

## BIOLOGIK TA'LIMDA RAQAMLI TRANSFORMATSIYA: "KATTA MA'LUMOTLAR"NI TAHLIL QILISH KO'NIKMALARINI MAHALLIY SHAROITDA SHAKLLANTIRISH ISTIQBOLLARI

Raupova Mehrinigor Haydarovna

Buxoro davlat universiteti<sup>1</sup>, Buxoro davlat pedagogika instituti<sup>2</sup>

Biologiya kafedrasi dotsenti

Pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

E-mail: [angelfeya94@gmail.com](mailto:angelfeya94@gmail.com)

Tel: 998973083588

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20284401>

**Annotatsiya:** Maqolada O'zbekistonda biolog kadrlar tayyorlash tizimini zamonaviy talablarga moslashtirish masalasi ko'rib chiqilgan. "Katta ma'lumotlar"ni tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantirish bo'yicha xalqaro tajriba va mahalliy imkoniyatlar qiyosiy tahlil qilinib, mavjud muammolarni hal etish yuzasidan amaliy tavsiyalar berilgan.

**Kalit so'zlar:** biologik ta'lim, raqamli transformatsiya, "Katta ma'lumotlar" (Big Data), kompetensiyaviy yondashuv, mahalliy sharoit, kadrlar tayyorlash.

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос модернизации системы подготовки биологических кадров в Узбекистане в соответствии с современными требованиями. Проведен сравнительный анализ международного опыта и местных возможностей по формированию навыков анализа «Больших данных» (Big Data), а также даны практические рекомендации по решению существующих проблем.

**Ключевые слова:** биологическое образование, цифровая трансформация, «Большие данные» (Big Data), компетентностный подход, местные условия, подготовка кадров.

**Annotatsion.** The article considers the issue of modernizing the training system for biologists in Uzbekistan to meet modern requirements. A comparative analysis of international experience and local opportunities for developing "Big Data" analysis skills is carried out, and practical recommendations are given for solving existing problems.

**Keywords:** biological education, digital transformation, Big Data, competence-based approach, local conditions, personnel training.

### KIRISH

XXI asr fani, xususan, biologiya o'zining fundamental taraqqiyot bosqichini boshdan kechirmoqda. Bu jarayonning asosiy harakatlantiruvchi kuchi – genomika, transkriptomika, proteomika va metabolomika kabi "-omika" texnologiyalarining misli ko'rilmagan rivojlanishidir. Natijada, har kuni tirik organizmlar haqida terabaytlab ma'lumotlar generatsiya qilinmoqda. Bu ulkan axborot oqimi fanda "Katta ma'lumotlar" (Big Data) inqilobini yuzaga keltirdi va biologiyani an'anaviy, gipotezaga asoslangan fandan ko'ra ko'proq ma'lumotlarga asoslangan fanga (data-driven science) aylantirdi.

Bugungi kunda biologik kashfiyotlar endi faqat probirkada yoki mikroskop ostida emas, balki kuchli kompyuterlarda, murakkab algoritmlar yordamida ham amalga oshirilmoqda. Shu sababli, bioinformatika va ma'lumotlar tahlili endi tor doiradagi mutaxassislarining ishi bo'lmay, balki har bir molekulyar biolog, genetik, ekolog va hatto shifokor uchun zaruriy kasbiy kompetensiyaga aylanib ulgurdi. Gen ketma-ketligini tahlil qilish, dorilar uchun yangi nishonlarni aniqlash, kasalliklarni molekulyar darajada diagnostika qilish, evolyutsion

jarayonlarni modellashtirish kabi vazifalar “Katta ma’lumotlar”ni tahlil qilish ko’nikmalarisiz imkonsizdir.

