

CHIRCHIQ DARYOSI BO'YIDAGI SUV FONDI YERLARINI BROUAV VTOL-4 SAMOLYOT-DRONI VA GIS TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA AEROMONITORING QILISH

(Toshkent shahri Bektemir tumani Olmos mahallasi misolida)

Temirova Shaxnoza Bektursun qizi

“O'z davyerloyiha” davlat ilmiy-loyihalash institutining mustaqil

izlanuvchisi, PhD

shaxnozasobirova95@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada Chirchiq daryosining Toshkent shahri Bektemir tumani Olmos mahallasi hududidan o'tuvchi qismida joylashgan suv fondi yerlarini uchuvchisiz uchish apparati va geoaxborot texnologiyalari yordamida kuzatish metodikasi bayon etilgan. Dala bosqichida Brouav VTOL-4 samolyot-droni uchun avtomatik marshrut tuzilib, 199 m nisbiy balandlik va 22,6 m/s tezlikda parvoz bajarildi. GNSS Fixed holatida 36 ta sun'iy yo'ldosh signali qayd etildi, parvoz boshidagi akkumulyator ko'rsatkichi 99 foizni tashkil qildi va 778 ta aerofototasvir olindi. Kameral bosqichda ma'lumotlar QGIS muhitida WGS84 asosida tartibga keltirildi, GeoTIFF rasterlari tekshirildi, Merge va Warp (Reproject) vositalari qo'llanildi. Ortofoto asosida daryo o'zani, qirg'oq chizig'i va suv bilan bog'liq obyektlarni vektorlashtirish uchun axborot bazasi tayyorlandi. Taklif etilgan yondashuv suv fondi yerlarining joriy holatini hujjatlashtirish hamda keyingi kuzatuvlar uchun taqqoslanadigan boshlang'ich geofazoviy kesim yaratishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: suv fondi yerlari, Chirchiq daryosi, aeromonitoring, Brouav VTOL-4, UAV, aerofototasvir, ortofoto, QGIS, WGS84, GeoTIFF, vektorlashtirish.

Annotatsiya. В статье изложена методика мониторинга земель водного фонда на участке реки Чирчик в пределах maxalli Olmos Bektemirskogo rayona goroda Tashkenta с применением беспилотного летательного аппарата и геоинформационных технологий. Для самолета-дрона Brouav VTOL-4 был

sformirovan avtomaticheskii marshrut; polyot vypolnen na otnositelnoy vysote 199 m so skorostyu 22,6 m/s. V rejime GNSS Fixed zaregistrovany signaly 36 sputnikov, zaryad akkumulyatora v nachale polyota sostavlyal 99 protsentov, polucheno 778 aerofotosnimkov. Kameralnaya obrabotka vypolnena v QGIS s ispolzovaniyem WGS84: provereny rastry GeoTIFF, primeneny instrumenty Merge i Warp (Reproject). Na osnove ortoizobrajeniya podgotovlena informatsionnaya osnova dlya vektorizatsii rusla, beregovoy linii i svyazannykh s vodoy obyektov. Metodika obespechivayet dokumentirovaniye tekushchego prostranstvennogo sostoyaniya zemel i formirovaniye sopostavimogo bazovogo nabora dannykh dlya povtornogo monitoringa.

Klyuchevye slova: zemli vodnogo fonda, reka Chirchik, aeromonitoring, Brouav VTOL-4, BPLA, aerofotosnimok, ortoizobrajeniyе, QGIS, WGS84, GeoTIFF, vektorizatsiya.

Abstract. The paper presents a workflow for monitoring water fund lands along the Chirchiq River within Olmos Mahalla, Bektemir District, Tashkent, using an unmanned aerial vehicle and geoinformation technologies. An automated mission was prepared for the Brouav VTOL-4 fixed-wing VTOL platform. The flight was performed at a relative altitude of 199 m and a speed of 22.6 m/s. GNSS Fixed status was maintained with signals from 36 satellites; the initial battery level was 99 percent, and 778 aerial images were collected. During office processing, the dataset was organized in QGIS in a WGS84-based workflow; GeoTIFF rasters were checked and the Merge and Warp (Reproject) tools were applied. The orthorectified imagery provided a spatial basis for vectorizing the river channel, shoreline, and water-related features. The workflow supports documentation of the present condition of water fund lands and establishes a comparable baseline for future repeat surveys.

Keywords: water fund lands, Chirchiq River, aerial monitoring, Brouav VTOL-4, UAV, aerial imagery, orthophoto, QGIS, WGS84, GeoTIFF, vectorization.

Kirish

Suv fondi yerlari daryo va kanallar egallagan maydonlargina emas, balki suv obyektining tabiiy faoliyati, muhofazasi va undan foydalanish tartibi bilan uzviy bog'langan qirg'oqbo'yi makonlarini ham qamrab oladi. Ushbu hududlar suv oqimini o'tkazish, eroziya va akkumulyatsiya jarayonlarini muvozanatlashtirish, biotoplarning uzluksizligini saqlash hamda aholi punktlarining ekologik barqarorligiga xizmat qiladi. Shuning uchun suv fondi yerlarining real fazoviy holatini muntazam aniqlab borish yer resurslari hisobi, suv xo'jaligi boshqaruvi va tabiatni muhofaza qilish choralari bir-biriga bog'laydigan ilmiy-amaliy vazifadir.

Daryo bo'yidagi chegaralar statik chiziq emas. Suv sarfi va sathi, mavsumiy namlanish, oqimning burilishi, qirg'oqning yuvilishi yoki cho'kindi to'planishi ularning ko'rinishini o'zgartiradi. Shaharlashgan hududlarda bu tabiiy omillarga qurilish, yo'l va muhandislik tarmoqlari, rekreatsion foydalanish, chiqindi to'planishi hamda yer yuzasining sun'iy o'zgartirilishi qo'shiladi. Natijada kichik maydonda bir vaqtning o'zida gidrologik, geomorfologik va xo'jalik jarayonlari yuz beradi. Bunday murakkablik faqat tavsifiy kuzatuv bilan cheklanmasdan, joylashuvi aniq qayd etilgan va keyinchalik qayta o'lchanadigan fazoviy ma'lumotlarni talab qiladi.

Yer usti geodezik o'lchovlari alohida nuqta va profillarda ishonchli natija beradi, biroq daryo bo'ylab cho'zilgan, nam yoki o'tish qiyin uchastkani to'liq qamrab olish katta mehnat va vaqt sarfini keltirib chiqaradi. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari esa hududiy qamrovni ta'minlaydi, ammo tasvir olish vaqti, bulutlilik va fazoviy tafsilot darajasi mahalliy vazifalarga har doim ham mos kelmaydi. Past balandlikdagi uchuvchisiz aerotasvirga olish ikki usul o'rtasidagi bo'shliqni to'ldiradi: u kuzatuv sanasini tanlash, kerakli maydonni nisbatan qisqa muddatda qamrash va daryo bo'yidagi mayda obyektlarni yaxlit tasvirda ko'rish imkonini beradi.

UAV fotogrammetriyasining ilmiy qiymati yakka fotosuratda emas, balki o'zaro qoplangan tasvirlarning geometriyasidan hududning izchil ortotasvirini

hosil qilishda namoyon bo'ladi. Bir xil yo'nalish va sozlamalarda takrorlangan parvozlar vaqt bo'yicha solishtiriladigan kuzatuv qatorini yuzaga keltiradi. Daryo morfologiyasi, toshqin ta'siri va suv sathiga oid tadqiqotlarda dron ma'lumotlarining takroriy monitoring uchun foydali ekani qayd etilgan [1–3]. Shunga qaramay, natijani talqin qilishda suv yuzasidagi yaltirash, bir xil teksturali maydon, shamol, soyalar va GNSS holati kabi sifat omillarini nazorat qilish zarur.

Brouav VTOL-4 vertikal uchish-qo'nish imkoniyati bilan samolyot tipidagi gorizontal parvozni birlashtiradi. Bu xususiyat daryo qirg'og'idagi cheklangan maydondan ish boshlash va cho'zilgan hududni rejalashtirilgan parallel yo'nalishlarda qamrab olish nuqtayi nazaridan muhimdir. Platformaning o'zi yakuniy aniqlikni avtomatik ravishda kafolatlamaydi; sifat parvoz topshirig'i, kamera ishlashi, tasvirlar qoplanishi, navigatsiya yechimi va qayta ishlash intizomining birgalikdagi natijasidir. Shu sababli tadqiqotda apparat, parvoz va GIS bosqichlari alohida emas, yagona ma'lumot ishlab chiqarish zanjiri sifatida ko'rib chiqildi.

Tadqiqot maydoni sifatida Toshkent shahri Bektemir tumani Olmos mahallasi hududidan oqib o'tuvchi Chirchiq daryosi bo'yidagi suv fondi yerlari tanlandi. Ushbu uchastka daryo tabiiy jarayonlari va shahar chekkasidagi yer foydalanish shakllari tutashgan makondir. Ishning maqsadi — Brouav VTOL-4 orqali olingan aerofototasvirlarni QGIS vositalari bilan qayta ishlab, suv fondi yerlarining joriy holatini aks ettiruvchi, keyingi davrlar bilan taqqoslashga yaroqli geofazoviy axborot asosini shakllantirishdir.

Maqsadni amalga oshirish uchun tadqiqot hududini aniqlashtirish, meteorologik va texnik sharoitni baholash, avtomatik parvoz marshrutini tuzish, aerofototasvirlarni yig'ish va tartiblash, ularning koordinata xususiyatlarini tekshirish, rasterlarni yagona loyihada birlashtirish, zarur hollarda qayta proyeksiyalash hamda daryo o'zani, qirg'oq chizig'i va suv bilan bog'liq elementlarni vektor ko'rinishida ajratish vazifalari belgilandi. Natijalar aniq kuzatuv sanasiga tegishli bazaviy holat sifatida talqin qilindi; miqdoriy o'zgarish haqida xulosa chiqarish esa kelgusida ayni metodika bo'yicha takroriy parvozlarni

talab etadi.

1. Tadqiqot dizayni va boshlang'ich ma'lumotlar

Tadqiqot dizayni dala aerotasvirga olish va kameral geoaxborot qayta ishlashning ketma-ket bog'lanishiga asoslandi. Dastlab hududning umumiy konturi mavjud kadastr, topografik va kartografik ma'lumotlar yordamida aniqlashtirildi. Keyin ushbu kontur parvoz topshirig'iga moslashtirildi, chunki daryo bo'ylab cho'zilgan shakl odatiy to'rtburchak maydondan farqli ravishda marshrut burilishlari va xavfsiz chekka masofalarni alohida hisobga olishni talab etadi. Boshlang'ich fazoviy ma'lumotlar WGS84 bilan bog'landi; bu bort navigatsiyasi va GIS loyihasidagi obyektlarni umumiy geodezik asosda ko'rishga imkon berdi.

Parvozdan avval shamolning yo'nalishi va tezligi, havo harorati, ko'rinish darajasi hamda yog'in ehtimoli baholandi. Suv yuzasidagi kuchli yaltirash va chuqur soya tasvirlarni avtomatik moslashtirishni qiyinlashtirishi mumkinligi sababli yoritilish sharoiti ham kuzatildi. Texnik nazoratda korpus, qanot, vertikal ko'tarilish dvigatellari, old tortuvchi vint, akkumulyator, boshqaruv aloqa kanali, GNSS qabul qilgichi va kamera holati tekshirildi. Mazkur tekshiruv xavfsizlik chorasi bo'lish bilan birga, parvoz davomida ma'lumot uzilishining oldini oluvchi sifat nazorati bosqichi vazifasini bajardi.

GCS boshqaruv muhitida hududni qoplaydigan parallel yo'nalishlar shakllantirildi. Parvozning avtomatik bajarilishi balandlik va tezlikni imkon qadar bir xil tutish, tasvirga olish nuqtalarini ketma-ket joylashtirish va inson omilidan kelib chiqadigan keskin manevrlarni kamaytirishga yordam berdi. Marshrut tuzishda uchish va qo'nish sektori, daryo bo'ylab xavfsiz masofa, aloqa barqarorligi va favqulodda qaytish imkoniyati hisobga olindi. Tasvirlar o'rtasidagi qoplanish ortofoto tuzish uchun yetarli bo'lishi ko'zda tutildi, biroq manba ma'lumotda qoplanishning aniq foizi keltirilmagani sababli ushbu ko'rsatkichga sun'iy miqdor berilmadi.



1-rasm. Parvozoldi tayyorgarligi va GCSda avtomatik marshrutni shakllantirish

Manba: muallifning dala aeromonitoringi va GCS qaydlari [4].

2. Aerotasvirga olish jarayoni va parvoz ko'rsatkichlari

Aeromonitoring belgilangan avtomatik topshiriq asosida bajarildi. Brouav VTOL-4 vertikal rejimda havoga ko'tarilib, xavfsiz balandlikka chiqqach samolyot tipidagi gorizontaal parvozga o'tdi. Kuzatuv chiziqlari hudud bo'ylab izchil o'tilishi tasvirlarning fazoviy ketma-ketligini saqladi. Parvoz monitoringida bortning joylashuvi, yo'nalishi, GNSS holati, tezligi va akkumulyator ko'rsatkichi nazorat qilindi. Bu parametrlarni qayd etish kameral bosqichda tasvirlar to'plamining kelib chiqishi va sifatini tushuntirish uchun zarur metama'lumot hisoblanadi.

Qayd etilgan nisbiy uchish balandligi 199 m, harakat tezligi 22,6 m/s bo'ldi. GNSS yechimi Fixed holatida ishladi va 36 ta sun'iy yo'ldosh signali kuzatildi. Parvoz boshlanishida akkumulyator darajasi 99 foizni ko'rsatdi. Umumiy hisobda 778 ta aerofototasvir yig'ildi. Mazkur sonlarning o'zi kartografik aniqlik o'lchovi emas, biroq topshiriqning texnik bajarilishi va qayta ishlash uchun yetarli hajmdagi izchil boshlang'ich material olinganini hujjatlashtiradi.

Tasvirlarning ilmiy qiymatini saqlash uchun fayllar parvoz ketma-ketligi bo'yicha tartiblandi, asl nusxalar o'zgartirilmay alohida saqlandi va qayta ishlash nusxalari ajratildi. Kamera vaqt belgisi bilan navigatsiya yozuvlari o'rtasidagi mantiqiy moslik tekshirildi. Keskin burilish, ko'tarilish yoki qo'nish davriga tegishli kadrlar asosiy qoplama qatoridan farqlanishi mumkinligi sababli ular

vizual ko'rikdan o'tkazilishi lozim. Xiralik, kuchli yaltirash, osmon yoki rotor qismlarining kadrda kirishi singari nuqsonlar aniqlansa, tasvir ortofoto yaratish jarayoniga faqat uning bog'lovchi qiymati baholangandan keyin kiritiladi.

Kuzatilgan parametr	Qiymat	Metodik talqin
Nisbiy parvoz balandligi	199 m	Bir xil masshtabga yaqin tasvirlar olish uchun asosiy topshiriq parametri
Parvoz tezligi	22,6 m/s	Tasvirga olish ritmi va marshrut bo'yicha qamrov bilan bog'liq ko'rsatkich
Navigatsiya holati	GNSS Fixed	Parvoz vaqtida barqaror koordinata yechimi qayd etilgan
Kuzatilgan sun'iy yo'ldoshlar	36 ta	Navigatsiya signalining mavjudligini tavsiflaydi
Boshlang'ich akkumulyator	99 %	Topshiriq boshlanishidagi energetik holat
Aerofototasvirlar soni	778 ta	Fotogrammetrik va vizual tahlil uchun boshlang'ich tasvirlar to'plami

1-jadval. Parvoz jurnalida qayd etilgan asosiy ko'rsatkichlar

3. Aerofototasvirlarni QGIS muhitida qayta ishlash

Kameral ishlar yangi QGIS loyihasini tashkil etishdan boshlandi. Papkalar tuzilmasida asl tasvirlar, oraliq rasterlar, yakuniy mahsulotlar, vektor qatlamlar va metama'lumotlar ajratildi. Loyiha koordinata muhiti WGS84 asosidagi manba ma'lumotlar bilan muvofiqlashtirildi. Har bir GeoTIFF yoki boshqa georeferensiyalangan raster qatlamning koordinata tizimi, chegarasi, piksel o'lchami haqidagi xususiyatlari va xaritada joylashuvi tekshirildi. Shu tariqa noto'g'ri belgilangan koordinata tizimi bilan qayta proyeksiyalangan ma'lumot

o'rtasidagi farq hisobga olindi.

