

BIOINFORMATIKA FANINI O‘QITISHDA BIOLOGIK SIGNALLAR VA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISHNING NAZARIY-PEDAGOGIK ASOSLARI

Pardayeva Gulmira Abdunzarovna
Axborot texnologiyalari va menejment universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli ta’lim sharoitida bioinformatika fanini o‘qitishda biologik signallarni raqamlashtirish va sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning nazariy-pedagogik asoslari yoritilgan. Biologik signallarni o‘quv jarayoniga kiritish talabalarda biologik jarayonlarni raqamli ma’lumot sifatida tushunish, algoritmik qayta ishlash, sun’iy intellekt modeli yordamida tahlil qilish hamda vizual natijalar asosida ilmiy xulosa chiqarish ko‘nikmalarini shakllantirishi asoslanadi. Maqolada EKG, EEG, EMG, PPG va biometrik signallarning didaktik imkoniyatlari, bioinformatika ta’limida shakllantiriladigan kompetensiyalar tizimi, raqamli laboratoriya va refleksiv baholash yondashuvlari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijasida “biologik signal – raqamli ma’lumot – algoritim – SI modeli – vizual natija – pedagogik refleksiya” zanjiriga tayangan metodik yondashuv taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: bioinformatika, biologik signal, sun’iy intellekt, raqamli ta’lim, EKG, EEG, EMG, PPG, algoritmik tahlil, kompetensiyaviy yondashuv, pedagogik refleksiya.

ТЕОРЕТИКО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ БИОИНФОРМАТИКИ

Пардаева Гульмира Абдунзаровна
Университет информационных технологий и менеджмента

Аннотация. В статье рассматриваются теоретико-педагогические основы использования цифровизации биологических сигналов и технологий искусственного интеллекта в преподавании биоинформатики в условиях цифрового образования. Обосновано, что включение биологических сигналов в учебный процесс способствует формированию у студентов навыков понимания биологических процессов как цифровых данных, алгоритмической обработки, анализа с использованием моделей искусственного интеллекта и научной интерпретации визуальных результатов. Анализируются дидактические возможности сигналов ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, PPG и биометрических данных, система компетенций, цифровая лаборатория и рефлексивное оценивание. Предложен методический подход, основанный на цепочке “биологический сигнал – цифровые данные – алгоритм – модель ИИ – визуальный результат – педагогическая рефлексия”.

Ключевые слова: биоинформатика, биологический сигнал, искусственный интеллект, цифровое образование, ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, PPG, алгоритмический анализ, компетентностный подход, педагогическая рефлексия.

THEORETICAL AND PEDAGOGICAL FOUNDATIONS OF USING BIOLOGICAL SIGNALS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN TEACHING BIOINFORMATICS

Pardayeva Gulmira Abdunzarovna
University of Information Technologies and Management

Abstract. This article discusses the theoretical and pedagogical foundations of using biological signal digitization and artificial intelligence technologies in teaching bioinformatics within a digital education environment. It is argued that integrating biological signals into the learning

process develops students' ability to understand biological processes as digital data, perform algorithmic processing, analyze data through artificial intelligence models, and draw scientifically grounded conclusions from visual outputs. The paper analyzes the didactic potential of ECG, EEG, EMG, PPG and biometric signals, the system of competencies formed in bioinformatics education, digital laboratory activities and reflective assessment. A methodological approach based on the chain "biological signal – digital data – algorithm – AI model – visual result – pedagogical reflection" is proposed.

Keywords: bioinformatics, biological signal, artificial intelligence, digital education, ECG, EEG, EMG, PPG, algorithmic analysis, competence-based approach, pedagogical reflection.

