Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

ATROF MUHITNI MUHOFAZA QILISH SOHASIDA MONITORINGNING ASOSIY VAZIFALARI VA AHAMIYATI

Absalomova Dilnura Xusniddin qizi
Toshkent davlat yuridik universitetining
Tahririy-nashriyot bo'limi
Tipografiya sektori xodimi
E-mail: absalomovadilnura@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada atrof-muhitni muhofaza qilish sohasida ekologik monitoringning asosiy vazifalari, ilmiy-uslubiy asoslari, tashkiliy mexanizmlari va amaliy ahamiyati tadqiq etilgan. Atmosfera havosi, suv resurslari, tuproq qoplami hamda biologik xilma-xillik holatini muntazam kuzatish, ekologik o'zgarishlarni baholash va xavfli jarayonlarni prognozlash masalalari tahlil qilingan. Tadqiqotda xalqaro ilmiy nashrlar, Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti tavsiyalari va BMT Yevropa iqtisodiy komissiyasining O'zbekiston ekologik holatiga oid ma'lumotlaridan foydalanilgan. Ekologik monitoringda masofadan zondlash, geografik axborot tizimlari, avtomatlashtirilgan kuzatuv stansiyalari va zamonaviy sensor texnologiyalarining imkoniyatlari yoritilgan. Monitoring natijalarining ekologik xavfsizlikni ta'minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hamda ilmiy asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishdagi o'rni aniqlashtirilgan.

Kalit so'zlar: atrof-muhit muhofazasi, ekologik monitoring, ekologik xavfsizlik, atmosfera havosi, suv resurslari, tuproq monitoringi, biologik xilma-xillik, masofadan zondlash, ekologik nazorat, barqaror rivojlanish.

Аннотация

В статье исследуются основные задачи, научно-методологические основы, организационные механизмы и практическое значение экологического мониторинга в сфере охраны окружающей среды. Рассматриваются вопросы систематического наблюдения за состоянием атмосферного воздуха, водных ресурсов, почвенного покрова и биологического разнообразия, оценки экологических изменений и прогнозирования опасных процессов. Исследование основано на международных научных публикациях, рекомендациях Всемирной организации здравоохранения и материалах Европейской экономической комиссии ООН, посвящённых экологической ситуации в Узбекистане. Анализируются возможности дистанционного зондирования, географических информационных систем, автоматизированных станций наблюдения и современных сенсорных технологий. Определяется роль результатов экологического мониторинга в обеспечении экологической безопасности, рациональном использовании природных ресурсов и принятии научно обоснованных управленческих решений.

Ключевые слова: охрана окружающей среды, экологический мониторинг, экологическая безопасность, атмосферный воздух, водные ресурсы, мониторинг почв, биологическое разнообразие, дистанционное зондирование, экологический контроль, устойчивое развитие.

Abstract

This article examines the main objectives, scientific and methodological foundations, organizational mechanisms, and practical significance of environmental monitoring in environmental protection. Particular attention is given to systematic observations of atmospheric air, water resources, soil conditions, and biodiversity, as well as the assessment of environmental changes and the forecasting of potential environmental risks. The study draws on international scientific publications, World Health Organization guidelines, and reports of the United Nations Economic Commission for Europe concerning environmental conditions in Uzbekistan. The capabilities of remote sensing, geographic information systems, automated monitoring stations, and modern sensor technologies are analyzed. The study emphasizes the importance of environmental monitoring for environmental safety, sustainable natural resource management, evidence-based decision-making, and the prevention of adverse environmental impacts.

Keywords: environmental protection, environmental monitoring, environmental safety, air quality, water resources, soil monitoring, biodiversity, remote sensing, environmental control, sustainable development.

Kirish

Atrof-muhitni muhofaza qilish zamonaviy jamiyatning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishi bilan bevosita bog‘liq bo‘lgan ustuvor yo‘nalishlardan biridir. Sanoat ishlab chiqarishi, transport faoliyati, urbanizatsiya, qishloq xo‘jaligi hamda tabiiy resurslardan foydalanish jarayonlari atmosfera havosi, suv havzalari, tuproq va ekotizimlarga turli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Mazkur ta’sirlarning ko‘lami va oqibatlarini aniq baholash ilmiy asoslangan ekologik monitoring tizimining mavjudligini talab etadi.

Ekologik monitoring atrof-muhit komponentlarining holatini belgilangan dastur asosida muntazam kuzatish, olingan ma’lumotlarni tahlil qilish, ekologik o‘zgarishlarni aniqlash va kelajakdagi ehtimoliy jarayonlarni prognozlashga qaratilgan ilmiy-amaliy faoliyatdir. Uning asosiy xususiyati kuzatuvlarning uzluksizligi yoki davriyligi, usullarning taqqoslanuvchanligi va natijalarning boshqaruv qarorlariga yo‘naltirilganligida namoyon bo‘ladi.

Lovett va hammualliflar ekologik monitoringni ilmiy tadqiqotlar hamda tabiatni muhofaza qilish siyosatining ajralmas tarkibiy qismi sifatida baholagan. Mualliflarning ta’kidlashicha, uzoq muddatli monitoring dasturlari ekologik jarayonlarni tushunish va tabiiy resurslarni boshqarishda muhim axborot manbai hisoblanadi [1].

Lindenmayer va Likens tomonidan ishlab chiqilgan adaptiv monitoring konsepsiyasiga ko‘ra, kuzatuv dasturlari aniq ilmiy savollarga, ekologik tizimlarning konseptual modellariga va puxta statistik loyihalashtirishga asoslanishi zarur [2].

Atrof-muhit monitoringining ahamiyati shundaki, ekologik muammolarni faqat ifloslanish sodir bo‘lganidan keyin aniqlash yetarli emas. Atrof-muhitdagi salbiy o‘zgarishlarning dastlabki belgilarini aniqlash, ularning manbalarini o‘rganish va xavflarni kamaytirish bo‘yicha oldindan choralar ishlab chiqish talab etiladi.

O‘zbekiston sharoitida atmosfera havosining ifloslanishi, suv resurslaridan foydalanish, tuproq sho‘rlanishi, cho‘llanish va Orolbo‘yi hududidagi ekologik jarayonlar monitoringning dolzarbligini belgilaydigan yo‘nalishlar hisoblanadi.

Tadqiqotning **maqsadi** ekologik monitoringning asosiy vazifalarini ilmiy jihatdan tizimlashtirish, uning atrof-muhitni muhofaza qilishdagi ahamiyatini aniqlash va monitoring samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi texnologik hamda tashkiliy yondashuvlarni tahlil qilishdan iborat.

Metodologiya

Tadqiqot ilmiy adabiyotlar va xalqaro tashkilotlar hisobotlarining sifat jihatdan qiyosiy tahliliga asoslangan. Tadqiqot doirasida ekologik monitoringning nazariy asoslari, kuzatuv texnologiyalari, indikatorlari va ekologik boshqaruv bilan bog‘liqligini yorituvchi ilmiy manbalar o‘rganildi.

Metodologik asos sifatida tizimli yondashuv, ilmiy manbalarni taqqoslash, statistik ma’lumotlarni tavsifiy tahlil qilish va umumlashtirish usullaridan foydalanildi. Monitoringning vazifalari kuzatish, o‘lchash, baholash, prognozlash, axborot taqdim etish va boshqaruv qarorlarini qo‘llab-quvvatlash yo‘nalishlari bo‘yicha tasniflandi.

Lindenmayer va Likens ekologik monitoring dasturlarining samaradorligi aniq tadqiqot savollari, ekotizimning konseptual modeli, mutaxassislar va boshqaruv organlari hamkorligi hamda to‘plangan axborotdan muntazam foydalanishga bog‘liqligini asoslagan [3].

Atmosfera monitoringi bo‘yicha Snyder va hammualliflarning past xarajatli sensorlar, simsiz aloqa va ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalariga bag‘ishlangan tadqiqoti tahlil qilindi [4]. Shuningdek, Kumar va hammualliflarning shaharlarda havo ifloslanishini o‘lchashga oid ilmiy xulosalari o‘rganildi [5].

Masofaviy monitoring imkoniyatlarini baholashda sun’iy yo‘ldosh kuzatuvlari va geografik axborot texnologiyalariga bag‘ishlangan tadqiqotlar asos qilib olindi.

Tadqiqotda yangi dala o‘lchovlari yoki laboratoriya tajribalari o‘tkazilmadi. Keltirilgan statistik ko‘rsatkichlar avval chop etilgan ilmiy ishlar va rasmiy hisobotlarga tegishli bo‘lib, ular muallif tomonidan olingan birlamchi natijalar sifatida talqin qilinmaydi.

Natijalar

Ilmiy manbalar tahlili ekologik monitoringning bir-biri bilan uzviy bog‘langan bir nechta asosiy vazifalarini aniqlash imkonini berdi.

Atrof-muhitning mavjud holatini aniqlash. Monitoringning dastlabki vazifasi tabiiy muhit komponentlarining fizik, kimyoviy va biologik ko‘rsatkichlarini muntazam qayd etishdan iborat. Atmosfera havosida zararli moddalar konsentratsiyasi, suvda erigan kislorod va boshqa sifat ko‘rsatkichlari, tuproqda ifloslantiruvchi moddalar miqdori hamda ekotizimlarda biologik holat o‘rganiladi.

Ekologik o‘zgarishlar dinamikasini baholash. Muayyan hududda turli davrlarda olingan natijalarni taqqoslash orqali ifloslanish tendensiyalari, mavsumiy o‘zgarishlar va uzoq muddatli ekologik jarayonlar aniqlanadi. Bunda o‘lchash metodikalari va kuzatuv sharoitlarining o‘zaro mosligi muhimdir.

Ifloslanish manbalari va ekologik xavflarni aniqlash. Monitoring ma’lumotlari sanoat korxonalari, transport, qishloq xo‘jaligi va boshqa faoliyat turlarining atrof-muhitga ehtimoliy ta’sirini baholashda qo‘llanadi. Biroq ifloslanish manbasini ishonchli aniqlash uchun kuzatuv natijalari meteorologik, gidrologik va emissiya ma’lumotlari bilan birgalikda o‘rganilishi lozim.

Salbiy jarayonlarni prognozlash. Uzoq muddatli ma'lumotlar qatorlari ekologik modellarning muhim axborot bazasidir. Bunday modellar orqali havo ifloslanishining tarqalishi, suv sifatining o'zgarishi va ayrim ekotizim jarayonlarining ehtimoliy rivojlanishi baholanadi.

Ekologik me'yorlarga rioya etilishini baholash. Monitoring natijalari amaldagi me'yorlar bilan taqqoslanib, ekologik nazorat, profilaktika va tegishli boshqaruv choralarini rejalashtirish uchun foydalaniladi.

Ekologik axborot bilan ta'minlash. Monitoring aholiga, davlat organlariga, tadqiqotchilarga va xo'jalik yurituvchi subyektlarga ekologik holat haqida tekshiriladigan ma'lumotlarni yetkazish vazifasini ham bajaradi.

Hart va Martinez atrof-muhit sensor tarmoqlarini o'rganib, avtomatik sensor tugunlari hamda aloqa tizimlari ekologik ma'lumotlarni uzatish va integratsiyalash imkonini kengaytirishini ko'rsatgan [6].

Suv sifatini masofadan kuzatish bo'yicha Wang va Yang tadqiqotida xlorofill-a hamda muallaq zarrachalar kabi optik ko'rsatkichlardan foydalanish imkoniyatlari yoritilgan [7].

Ekologik monitoringning amaliy natijalari quyidagi tekshirilgan ko'rsatkichlar orqali ham namoyon bo'ladi.

Monitoring yo'nalishi	Ilmiy manbalarda qayd etilgan ko'rsatkich	Manba
Atmosfera havosi	JSST tavsiyasiga ko'ra PM2.5 yillik o'rtacha miqdori uchun ko'rsatma darajasi 5 mkg/m³	[14]
O'rmon qoplami	2000–2012-yillarda 2,3 mln km² daraxt qoplami yo'qolishi va 0,8 mln km² qoplamning ortishi xaritalangan	[9]
Yer qoplami	1982–2016-yillar uchun global daraxt qoplamida 2,24 mln km² sof o'sish baholangan	[10]
O'zbekiston atmosfera monitoringi	2020-yilgi xalqaro sharhda O'zgidrometning 63 ta statsionar kuzatuv posti qayd etilgan	[15]

Jadvaldagi ma'lumotlar turli yillar va metodologiyalarga taalluqlidir. Xususan, o'rmon qoplami yo'qolishi va daraxt qoplamining sof o'zgarishi bir xil statistik ko'rsatkich emas.

Tahlil va muhokama

Ekologik monitoringning samaradorligi uning qanday texnologiya yordamida olib borilishigagina emas, balki kuzatuv natijalarining aniqligi, reprezentativligi va amaliy foydalanish imkoniyatlariga ham bog'liq. Shu sababli monitoring tizimini atrof-muhitni kuzatish, olingan natijalarni baholash va tegishli ekologik choralarni ishlab chiqishni birlashtiruvchi mexanizm sifatida ko'rib chiqish maqsadga muvofiq.

Atmosfera havosini monitoring qilish aholi salomatligi bilan bevosita bog'liqdir. Havo tarkibidagi PM2.5, PM10, azot dioksidi, oltingugurt dioksidi, ozon va boshqa ifloslantiruvchi moddalarni kuzatish ekologik xavflarni baholash uchun zarur.

Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining 2021-yildagi global havo sifati tavsiyalarida PM2.5 uchun yillik o'rtacha ko'rsatma darajasi 5 mkg/m³, 24 soatlik o'rtacha ko'rsatma darajasi esa 15 mkg/m³ qilib belgilangan. Mazkur ko'rsatkichlar sog'liqni muhofaza qilishga asoslangan tavsiyaviy darajalar bo'lib, ularni milliy qonunchilikda belgilangan majburiy me'yorlar bilan aynan tenglashtirish mumkin emas [14].

Snyder va hammualliflar an’anaviy atmosfera kuzatuv stansiyalarini yangi avlod sensorlari bilan to‘ldirish orqali ifloslanishning makon va vaqt bo‘yicha o‘zgarishlarini batafsilroq o‘rganish mumkinligini ko‘rsatgan [4].

Kumar va hammualliflarning tadqiqotida ham an’anaviy stansiyalarning cheklangan hududiy qamrovi ayrim mahalliy ifloslanish o‘choqlarini aniqlashni qiyinlashtirishi ta’kidlangan [5].

Biroq arzon sensorlardan foydalanish masalasida ularning kalibrlanishi, o‘lchov aniqligi va tashqi muhit omillariga sezgirligini hisobga olish zarur. Sensorlarning ko‘pligi har doim ham olingan ma’lumotlarning yuqori sifatini anglatmaydi. Shuning uchun avtomatik sensorlar ma’lumotlarini etalon o‘lchash usullari bilan solishtirish, texnik xizmat ko‘rsatish va sifat nazoratini yo‘lga qo‘yish monitoringning muhim talabidir.

Suv resurslari monitoringi ekologik xavfsizlikning yana bir asosiy yo‘nalishidir. Daryo, ko‘l, suv ombori va yerosti suvlari holatini kuzatish suvdan foydalanish imkoniyatlarini, ifloslanish xavflarini va ekotizimlarning barqarorligini baholash uchun xizmat qiladi.

Suv sifatini o‘rganishda harorat, pH, erigan kislorod, elektr o‘tkazuvchanlik, biogen elementlar, og‘ir metallar va mikrobiologik ko‘rsatkichlar muhim ahamiyatga ega. Muayyan indikatorlarning tanlanishi suv obyektining xususiyatlari va monitoring dasturining maqsadiga bog‘liq.

Masofadan zondlash texnologiyalari yirik suv havzalarida ayrim optik xususiyatlarni hududiy baholashga yordam beradi. Wang va Yangning 2019-yildagi tadqiqoti sun’iy yo‘ldosh va boshqa masofaviy o‘lchov usullaridan suv sifatini tadqiq qilishda foydalanish imkoniyatlarini ko‘rsatgan [7].

Shu bilan birga, suvdagi barcha ifloslantiruvchi moddalarni sun’iy yo‘ldosh tasvirlari orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri aniqlab bo‘lmaydi. Masalan, ko‘plab erigan kimyoviy moddalarning miqdorini baholash uchun suv namunalarining laboratoriya tahlili talab etiladi. Demak, masofaviy kuzatuv va an’anaviy laboratoriya monitoringi o‘zaro to‘ldiruvchi usullardir.

Tuproq monitoringi yer resurslarining ekologik holatini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Tuproqning sho‘rlanishi, eroziyasi, organik moddalari va ifloslantiruvchi birikmalarini o‘rganish qishloq xo‘jaligi yerlarining unumdorligini saqlashga xizmat qiladi.

Ayniqsa, sug‘oriladigan hududlarda tuproq sho‘rlanishi va suv-tuz rejimini kuzatish uzoq muddatli yer boshqaruvi uchun muhimdir. Bunday monitoring agrokimyoviy, gidrogeologik va meteorologik ma’lumotlar bilan uyg‘unlashtirilganda ekologik jarayonlarning sabablarini chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi.

Biologik xilma-xillik monitoringi esa o‘simlik va hayvonot dunyosining holati, turlarning tarqalishi, populyatsiyalar dinamikasi va yashash muhitidagi o‘zgarishlarni baholashni nazarda tutadi.

Pettorelli va hammualliflar sun’iy yo‘ldosh orqali masofadan zondlash biologik xilma-xillik holati bilan bog‘liq ekologik indikatorlarni standartlashtirilgan va takroriy kuzatishda muhim imkoniyatlar yaratishini ko‘rsatgan [8].

Hansen va hammualliflarning 2013-yilda Science jurnalida chop etilgan tadqiqotida Landsat tasvirlari asosida 30 metr fazoviy aniqlikdagi global daraxt qoplami o‘zgarishlari xaritalangan. Tadqiqotda 2000–2012-yillar oralig‘ida 2,3 million km² daraxt qoplami yo‘qolishi va 0,8 million km² qoplam ortishi qayd etilgan [9].

Song va hammualliflar esa 1982–2016-yillarni qamrab olgan sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari asosida global daraxt qoplamida 2,24 million km² yoki boshlang‘ich davrga nisbatan 7,1 foizlik sof o‘sishni baholagan [10].

Ushbu natijalar bir-biriga zid bo‘lishi shart emas. Chunki tadqiqotlar turli vaqt oralig‘i, fazoviy masshtab, ma’lumotlar manbai va daraxt qoplamini tasniflash mezonlaridan foydalangan. Bu holat monitoring natijalarini talqin qilishda metodologik farqlarni hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

Biologik monitoringda indikatorlarni standartlashtirish alohida ahamiyatga ega. Pereira va hammualliflar biologik xilma-xillikdagi o‘zgarishlarni xalqaro miqyosda baholash uchun asosiy biologik xilma-xillik o‘zgaruvchilari konsepsiyasini ilgari surgan [11]. Scholes va hammualliflar esa global biologik kuzatuv tizimlarini rivojlantirish zarurligini ta’kidlagan [12].

Ekologik monitoringning ijtimoiy ahamiyati jamoatchilikni ekologik kuzatuvlarga jalb etishda ham namoyon bo‘ladi. Bonney va hammualliflar fuqarolik ilm-fani loyihalari orqali katta hududlarda va uzoq vaqt davomida biologik ma’lumotlar to‘plash mumkinligini ko‘rsatgan [13].

Bunday yondashuv aholining ekologik bilimlarini oshirish, mahalliy ekologik muammolarga e’tiborni kuchaytirish hamda ilmiy muassasalar bilan jamiyat o‘rtasidagi aloqalarni mustahkamlashga xizmat qilishi mumkin. Biroq jamoatchilik tomonidan yig‘ilgan ma’lumotlar ilmiy foydalanishdan oldin tekshiruv va sifat nazoratidan o‘tkazilishi zarur.

O‘zbekistonda monitoring tizimini baholashda xalqaro tashkilotlarning mamlakatga oid tadqiqotlari muhim axborot manbai hisoblanadi. BMT Yevropa iqtisodiy komissiyasining 2020-yilda chop etilgan O‘zbekiston bo‘yicha uchinchi ekologik faoliyat sharhida monitoring tarmoqlari, laboratoriyalar va ekologik axborot almashinuvi holati batafsil tahlil qilingan [15].

Mazkur sharhda o‘sha davr uchun avtomatik kuzatuvlarni rivojlantirish, PM2.5 va PM10 monitoringini kengaytirish, laboratoriyalar imkoniyatlarini kuchaytirish va davlat tashkilotlari o‘rtasida ma’lumot almashinuvini yaxshilash bo‘yicha tavsiyalar berilgan. Ushbu xulosalar 2019–2020-yillar holatini tavsiflaydi va mamlakatning bugungi monitoring infratuzilmasi o‘zgarmaganligini anglatmaydi.

Monitoringni takomillashtirish uchun kuzatuv stansiyalarining joylashuvini ekologik xavf va aholi ta’sirlanishi mezonlari asosida rejalashtirish, laboratoriyalarda sifatni ta’minlash tizimlarini mustahkamlash, raqamli ma’lumotlar bazalarini integratsiyalash hamda natijalarni ochiq e’lon qilish muhimdir.

Monitoring ma’lumotlarining amaliy qiymati ular asosida qabul qilingan qarorlarning natijalari ham qayta baholanganda ortadi. Masalan, ifloslanishni kamaytirishga qaratilgan chora amalga oshirilgach, kuzatuvlar uning oldingi holatga nisbatan qanday o‘zgarish berganini aniqlashga yordam beradi.

Shunday qilib, ekologik monitoring oddiy kuzatuv jarayoni bilan cheklanmaydi. U ekologik holatni aniqlash, xavflarni baholash, boshqaruv tadbirlarini tanlash va ularning samaradorligini tekshirishni o‘zaro bog‘lovchi ilmiy-axborot tizimi hisoblanadi.

Xulosa

O‘tkazilgan ilmiy-adabiy tahlil atrof-muhitni muhofaza qilish sohasida ekologik monitoringning muhim ilmiy, amaliy va boshqaruv ahamiyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi.

Ekologik monitoringning asosiy vazifalari tabiiy muhit holatini muntazam kuzatish, ekologik o‘zgarishlar dinamikasini aniqlash, ifloslanish xavflarini baholash, salbiy jarayonlarni prognozlash va tegishli boshqaruv qarorlarini ishonchli ma’lumotlar bilan ta’minlashdan iborat.

Atmosfera havosi, suv resurslari, tuproq hamda biologik xilma-xillik monitoringi birgalikda amalga oshirilganda ekologik jarayonlar haqida yanada yaxlit tasavvur hosil qilish mumkin.

Sun’iy yo‘ldosh kuzatuvlari, geografik axborot tizimlari, avtomatlashtirilgan stansiyalar va sensor tarmoqlari monitoringning hududiy qamrovi hamda axborot olish imkoniyatlarini kengaytiradi. Biroq ularning natijalarini ishonchli talqin qilish uchun kalibrlash, laboratoriya tekshiruvi va yagona metodologik talablar zarur.

O‘zbekiston uchun ekologik monitoringni rivojlantirishda suv va yer resurslari holatini kompleks baholash, atmosfera havosi bo‘yicha sifatli ma’lumotlar olish, ekologik axborot tizimlarining o‘zaro mosligini ta’minlash va kuzatuv natijalaridan amaliy qarorlarda foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi.

Umuman, **ekologik monitoring atrof-muhitni muhofaza qilishning ilmiy-axborot asosi bo‘lib, uning samaradorligi ma’lumotlarning ishonchliligi, kuzatuvlarning izchilligi va natijalarning amaliy boshqaruvda qo‘llanishiga bog‘liq.**

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Lovett G. M., Burns D. A., Driscoll C. T., Jenkins J. C., Mitchell M. J., Rustad L., Shanley J. B., Likens G. E., Haeuber R. Who needs environmental monitoring? // Frontiers in Ecology and the Environment. — 2007. — Vol. 5, No. 5. — B. 253–260. DOI: 10.1890/1540-9295(2007)5[253]2.0.CO;2.
2. Lindenmayer D. B., Likens G. E. Adaptive monitoring: a new paradigm for long-term research and monitoring // Trends in Ecology & Evolution. — 2009. — Vol. 24, No. 9. — B. 482–486. DOI: 10.1016/j.tree.2009.03.005.
3. Lindenmayer D. B., Likens G. E. The science and application of ecological monitoring // Biological Conservation. — 2010. — Vol. 143, No. 6. — B. 1317–1328. DOI: 10.1016/j.biocon.2010.02.013.
4. Snyder E. G., Watkins T. H., Solomon P. A. va boshqalar. The changing paradigm of air pollution monitoring // Environmental Science & Technology. — 2013. — Vol. 47, No. 20. — B. 11369–11377. DOI: 10.1021/es4022602.
5. Kumar P., Morawska L., Martani C., Biskos G., Neophytou M., Di Sabatino S., Bell M., Norford L., Britter R. The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities // Environment International. — 2015. — Vol. 75. — B. 199–205. DOI: 10.1016/j.envint.2014.11.019.
6. Hart J. K., Martinez K. Environmental Sensor Networks: A revolution in the earth system science? // Earth-Science Reviews. — 2006. — Vol. 78, No. 3–4. — B. 177–191. DOI: 10.1016/j.earscirev.2006.05.001.
7. Wang X., Yang W. Water quality monitoring and evaluation using remote sensing techniques in China: a systematic review // Ecosystem Health and Sustainability. — 2019. — Vol. 5, No. 1. — B. 47–56. DOI: 10.1080/20964129.2019.1571443.
8. Pettorelli N., Laurance W. F., O’Brien T. G., Wegmann M., Nagendra H., Turner W. Satellite remote sensing for applied ecologists: opportunities and challenges // Journal of Applied Ecology. — 2014. — Vol. 51, No. 4. — B. 839–848. DOI: 10.1111/1365-2664.12261.
9. Hansen M. C., Potapov P. V., Moore R. va boshqalar. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change // Science. — 2013. — Vol. 342, No. 6160. — B. 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693.
10. Song X.-P., Hansen M. C., Stehman S. V., Potapov P. V., Tyukavina A., Vermote E. F., Townshend J. R. Global land change from 1982 to 2016 // Nature. — 2018. — Vol. 560. — B. 639–643. DOI: 10.1038/s41586-018-0411-9.

11. Pereira H. M., Ferrier S., Walters M. va boshqalar. Essential Biodiversity Variables // Science. — 2013. — Vol. 339, No. 6117. — B. 277–278. DOI: 10.1126/science.1229931.
12. Scholes R. J., Mace G. M., Turner W., Geller G. N., Jürgens N., Larigauderie A., Muchoney D., Walther B. A., Mooney H. A. Toward a global biodiversity observing system // Science. — 2008. — Vol. 321, No. 5892. — B. 1044–1045. DOI: 10.1126/science.1162055.
13. Bonney R., Cooper C. B., Dickinson J., Kelling S., Phillips T., Rosenberg K. V., Shirk J. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy // BioScience. — 2009. — Vol. 59, No. 11. — B. 977–984. DOI: 10.1525/bio.2009.59.11.9.
14. World Health Organization. WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide. Executive Summary. — Geneva: WHO, 2021. — 9 bet. — B. 1–9. ISBN: 978-92-4-003443-3.
15. United Nations Economic Commission for Europe. Environmental Performance Reviews: Uzbekistan. Third Review. — Geneva: United Nations, 2020. — Chapter 4: Environmental Monitoring, Information and Science. — B. 79–99. Hujjat raqami: ECE/CEP/188.