Tasvirlarni bitta loyiha oynasida ko'rish ularning o'zaro qoplanishi, uzilishlar, rang yoki yoritilishdagi keskin farqlar hamda chekka qismlardagi deformatsiyalarni aniqlashga yordam beradi. Fotogrammetrik ishlov natijasida tayyorlangan ortofoto parchalari bir xil fazoviy asosga ega bo'lganda Merge vositasi yordamida yagona raster to'plamiga birlashtiriladi. Agar qatlamlarning haqiqiy koordinata tizimlari turlicha bo'lsa, Warp (Reproject) algoritmi orqali maqsad koordinata tizimiga qayta hisoblash bajariladi. Tadqiqotda birlashtirishdan oldin barcha raster qatlamlarni yagona koordinata tizimiga moslashtirish metodik talabi saqlandi.

Qayta proyeksiyalash oddiy nom almashtirish emas: piksel koordinatalari matematik o'zgartiriladi va resampling usuli tanlanadi. Aerofototasvir fotografik, uzluksiz qiymatlarga ega ma'lumot bo'lgani uchun interpolatsiya usulini tanlash ko'rinish va hisoblash vazifasiga mos bo'lishi kerak. Yakuniy raster chegarasi tadqiqot konturiga kesiladi, keraksiz bo'sh maydonlar chiqariladi va chiqish fayli nomida sana, hudud, koordinata tizimi hamda ishlov bosqichi qayd etiladi. Bunday nomlash bir nechta kuzatuv davrlarini aralashtirib yubormaslikka yordam beradi.

Raster mahsulotni qabul qilishda faqat xaritada ochilishi bilan cheklanib qolish yetarli emas. Qatlam xususiyatlarida qator va ustunlar soni, piksel o'lchami, koordinata chegarasi, NoData qiymati hamda faylning haqiqiy proyeksiya yozuvi qayd etiladi. Mozaikani kattalashtirib ko'rishda choklar bo'ylab ikki marta tasvirlangan kontur, qora yoki shaffof bo'shliq, lokal cho'zilish va rang sakrashlari qidiriladi. Tekshiruv nusxasiga kiritilgan har qanday tuzatish alohida chiqish faylida saqlanib, asl raster o'zgartirilmaydi. Bunday buzmasdan, ya'ni qaytarish imkonini saqlagan holda ishlash tartibi natijaning qaysi amal orqali olinganini kuzatish, xato aniqlansa oldingi bosqichga qaytish va kelgusi monitoring materiallarini bir xil mezonda qabul qilish uchun zarur.



2-rasm. GCSda qayd etilgan parvoz jarayoni va Chirchiq daryosining aerofototasviri

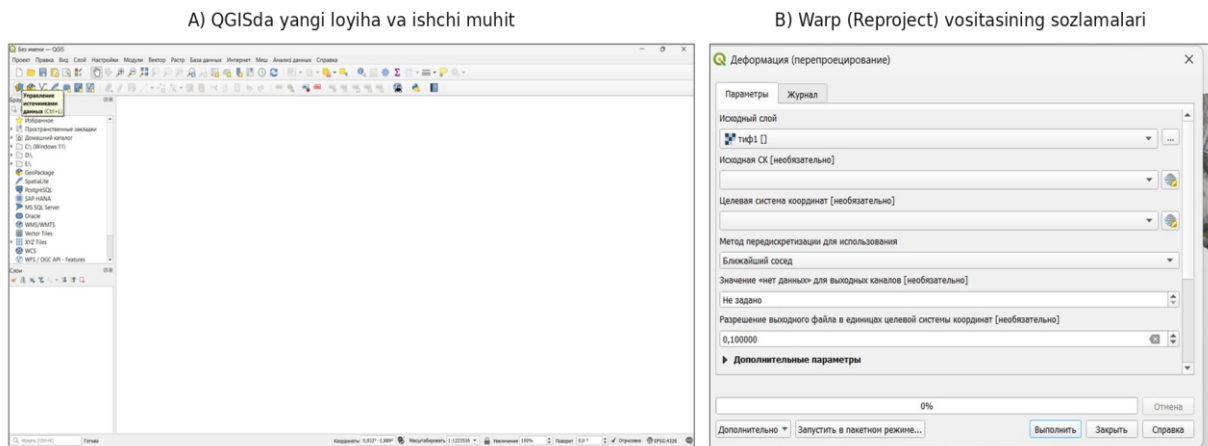
Manba: muallifning Brouav VTOL-4 aeromonitoring materiallari [4].

Ortofoto tayyor bo'lgach, uning geometrik va vizual sifati bosqichma-bosqich tekshiriladi. Birinchi nazorat — daryo, yo'l, bino va boshqa aniq konturlarning qatlamlararo mosligi; ikkinchisi — mozaika choklarida takrorlanish yoki uzilish yo'qligi; uchinchisi — qirg'oq kabi talqin qilinadigan chegaralarning tasvir bo'ylab izchil ko'rinishidir. Suv yuzasi teksturasining kamligi ayrim fotogrammetrik bog'lanishlarni zaiflashtirishi mumkin. Shu sababli qirg'oq yaqinidagi quruqlik obyektlari, o'simlik chegaralari va muhandislik elementlari sifat nazoratida tayanch vizual belgilar vazifasini bajaradi.

Vektorlashtirish uchun nuqta, chiziq va poligon geometriyalari vazifasiga qarab ajratiladi. Daryo o'q chizig'i yoki qirg'oq chegarasi chiziq sifatida, suv egallagan maydon va suv fondiga tegishli uchastkalar poligon sifatida, nazorat obyektlari esa nuqta sifatida saqlanishi mumkin. Har bir obyektga noyob identifikator, kuzatuv sanasi, manba tasvir nomi, talqin turi va izoh berilishi maqsadga muvofiq. Topologik nazoratda poligonlarning o'zaro keraksiz ustma-ust tushishi, bo'shliq qolishi, chiziqlarning uzilishi va o'z-o'zini kesishi tekshiriladi.

QGISdagi qatlamlar tizimi ortofotoni fon ma'lumoti sifatida saqlab, vektor obyektlarni mustaqil tahrirlash va tahlil qilish imkonini beradi. Shu yo'l bilan dastlabki fotografik kuzatuv o'lchash, tanlash, filtrlash va xaritalash mumkin bo'lgan geoma'lumotga aylanadi. Qatlam uslubi tadqiqot xulosasini almashtirmaydi, lekin daryo o'zani, qirg'oq, kanallar va boshqa obyektlarni bir-biridan ajratib ko'rsatib, ekspert tekshiruvini yengillashtiradi.

Monitoring bazasida geometriya bilan birga ma'lumotning ishonchlilik darajasi ham saqlanishi lozim. Masalan, qirg'oq chizig'ining aniq ko'ringan, o'simlik bilan yopilgan yoki soya sabab noaniq talqin qilingan qismlari bir xil belgi bilan berilmasligi kerak. Atribut jadvaliga "aniq", "taxminiy" va "dala tekshiruvi zarur" kabi nazorat holatlarini kiritish mutaxassisga keyingi ish hajmini rejalashtirish imkonini beradi. Har bir tahrir uchun sana va ijrochi qaydi yuritilsa, vektor chegaraning nima sababdan o'zgargani tiklanadi. Yakuniy to'plamga loyiha fayli, uslublar, koordinata tizimi tavsifi va qisqa sifat bayonnomasi qo'shilishi natijani boshqa ish joyida qayta ochish va mustaqil tekshirish imkoniyatini oshiradi.



3-rasm. QGISda ishchi muhitni tayyorlash va Warp (Reproject) sozlamalari

Manba: muallifning QGISda bajargan kameral qayta ishlash materiallari [4].

4. Natijalar va ularning muhokamasi

Dala va kameral bosqichlarning ketma-ket bajarilishi natijasida Olmos mahallasi hududidagi Chirchiq daryosi bo'yicha 778 ta aerofototasvirdan iborat tizimli boshlang'ich ma'lumotlar to'plami shakllandi. Parvozning 199 m nisbiy balandlikda, 22,6 m/s tezlikda va GNSS Fixed holatida bajarilgani ma'lumotlar kelib chiqishini tavsiflovchi asosiy texnik dalildir. Mazkur to'plam daryo bo'yidagi suv fondi yerlarini bir kuzatuv sanasi doirasida yaxlit ko'rish, lokal obyektlarni tasvir bo'yicha aniqlash va keyingi GIS ishlari uchun raqamli asos yaratish

imkonini berdi.

QGISda rasterlarni nazorat qilish, kerakli hollarda Warp orqali yagona proyeksiyaga keltirish va Merge yordamida birlashtirish natijasida alohida parchalarning xaritadagi o'zaro munosabati izchil holga keltirildi. Natijaviy ortotasvir qirg'oq chizig'i, o'zan, suv kanallari, o'simlik bilan qoplangan qism va antropogen obyektlarni bir vaqtda ko'rish imkonini beradigan tafsilotli fon qatlam vazifasini bajaradi. Vektorlashtirish esa ushbu ko'rinishni ma'lumotlar bazasidagi aniq geometriya va atributlarga aylantirishga xizmat qiladi.