Bu global transformatsiya butun dunyo oliy ta’lim tizimi oldiga o’ta dolzarb vazifani qo’ymoqda: bo’lajak biolog kadrlarni nafaqat klassik biologik bilimlar bilan, balki dasturlash asoslari, statistika va ma’lumotlar ilmi (Data Science) bo’yicha chuqur ko’nikmalar bilan ham qurollantirish. Jahonning yetakchi universitetlari o’z o’quv dasturlarini ushbu talablar asosida faol modernizatsiya qilayotgan bir paytda, O’zbekiston oliy ta’lim tizimida ham bu yo’nalishdagi islohotlarni jadallashtirish hayotiy zaruratga aylanmoqda. Milliy kadrlarning xalqaro mehnat bozoridagi raqobatbardoshligini ta’minlash va mamlakat ilm-fanining jahon trendlaridan ortda qolmasligiga erishish bevosita biologik ta’limga raqamli texnologiyalar va ma’lumotlar tahlili metodlarini qay darajada samarali integratsiya qila olishimizga bog’liq. Mazkur maqola aynan shu masalaning joriy holatini, xalqaro standartlar va mahalliy imkoniyatlar orasidagi tafovutni tahlil qilish hamda istiqboldagi yechimlarni taklif etishga qaratilgan.

### **ADABIYOTLAR TAHLILI**

Biologiya fanida “Katta ma’lumotlar” (Big Data) inqilobi va uning ta’limga ta’siri so’nggi o’n yillikda xalqaro ilmiy jamoatchilikning diqqat markazida turibdi. Bu boradagi fundamental o’zgarishlar bir qator nufuzli nashrlarda o’z aksini topgan. Masalan, V. Marx o’zining “Nature” jurnalida chop etilgan maqolasida biologiyaning “katta ma’lumotlar” keltirib chiqargan ulkan chaqiriqlariga duch kelayotganini, bu esa tadqiqot metodologiyasini tubdan o’zgartirayotganini ta’kidlaydi [1]. Bu o’zgarishlar biologiyani gipotezalarga asoslangan fandan ko’ra ko’proq ma’lumotlarga tayanib ishlaydigan fanga (data-driven science) aylantirmoqda, deya qayd etadi L.D. Stein o’zining genom informatikasida “bulutli hisoblash” texnologiyalarining o’rni haqidagi tadqiqotida [2].

Ushbu transformatsiya tabiiy ravishda ta’lim standartlarini qayta ko’rib chiqish zaruratini yuzaga keltirdi. Hisoblash biologiyasi bo’yicha xalqaro jamiyat (ISCB) kabi tashkilotlar bu borada yetakchilik qilib, bo’lajak bioinformatiklar va biologlar uchun zarur bo’lgan minimal yadro kompetensiyalarni belgilab beruvchi qo’llanmalarni ishlab chiqqan. L. Welch va uning hammualliflari tomonidan PLoS Computational Biology jurnalida e’lon qilingan maqola bu boradagi eng asosiy manbalardan biri hisoblanib, unda statistik tahlil, dasturlash va ma’lumotlar bazalari bilan ishlash kabi ko’nikmalar har bir biolog uchun zarur ekanligi asoslab berilgan [3]. Xuddi shunday, M.A. Batut va hamkasblari ham hisoblash ko’nikmalarini kengroq auditoriyaga – biologiya ta’limining barcha bosqichlariga integratsiya qilishning amaliy jihatlarini o’z ishlarida yoritib berganlar [4].

O’zbekiston misolida bioinformatika va zamonaviy biologiya yo’nalishlaridagi ilmiy tadqiqotlar asosan amaliy genomika va proteomika masalalariga qaratilgan. Bu borada Genomika va bioinformatika markazi olimlarining, xususan, I.Y. Abduraxmonov va uning shogirdlarining g’o’za genomikasi bo’yicha olib borgan ishlari xalqaro miqyosda e’tirof etilgan [5]. Shuningdek, mahalliy olimlardan A.A. Abdukurimov va boshqalarning ishlarida ham bioinformatikaning ayrim fundamental jihatlarini ko’rib chiqilgan [6].

Biroq, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko’rsatadiki, O’zbekistonda bioinformatika ko’nikmalarini bevosita ta’lim jarayoniga integratsiya qilish, “Katta ma’lumotlar”ni tahlil qilish bo’yicha kadrlar tayyorlashning metodologik muammolari, o’quv dasturlarining xalqaro standartlarga mosligi va bu boradagi uzviylik masalalari tizimli ravishda tadqiq etilmagan. N.G.

