



UDK: 528.4(004)

Manuchexr BOBOKALONOV,
PhD, Samarqand davlat texnika universiteti, Samarqand, O'zbekiston
E-mail: bobakalonovmanuchehr@gmail.com

PhD, dotsent L.Ibragimov taqrizi asosida

PREPARATION OF A GNSS RECEIVER FOR RTK SURVEYING USING SURPAD 4.0 TO IDENTIFY RAINWATER ACCUMULATION AREAS IN SAMARKAND CITY

Annotation

This article examines the identification and geodetic investigation of rainwater accumulation areas in the city of Samarkand. The study describes the process of preparing a GNSS receiver for Real-Time Kinematic (RTK) surveying using the SurPad 4.0 software, including device configuration, input of base station and rover parameters, and methods for obtaining high-precision coordinates. Based on RTK technology, geospatial data were collected to identify low-lying areas prone to rainwater accumulation, determine their precise coordinates, and develop a digital terrain model. The obtained results can be applied to urban drainage planning, flood risk assessment, and the improvement of geodetic surveying accuracy.

Keywords: rainwater, rainwater accumulation areas, GNSS receiver, RTK surveying, SurPad 4.0, geodetic measurements, coordinates, topographic survey.

ПОДГОТОВКА GNSS-ПРИЕМНИКА К RTK-СЪЕМКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ SURPAD 4.0 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЧАСТКОВ СКОПЛЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ВОД В ГОРОДЕ САМАРКАНДЕ

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы выявления и геодезического исследования участков скопления дождевых вод в городе Самарканде. В ходе исследования описаны этапы подготовки GNSS-приемника к RTK-съемке (Real-Time Kinematic) с использованием программного обеспечения SurPad 4.0, включая настройку оборудования, ввод параметров базовой станции и ровера, а также методы получения высокоточных координат. На основе технологии RTK были собраны геопространственные данные, позволяющие определить низменные участки, подверженные скоплению дождевых вод, установить их точные координаты и создать цифровую модель рельефа. Полученные результаты могут быть использованы при проектировании городских систем водоотведения, оценке риска подтопления и повышении точности геодезических измерений.

Ключевые слова: дождевые воды, участки скопления дождевых вод, GNSS-приемник, RTK-съемка, SurPad 4.0, геодезические измерения, координаты, топографическая съемка.

SAMARQAND SHAHRINING YOMG'IR SUVLARI TO'PLANADIGAN HUDUDLARNI SURPAD 4.0 DASTURI YORDAMIDA GNSS QABUL QILGICHNI RTK SYOMKAGA TAYYORLASH

Annotatsiya

Ushbu maqolada Samarqand shahrida yog'ingarchilik natijasida yomg'ir suvlari to'planadigan hududlarni aniqlash va ularni geodezik jihatdan o'rganish masalalari yoritilgan. