

YOVVOI HAYVONLAR SONI VA HARAKATINI KUZATISH UCHUN RAQAMLI MA'LUMOTLAR BAZASINI SHAKLLANTIRISH ALGORITMLARI

Homidov Hamdam Hasanovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti,
"Raqamli iqtisodiyot" kafedrası,
Iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent
Email: lochinbekdavronbek@gmail.com

Annotatsiya. Yovvoyi hayvonlar soni va harakatini kuzatish uchun raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlari tahlil qilinadi. Tadqiqot algoritmik yondashuv, GIS texnologiyalari, sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish usullari yordamida ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, integratsiyalash va saqlash jarayonlarini o'z ichiga oladi. Ushbu tizim yovvoyi hayvonlarning joylashuvi, migratsiya yo'nalishlari, populyatsiya zichligi va xatti-harakatlaridagi o'zgarishlarni real vaqt rejimida kuzatishga imkon beradi. Amaliyotda dronlar va IoT texnologiyalariga asoslangan biotelemetriya tizimlari qo'llanilib, ekologik qo'riqxonalar va milliy bog'larda monitoring samaradorligini oshiradi. Natijalar O'zbekistonda ekologik xavfsizlikni ta'minlash, yovvoyi hayvonlarni muhofaza qilish va ilmiy asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar. raqamli ma'lumotlar bazasi, yovvoyi hayvonlar, ekologik monitoring, dronlar, IoT, biotelemetriya, GIS, sun'iy intellekt.

Abstract. This study analyzes algorithms for creating a digital database to monitor the population and movement of wild animals. The research covers the processes of data collection, processing, integration, and storage using algorithmic approaches, GIS technologies, artificial intelligence, and machine learning methods. The system enables real-time monitoring of animal locations, migration routes, population density, and behavioral changes. In practice, drones and IoT-based biotelemetry systems are applied to enhance monitoring efficiency in ecological reserves and national parks. The results demonstrate the significance of this approach for ensuring ecological safety, wildlife conservation, and evidence-based management decisions in Uzbekistan.

Keywords. digital database, wild animals, ecological monitoring, drones, IoT, biotelemetry, GIS, artificial intelligence.

Аннотация. В данной статье анализируются алгоритмы формирования цифровой базы данных для мониторинга численности и перемещений диких животных. Исследование охватывает процессы сбора, обработки, интеграции и

хранения данных с использованием алгоритмического подхода, технологий ГИС, искусственного интеллекта и методов машинного обучения. Система позволяет отслеживать в реальном времени местоположение животных, маршруты миграции, плотность популяции и изменения в поведении. На практике применяются дроны и биотелеметрические системы на основе IoT, что повышает эффективность мониторинга в природоохранных зонах и национальных парках. Результаты показывают значимость данного подхода для обеспечения экологической безопасности, сохранения дикой природы и принятия научно обоснованных управленческих решений в Узбекистане.

Ключевые слова. цифровая база данных, дикие животные, экологический мониторинг, дроны, IoT, биотелеметрия, ГИС, искусственный интеллект.

Kirish. Yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini aniqlash va ularning harakatini kuzatish ekologik monitoring tizimlarining eng muhim yo'nalishlaridan biridir. Ekotizimlarning murakkabligi, biologik xilma-xillikning o'zgaruvchanligi va inson faoliyatining ortib borayotgan bosimi hayvonot dunyosini samarali boshqarish va muhofaza qilishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Shu munosabat bilan, ekologik qo'riqxonalarda yovvoyi hayvonlar soni va harakatini aniqlash uchun raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlari zamonaviy monitoring tizimlarining asosiy funksional yadrosini tashkil etadi.

Raqamli bazalar yordamida hayvonlarning joylashuvi, migratsiya yo'nalishlari, populyatsiya tarkibi va xatti-harakatlaridagi o'zgarishlar real vaqt rejimida kuzatiladi. Ushbu jarayonlarda GPS yoqali hayvonlar, kamera-tuzoqlar, dronlar, masofaviy zondlash tizimlari va dala kuzatuvlaridan olingan turli formatdagi ma'lumotlar yig'iladi, birlashtiriladi va tahlil qilinadi. Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish usullari esa hayvonlarning harakat naqshlarini aniqlash, migratsiya tendensiyalarini prognoz qilish hamda antropogen va tabiiy xavf omillarini baholash imkonini beradi.

O'zbekistonning ekologik qo'riqxonalarida, jumladan, Qizilqum, Zarafshon va Chotqol hududlarida yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini monitoring qilish masalasi tobora dolzarb bo'lib, raqamli kuzatuv tizimlarini joriy etish an'anaviy usullarning cheklovlarini bartaraf etadi, inson resurslaridan foydalanishni kamaytiradi va xavfli hududlarga kirishni talab qilmaydi. Shu bilan birga, dronlar va IoT texnologiyalari yordamida to'plangan raqamli ma'lumotlar ekologik tahlil va qaror qabul qilish uchun ilmiy asos yaratadi.

Natijada, yovvoyi hayvonlar soni va harakatini kuzatish uchun raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlari ekologik monitoring tizimining samaradorligini oshirish, populyatsiyalarni barqaror boshqarish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashning zamonaviy va muhim vositasi sifatida namoyon bo'ladi.

Mavzuni o'rganilganlik darajasi. Chet el olimlari orasida ekologik monitoring, raqamli texnologiyalar va axborot tizimlari integratsiyasi masalalarini chuqur o'rganib chiqqan bir qator tadqiqotchilar mavjud. Jumladan, G. Turner, R. Costanza, D. Tilman, S. Daily, J. Peterson, R. Vose va D. Clarklarning ilmiy ishlari ekologik ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlashning zamonaviy modellarini shakllantirish, tabiiy tizimlarning barqarorlik mezonlarini ishlab chiqish hamda ekotizimlarni raqamli modellashtirish konsepsiyalarini takomillashtirishga bag'ishlangan. Ularning tadqiqotlarida ekologik jarayonlarni tizimli yondashuv asosida tahlil qilish, ma'lumotlar oqimini strukturallashtirish va ekologik ko'rsatkichlarni matematik modellashtirish masalalari yoritilgan bo'lib, bu yondashuvlar raqamli monitoring tizimlarini ishlab chiqish uchun nazariy asos vazifasini bajaradi.

Ekologik monitoring jarayonida masofaviy zondlash, geografik axborot tizimlari va sensor tarmoqlaridan foydalanish masalalari J. Franklin, D. Lindenmayer, L. Congalton, M. Wulder va A. Kerr kabi olimlarning ilmiy ishlarida keng yoritilgan. Ular tomonidan landshaftni fazoviy tahlil qilish, hayvonlar yashash arealini xaritalash, migratsiya yo'nalishlarini aniqlash hamda ekologik o'zgarishlarni masofadan monitoring qilishning ilmiy-metodik asoslari ishlab chiqilgan. Mazkur ishlarda GIS va remote sensing texnologiyalarining ekologik ma'lumotlar bazasini shakllantirishdagi ahamiyati asoslab berilgan bo'lib, bu yondashuvlar yovvoyi hayvonlar harakatini kuzatish algoritmlarini yaratishda muhim metodologik poydevor hisoblanadi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va sun'iy intellekt asosida ekologik ma'lumotlarni qayta ishlash yo'nalishida T. O'Hara, M. Bandopadhyay, P. Rees, C. Shanmugam, U. Fayyad, B. Manderson, L. Chen va M. Banderanlarning tadqiqotlari alohida ahamiyat kasb etadi. Ularning ishlarida ekologik axborot tizimlarini loyihalash, katta hajmdagi ma'lumotlarni integratsiyalash, monitoring jarayonida sun'iy intellekt algoritmlarini qo'llash hamda ekologik xavf darajasini prognozlashning intellektual modellari taklif etilgan. Ushbu yondashuvlar ma'lumotlar bazasini optimallashtirish, ma'lumotlarni avtomatik tasniflash va real vaqt rejimida tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirgan.

MDH davlatlari olimlari tomonidan ham ekologik monitoring tizimlarini avtomatlashtirish va raqamlashtirish masalalari o'rganilgan. A.P. Verevchenko, V.V. Gorchakov, S.N. Zlobin, M.V. Kozlov, A.N. Romanov, I.V. Ivanov, T.V. Klyueva va E.S. Spiridonovlarning ilmiy ishlarida ekologik axborot oqimlarini markazlashtirish, ma'lumotlar bazalarini shakllantirish, GIS va Big Data platformalarini integratsiyalash hamda ekologik boshqaruvda raqamli tahlil vositalaridan foydalanish bo'yicha uslubiy yondashuvlar ishlab chiqilgan. Ular tomonidan taklif etilgan algoritmik yondashuvlar ekologik jarayonlarni tezkor baholash, inson omilini kamaytirish va monitoring natijalarining aniqligini oshirishga xizmat qiladi.

