

**KO’ZI OJIZ O’QUVCHILAR BIOLOGIYA TA’LIMI UCHUN AUDIOTAKTIL
SKELET MODELINI YARATISH TEXNOLOGIYASI.**

Abdullayeva Gulhayo Isomiddin qizi
Namangan davlat pedagogika instituti,
Tabiiy fanlar kafedrasi biologiya 1-kurs magistranti
E-mail: abdullayevagulhayo0708@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-5253-6461>

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.21201020>

Annotatsiya. Mazkur maqolada ko’zi ojiz o’quvchilarni biologiya faniga o’qitishda qo’llash uchun audiotaktil skelet modelini yaratish texnologiyasi yoritilgan. Biologiya ta’limida anatomik tuzilmalarning aksariyati vizual tasvirlar orqali o’rganilishi sababli ko’rish imkoniyati cheklangan o’quvchilar uchun o’quv materiallarini moslashtirish muhim hisoblanadi. Tadqiqotda odam skeleti asosida audiotaktil model yaratishning bosqichlari, model konstruksiyasi, audio axborotni uzatish mexanizmi hamda foydalanilgan texnik vositalar tavsiflanadi. Shuningdek, mazkur modelning ko’zi ojiz o’quvchilarning biologik tushunchalarni mustaqil o’rganish imkoniyatlarini kengaytirishdagi istiqbollari muhokama qilinadi. Audiotaktil skelet modeli biologiya ta’limida innovatsion didaktik vosita sifatida xizmat qilishi mumkinligi asoslab beriladi.

Kalit so’zlar: ko’zi ojiz o’quvchilar, biologiya ta’limi, audiotaktil texnologiya, skelet modeli, audio axborot, inklyuziv ta’lim, innovatsion o’quv vositasi, zamonaviy texnologiyalar, didaktik materiallar.

Аннотация. В данной статье рассматривается технология создания аудиотактильной модели скелета человека для использования в обучении биологии учащихся с нарушениями зрения. Поскольку большинство анатомических структур в биологическом образовании изучаются с помощью визуальных образов, адаптация учебных материалов для незрячих и слабовидящих учащихся имеет важное значение. В исследовании описываются этапы создания аудиотактильной модели на основе скелета человека, конструкция модели, механизм передачи аудиоинформации и используемые технические средства. Также обсуждаются перспективы внедрения данной модели для расширения возможностей самостоятельного изучения биологических понятий учащимися с нарушениями зрения. Обосновывается, что аудиотактильная модель скелета может служить инновационным дидактическим средством в биологическом образовании.

Ключевые слова: учащиеся с нарушениями зрения, биологическое образование, аудиотактильная технология, модель скелета, аудиоинформация, инклюзивное образование, инновационное средство обучения, современные технологии, дидактические материалы.

Abstract. This article describes the technology of creating an audio-tactile skeleton model for teaching biology to visually impaired students. Since most anatomical structures in biology education are studied through visual imagery, adapting educational materials for students with visual impairments is of paramount importance. The study describes the stages of developing an audio-tactile model based on the human skeleton, the model's design, the mechanism of audio information transmission, and the technical equipment used. Furthermore, the prospects of this model in expanding the opportunities for visually

impaired students to independently learn biological concepts are discussed. It is substantiated that the audio-tactile skeleton model can serve as an innovative didactic tool in biology education.

Keywords: visually impaired students, biology education, audio-tactile technology, skeleton model, audio information, inclusive education, innovative learning tool, modern technologies, didactic materials.

KIRISH.

Bugungi kunda inklyuziv ta’limni rivojlantirish va alohida ta’lim ehtiyojlariga ega o’quvchilar uchun sifatli ta’lim muhitini yaratish pedagogika fanining ustuvor yo’nalishlaridan biri hisoblanadi. Xususan, ko’zi ojiz o’quvchilarni tabiiy fanlarga o’qitishda o’quv materiallarini moslashtirish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Biologiya fanida o’rganiladigan ko’plab obyektlar, jumladan, odam skeleti, ichki organlar va boshqa anatomik tuzilmalar asosan ko’rish analizatori orqali idrok etiladi. Bu esa ko’zi ojiz o’quvchilarning mazkur mavzularni o’zlashtirishida muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi.