Kirish (Introduction). Zamonaviy oliy ta'limda bioinformatika fani faqat genom ketma-ketliklarini saqlash, qidirish yoki filogenetik tahlil qilish bilan cheklanmaydi. Biotibbiyot, genomika, neyrofiziologiya, sport fiziologiyasi, telemeditsina, aqlli sensorlar va raqamli sog'liqni saqlash tizimlari kengaygani sari bioinformatika biologik tizimlardan olinadigan turli ma'lumotlarni algoritmik qayta ishlash, modellashtirish va talqin qilishga yo'naltirilgan fanlararo sohaga aylanmoqda. Shu bois talabalar biologik signallarni raqamlashtirish, dasturiy muhitda qayta ishlash va sun'iy intellekt yordamida tahlil qilish ko'nikmalarini egallashi zarur.

O'zbekiston Respublikasida oliy ta'limni modernizatsiya qilish, raqamli texnologiyalarni o'quv jarayoniga joriy etish va sun'iy intellekt asosidagi innovatsion yechimlarni rivojlantirish bo'yicha qabul qilingan strategik hujjatlar bioinformatika ta'limining mazmunini yangilash uchun metodik asos yaratadi. Raqamli ta'lim muhitida biologik signal bilan ishlash talabaning biologik bilimni informatika, matematika, statistika, algoritmlash, ma'lumotlar tahlili va vizual interpretatsiya bilan birlashtiradi. Bu esa kompetensiyaviy yondashuv, fan-ta'lim-ishlab chiqarish integratsiyasi va ilmiy-tadqiqotga yo'naltirilgan o'qitish talablariga mos keladi.

Bioinformatika ta'limida biologik signallarni o'quv mazmuniga kiritishning dolzarbligi ikki omil bilan belgilanadi. Birinchidan, zamonaviy bioinformatikada fiziologik vaqt qatorlari, sensor signallari, biometrik indikatorlar va klinik monitoring ma'lumotlari muhim tahlil obyektiga aylanmoqda. Ikkinchidan, sun'iy intellekt algoritmlari ushbu ma'lumotlarni tasniflash, bashoratlash, anomaliyalarni aniqlash va tibbiy-biologik xulosalar chiqarishda keng qo'llanilmoqda. Demak, bioinformatika fanini o'qitish metodikasi biologik signal, raqamli ma'lumot, algoritim va SI modelini yagona o'quv jarayonida uyg'unlashtirishi lozim.

Tadqiqot metodologiyasi (Research Methodology). Maqolani tayyorlashda nazariy tahlil, pedagogik umumlashtirish, qiyosiy tahlil, kompetensiyaviy yondashuv, raqamli ta'lim metodikasini modellashtirish va didaktik loyihalash usullaridan foydalanildi. Asosiy e'tibor bioinformatika fanida biologik signallarni raqamlashtirish, sun'iy intellekt modeli orqali qayta ishlash va natijani pedagogik refleksiya asosida baholash jarayonini metodik tizim sifatida talqin qilishga qaratildi.

Tadqiqot metodologiyasi uch asosiy yo'nalishni qamrab oladi. Birinchi yo'nalish bioinformatika ta'limining mazmuniy kengayishini aniqlashdan iborat bo'lib, bunda genom va proteom ma'lumotlari bilan bir qatorda EKG, EEG, EMG, PPG va biometrik signallar ham o'quv ma'lumotlari sifatida ko'rib chiqildi. Ikkinchi yo'nalish biologik signallarni raqamlashtirishning didaktik bosqichlarini aniqlashga qaratildi: signal manbasini tanlash, namuna olish, kvantlash, filtr tanlash, segmentlash, muhim belgilarni ajratish, modelga kiritish, natijani vizual ko'rsatish va xulosa chiqarish. Uchinchi yo'nalish esa sun'iy intellektdan pedagogik maqsadda foydalanish: individual topshiriq tanlash, laboratoriya natijalarini tezkor baholash, xatolarni aniqlash va refleksiv fikr-mulohazani tashkil etish masalalarini o'z ichiga oladi.