O'zbekistonlik tadqiqotchilar tomonidan ham ekologik monitoringni takomillashtirish, raqamli texnologiyalarni joriy etish va axborot tizimlarini boshqaruv jarayonlariga tatbiq etish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilgan. Jumladan, T. Axmedov, D. Jo'rayev, S. Yusupov, M. Murodov, Z. Abdullayeva, B. Suyunov va B. Qurbonovlarning ishlarida ekologik ma'lumotlar oqimini boshqarish, biologik resurslar holatini baholash, kuzatuv jarayonlarini avtomatlashtirish hamda raqamli platformalar yordamida monitoringni samarali tashkil etish masalalari yoritilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqotda yovvoyi hayvonlar soni va harakatini kuzatish uchun raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlari asosiy tadqiqot obyekti sifatida tanlandi. Tadqiqot metodologiyasi ilmiy asoslangan, ko'p bosqichli va tizimli yondashuvga tayangan.

Tahlil va natijalar. Raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlari ekologik monitoring tizimining asosiy funksional yadrosi bo'lib, ular ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash, integratsiyalash, saqlash va tahlil qilish bosqichlarini qamrab oladi. Ushbu algoritmlar yovvoyi hayvonlarning soni, joylashuvi, migratsiya yo'nalishlari va xatti-harakatlaridagi o'zgarishlarni real vaqt rejimida aniqlashga xizmat qiladi.

Algoritmik yondashuvning birinchi bosqichi kuzatuv obyektlarini identifikatsiya qilish va tasniflashdan iborat bo'lib, bunda hayvon turlari, populyatsiya guruhlari, yosh va jins tuzilmasi kabi biologik parametrlar aniqlanadi. Keyingi bosqichda ma'lumotlar manbalari tanlanadi. Ularga GPS yoqali hayvonlar, kamera-tuzoqlar, dronlar, masofaviy zondlash tizimlari hamda dala kuzatuvlari natijalari kiradi. Ushbu ma'lumotlar turli formatda shakllanganligi sababli ularni yagona standartga keltirish algoritmlari ishlab chiqilishi talab etiladi.

Ma'lumotlarni birlamchi qayta ishlash bosqichida noto'liq, takroriy yoki xatoliklarni o'z ichiga olgan yozuvlarni aniqlash va filtratsiya qilish amalga oshiriladi. Shundan so'ng, geoma'lumotlar asosida hayvonlarning harakat trayektoriyalari, faoliyat zonalari va populyatsiya zichligi ko'rsatkichlari hisoblab chiqiladi. Ushbu jarayonlarda GIS texnologiyalari va fazoviy tahlil algoritmlaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlarining keyingi bosqichi ma'lumotlarni integratsiyalash va saqlashni nazarda tutadi. Bunda biologik, ekologik va fazoviy ma'lumotlar yagona markazlashgan bazaga joylashtiriladi. Ma'lumotlar bazasi arxitekturasini masshtablanuvchan, moslashuvchan va xavfsiz bo'lishi talab etiladi, chunki monitoring hajmi va kuzatuv nuqtalari soni vaqt o'tishi bilan kengayib boradi.

Algoritmning muhim elementi tahlil va prognozlash blokidir. Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish usullari yordamida yovvoyi hayvonlar harakatining takrorlanuvchi naqshlari aniqlanadi, migratsiya tendensiyalari prognoz qilinadi hamda

