



UDK 528.94:004.9(575.1)

Diloromxon BAXTIYOROVA,
O'qituvchi, O'zbekiston Milliy universiteti
E-mail: ndilim.1996@gmail.com Orcid: 0009-0000-0661-7915

TOPOGRAFIK XARITALAR ASOSIDA "PANORAMA" GAT DASTURIDA ANDIJON SUV OMBORI ATROF HUDUDINING RAQAMLI RELYEF MODEL (RRM) NI ISHLAB CHIQUISH

Annotatsiya

Mazkur ishda Andijon suv ombori atrofi misolida gidrotexnik maqsadlar uchun relyefni raqamli modellashtirish (RRM) masalalari ko'rib chiqilgan. 1:100 000 masshtabdagi K-43-111 nomenklaturali topografik xaritalarni qayta ishlash uchun "Panorama" GAT (GIS) dasturiy majmuasini tanlash asoslab berilgan. Tadqiqotda raster ma'lumotlarni transformatsiya qilish, izolinialarni vektorlashtirish hamda balandliklar matritsasini keyinchalik gidrologik jihatdan korreksiya qilish algoritmi batafsil bayon etilgan.

Kalit so'zlar: GAT texnologiyalari, relyefning raqamli modeli (RRM), Andijon suv ombori, morfometriya, loyqa to'planishi, gidrologik modellashtirish, kartografiya, topografik xarita.

DEVELOPMENT OF A DIGITAL ELEVATION MODEL (DEM) OF THE TERRITORY SURROUNDING THE ANDIJAN RESERVOIR USING TOPOGRAPHIC MAPS IN THE "PANORAMA" GIS SOFTWARE

Annotation

This study examines the issues of digital terrain modeling (DEM) for hydrotechnical purposes using the example of the territory surrounding the Andijan Reservoir. The choice of the "Panorama" GIS software package for processing topographic maps of the K-43-111 nomenclature at a scale of 1:100,000 is substantiated. The research provides a detailed description of algorithms for raster data transformation, vectorization of contour lines, and subsequent hydrological correction of the elevation matrix.

Keywords: GIS technologies, digital elevation model (DEM), Andijan Reservoir, morphometry, sediment accumulation, hydrological modeling, cartography, topographic map.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА (ЦМР) ТЕРРИТОРИИ ВОКРУГ АНДИЖАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ОСНОВЕ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ В ПРОГРАММЕ «PANORAMA» ГИС

Аннотация

В данной работе рассмотрены вопросы цифрового моделирования рельефа (ЦМР) для гидротехнических целей на примере территории вокруг Андижанского водохранилища. Обоснован выбор программного комплекса «Panorama» ГИС для обработки топографических карт номенклатуры K-43-111 масштаба 1:100 000. В исследовании подробно изложены алгоритмы трансформации растровых данных, векторизации изолиний, а также последующей гидрологической коррекции матрицы высот.

Ключевые слова: ГИС-технологии, цифровая модель рельефа (ЦМР), Андижанское водохранилище, морфометрия, накопление наносов, гидрологическое моделирование, картография, топографическая карта.

Kirish. Markaziy Osiyoda suv resurslarini boshqarishning zamonaviy sharoitida nafaqat gidrotexnik inshootlardan foydalanish, balki ularning holatini doimiy monitoring qilish ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Farg'ona vodiysi uchun muhim gidrotexnik obyektlardan biri Qoradaryo daryosi oqimini tartibga soluvchi Andijon suv ombori hisoblanadi. Biroq ushbu gidrouzelning uzoq yillar davomida faoliyat yuritishi muqarrar ravishda bir qator salbiy ekzogen jarayonlar bilan bog'liq: suv ombori kosasining foydali sig'imining loyqa bilan to'lishi hamda qirg'oq chizig'ining o'zgarishi. Bu jarayonlar to'g'ridan-to'g'ri to'g'on xavfsizligi va sug'orish tizimining samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi [1].

Ushbu jarayonlarni obyektiv baholash uchun an'anaviy qog'oz kartografik materiallari endilikda yetarli emas. Shuning uchun relyefning yuqori aniqlikdagi raqamli modellari (RRM) ga o'tish zarur bo'lib, ular avtomatlashtirilgan rejimda suv yig'ilish havzasining morfometrik xususiyatlarini hisoblash hamda eroziya xavfi mavjud hududlarni prognoz qilish imkonini beradi. SRTM va ASTER GDEM kabi mavjud global modellar keng foydalanish imkoniyatiga ega bo'lishiga qaramay, muhandislik hisob-kitoblari uchun lokal miqyosda zarur bo'lgan balandlik aniqligini ko'pincha ta'minlay olmaydi. Shu sababli an'anaviy topografik xaritalar asosida lokal raqamli relyef modellarini yaratish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etadi [2].

Mazkur tadqiqotda 1:100 000 masshtabdagi K-43-111 nomenklaturali topografik xarita bilan qamrab olingan Andijon suv ombori atrofi tadqiqot obyekti sifatida tanlandi. Ushbu hudud alohida qiziqish uyg'otadi, chunki u suv oqimining shakllanish zonalarini hamda suv ombori akvatoriyasiga cho'kindi materiallar kirib kelish xususiyatini belgilovchi murakkab tog' relyefini o'z ichiga oladi [3].

Belgilangan vazifani amalga oshirish uchun dasturiy vosita sifatida "Panorama" geoinformatsion tizimi tanlandi. Mazkur dasturiy ta'minotning tanlanishi uning O'zbekistonning tegishli davlat idoralarida keng qo'llanilishi hamda raster materiallar va balandlik matritsalarini qayta ishlash bo'yicha keng funksional imkoniyatlarga ega ekanligi bilan izohlanadi. Tadqiqotda qog'oz xaritalar asosida relyefni raqamlashtirish jarayonida yuzaga keladigan muammolar, jumladan boshlang'ich kartografik material deformatsiyalarini bartaraf etish va hosil qilingan raqamli modelni gidrologik jihatdan korreksiya qilish masalalari hal etiladi [4].

Bunday modelni yaratish suv omborining to'lish ssenariyalarini modellashtirish hamda antropogen ta'sir natijasida landshaftdagi o'zgarishlar dinamikasini baholash imkonini beruvchi dolzarb geoinformatsion asosni shakllantirish uchun muhim bosqich hisoblanadi [5].

Tadqiqot materiallari va usullari

Tadqiqot obyekti va boshlang'ich ma'lumotlar

Kartografik modellashtirish obyekti sifatida Andijon suv omborining sharqiy qismiga tutash hudud hamda Qoradaryo (Kurshab) daryosi havzasida oqim shakllanish zonasi tanlandi. Tadqiqotning fazoviy asosi sifatida 1:100 000 masshtabdagi K-43-111 (Gulcha) nomenklaturali topografik xarita varag'idan foydalanildi.

Mazkur masshtab (1:100 000) hududni regional darajada qamrab olish bilan birga orografiyaning yetarli darajada detallashtirilishini ta'minlaydi. Boshlang'ich kartografik material 1942-yil koordinatalar tizimi (SK-42) da, Gauss-Krüger proyeksiyasining 13-zonasida tuzilgan bo'lib, bu holat uni arxiv ma'lumotlari hamda zamonaviy kadastr ma'lumotlari bilan geometrik jihatdan mos kelishini ta'minlaydi. Xaritaning balandlik asosi Boltiq balandlik tizimiga asoslangan. Mazkur varaqda tog'li hududlar uchun relyef kesimi 40 metr, tog' oldi zonalar uchun esa 20 metrni tashkil etadi. Bu ko'rsatkichlar relyefning raqamli modelini yaratish uchun yetarli aniqlikni ta'minlaydi.

Apparat va dasturiy ta'minot

Geofazoviy ma'lumotlarni qayta ishlash va relyef yuzasini matematik modellashtirish ishlari "Panorama" professional geoinformatsion tizimi (KB "Panorama") muhitida amalga oshirildi. Mazkur dasturiy majmua tarkibida mavjud "3D tahlil kompleksi" hamda "Xarita muharriri" modullari raster tasvirlarni vektorlashtirishdan tortib balandlik matritsalarini yaratish, sifat nazoratini o'tkazish va ularni MTW formatida eksport qilishgacha bo'lgan barcha jarayonlarni amalga oshirish imkonini beradi.

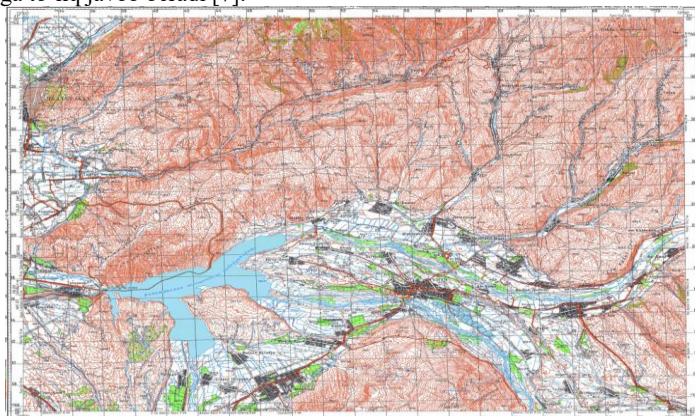
Ma'lumotlarni qayta ishlash metodikasi

Relyefning raqamli modelini yaratish texnologiyasi to'rt bosqichdan iborat ketma-ket jarayonni o'z ichiga oladi.

1. Raster korreksiyasi va georeferensiya

Birinchi bosqichda qog'oz xaritaning skaner qilingan tasvirida yuzaga kelgan deformatsiyalar bartaraf etildi (1-rasm). "Panorama" GAT dasturida raster tasvirni tayanch nuqtalar bo'yicha transformatsiya qilish usuli qo'llanildi. Tayanch nuqtalar sifatida xarita varag'i ramkasining burchaklari hamda kilometrlik koordinata tarmog'i chiziqlari kesishgan nuqtalar tanlandi [6].

Nolinear buzilishlarni kamaytirish maqsadida polinomial transformatsiya algoritmi qo'llanildi. Natijada bog'lashning o'rtacha kvadratik xatosi (RMS) xarita masshtabida 0,2 mm dan oshmadi, bu esa raqamli topografik rejalarni yaratish uchun belgilangan aniqlik talablariga to'liq javob beradi [7].



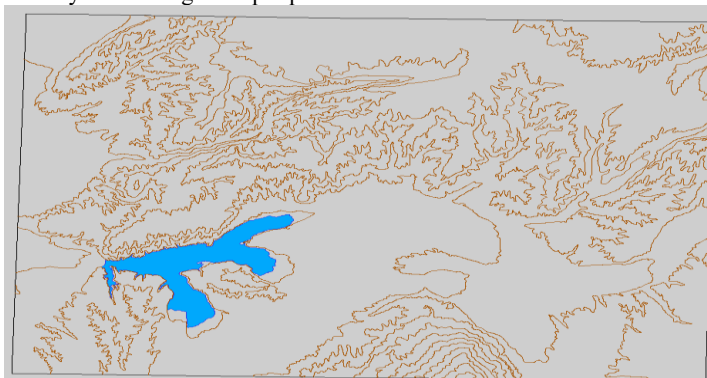
1-rasm. Boshlang'ich kartografik material fragmenti — 1:100 000 masshtabdagi Bosh shtab topografik xaritasi (nomenklatura varag'i K-43-111).

2. Vektorlashtirish

Modelning vektor asosini yaratish yarim avtomatik rejimda amalga oshirildi. Raqamlashtirish jarayonida relyef yuzasining geometriyasini shakllantiruvchi asosiy elementlar (2-rasm) ajratib olindi:

- gorizontalar (asosiy, qalinlashtirilgan va qo'shimcha);
- xarakterli nuqtalarning balandlik belgilari (cho'qqilar, egarlar, suv sathining chegaralari);
- relyefning strukturaviy chiziqlari (talveglar, suvayirg'ichlar, jarlik qirralari) [8].

Har bir obyektga raqamli klassifikator (RSC) ga muvofiq semantik kod biriktirildi. Bu esa interpolatsiya jarayonida dastur tomonidan balandlik xususiyatlarini to'g'ri talqin qilish uchun zarur hisoblanadi.



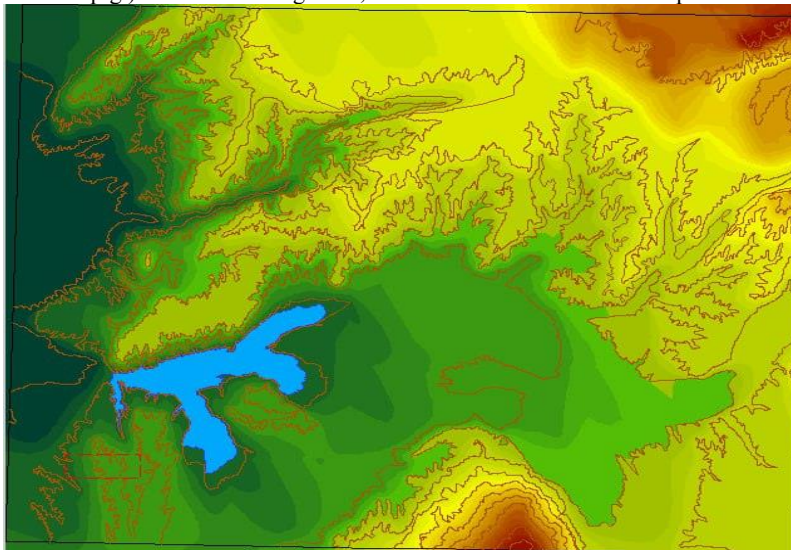
2-rasm. "Panorama" GIS muhitida yaratilgan Andijon suv ombori atrofidagi hududning raqamli xaritasining vektor asosidan fragment. Unda "Quruqlik relyefi" qatlamlari (jigarrang izolinialar) va "Gidrografiya" qatlami (suv ombori akvatoriyasi) vizual ko'rinishda tasvirlangan.