Ushbu yondashuvda biologik signal oddiy texnik obyekt emas, balki talabaning ilmiy fikrlashi, algoritmik tafakkuri va ma'lumotga asoslangan qaror qabul qilish ko'nikmasini rivojlantiruvchi

didaktik vosita sifatida qaraladi. Raqamlashtirish jarayoni biologik hodisani miqdoriy tahlil qilinadigan modelga aylantiradi; SI modeli esa talabanning tahlil natijasini baholash, xato ehtimolini ko‘rish va ilmiy asoslangan xulosa berish faoliyatini kuchaytiradi.



1-rasm. Biologik signalni SI asosida o‘quv jarayoniga aylantirish zanjiri

Natijalar va muhokama (Results and Discussions). Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bioinformatika fanida biologik signallarni raqamlashtirish va SI texnologiyalaridan foydalanish bir necha didaktik natijalarni beradi. Avvalo, talaba biologik jarayonni faqat tavsifiy darajada emas, balki o‘lchanadigan, qayta ishlanadigan va model orqali izohlanadigan axborot manbai sifatida tushunadi. Masalan, EKG signali yurak ritmini, EEG signali miya bioelektrik faolligini, EMG signali mushak qisqarishini, PPG signali periferik qon aylanishi va puls to‘lqinlarini ifodalaydi. Ularni raqamli tahlil qilish talabanning biologik tushunchasini algoritmik va statistik tafakkur bilan bog‘laydi.

Biologik signallardan foydalanishning muhim pedagogik afzalligi shundaki, u nazariy bilimni real ma’lumot bilan bog‘laydi. Talaba signalni ko‘radi, uni dasturiy muhitga import qiladi, shovqinni kamaytiradi, segmentlaydi, muhim xususiyatlarni ajratadi, SI modelida tekshiradi va olingan natijani biologik mazmun bilan izohlaydi. Bu jarayonda u passiv tinglovchi emas, balki tadqiqotchi sifatida faol ishtirok etadi. Shuning uchun biologik signalga asoslangan laboratoriya mashg‘ulotlari oddiy ko‘rsatma emas, balki kompetensiya shakllantiruvchi didaktik ssenariy sifatida loyihalanishi lozim.

1-jadval.

Biologik signallar va ularning bioinformatika ta'limidagi didaktik imkoniyatlari

Biologik signal turi	Biologik mazmuni	Raqamlashtirishdagi asosiy amallar	O'quv-didaktik imkoniyati
EKG	Yurak bioelektrik faolligi va ritm dinamikasi	Namuna olish, R-cho'qqilarni aniqlash, ritm oralig'ini hisoblash	Ritm tahlili, vaqt qatori, anomaliya tushunchasi va SI tasnifi
EEG	Miya bioelektrik faolligi va chastota diapazonlari	Filtrlash, spektral tahlil, segmentlash	Signal spektri, kognitiv holat, shovqin va artefaktlarni tushunish
EMG	Mushak qisqarishi va harakat faolligi	Silliqlash, amplituda tahlili, xususiyat ajratish	Harakat tahlili va biomexanik jarayonni raqamli modellashtirish
PPG	Qon oqimi va puls to'lqinlari	Peak-detection, puls oralig'i, normalizatsiya	Sensor ma'lumotlari, monitoring va real vaqt tahlili
Biometrik signal	Yurish, harakat, bosim, nafas va teri o'tkazuvchanligi	Vaqt qatori, sensor birlashtirish, belgilarni ajratish	Ko'p manbali ma'lumot, loyiha faoliyati va statistik talqin