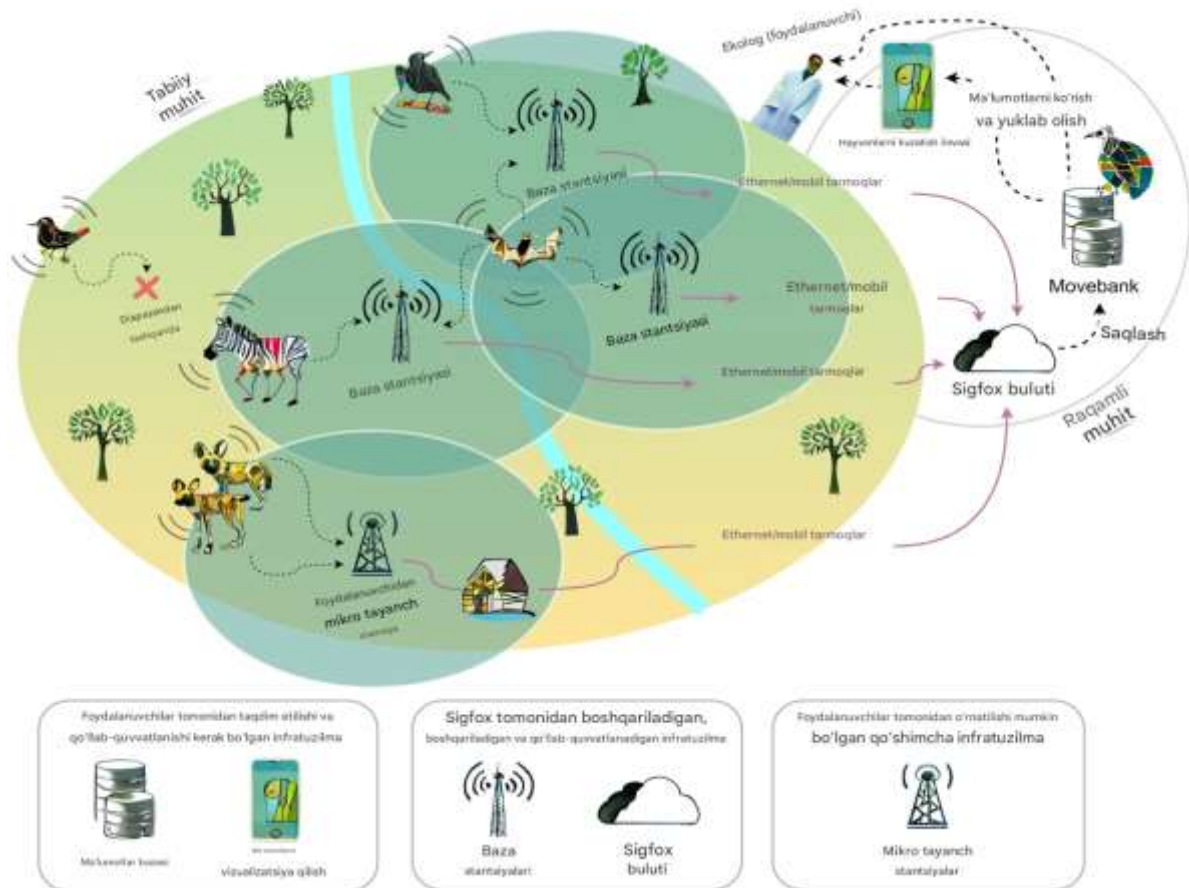
antropogen yoki tabiiy xavf omillari oldindan baholanadi. Bu esa qo'riqxonalar boshqaruvi uchun ilmiy asoslangan va tezkor qarorlar qabul qilish imkonini yaratadi.

O'rmon xo'jaliklarida yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini kuzatishda uchuvchisiz uچار apparatlar (dronlar) dan foydalanish bo'yicha o'tkazilgan amaliy tahlillar monitoring jarayonining samaradorligini oshirishda yangi imkoniyatlarni ochib berdi. Dronlar yordamida ekologik hududlarni tezkor va yuqori aniqlikda tasvirlash natijasida hayvonlar soni, ularning ko'payishi yoki kamayishi haqidagi ma'lumotlar qisqa vaqt ichida yig'ildi va raqamlashtirildi.

O'rmon xo'jaliklarida yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini kuzatishda uchuvchisiz uچار apparatlar (dronlar) dan foydalanish bo'yicha o'tkazilgan amaliy tahlillar monitoring jarayonining samaradorligini oshirishda yangi imkoniyatlarni ochib berdi. Dronlar yordamida ekologik hududlarni tezkor va yuqori aniqlikda tasvirlash natijasida hayvonlar soni, ularning ko'payishi yoki kamayishi haqidagi ma'lumotlar qisqa vaqt ichida yig'ildi va raqamlashtirildi.

O'zbekistonning turli hududlarida joylashgan ekologik qo'riqxonalar va milliy bog'larda yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini nazorat qilish masalasi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Xususan, Qizilqum, Zarafshon va Chotqol qo'riqxonalari hududlarida kiyik, ayiq, quyon kabi hayvonlarni kuzatish, ularning sonini aniqlash va populyatsiya dinamikasini baholashda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash zarurati mavjud. An'anaviy usullarda olib boriladigan kuzatuvlar ko'p vaqt talab qilishi, inson resurslaridan katta foydalanishni talab etishi hamda ayrim hollarda xavfli hududlarga kirishni taqozo etishi monitoring samaradorligini pasaytiradi.