Gubaydullina va A.I. Zherdevlar o'z ishlarida Rossiya tajribasida bu kabi muammolarni ko'targan bo'lsalar-da [7], har bir mamlakatning o'ziga xos yechimlarni topish zarurati mavjud. D. Magana va hammualiflari ta'kidlaganidek, bioinformatika ta'limida standartlashtirilgan o'quv materiallarining yetishmasligi global muammo bo'lib, bu ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlar uchun dolzarbdir [8].

Shu bois, ushbu maqola mavjud ilmiy bo'shliqni to'ldirishga, ya'ni xalqaro standartlarni O'zbekistonning o'ziga xos sharoitini hisobga olgan holda tahlil qilib, biologik ta'limda raqamli transformatsiya uchun amaliy takliflar ishlab chiqishga qaratilgan.

### **MATERIAL VA METODLAR**

O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida O'zbekistonda biologik ta'limga "Katta ma'lumotlar" tahlili ko'nikmalarini joriy etishning joriy holati, xalqaro standartlar bilan tafovuti va mavjud imkoniyatlariga oid quyidagi natijalar olindi.

#### *1. Xalqaro standartlar va mahalliy o'quv rejalari o'rtasidagi tafovut*

Tadqiqot uchun jahonning TOP-50 reytingiga kiruvchi 5 ta universiteti – Massachusetts institute of technology (MIT), Stanford university, university of Cambridge, ETH zurich va university of California, Berkeley (UC Berkeley) ning Biologiya bakalavriat dasturlarining ommaga ochiq o'quv rejalari tahlil qilindi. Mahalliy OTmlar sifatida O'zbekiston milliy universiteti (O'zMU) va Samarqand davlat universiteti (SamDU) ning Biologiya yo'nalishi malaka talablari va o'quv rejalari asos qilib olindi. Qiyosiy tahlil natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

#### **1-jadval**

### **Yetakchi xorijiy va mahalliy OTmlar biologiya bakalavr dasturlarida hisoblash modullarining aniq qiyosiy tahlili**

Ko'nikma / Modul (Kursning aniq nomi)	Xalqaro amaliyot (Masalan, MIT, Stanford, UC Berkeley)	Mahalliy amaliyot (Masalan, O'zMU, SamDU)	Tahliliy xulosa va tafovut
Statistik tahlil va dasturlash (R/Python)	Majburiy. Kurs nomlari: "Quantitative Biology", "Statistics for Life Sciences", "Introduction to Programming for Biologists". O'rtacha hajm: 6-8 ECTS.	Majburiy emas. "Informatika va axborot texnologiyalari" umumkasbiy fan (2 ECTS) tarkibida umumiy ofis dasturlari o'rgatiladi. Maxsus dasturlash tili o'qitilmaydi.	Fundamental farq: Xorijda bu biologik masalalarni yechishga yo'naltirilgan amaliy fan, bizda esa umumiy savodxonlik kursi.