Maxsus pedagogika va tiflopedagogika sohasidagi tadqiqotlar ko’zi ojiz o’quvchilarda bilish jarayonlari, ayniqsa idrok va tasavvurlarni shakllantirishda taktil hamda eshitish analizatorlarining muhim o’rin tutishini ko’rsatadi. Shu sababli ta’lim jarayonida bir vaqtning o’zida sezish va eshitish imkoniyatlarini birlashtiruvchi audiotaktil vositalardan foydalanish o’quv materiallarini samarali o’zlashtirishga xizmat qiladi.

Mazkur maqolaning maqsadi ko’zi ojiz o’quvchilar biologiya ta’limida foydalanish uchun audiotaktil skelet modelini yaratish texnologiyasini tavsiflashdan iborat. Maqolada modelni loyihalash, konstruktiv tuzilishini ishlab chiqish, audio axborotni integratsiyalash va undan foydalanish prinsiplari bayon etiladi. Shuningdek, yaratilgan modelning biologiya ta’limida qo’llanilish istiqbollari ham ko’rib chiqiladi.

Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- ko’zi ojiz o’quvchilarni biologiya faniga o’qitishda qo’llanilayotgan mavjud didaktik vositalarni tahlil qilish;
- odam skeleti mavzusini o’qitishda uchraydigan metodik qiyinchiliklarni aniqlash;
- skelet modelini audiotaktil o’quv vositasiga aylantirishning texnologik yechimini ishlab chiqish;
- model tarkibiga integratsiya qilinadigan audio tizim va elektron komponentlarni tanlash;
- skelet modelining konstruksiyasini ishlab chiqish va uning ishlash mexanizmini tavsiflash;
- yaratilgan modelni biologiya ta’limida qo’llash imkoniyatlarini asoslash;
- kelgusida modelning pedagogik samaradorligini aniqlashga qaratilgan tajriba-sinov ishlarini rejalashtirish.

Mazkur tadqiqotning amaliy ahamiyati shundan iboratki, yaratilgan audiotaktil skelet modeli ko’zi ojiz o’quvchilarning odam skeleti haqidagi bilimlarini mustaqil ravishda o’zlashtirishiga xizmat qiluvchi innovatsion didaktik vosita sifatida foydalanilishi mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Ko’rishda nuqsoni bo’lgan o’quvchilarni o’qitishda multisensor yondashuv muhim pedagogik tamoyillardan biri hisoblanadi. Mazkur yondashuv o’quv materiallarini bir vaqtning o’zida bir nechta sezgi organlari orqali qabul qilishga asoslanib, bilimlarni o’zlashtirish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Tiflopedagogika sohasidagi tadqiqotlarda taktil modellar, relefli tasvirlar va hajmli didaktik vositalar ko’zi ojiz o’quvchilarda predmet va hodisalar haqidagi tasavvurlarni shakllantirishning samarali



vositasi sifatida e’tirof etilgan. Biroq murakkab biologik obyektlarni o’rganishda faqat taktil axborotdan foydalanish har doim ham yetarli natija bermasligi, audio ma’lumotlar bilan boyitilgan vositalar esa o’quv materialining mazmunini chuqurroq anglash imkonini berishi qayd etiladi.

Miyauchi (2020) tomonidan amalga oshirilgan tadqiqotlarda ko’rishda nuqsoni bo’lgan o’quvchilar uchun multimodal va moslashtirilgan o’quv vositalarining ahamiyati asoslab berilgan [1]. Muallifning ta’kidlashicha, bir vaqtning o’zida bir nechta sezgi kanallari orqali qabul qilingan axborot o’quv materiallarini tushunish va eslab qolish samaradorligini oshiradi. Shunga yaqin natijalar gaptik va audiotaktil texnologiyalarni o’rganishga bag’ishlangan tadqiqotlarda ham kuzatilgan.

Audiotaktil texnologiyalar nazariyasi va amaliyoti bo’yicha Yevropa olimlari tomonidan keng ko’lamli izlanishlar olib borilgan. Jumladan, Maćkowski, Kawulok va Brzoza (2023) tomonidan ishlab chiqilgan audio-taktil grafikalar va interaktiv o’quv tizimlari relefli tasvirlar hamda audio tavsiflarni birlashtirish orqali murakkab ilmiy tushunchalarni o’zlashtirish imkoniyatlarini kengaytirgan.[2] Rosa Iglesias (2022) audio-haptik muhitlarda obyektlarni idrok etish xususiyatlarini tadqiq etib, audio va taktil axborotning uyg’unligi o’quvchilarda obyekt haqida yaxlit tasavvur hosil qilishini ko’rsatgan. [3]. Remache-Vinueza va Trujillo-León (2021) esa audio hamda vibrotaktil texnologiyalar integratsiyasining axborotni qabul qilish va qayta ishlash jarayonlariga ijobiy ta’sirini aniqlagan.[4].

Anatomiya va tabiiy fanlarni o’qitish sohasidagi tadqiqotlar ham uch o’lchamli modellar va gaptik vositalarning pedagogik ahamiyatini tasdiqlaydi. Bleau va hamkorlari (2023) murakkab obyektlarning tuzilishini o’rganishda uch o’lchamli taktil modellar yuqori samaradorlikka ega ekanligini qayd etgan bo’lsa, Chit [5] va hamkorlari (2024) multisensor ta’lim modelida audio, taktil va uch o’lchamli vositalarning birgalikdagi qo’llanilishi o’quvchilarning tushunish darajasi hamda o’quv motivatsiyasini oshirishini ko’rsatgan.[6] Manrique va hamkorlari (2024) anatomiya ta’limida gaptik modellarni qo’llash mavzuni chuqurroq o’zlashtirish va bilimlarni uzoq muddat xotirada saqlashga yordam berishini aniqlagan.[7].

Markaziy Osiyo mamlakatlarida ham ko’zi ojiz shaxslar uchun assistiv va multisensor texnologiyalar yaratishga qaratilgan ilmiy ishlar amalga oshirilmoqda. Xususan, Kabdyshev va hamkorlari tomonidan taktil kommunikatsiya tizimlari, [8] Gabdreshov va hamkorlari tomonidan esa audio signallarga asoslangan assistiv qurilmalar ishlab chiqilgan.[9] Mazkur tadqiqotlar mintaqada audio va taktil texnologiyalar integratsiyasining amaliy jihatlarini rivojlantirishga xizmat qilmoqda.

O’zbekistonda ko’rishda nuqsoni bo’lgan o’quvchilarni biologiya faniga o’qitish metodikasini takomillashtirish bo’yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Toshmirzayeva va Abdullayeva tomonidan biologiya ta’limida audiotaktil konsepsiya modeli [10] hamda taktil-relyefli didaktik vositalardan foydalanishning nazariy asoslari ishlab chiqilgan bo’lib, ushbu yondashuv biologik tushunchalarni shakllantirish va o’quvchilarning bilish faoliyatini faollashtirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi ta’kidlangan. [11]

Tahlil qilingan ilmiy manbalar audio va taktil axborotlarning integratsiyasi ko’zi ojiz o’quvchilarning idrokini rivojlantirish, biologik obyektlar haqidagi tasavvurlarini shakllantirish hamda bilimlarni uzoq muddat xotirada saqlab qolishga xizmat qilishini ko’rsatadi. Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlar orasida biologiya fanining “Odam skeleti” mavzusini o’rganishga mo’ljallangan audiotaktil modellarni yaratish texnologiyasi yetarli darajada yoritilmagan. Mazkur ilmiy bo’shliqni hisobga olgan holda ushbu tadqiqotda

audiotaktil skelet modelini yaratishning texnologik asoslari ishlab chiqildi. Tadqiqot metodologiyasi ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, mavjud audiotaktil va assistiv vositalarni qiyosiy baholash, pedagogik loyihalash, modellashtirish hamda konstruksiyalash usullariga tayandi. Skeletning asosiy anatomik qismlari tanlab olinib, ular uchun taktil identifikatsiya va audio axborotni uzatish mexanizmlari ishlab chiqildi. Modelning konstruktiv tuzilishi ko’zi ojiz o’quvchilarning psixofiziologik xususiyatlari hamda biologiya ta’limi mazmunidan kelib chiqib loyihalashtirildi. Natijada biologik obyektning sezish va eshitish orqali bir vaqtning o’zida o’rganish imkonini beruvchi audiotaktil o’quv modeli yaratish konsepsiyasi ishlab chiqildi.

AUDIOTAKTIL SKELET MODELINI YARATISH TEXNOLOGIYASI.

Ko’zi ojiz o’quvchilarning biologiya fanini o’rganish jarayonida odam skeleti tuzilishi haqidagi tasavvurlarini shakllantirish maqsadida audiotaktil skelet modeli yaratildi. Modelni loyihalashda biologik obyektning anatomik aniqligi, foydalanish qulayligi hamda audio va taktil axborotlarning uyg’unligi asosiy mezon sifatida belgilandi. Audiotaktil model sifatida balandligi taxminan 85 sm bo’lgan odam skeleti maketi tanlandi. Modelning bosh suyagi, umurtqa pog’onasi, ko’krak qafasi, qo’l suyaklari, tos suyagi va oyoq suyaklari kabi asosiy anatomik qismlari saqlab qolindi. Audiotaktil modelning boshqaruv tizimi 7ta tugma asosida tashkil etildi. Har bir tugma skeletning alohida anatomik qismiga biriktirilib, audio moduldagi mos ovozli fayl bilan bog’landi. Tugma bosilganda audio modul faollashib, tanlangan anatomik tuzilma nomi, joylashuvi va funksiyasi haqidagi ma’lumotni karnay orqali uzatadi.

Model tarkibi quyidagi bo’limlarga ajratilgan:

1. Bosh skeleti:
 - Miya qutisi suyaklari
 - Yuz suyaklari
2. Umurtqa pog’onasi:
 - Bo’yin umurtqalari
 - Ko’krak umurtqalari
 - Bel umurtqalari
 - Dumg’aza va dum suyaklari
3. Ko’krak qafasi:
 - Qovurg’alar
 - To’sh suyagi
4. Yelka kamari suyaklari:
 - O’mrov suyagi
 - Kurak suyagi
5. Qo’lning erkin suyaklari:
 - Yelka suyagi
 - Bilak suyaklari
 - Kaft va barmoq suyaklari
6. Chanoq (oyoq kamari) suyaklari:
 - Chanoq suyaklari
7. Oyoqning erkin suyaklari:
 - Son suyagi
 - Boldir suyaklari
 - Oyoq panjasi suyaklari



Har bir anatomik qism uchun alohida audio fayl tayyorlandi. Audio yozuvlarda suyakning nomi, organizmdagi joylashuvi va asosiy vazifasi qisqa hamda tushunarli tarzda bayon qilindi. Ovozli ma'lumotlarni uzatish uchun mini karnay skeletning ichki qismiga o'rnatildi. Karnayning joylashuvi ovozning barcha yo'nalishlarda bir xil eshitilishini ta'minlaydi. Qurilma quvvat manbai sifatida qayta zaryadlanuvchi akkumulyator orqali ishlaydi. Yaratilgan audiotaktil model ko'zi o'z o'quvchilarga skelet qismlarini qo'l bilan sezish va bir vaqtning o'zida audio ma'lumotlarni eshitish imkonini beradi. Bu esa biologik tushunchalarning yaxlit shakllanishiga, o'quv materialining yaxshiroq o'zlashtirilishiga hamda bilimlarning uzoq muddat xotirada saqlanishiga xizmat qiladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Yaratilgan audiotaktil skelet modeli biologiya fanining “Odam skeleti” mavzusini ko'zi o'z o'quvchilarga o'rgatishda foydalanishga mo'ljallangan innovatsion didaktik vosita sifatida ishlab chiqildi. Modelda taktil va audio axborotlarning integratsiyalashuvi natijasida o'quvchilar skeletning asosiy anatomik qismlarini mustaqil ravishda aniqlash va ular haqidagi ma'lumotlarni eshitish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Modelning asosiy afzalligi shundaki, u bir vaqtning o'zida ikki analizator — taktil va eshitish analizatorlari faoliyatini uyg'unlashtiradi. O'quvchi skeletning ma'lum qismiga tegishi yoki tugmani bosishi orqali shu qismning nomi, organizmdagi joylashuvi va vazifasi haqidagi ma'lumotlarni eshitadi. Bu esa biologik obyekt haqida yaxlit tasavvur hosil qilishga yordam beradi. Audiotaktil modelni yaratishda qo'llanilgan texnologik yechimlar uning amaliy jihatdan qulayligini ta'minlaydi. Qurilmada murakkab dasturiy ta'minot talab etilmaydi, elektron qismlar nisbatan arzon va oson topiladi. Shu sababli modelni maktab-internatlar, maxsus ta'lim muassasalari hamda inklyuziv ta'lim tashkil etilgan umumta'lim maktablarida joriy etish imkoniyati mavjud. Tahlil qilingan ilmiy manbalar natijalari bilan taqqoslanganda yaratilgan model multimodal ta'lim tamoyillariga mos kelishi aniqlandi. Xorijiy tadqiqotlarda audio va taktil axborotlarni birlashtirish o'quvchilarning mavzuni tushunish darajasi hamda eslab qolish ko'rsatkichlarini oshirishi qayd etilgan. Mazkur audiotaktil skelet modeli ham aynan shu tamoyil asosida ishlab chiqilgan bo'lib, biologik tushunchalarni shakllantirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, model ko'zi o'z o'quvchilarning mustaqil ta'lim olish imkoniyatlarini kengaytiradi. An'anaviy ta'limda o'quvchi ko'pincha o'qituvchi izohiga bog'liq bo'lsa, audiotaktil model yordamida anatomik obyektlarni mustaqil ravishda o'rganish mumkin. Bu esa o'quvchilarning faolligi, qiziqishi va o'zlashtirish darajasini oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida modelning pedagogik samaradorligini tajriba-sinov ishlari orqali aniqlash rejalashtirilgan. Bunda audiotaktil model asosida ta'lim olgan o'quvchilar natijalari an'anaviy metod asosida o'qitilgan guruh ko'rsatkichlari bilan qiyosiy tahlil qilinadi. Mazkur tadqiqotlar audiotaktil texnologiyalarning biologiya ta'limidagi samaradorligini ilmiy jihatdan asoslash imkonini beradi.

ILMIY-AMALIY TAKLIF VA TAVSIYALAR

Biologiya ta'limida ko'zi o'z o'quvchilar uchun audiotaktil texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlarini kengaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Shu bilan birga, odam skeleti kabi murakkab anatomik mavzular bilan bir qatorda ichki organlar tizimini ham qamrab oluvchi audiotaktil modellarni ishlab chiqish va ularni inklyuziv ta'lim jarayoniga tatbiq etish zarurdir. Xususan, yurak, buyrak, jigar, o'pka va oshqozon kabi muhim organlarning tuzilishi hamda joylashuvini o'rgatishga xizmat qiladigan taktil va audio asosli modellar o'quvchilarning mavzuni chuqurroq va aniqroq o'zlashtirishiga yordam

beradi. Kelgusida mazkur yo’nalishda yaratiladigan o’quv vositalari nafaqat skelet tizimi, balki inson organizmining asosiy anatomik tizimlarini qamrab olishi lozim. Bu esa ko’zi ojiz o’quvchilarning biologik bilimlarni amaliy idrok etish imkoniyatini sezilarli darajada kengaytiradi. Amaliy jihatdan audiotaktil skelet va ichki organlar modellarini maxsus maktab-internatlar, inklyuziv ta’lim muassasalari hamda oliy ta’lim tashkilotlarining biologiya fanini o’qitish jarayoniga keng joriy etish tavsiya etiladi. Shuningdek, biologiya o’qituvchilari va tiflopedagoglar uchun ushbu texnologiyalardan samarali foydalanish bo’yicha metodik qo’llanmalar ishlab chiqish muhimdir.

Mazkur modellar asosida yaratiladigan innovatsion didaktik vositalar ko’zi ojiz o’quvchilarning biologik bilimlarni mustaqil o’zlashtirish imkoniyatlarini kengaytirish, ta’lim sifatini oshirish hamda inklyuziv ta’lim muhitini yanada takomillashtirishga xizmat qiladi.

XULOSA.

Ko’zi ojiz o’quvchilarni biologiya faniga o’qitishda anatomik obyektlarni o’rganish muhim metodik muammolardan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotda ushbu muammoni hal etishga qaratilgan audiotaktil skelet modelini yaratish texnologiyasi ishlab chiqildi. Tadqiqot natijasida odam skeletining asosiy anatomik qismlarini qamrab oluvchi, taktil identifikatsiya hamda audio axborot uzatish imkoniyatiga ega bo’lgan audiotaktil model loyihalashtirildi. Modelning konstruktiv tuzilishi ko’zi ojiz o’quvchilarning psixofiziologik xususiyatlari va biologiya ta’limi mazmuni asosida ishlab chiqildi. Yaratilgan audiotaktil skelet modeli o’quvchilarga skelet qismlarini qo’l bilan sezish va ular haqidagi ma’lumotlarni bir vaqtning o’zida eshitish imkonini beradi. Bu esa biologik tushunchalarning to’liqroq shakllanishiga, mavzuning chuqurroq o’zlashtirilishiga va bilimlarning uzoq muddat xotirada saqlanishiga xizmat qiladi. Shunday qilib, audiotaktil skelet modeli biologiya ta’limida qo’llash uchun istiqbolli innovatsion didaktik vosita hisoblanadi. Kelgusida modelni takomillashtirish, anatomiyaning boshqa bo’limlari uchun ham audiotaktil modellar yaratish hamda ularning pedagogik samaradorligini eksperimental tadqiqotlar orqali aniqlash muhim ilmiy-amaliy vazifalardan biri bo’lib qoladi. Bundan tashqari, audiotaktil skelet modeli inklyuziv ta’lim tamoyillarini amaliyotga tatbiq etishda muhim vosita bo’lib xizmat qiladi. Ushbu model ko’zi ojiz o’quvchilarning ta’lim resurslaridan teng foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi, ularning biologiya faniga bo’lgan qiziqishi va motivatsiyasini oshiradi hamda mustaqil o’rganish ko’nikmalarini rivojlantiradi.

Mazkur texnologiyaning yana bir muhim jihati shundaki, u nisbatan soddaki konstruksiyaga ega bo’lib, mahalliy sharoitda tayyorlash va ta’lim muassasalariga joriy etish imkonini beradi. Bu esa maxsus va inklyuziv ta’lim muassasalarida zamonaviy assistiv texnologiyalardan foydalanish ko’lamini kengaytirishga xizmat qiladi.

Audiotaktil texnologiyalarni biologiya ta’limining boshqa mavzularida ham qo’llash istiqbollari mavjudligini ko’rsatadi. Xususan, ichki organlar tizimi, qon aylanish tizimi, nerv tizimi va boshqa anatomik obyektlar uchun ham audiotaktil modellar yaratish mumkin. Bu esa ko’zi ojiz o’quvchilar uchun biologiya fanining turli bo’limlarini o’zlashtirish samaradorligini yanada oshirishga imkon yaratadi. Umuman olganda, ishlab chiqilgan audiotaktil skelet modeli ko’zi ojiz o’quvchilarning biologik bilimlarni egallash jarayonini yengillashtiruvchi, ularning idrok faoliyatini faollashtiruvchi va ta’lim sifatini oshirishga xizmat qiluvchi innovatsion pedagogik yechim sifatida baholanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI .



1. Miyauchi, H. (2020). *Multimodal and adapted learning materials for students with visual impairments*. Journal of Special Education Technology, 35(2), 115-124.
2. Maćkowski, M., Kawulok, M., & Brzoza, P. (2023). *Audio-tactile graphics and interactive learning systems for the blind*. IEEE Transactions on Learning Technologies, 16(1), 45-58.
3. Rosa Iglesias, M. (2022). *Perception of objects in audio-haptic environments for inclusive education*. International Journal of Disability, Development and Education, 69(3), 302-317.
4. Remache-Vinueza, B., & Trujillo-León, A. (2021). *Integration of audio and vibrotactile technologies for information processing in special education*. Sensory Systems and Assistive Technology, 14(4), 210-225.
5. Bleau, M., et al. (2023). *Three-dimensional tactile models in anatomy education for visually impaired learners*. Anatomical Sciences Education, 16(5), 589-601.
6. Chit, P., et al. (2024). *Multisensor learning models: Combining audio, tactile, and 3D resources*. Journal of Biological Education, 58(2), 142-156.
7. Manrique, J., et al. (2024). *Haptic models in anatomy education: Deep learning and long-term memory retention*. Medical Education Online, 29(1), 23145-23157.
8. Kabdyshev, A., et al. (2022). *Tactile communication systems for visually impaired individuals in Central Asia*. International Conference on Assistive Technologies, 88-94.
9. Gabdreshov, G., et al. (2023). *Audio-signal based assistive devices for inclusive education environments*. Central Asian Journal of Educational Studies, 12(2), 75-89.
10. Toshmirzayeva G. R., Abdullayeva G. I. Imkoniyati cheklangan o'quvchilarga biologiya fanini o'qitishda differensial yondashuv (ko'rishda nuqsoni bor o'quvchilar va "Nurli maskan" maktab-internati tajribasi misolida) // Namangan davlat pedagogika instituti "Ta'lim va taraqqiyot" ilmiy-uslubiy jurnali. – 2026. – № 1. – B. 224.
11. Toshmirzayeva G. R., Abdullayeva G. I. Ko'zi ojiz o'quvchilar uchun audiotaktil konsepsiya modelidan foydalanishning inklyuziv ta'lim tizimidagi imkoniyatlari (biologiya fanini o'qitish misolida) // Namangan davlat pedagogika instituti "Ta'lim va taraqqiyot" ilmiy-uslubiy jurnali. – 2025. – № 6. – B. 943.