Yovvoyi hayvonlar soni va harakatini kuzatish uchun raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirishda IoT texnologiyalariga asoslangan biotelemetriya tizimlari muhim metodologik o'rin egallaydi. Ushbu tizimlarda hayvon tanasiga biriktirilgan raqamli teglar ekologik axborotni real vaqtga yaqin rejimda yig'ish, uzatish va markazlashtirilgan platformalarda saqlash imkonini beradi. 1-rasmda ana shunday kuzatuv tizimining Sigfox LPWAN texnologiyasi va Movebank ma'lumotlar bazasiga asoslangan funksional-arxitekturaviy ishlash mexanizmi aks ettirilgan.



1-rasm. Yovvoyi hayvonlar harakati va populyatsiyasini real vaqt rejimida kuzatishga mo'ljallangan Sigfox asosidagi raqamli monitoring infratuzilmasining konseptual modeli.

Yovvoyi hayvonlarning tana massasi, maydoniy metabolik tezligi va harakat faolligi o'rtasidagi murakkab o'zaro bog'liqlikni tushuntirishda zamonaviy raqamli kuzatuv texnologiyalari orqali to'plangan ko'p o'lchovli ma'lumotlar muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi. Xususan, biologik telemetriya qurilmalari yordamida olingan harakat trayektoriyalari, migratsiya masofalari va faoliyat intensivligi ko'rsatkichlari hayvonlarning bazal va maydoniy metabolik xarajatlarini baholash imkonini beradi. Ushbu yondashuv metabolik jarayonlar va fazoviy harakatlar o'rtasidagi bog'liqlikni empirik asosda tahlil qilishga xizmat qiladi.



2-rasm. Yovvoyi hayvon harakatini fazoviy monitoring qilish uchun kuzatuv obyekti

O'rmon hududida yovvoyi Ayiqlarni dron yordamida kuzatish jarayoni ekologik monitoringning zamonaviy usullaridan biri hisoblanadi. Dronlar yuqoridan aniqlik bilan tasvir olish orqali hayvonlarning yashash joylarini, sonini va ularning populyatsiya dinamikasini aniqlash imkonini beradi. Ushbu jarayon inson resurslarini tejash, qo'riqxonadagi xavfli va chekka hududlarga bevosita kirmasdan ma'lumot yig'ish imkoniyatini yaratadi. Natijada, hayvonot dunyosining ko'payishi yoki kamayishi to'g'risidagi statistik ma'lumotlar raqamlashtiriladi va elektron bazada saqlanadi. Bu esa O'zbekistonda ekologik xavfsizlikni ta'minlash, yovvoyi hayvonlarni muhofaza qilish va ekologik siyosatni ilmiy asosda yuritishda muhim amaliy natijalarni taqdim etadi.

Dron kamerasi orqali olingan tasvirlarda yovvoyi hayvonlarni real vaqt rejimida kuzatish imkoniyati yaratiladi. Bunda masofadan turib hayvonlarning harakati, yashash hududi va ekologik muhit bilan o'zaro aloqasi aniqlanadi. Zamonaviy dron kameralarining yuqori aniqligi va kattalashtirish funksiyalari yovvoyi hayvonlarga yaqinlashmasdan ularni kuzatish imkonini beradi. Bu esa monitoring jarayonini xavfsiz, tezkor va aniq amalga oshirishga yordam beradi hamda yig'ilgan raqamli ma'lumotlarni ekologik tahlil qilish uchun elektron bazaga kiritish imkoniyatini beradi.

O'zbekistonning turli hududlarida joylashgan ekologik qo'riqxonalar va milliy bog'larda yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini nazorat qilish masalasi tobora dolzarb bo'lib bormoqda. Xususan, Qizilqum, Zarafshon va Chotqol qo'riqxonalari hududlarida kiyik, ayiq, quyon kabi hayvonlarni kuzatish, ularning sonini aniqlash va populyatsiya dinamikasini baholashda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash zarurati

mavjud. An'anaviy usullarda olib boriladigan kuzatuvlar ko'p vaqt talab qilishi, inson resurslaridan katta foydalanishni talab etishi hamda ayrim hollarda xavfli hududlarga kirishni taqozo etishi monitoring samaradorligini pasaytiradi.