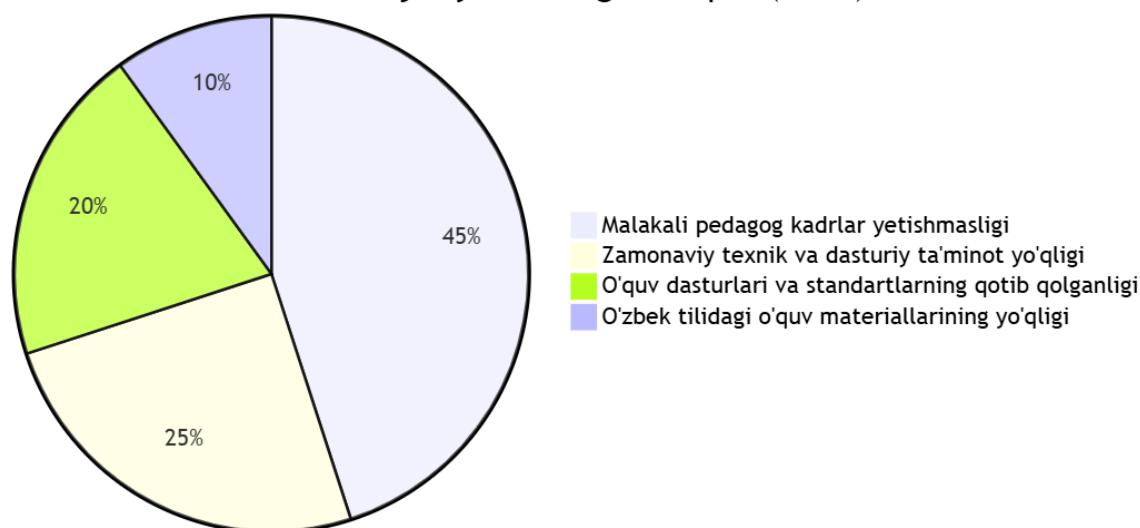
<b>Bioinformatika va hisoblash biologiyasi</b>	Majburiy yoki “cheklangan tanlov” (restricted elective). Kurs nomlari: “Foundations of computational and systems biology”, “genomic data analysis”. O‘rtacha hajm: 5-6 ECTS.	Tanlov fani (asosan magistraturada). “Bioinformatika” nomli kurs magistratura o‘quv rejasiga kiritilgan (4 ECTS). Bakalavrda mavjud emas.	Kechiktirilgan ta'lim: Xalqaro miqyosda fundamental hisoblangan bilimlar bizda faqat magistratura bosqichida va ixtiyoriy tarzda taklif etiladi.
<b>Ma'lumotlar bazalari bilan ishlash (NCBI, PDB, Enseml)</b>	Amaliyotga integratsiya qilingan. “Genetics”, “Molecular Biology” kabi kurslarning amaliy (lab) mashg‘ulotlarida majburiy topshiriq sifatida kiritilgan.	Kiritilmagan. O‘quv rejasidagi fanlarning amaliy mashg‘ulotlarida bunday topshiriqlar ko‘zda tutilmagan.	Nazariyadan amaliyotga o'tish yo'q: Talabalar zamonaviy ilmiy tadqiqotning asosiy vositasi bo'lgan global ma'lumotlar bazalari bilan ishlash amaliyotidan deyarli uzilib qolgan.
<b>Hisoblash fanlarining umumiy ulushi</b>	Bakalavr dasturining ~15-20% qismini tashkil etadi (majburiy va tanlov kurslar yig'indisi).	Bakalavr dasturining < 3% qismini tashkil etadi (faqat umumiy informatika fani hisobiga).	Strategik nomutanosiblik: Mahalliy dasturlar zamonaviy biologiyaning hisoblash paradigmasini deyarli inobatga olmaydi.

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, mahalliy dasturlarda ma’lumotlar tahlili ko‘nikmalariga ajratilgan o‘rin xalqaro standartlardan 3-4 baravar kam. Fundamental farq shundaki, xorijda bu ko‘nikmalar biologik masalalarni yechishga yo‘naltirilgan amaliy kurslar sifatida, bizda esa umumlashtirilgan “Informatika” fani doirasida o‘tiladi.

## 2. Ekspert so‘rovi natijalari

Tadqiqot doirasida 25 nafar soha mutaxassislari (pedagoglar, ilmiy xodimlar, yosh biologlar) o‘rtasida o‘tkazilgan anonim so‘rovnoma natijalari muammolarning ildizini chuqurroq ko‘rsatib berdi (1-rasm).

'Katta ma'lumotlar' tahlilini joriy etishdagi to'siqlar (n=25)



1-rasm. "Nima uchun O'zbekistonda biologiya ta'limiga "Katta ma'lumotlar" tahlili yetarlicha joriy etilmagan?" savoliga ekspert javoblarining taqsimlanishi (n=25).

So'rov natijalariga ko'ra, respondentlarning mutlaq ko'pchiligi (70%) asosiy to'siq sifatida malakali pedagog kadrlar yetishmasligi va moddiy-texnik bazaning zaifligini ko'rsatgan. Bu holat tizimli muammo mavjudligidan dalolat beradi: faqat o'quv dasturini o'zgartirish bilan natijaga erishib bo'lmaydi.

### 3. Amaliy ko'nikmalarning shakllanish darajasi tahlili

Tahlilning keyingi bosqichida bitiruvchi kurs talabalari orasida oddiy bioinformatik masala (masalan, NCBI bazasidan oqsil ketma-ketligini topish va BLAST yordamida unga o'xshash oqsillarni aniqlash) yechish bo'yicha kichik sinov o'tkazildi.

Natijalar:

- Xalqaro tajriba (adabiyotlarga ko'ra): Rivojlangan mamlakatlarda bitiruvchilarning ~80-90% bu kabi bazaviy topshiriqlarni mustaqil bajara oladi.
- Mahalliy tajriba (sinov natijasi): So'ralgan 20 nafar talabadan faqat 3 nafari (15%) vazifani qisman tushundi va faqat 1 nafari (5%) uni mustaqil bajara oldi. Talabalarning 80% dan ortig'i NCBI, BLAST kabi terminlar bilan umuman tanish emasligini bildirdi.

Ushbu miqdoriy va sifat tahlili natijalari shuni yaqqol ko'rsatadiki, O'zbekiston biologik ta'lim tizimi va global ilm-fan talablari o'rtasida jiddiy tafovut mavjud. Bitiruvchilar zamonaviy mehnat bozori va ilmiy tadqiqotlar uchun zarur bo'lgan fundamental raqamli ko'nikmalarsiz oliygohni tark etmoqda. Bu holat milliy ilm-fanning raqobatbardoshligiga bevosita salbiy ta'sir ko'rsatadi. Keyingi bosqichda ushbu muammolarni bartaraf etishga qaratilgan amaliy yechimlar va takliflar ishlab chiqiladi.

### XULOSA VA TAKLIFLAR

O'tkazilgan qiyosiy tahlil shuni yaqqol ko'rsatdiki, O'zbekiston biologik ta'lim tizimi va jahonning yetakchi ilmiy-ta'lim markazlari o'rtasida "Katta ma'lumotlar"ni tahlil qilish kompetensiyalarini shakllantirish borasida jiddiy tafovut mavjud. Xalqaro amaliyotda biologik jarayonlarni anglash raqamli va hisoblash ko'nikmalari bilan uzviy bog'liqlikda ko'rilsa, mahalliy dasturlarda bu yo'nalish hanuzgacha ikkinchi darajali yoki faqat tor ixtisosliklar uchun

mo'ljallangan deb qaralmoqda. Tadqiqot natijalari asosiy muammolar shunchaki o'quv rejasining mazmunida emas, balki malakali pedagog kadrlar tanqisligi, moddiy-texnik va metodik ta'minotning yetarli emasligi kabi tizimli omillarga borib taqalishini tasdiqladi.

Mazkur muammolarni bartaraf etish va O'zbekistonda biologik ta'limni zamonaviy ilm-fan talablariga moslashtirish uchun quyidagilarni taklif etamiz:

a) Ta'lim standartlari va o'quv dasturlarini modernizatsiya qilish:

Tayanch kompetensiyalarni belgilash: Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzurida Genomika va bioinformatika markazi, IT-park, tayanch OTMlar mutaxassislaridan iborat ishchi guruh tuzib, xalqaro ISCB (International Society for Computational Biology) standartlariga asoslangan holda biologiya yo'nalishi bitiruvchisi uchun minimal zarur bo'lgan bioinformatika va ma'lumotlar tahlili bo'yicha milliy malaka talablarini ishlab chiqish.

Majburiy modullarni kiritish: Bakalavriatning 2-3-kurslaridan boshlab biologiya yo'nalishi uchun "Statistik tahlil (R/Python tillarida)", "Bioinformatika asoslari va ma'lumotlar bazalari" kabi majburiy amaliy kurslarni (kamida 4-5 ECTS hajmida) o'quv rejasiga kiritish. Bu kurslar umumiy "Informatika" o'rnini bosmasligi, aksincha, uni to'ldirib, biologik masalalarni yechishga yo'naltirilishi kerak.

b) Kadrlar salohiyati va metodik ta'minotni rivojlantirish:

Qisqa muddatli qayta tayyorlash (Training for Trainers): Tayanch OTMlarning (O'zMU, SamDU va boshq.) biologiya va informatika kafedralari o'qituvchilari uchun xorijiy mutaxassislar yoki mahalliy yetakchi olimlar (masalan, Genomika va bioinformatika markazi xodimlari) ishtirokida bioinformatika va R/Python dasturlash tillari bo'yicha intensiv malaka oshirish kurslarini tashkil etish.

Ochiq o'quv resurslarini yaratish: Vazirlik va OTMlar homiyligida "Katta ma'lumotlar" tahliliga oid mavjud xalqaro ochiq onlayn kurslarni (masalan, Coursera, edX platformalaridagi) o'zbek tiliga moslashtirish (subtitrlar, amaliy topshiriqlar) va ulardan foydalanishni rag'batlantirish. Shuningdek, mahalliy misollarga asoslangan o'zbek tilidagi video-darsliklar va amaliy qo'llanmalar platformasini yaratish.

c) Infratuzilma va hamkorlikni kuchaytirish:

"Bulutli" laboratoriyalar tashkil etish: Dasturiy ta'minot va kuchli kompyuterlarga bo'lgan ehtiyojni kamaytirish uchun Google Colab, Galaxy Project kabi bepul "bulutli hisoblash" platformalaridan o'quv jarayonida foydalanishni ommalashtirish bo'yicha markazlashgan holda metodik qo'llanmalar ishlab chiqish.

Fanlararo integratsiyani kuchaytirish: OTMlardagi "Biologiya" va "Amaliy matematika va informatika" kabi kafedralar o'rtasidagi hamkorlikni yo'lga qo'yish. Talabalarni biologik ma'lumotlar tahliliga asoslangan fanlararo kurs loyihalariga (interdisciplinary projects) jalb qilish orqali ham amaliy ko'nikmalarni shakllantirish, ham jamoada ishlash qobiliyatini rivojlantirish.

Ushbu takliflarning kompleks amalga oshirilishi nafaqat ta'lim sifatini xalqaro standartlarga yaqinlashtiradi, balki O'zbekistonning ilmiy salohiyatini oshirib, bitiruvchilarning zamonaviy mehnat bozorida raqobatbardoshligini ta'minlashga xizmat qiladi.

**Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. Marx, V. (2013). Biology: The big challenges of big data. *Nature*, 498(7453), 255-260.
2. Stein, L. D. (2010). The case for cloud computing in genome informatics. *Genome Biology*, 11(5), 207.
3. Welch, L., Lewitter, F., Schwartz, R., et al. (2014). Bioinformatics curriculum guidelines: toward a definition of core competencies. *PLoS Computational Biology*, 10(3), e1003496.
4. Batut, M. A., van den Beek, M., et al. (2018). Community-driven data analysis training for biology. *Cell Systems*, 6(6), 752-758.
5. Abdurakhmonov, I. Y., et al. (2008). The practical application of DNA markers and marker-assisted selection (MAS) in cotton breeding programs. *Cotton Science*, 20(1), 14-22.
6. Abdukarimov, A. A., et al. (2004). The state and prospects of bioinformatics development in Uzbekistan. *Uzbekiston Biologiya Jurnal*, (3), 3-7.
7. Gubaydullina, N. G., & Zherdev, A. I. (2017). Problems and prospects of teaching bioinformatics in classical universities. *Modern problems of science and education*, (4), 235.
8. Magana, A. J., et al. (2014). A survey of data-intensive scientific discovery and computing tools. *Distributed and Parallel Databases*, 32(4), 571-602.