Ishning muhim natijasi faqat ortofoto olish emas, balki qayta foydalaniladigan monitoring tuzilmasini shakllantirishdir. Parvoz parametrlari, fayl tuzilmasi, koordinata tizimi, qayta ishlash amallari va vektor atributlari hujjatlashtirilsa, keyingi parvoz materiallarini ayni mezonlar bo'yicha qabul qilish mumkin bo'ladi. Shunda ikki sana ortofotolari bir xil proyeksiyada ustma-ust qo'yilib, qirg'oq chizig'ining siljishi yoki suv egallagan maydonning farqi geometrik jihatdan baholanadi. Hozirgi ma'lumot bir davrga tegishli bo'lgani sababli u o'zgarish miqdorini emas, kelgusidagi o'zgarishni hisoblash uchun bazaviy holatni ifodalaydi.

Aeromonitoring yer usti tekshiruvini inkor etmaydi. Tasvirdagi rang va tekstura suv fondi yerining huquqiy chegarasi, obyektning funksional holati yoki ifloslanish sababini o'z-o'zidan tasdiqlamaydi. Shubhali joylar GISda nuqta yoki poligon sifatida belgilab olinib, dala ko'rigi, kadastr hujjatlari yoki geodezik o'lchov bilan tekshirilishi kerak. Bunday ikki bosqichli yondashuv dronni keng hudud bo'yicha saralovchi vosita, dala ishini esa zarur joyda dalilni aniqlashtiruvchi vosita sifatida qo'llaydi.

Natijalarning cheklovlari ham metodikaning bir qismidir. Manba materiallarda yer usti tayanch nuqtalari soni, kamera kalibrlash parametrlari, bo'ylama va yonlama qoplanish foizlari hamda mustaqil aniqlik bahosi keltirilmagan. Shu bois ushbu tezisda santimetr darajasidagi absolyut aniqlik yoki aniq maydon o'zgarishi haqida da'vo qilinmaydi. 36 ta sun'iy yo'ldosh va Fixed holati parvoz navigatsiyasining barqarorligini ko'rsatsa-da, tayyor ortofotoning

xarita aniqligi alohida nazorat nuqtalari bo'yicha tekshirilishi lozim.

Shunga qaramay, olingan materiallar tezkor inventarizatsiya, ko'zga tashlanadigan muammoli uchastkalarni saralash, daryo bo'yidagi obyektlarning joylashuvini hujjatlashtirish va takroriy monitoring rejasini tuzish uchun amaliy ahamiyatga ega. Vertikal uchish-qo'nish imkoniyati parvoz infratuzilmasiga bo'lgan talabni kamaytirgan bo'lsa, samolyot rejimi cho'zilgan daryo hududini izchil marshrut bilan qamrashga yordam berdi. QGISning ochiq va kengaytiriladigan muhiti esa natijalarni kadastr, topografik va boshqa tematik qatlamlar bilan bir loyihada bog'lash imkonini beradi.

5. Ilmiy yangilik va amaliy ahamiyat

Tadqiqotning ilmiy yangiligi Chirchiq daryosining urbanizatsiyalashgan qirg'oqbo'yi uchastkasida Brouav VTOL-4 yordamidagi kuzatuvni WGS84 asosidagi QGIS qayta ishlash jarayoni bilan bir butun metodik tizim sifatida bayon qilishda ko'rinadi. Unda texnik parvoz qaydlari, raster ma'lumotlarining fazoviy muvofiqligi, ortofoto sifati va vektor obyektlarining topologik tozaligi yakuniy monitoring ma'lumotining o'zaro bog'liq tarkibiy qismlari sifatida baholandi. Bu yondashuv keyingi kuzatuvlarni shunchaki takrorlash emas, balki taqqoslanadigan sharoitda qayta bajarish zarurligini asoslaydi.

