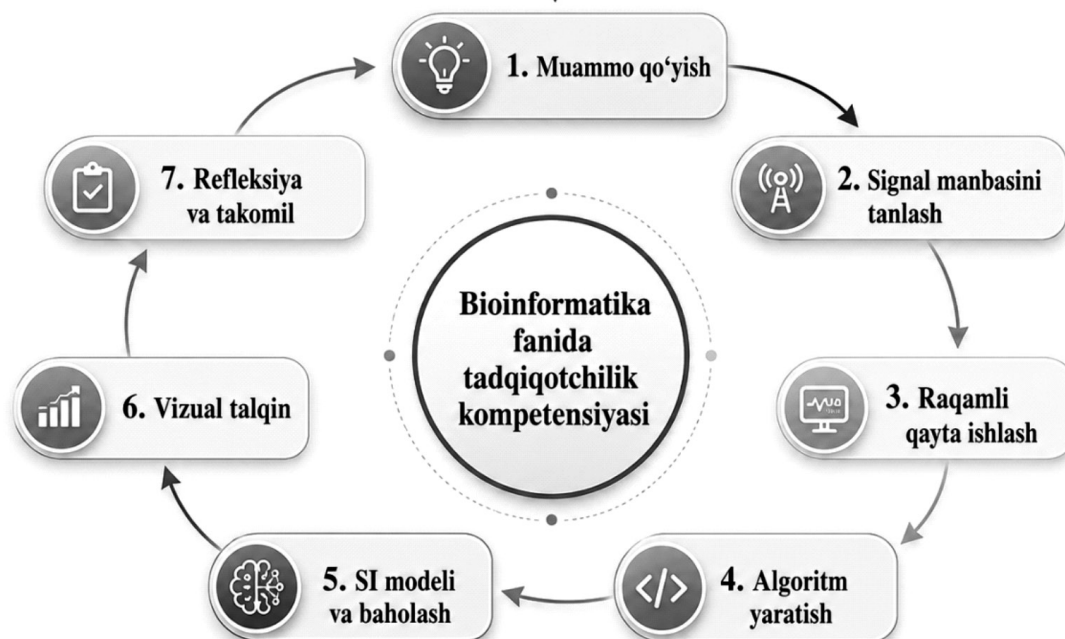
Algoritmlashtirishni uch darajada tashkil etish maqsadga muvofiq. Reproduktiv darajada talaba tayyor algoritmlar bosqichlarini tushunadi va takrorlaydi. Modifikatsion darajada filtr turi, segment uzunligi yoki threshold qiymatini o'zgartirib natijani solishtiradi. Ijodiy darajada esa mustaqil algoritmlar ishlab chiqadi, uni sinovdan o'tkazadi, xatolarni tahlil qiladi va natijani ilmiy asoslaydi. Bioinformatika ta'limida aynan uchinchi daraja talabalarni ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorlaydi.

Biologik signallarni algoritmlashtirish jarayonida talaba signal bilan ishlashning texnik bosqichlarini nafaqat bajaradi, balki ularning biologik mazmunini ham tushunadi. Filtrlash, cho'qqilarni aniqlash, segmentlash, xususiyat ajratish, tasniflash va vizualizatsiya kabi amallar biologik signalni tahlil qilinadigan ilmiy ma'lumotga aylantirishda muhim o'rin tutadi. Har bir algoritmik amal o'ziga xos didaktik vazifaga ega bo'lib, talabada signal sifati, vaqt oralig'i, statistik belgi, biologik holat, model natijasi va ilmiy xulosa o'rtasidagi bog'liqlikni anglashga yordam beradi. Masalan, EKG yoki PPG signalida cho'qqilarni aniqlash algoritmik shartlarni tushunishga, EEG signalini filtrlash esa shovqin va foydali signalni farqlashga xizmat qiladi. Shu sababli quyidagi jadvalda biologik signallarni algoritmlashtirishda qo'llaniladigan asosiy amallar, ularning biologik signal misollari, didaktik vazifalari va kutiladigan o'quv natijalari tizimli ko'rinishda berilgan (2-jadvalga qarang).

Biologik signalga asoslangan laboratoriya topshirig'i talabaning faqat kodni ishga tushirishini emas, balki muammo qo'yishi, signal manbasini tanlashi, algoritmlarni asoslay olishi, natijani baholashi va xulosa chiqarishini ta'minlashi kerak. Shuning uchun laboratoriya topshirig'i tarkibida maqsad, nazariy asos, ma'lumotlar tavsifi, bajarish algoritmi, natijani tahlil qilish mezonlari va refleksiv savollar bo'lishi zarur.

Laboratoriya mashg'ulotlari uch shaklda tashkil etilishi mumkin: namoyish laboratoriyasi, boshqariladigan laboratoriya va tadqiqot

2-rasm. Biologik signalga asoslangan laboratoriya-loyiha faoliyati sikli.



laboratoriyasi. Namoyish laboratoriyasida o'qituvchi signalni olish va qayta ishlash jarayonini ko'rsatadi. Boshqariladigan laboratoriyada talaba berilgan yo'riqnoma asosida signalni tozalaydi va grafik chizadi. Tadqiqot laboratoriyasida esa talaba mustaqil muammo tanlab, ma'lumotni topadi, algoritm yaratadi, SI modelini sinaydi va natijani ilmiy asoslaydi.

Biologik signalga asoslangan laboratoriya-loyiha faoliyati talabalarda nazariy bilimni amaliy tadqiqotga aylantirish ko'nikmasini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur jarayonda talaba avvalo muammoni aniqlaydi, biologik signal manbasini tanlaydi, olingan signalni raqamli qayta ishlaydi, algoritm yaratadi va sun'iy intellekt modeli yordamida natijalarni baholaydi. Ushbu bosqichlar o'zaro uzviy bog'langan bo'lib, har bir laboratoriya ishi yakunida refleksiya va takomillashtirish jarayoni amalga oshiriladi ya'ni silkl har bir laboratoriyada takrorlanadi: signal sifati, algoritm tanlovi va SI natijasi doimiy refleksiya orqali takomillashtiriladi (2-rasmga qarang).

Ushbu 2-rasmga ko'rsatilgan siklik model biologik signal bilan ishlash jarayonini bosqichma-bosqich tashkil etishni ifodalaydi. Dastlab muammo qo'yiladi va signal manbasi tanlanadi. Keyingi bosqichlarda signal raqamli qayta ishlanadi, algoritm ishlab chiqiladi, sun'iy

intellekt modeli yordamida baholanadi hamda natijalar vizual talqin qilinadi. Yakuniy refleksiya bosqichi esa bajarilgan ishni tahlil qilish, xatolarni aniqlash va keyingi laboratoriya faoliyatini takomillashtirish imkonini beradi. Modelning markazida bioinformatika fanida tadqiqotchilik kompetensiyasi joylashtirilgani barcha bosqichlarning asosiy maqsadi talabani mustaqil tahlil qilish, algoritmik fikrlash, model qurish va ilmiy xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantirish ekanligini ko'rsatadi.

Sun'iy intellekt modelini bioinformatika faniga kiritishdan oldin talaba ma'lumotning tabiatini, signal sifatini, shovqin manbalarini, tanlangan xususiyatlarning biologik ma'nosini va baholash mezonlarini tushunishi lozim. Aks holda SI vositasi "qora quti"ga aylanadi va talaba model natijasini ilmiy talqin qila olmaydi. Shu sababli SIga tayyorlovchi didaktik algoritm biologik savolni qo'yishdan boshlanib, ma'lumot tanlash, qayta ishlash, xususiyat ajratish, model qurish, natijani baholash va refleksiya bosqichlari orqali tashkil etiladi.

Biologik signallar bilan ishlash jarayonida sun'iy intellekt modelini qo'llashdan oldin talaba ma'lumot manbasi, signal sifati, qayta ishlash usuli, ajratiladigan xususiyatlar va baholash mezonlarini aniq tushunishi zarur. Chunki SI modeli faqat texnik vosita sifatida emas, balki

3-jadval. Siga tayyorlovchi bosqichlar va o'quv-metodik nazorat savollari

Bosqich	O'quv-metodik savol	Baholash mezon
Biologik savolni qo'yish	Qaysi biologik holat yoki jarayon tahlil qilinmoqda?	Muammo aniq, biologik asoslangan va o'lchanadigan bo'lishi
Ma'lumotni tanlash	Signal manbasi, sifati va etik maqomi qanday?	Manba ko'rsatilgan, ma'lumot tavsifi va cheklovi bayon qilingan
Qayta ishlash	Qaysi filtr yoki segmentlash usuli tanlandi va nima uchun?	Tanlov signal xususiyati bilan asoslangan
Xususiyat ajratish	Qaysi belgilar biologik jihatdan informativ?	Belgilar biologik mazmun va statistik mezon bilan tushuntirilgan
Model qurish	Qaysi SI modeli tanlandi va uning afzalligi nimada?	Model tanlovi vazifa turi va ma'lumot hajmiga mos
Natijani baholash	Model xatosi qayerdan kelishi mumkin?	Metrikalar va xatoliklar tanqidiy tahlil qilingan
Refleksiya	Natija bioinformatika ta'limi uchun qanday xulosa beradi?	Talaba ilmiy va pedagogik xulosa chiqaradi

biologik hodisani raqamli tahlil qilish, natijani ilmiy asoslash va pedagogik xulosa chiqarishga xizmat qiluvchi o'quv-metodik vosita sifatida qaraladi. Shu sababli har bir bosqichda talabning fikrlash faoliyatini yo'naltiruvchi nazorat savollari qo'yilishi muhimdir. Bu savollar biologik muammoni aniqlash, ma'lumotni tanlash, signalni qayta ishlash, xususiyatlarni ajratish, SI modelini tanlash, natijani baholash va refleksiya qilish jarayonlarini izchil tashkil etishga yordam beradi (3-jadvalga qarang).