3. Balandliklarning muntazam matritsasini (DEM) yaratish

Tayyorlangan vektor ma'lumotlar to'plami asosida balandliklar matritsasi (Grid) hosil qilindi. Interpolyatsiya uchun matematik algoritmlar sifatida "to'r bo'yicha o'rtacha vaznlangan interpolyatsiya" usuli qo'llanildi hamda bunda chiziqli va nuqtaviy obyektlar hisobga olindi [9].

"Panorama" GIS muhitidagi ushbu algoritmlar izoliniallar orasidagi yuzani to'g'ri tiklash imkonini beradi va yotiq qiyaliklarda sun'iy "terrasa" (pog'onali) shakllar paydo bo'lishining oldini oladi.

To'r qadami (model aniqligi) 20 metr etib belgilandi, bu 1:100 000 masshtab uchun optimal hisoblanadi (3-rasm).



3-rasm. Balandliklarning muntazam matritsasi (MTW formatida) vizual tasvirlash. Relyefning vertikal bo'linishini ko'rsatish uchun gipsometrik rang shkalasi qo'llanilgan: talveglar (ko'k-yashil ranglar spektri) dan suvayirg'ich tizmalargacha (jigarrang ranglar spektri).

4. Hidrologik tuzatish va verifikatsiya

So'nggi bosqich balandliklar matritsasi gidrologik tuzatish (Hydrological Enforcement) jarayonini o'z ichiga oldi. Oqimni tahlil qilish vositalari yordamida boshlang'ich nuqtalar zichligi yetarli bo'lmagan joylarda yuzaga kelgan lokal artefaktlar - oqimsiz pastliklar (sinkholes) aniqlanib bartaraf etildi [10].

Modelning to'g'riligi kross-verifikatsiya (cross-validation) usuli yordamida tekshirildi. Bunda DEM orqali olingan balandlik qiymatlari modelni qurishda ishtirok etmagan, ammo boshlang'ich topografik xaritada mavjud bo'lgan nazorat nuqtalari bilan taqqoslandi.

Natijalar va muhokama

Tadqiqotning asosiy natijasi sifatida K-43-111 varag'i hududi uchun "Panorama" GIS muhitida balandliklarning muntazam matritsasi (MTW) yaratildi.

Sintez qilingan relyef yuzasi 800 metrdan 2000 metrgacha bo'lgan balandlik diapazonini qamrab olib, Olay tizmasining sharqiy qismining murakkab morfostrukturasini batafsil aks ettiradi [11].

Relyef kesimi balandligi (20 m) tajriba asosida 1:100 000 masshtab uchun optimal deb tanlandi. Bunday aniqlik darajasi raqamlashtirish jarayonidagi "mikroshovqin"ni bartaraf etish bilan birga, eroziya kesimlarining qirralari va talveglarini aniq saqlab qolishga imkon beradi.

- Relyef tuzilishi yuqori energiya darajasi bilan tavsiflanadi. Suv yig'ilish maydonining 53 % qismi 20° dan ortiq qiyalikli faol denudatsiya zonalariga to'g'ri keladi.

- 5–20° qiyalikli tranzit yonbag'irlar hududning 35 % ini egallaydi. Faqat 12 % hudud nisbatan barqaror akumulativ tekisliklar hisoblanadi.

- Bunday katta ulushdagi tik yonbag'irlar mavjudligi intensiv yuzaki yuvilish jarayonlarini keltirib chiqaradi.

- Yonbag'irlar ekspozitsiyasi tahlili ham qo'shimcha xavf omilini aniqladi. Hududda asosan janubiy va janubi-g'arbiy yo'nalishdagi yonbag'irlar ustunlik qiladi [12].

Shunday qilib, model suv ombori havzasini mexanik tozalash faqat qisqa muddatli natija berishini ko'rsatadi.

Yaratilgan DEM fitomelioratsiya ishlari va terrasalar hosil qilish tadbirlarini aynan aniqlangan eroziyaga moyil yonbag'irlarda amalga oshirish zarurligini ilmiy asoslab beradi.

Xulosa. Andijon suv ombori atrofidagi hudud relyefini raqamli modellashtirish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar GIS texnologiyalarining gidrologik va geomorfologik jarayonlarni o'rganishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatdi. Tadqiqot davomida "Panorama" GIS tizimi yordamida 1:100 000 masshtabdagi topografik materiallar asosida hududning raqamli relyef modeli yaratildi. Raster ma'lumotlarni polinomial transformatsiya qilish, izolinialarni vektorlashtirish hamda gidrologik tuzatish algoritmlarini qo'llash natijasida boshlang'ich kartografik manbalardagi deformatsiyalar bartaraf etildi va relyef yuzasi real holatga yaqin shaklda tiklandi. Bu esa hududning morfometrik xususiyatlarini aniq tahlil qilish imkonini berdi.

Olingan natijalar suv omborining loyqa bilan to'lish jarayoni suv yig'ilish havzasining relyef tuzilishi bilan bevosita bog'liqligini tasdiqladi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, Qoradaryo daryosi drenaj qiladigan hududning yarmidan ortiq qismi 20° dan katta qiyalikli, eroziyaga moyil yonbag'irlardan iborat bo'lib, aynan ushbu hududlar qattiq oqim shakllanishining asosiy manbai hisoblanadi. Shu sababli bu jarayon suv omborining foydali hajmini bosqichma-bosqich kamaytiruvchi muhim omillardan biri sifatida baholanishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. O'z DSt 1.05:2019, O'zbekiston Respublikasining davlat standartlashtirish tizimi. Raqamli kartografiya. Umumiy talablar. Toshkent, O'zbekiston: O'zstandart agentligi, 2019.
2. Ahmedov M. A. and Karimov R. M., "Farg'ona vodiysidagi o'zan tipidagi suv omborlarining loyqalanish dinamikasini masofadan zondlash usullari yordamida baholash," Markaziy Osiyoda gidrotexnika va melioratsiya, no. 3, pp. 14–19, 2022.
3. Berlyant A. M., Kartografiya. Moscow, Russia: KDU, 2019.
4. Glebova L. N., "Panorama" GIS muhitida raqamli relyef modellarini yaratish texnologiyalari. Moscow, Russia: KB "Panorama", 2021.
5. kramovaM. R. I, "Transchegaraviy daryolar suv resurslarini boshqarish muammolari (Qoradaryo havzasi misolida)," O'zbekiston Milliy universiteti axborotnomasi. Geografiya seriyasi, vol. 2, no. 1, pp. 45–52, 2023.
6. Lurye I. K., Geoinformatsion kartografiyalash. Geoinformatika usullari va kosmik suratlarni raqamli qayta ishlash. Moscow, Russia: Moscow State University Press, 2016.
7. Muhamedov A. K., "Andijon suv omborining morfometrik xususiyatlari va ularning to'g'onning ekspluatatsion rejimiga ta'siri," Irrigatsiya va suv muammolari, no. 4, pp. 22–27, 2020.
8. Hikmatov F. X. and Aytbayev T. P., Markaziy Osiyoning tog' daryolari suv resurslaridan foydalanishning gidrologik asoslari. Toshkent, O'zbekiston: Fan, 2018.
9. Chub V. E., Iqlim o'zgarishi va uning O'zbekiston Respublikasidagi gidrometeorologik jarayonlar, agroiklimiy hamda suv resurslariga ta'siri. Toshkent, O'zbekiston: NIGMI, 2007.
10. Topografik xarita, masshtabi 1:100 000, nomenklatura varag'i K-43-111 (Gulcha). Toshkent, USSR: GUGK, 1986.
11. "Geoinformatsion tizim 'Panorama'. Foydalanuvchi qo'llanmasi. Balandliklar matritsasini qayta ishlash va relyef tahlili," [Online]. Available: <https://gisinfo.ru>. Accessed: Feb. 15, 2025.
12. USGS, "Earth Explorer: Digital Elevation Models (SRTM 1 Arc-Second Global)," [Online]. Available: <https://earthexplorer.usgs.gov>.