Amaliy jihatdan ortofoto va undan hosil qilinadigan vektor qatlamlar suv fondi yerlarini xatlovdan o'tkazish, qirg'oqbo'yi foydalanishini ko'rib chiqish, dala nazorati talab qiladigan joylarni belgilash va kuzatuv materiallarini raqamli arxivda saqlashda qo'llanishi mumkin. Geoma'lumotlar bazasiga kuzatuv sanasi, manba, aniqlik holati va tahrir tarixi kiritilishi tashkilotlar o'rtasidagi ma'lumot almashinuvini izchil qiladi. Shu bilan birga, huquqiy yoki muhandislik qarori chiqarishda aerotasvir natijasi tegishli kadastr va geodezik dalillar bilan birgalikda ko'rilishi zarur.

Xulosa va takliflar

Toshkent shahri Bektemir tumani Olmos mahallasidagi Chirchiq daryosi bo'yicha bajarilgan aeromonitoring Brouav VTOL-4 va QGISni yagona texnologik

ketma-ketlikda qo'llash suv fondi yerlarining joriy fazoviy holatini tezkor hujjatlashtirish imkonini berishini ko'rsatdi. Avtomatik parvozda 199 m nisbiy balandlik, 22,6 m/s tezlik, GNSS Fixed holati va 36 ta sun'iy yo'ldosh qayd etildi; boshlang'ich akkumulyator darajasi 99 foiz bo'lib, jami 778 ta aerofototasvir olindi. Rasterlarni tekshirish, birlashtirish, qayta proyeksiyalash va vektorlashtirish bosqichlari tasvirlarni boshqaruv uchun foydalaniladigan geoma'lumot shakliga keltirishning metodik asosini yaratdi.

Tadqiqot natijasi bir martalik tasvirlar majmuasidan ko'ra kengroq ahamiyatga ega: u kelgusida bir xil hudud, marshrut va ma'lumot tuzilmasi bo'yicha davriy kuzatuvlarni tashkil etish uchun bazaviy kesim vazifasini bajaradi. Natijalarning ilmiy ishonchliligini oshirish uchun keyingi ishlarda parvoz qoplanishi, kamera kalibrlashi, yer usti nazorat nuqtalari va absolyut aniqlik ko'rsatkichlari alohida hujjatlashtirilishi kerak.

1. Takroriy parvozlarni imkon qadar bir xil mavsum, yoritilish sharoiti, balandlik, tezlik va marshrutda bajarib, har bir sessiya uchun standart metama'lumot pasportini yuritish.

2. Ortofotoning absolyut va nisbiy aniqligini mustaqil yer usti nazorat nuqtalari bilan tekshirish, aniqlik hisobotini yakuniy raster bilan birga saqlash.

3. Daryo o'zani, qirg'oq chizig'i, suv kanallari va antropogen obyektlar uchun yagona vektor qatlam sxemasi hamda atribut klassifikatorini joriy etish.

4. Tasvirda aniqlangan shubhali uchastkalarni dala ko'rigi va kadastr hujjatlari bilan verifikatsiya qilish; aerotasvirni huquqiy chegaraning yagona manbai sifatida talqin qilmaslik.

5. Asl tasvirlar, qayta ishlash loyihasi, ortofoto, vektor qatlamlar va sifat nazorati bayonnomasini versiyalar bo'yicha arxivlash; fayl nomlarida hudud va sanani majburiy ko'rsatish.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Backes, D., Smigaj, M., Schimka, M., Zahs, V., Grznárová, A., Scaioni, M. River Morphology Monitoring of a Small-scale Alpine Riverbed

Using Drone Photogrammetry and LiDAR. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XLIII-B2, 2020. P. 1017–1024. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-1017-2020>

2. Özcan, O., Özcan, O. Multi-temporal UAV Based Repeat Monitoring of Rivers Sensitive to Flood. Journal of Maps, 17(3), 2021. P. 163–170. <https://doi.org/10.1080/17445647.2020.1820387>

3. Giuliatti, N., Allevi, G., Castellini, P., Garinei, A., Martarelli, M. Rivers' Water Level Assessment Using UAV Photogrammetry and RANSAC Method and the Analysis of Sensitivity to Uncertainty Sources. Sensors, 22(14), 2022. 5319. <https://doi.org/10.3390/s22145319>

4. Chirchiq daryosi bo'yidagi suv fondi yerlarida o'tkazilgan Brouav VTOL-4 aeromonitoringi, GCS parvoz qaydlari, aerofototasvirlar va QGIS kameral qayta ishlash bo'yicha muallif tadqiqot materiallari. Bektemir tumani, Olmos mahallasi.