1-jadvaldan ko'rinadiki, har bir biologik signal turi ma'lum biologik mazmunga ega bo'lishi bilan birga, o'quv jarayonida turli algoritmik amallarni o'rgatish uchun ham xizmat qiladi. EKG signali orqali vaqt qatori va ritm tahlili, EEG orqali spektral tahlil va artefaktlarni ajratish, EMG orqali amplituda va harakat faolligi, PPG orqali sensor ma'lumotlarining real vaqt monitoringi o'rganiladi. Bunday topshiriqlar bioinformatika ta'limini abstrakt nazariy tushunchalardan amaliy-tadqiqot faoliyatiga olib chiqadi.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining bioinformatika ta'limidagi metodik imkoniyati ikki yo'nalishda namoyon bo'ladi. Birinchi yo'nalishda SI o'quv jarayonini adaptiv tashkil etishga yordam beradi: talabning bilim darajasi, amaliy topshiriqni bajarish tezligi, xatoni tuzatish

strategiyasi va refleksiv javoblari asosida unga mos topshiriq, izoh yoki qo'shimcha resurs tavsiya qilinadi. Ikkinchi yo'nalishda SI biologik signalning o'zini tahlil qilish vositasi sifatida qo'llanadi: signal tasniflanadi, normal va anormal holatlar farqlanadi, model natijasi mezonlar asosida baholanadi.

Biroq SI vositalaridan foydalanish natijani avtomatik olish bilan chegaralanmasligi kerak. Agar talaba modelga kiritilgan ma'lumot sifatini tekshirmasa, model xatosini ko'rmasa, natijani biologik mazmun bilan bog'lama va ilmiy manbalar asosida izohlamasa, SI vositasidan foydalanish yuzaki texnik amaliyot bo'lib qoladi. Shu sababli metodikada "SI modeli – natija – izoh – refleksiya" ketma-ketligi majburiy didaktik bosqich sifatida kiritilishi zarur.

2-jadval.

Biologik signallar va SI asosida shakllantiriladigan kompetensiyalar

Kompetensiya	Mazmuniy ko'rsatkich	O'quv faoliyati	Baholash indikatori
Biologik-signal	Signal manbasi va fiziologik mazmunini tushunish	EKG, EEG, EMG, PPG namunalarini tahlil qilish	Signal turini to'g'ri izohlash
Raqamli-signal	Sampling, filtr, segment, xususiyat tushunchalarini qo'llash	Python/R muhitida signalni tozalash	Algoritmik bosqichlarni to'g'ri bajarish
Algoritmik-SI	Model tanlash, o'qitish, testlash va baholash	Klassifikator yoki regressiya modelini sinash	Model natijasini mezonlar bo'yicha baholash
Vizual-interpretatsion	Grafik va model chiqishini biologik mazmun bilan bog'lash	Signal grafigi va chalkashlik matritsasini talqin qilish	Natija asosida xulosa berish
Tadqiqotchilik	Muammo, gipoteza, metod va xulosani ishlab chiqish	Mini-loyiha yoki kichik tadqiqot bajarish	Ilmiy mantiq va manbaga tayangan xulosa
Etik-refleksiv	Ma'lumot maxfiyligi, SI xatosi va akademik halollikni anglash	Refleksiya varaqasi va etik keys tahlili	Mas'uliyatli qaror va tanqidiy baho

2-jadvalda keltirilgan kompetensiyalar bioinformatika fanining zamonaviy mazmunini to'liqroq aks ettiradi. Talaba biologik signalni anglashdan boshlaydi, keyin uni raqamli axborot sifatida qayta ishlaydi, algoritmi va SI modeli bilan ishlaydi, natijani vizual talqin qiladi, kichik tadqiqot bajaradi va etik-refleksiv baho beradi. Bunday tizim talabani biologik, raqamli, algoritmik, ilmiy va axloqiy mas'uliyatini bir butun holda rivojlantiradi.

Bioinformatika fanini o'qitishda mavjud metodik muammolar ham aniqlanadi. Birinchidan, ayrim o'quv dasturlarida biologik signallar va sensor ma'lumotlari yetarli darajada aks etmaydi. Ikkinchidan, laboratoriya mashg'ulotlarida real signal, real algoritmi va real model natijasiga asoslangan topshiriqlar kam. Uchinchidan, SI vositalaridan foydalanishda akademik halollik, ma'lumot maxfiyligi, model xatosi va natijani tanqidiy baholash masalalari yetarlicha tizimlashtirilmagan. To'rtinchidan, talabalar uchun baholash mezonlari ko'pincha yakuniy natijaga qaratiladi, jarayon, izoh va refleksiya esa yetarli baholanmaydi.

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun bioinformatika ta'limida raqamli laboratoriya-amaliy topshiriqlar tizimini ishlab chiqish, ochiq biosignal ma'lumotlar bazalaridan foydalanish, Python va R muhitida soddalashtirilgan algoritmik topshiriqlar berish, SI natijasini izohlash uchun refleksiya varaqalari joriy etish va baholash rubrikalarini kompetensiyalarga moslashtirish tavsiya etiladi. O'qituvchi esa faqat bilim beruvchi emas, balki raqamli laboratoriyani loyihalovchi, SI tavsiyalarini metodik nazorat qiluvchi va talabani ilmiy xulosasini yo'naltiruvchi pedagogik moderator sifatida namoyon bo'ladi.

Xulosa va takliflar (Conclusion). Raqamli ta'lim sharoitida bioinformatika fanini o'qitish mazmuni biologik ma'lumotlar, biologik signallar, algoritmik qayta ishlash, sun'iy intellekt texnologiyalari va vizual talqin jarayonlari bilan boyitilishi zarur. Biologik signallarni raqamlashtirish talabalarda real biologik jarayonlarni o'lchash, qayta ishlash, model qurish va ilmiy xulosa chiqarish imkonini beruvchi kuchli didaktik vosita hisoblanadi.

Maqolada taklif etilgan "biologik signal – raqamli ma'lumot – algoritmi – SI modeli – vizual natija – pedagogik refleksiya" zanjiri bioinformatika fanini o'qitishda talabani faol tadqiqotchi sifatida shakllanishiga xizmat qiladi. Ushbu yondashuv biologik-signal, raqamli-signal, algoritmik-SI, vizual-interpretatsion, tadqiqotchilik va etik-refleksiv kompetensiyalarni yaxlit rivojlantiradi.

Amaliy taklif sifatida bioinformatika fanining o'quv dasturlariga EKG, EEG, EMG, PPG va biometrik signallar bilan ishlashga oid laboratoriya topshiriqlarini kiritish, ochiq ma'lumotlar bazalaridan foydalangan holda mini-loyihalar tashkil etish, SI modeli natijasini baholash uchun aniq rubrikalar ishlab chiqish va har bir laboratoriya ishiga refleksiv xulosa yozish talabini qo'shish maqsadga muvofiq. Shuningdek, o'qituvchilar uchun biologik signalni raqamlashtirish, Python/R muhitida qayta ishlash, SI vositalaridan mas'uliyatli foydalanish va etik masalalarni boshqarishga oid metodik tavsiyalar ishlab chiqilishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. 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.
2. 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.
3. Akmalova A., Xaydarov A., Pardayeva G. Development of students' intellectual competence in the conditions of digitalization of higher education.
4. Wilson Sayres M.A., Hauser C., Sierk M., et al. Bioinformatics Core Competencies for Undergraduate Life Sciences Education. PLoS ONE, 2018.
5. Pevsner J. Bioinformatics and Functional Genomics. – Wiley-Blackwell, 2015.



6. Lesk A.M. Introduction to Bioinformatics. – Oxford University Press, 2019.
7. Compeau P., Pevzner P. Bioinformatics Algorithms: An Active Learning Approach. – Active Learning Publishers, 2018.
8. Rangayyan R.M. Biomedical Signal Analysis. – Wiley-IEEE Press, 2015.
9. Clifford G.D., Azuaje F., McSharry P.E. Advanced Methods and Tools for ECG Data Analysis. – Artech House, 2006.
10. Wilkinson M.D., Dumontier M., Aalbersberg I.J., et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. Scientific Data, 2016.
11. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. – Center for Curriculum Redesign, 2019.