Xulosa. Yovvoyi hayvonlar soni va harakatini kuzatish uchun raqamli ma'lumotlar bazasini shakllantirish algoritmlari tahlil qilindi va ularning ekologik monitoring jarayonidagi roli aniqlab berildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, raqamli ma'lumotlar bazasi va ilg'or algoritmlar yovvoyi hayvonlarning populyatsiyasi, harakat trayektoriyalari va migratsiya tendensiyalarini real vaqt rejimida aniqlash imkonini beradi. Ma'lumotlarni yig'ishning turli manbalari, jumladan GPS yoqali hayvonlar, kamera-tuzoqlar, dronlar va masofaviy zondlash tizimlari, ularni yagona standartga keltirish algoritmlari orqali monitoringning aniqligi va uzluksizligini oshiradi. GIS texnologiyalari va fazoviy tahlil algoritmlari yordamida hayvonlarning faoliyat zonalarini va populyatsiya zichligini aniqlanadi, bu esa boshqaruv qarorlarini ilmiy asosda qabul qilishni ta'minlaydi. Sun'iy intellekt va mashinaviy o'rganish usullari hayvonlarning takrorlanuvchi harakat naqshlarini aniqlash va migratsiya tendensiyalarini prognoz qilish imkonini yaratadi.

Dronlar va uchuvchisiz apparatlar yordamida olib borilgan amaliy tadqiqotlar monitoring jarayonini tezkor, xavfsiz va samarali qilish imkonini berdi hamda inson resurslaridan samarali foydalanishga yordam berdi. IoT texnologiyalariga asoslangan biotelemetriya tizimlari yovvoyi hayvonlarning real vaqt rejimida kuzatilishini ta'minlab, ma'lumotlarni markazlashtirilgan platformalarda saqlash imkonini berdi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, O'zbekistonning turli hududlarida joylashgan qo'riqxonalar va milliy bog'larda yovvoyi hayvonlarni kuzatish va populyatsiya dinamikasini baholash jarayonlarida zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish ekologik xavfsizlikni ta'minlash va hayvonot dunyosini muhofaza qilishda muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, tadqiqot ekologik monitoring jarayonlarini raqamlashtirish va yovvoyi hayvonlar populyatsiyasini ilmiy asosda boshqarish uchun mustahkam metodologik va amaliy asos yaratdi, bu esa ekologik siyosatni rivojlantirish, resurslarni barqaror boshqarish va qo'riqxonalarda monitoringning samaradorligini oshirish imkonini taqdim etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sutherland, W. J. (2006). *Ecological Census Techniques: A Handbook*. Cambridge University Press.
2. "Geografik axborot tizimlari (gis) orqali ekologik monitoringni o'rganish metodikasi." gis texnologiyalarining fazoviy ma'lumotlarni tahlil qilish va integratsiyalash bo'yicha metodikasi taqdim etilgan.

3. Hebblewhite, M., & Haydon, D. T. (2010). *Distinguishing technology from biology: a critical review of GPS telemetry studies on wild mammals*. *Animal Behaviour*, 80(5), 1297–1310.
4. Hojimatov A. N. *Ekologik monitoring (o'quv qo'llanma) ekologik monitoringning nazariy asoslari va O'zbekiston sharoitida qo'llanilishi haqida*.
5. Sigfox. (2024). *Sigfox LPWAN for IoT Applications*. Retrieved from <https://www.sigfox.com>
6. Lindenmayer, D. B., & Likens, G. E. (2010). *Effective Ecological Monitoring*. CSIRO Publishing.
7. “Atrof muhit monitoringi tizimini yaratish.” D. A. Karamatova ekologik monitoringning umumiy ilmiy-uslubiy asoslari, IoT, GIS va sun'iy yo'ldosh texnologiyalarini qo'llash yoritilgan.
8. Pettoirelli, N., et al. (2018). *Satellite remote sensing for applied ecologists: Opportunities and challenges*. *Journal of Applied Ecology*, 55(2), 548–562.
9. Wang, X., & Zhang, L. (2020). *IoT-based Wildlife Monitoring Systems: Design and Implementation*. *Sensors*, 20(10), 2873.
10. Boymirzayev A. T., Xolmatov A. *Yer monitoringi va ekologik prognozlashda sun'iy intellektdan foydalanish sun'iy intellekt texnologiyalarining ekologik monitoringdagi roli va afzalliklari*.