O'quv jarayonida kognitiv yuklamani boshqarish ham muhim. Talaba bir vaqtning o'zida biologik mazmun, matematik formula, dasturiy kod, signal grafigi, SI modeli va baholash metrikasini tushunishga majbur bo'lsa, o'rganish samaradorligi pasayishi mumkin. Shuning uchun o'qitish soddadan murakkabga tamoyili asosida tashkil etilishi, avval signal grafigi va biologik mazmun, keyin filtrlash va segmentlash, so'ng xususiyat ajratish, oddiy model va yakunda murakkab SI modeliga o'tilishi lozim.

Vizualizatsiya biologik signalni tushunishda asosiy didaktik vosita hisoblanadi. Signal grafigi, spektr, boxplot, konfuzion matritsa, model qaror chegarasi kabi ko'rinishlar talabning mavhum matematik jarayonni real biologik talqin bilan bog'lashiga yordam beradi. Refleksiya esa yakuniy bosqich bo'lib, talaba qaysi metodni tanlagani, natija qanchalik ishonchli ekani, xato manbalari qayerda paydo bo'lgani va keyingi tadqiqotda nimalarni yaxshilash mumkinligini yozma bayon qiladi.

Xulosa va amaliy takliflar.

1. Biologik signallarni raqamlashtirish va algoritmlashtirish bioinformatika fanida real biologik jarayonlarni o'lchash, qayta ishlash, modellashtirish va ilmiy xulosaga aylantirish imkonini beruvchi muhim didaktik mexanizmdir.

2. Bioinformatika ta'limida biologik hodisa – signal – raqamli ma'lumot – algoritmi – SI modeli – vizual natija – refleksiya zanjiri asosida tashkil etilgan o'quv faoliyati talabalarda biologik-signal, raqamli-signal, algoritmik, tadqiqotchilik va etik-refleksiv kompetensiyalarni kompleks rivojlantiradi.

3. Laboratoriya mashg'ulotlari faqat tayyor kodni bajarish bilan cheklanmasligi, balki muammo qo'yish, ma'lumot tanlash, algoritmi asoslash, natijani baholash va xulosa chiqarish bosqichlarini qamrab olishi kerak.

4. Sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishda model natijasini tanqidiy baholash, ma'lumot sifati, etik talablar, shaffoflik, xatolik turlari va pedagogik refleksiya mezonlari majburiy didaktik komponent sifatida kiritilishi lozim.

Amaliy taklif sifatida bioinformatika fanining amaliy mashg'ulotlariga EKG, EEG, EMG va PPG signallariga asoslangan kichik laboratoriya ssenariylarini kiritish, har bir ssenariy uchun baholash rubrikasi va refleksiya varaqasini ishlab chiqish tavsiya etiladi. Shuningdek, Python/R muhitida ochiq biosignal ma'lumotlar bazalari bilan ishlash, filtr tanlash, xususiyat ajratish, oddiy klassifikatorlarni sinash va natijani vizual izohlashga oid topshiriqlar tizimini yaratish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi "O'zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi PF-5847-son Farmoni.
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PF-6079-son Farmoni.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi "Sun'iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4996-son Qarori.
4. Pardayeva G.A. Bioinformatika fanini o'qitishda biologik signallar va sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning nazariy-pedagogik asoslari // Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar. – 2026. – № 6.
5. Zohirov K. et al. Insonning muvozanat holatini o'lchash uchun romberg testini ko'rib chiqish //digital transformation and artificial intelligence. – 2025. – T. 3. – №. 3. – C. 52-57.
6. Pardayeva G.A., Choriyev B.S., Sulaymonova D.B. Sun'iy intellekt texnologiyalariga asoslangan raqamli ta'limda adaptiv o'qitish metodikasining nazariy modeli va amaliy asoslari //Inter education & global study. – 2025. – T. 3. – №. 10 (1). – C. 256-265.
7. Zohirov K. et al. Electromyography-Based Sign Language Recognition: A Low-Channel Approach for Classifying Fruit Name Gestures //Signals. – 2025. – T. 6. – №. 4. – C. 50.
8. Pardayeva G. Talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirishda axborot texnologiyalaridan foydalanishning ustuvor yo'nalishlari. Transforming education through scientific discovery. – 2025.
9. Gulmira P. Distance teaching methods of computer engineering students: example on the topic» Creating mobile applications» //Berlin Studies Transnational Journal of Science and Humanities. – 2021. – T. 1. – №. 1.5.
10. Brooksbank C., Schwartz R., Morgan S.L., Gaeta B. et al. The ISCB competency framework v.3: a revised and extended competency framework for bioinformatics education // Bioinformatics Advances. – 2024. – Vol. 4(1). – vbae166.
11. Wilkinson M.D., Dumontier M., Aalbersberg I.J. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship // Scientific Data. – 2016. – Vol. 3. – Article 160018.
12. World Health Organization. Ethics and governance of artificial intelligence for health. – Geneva: WHO, 2021.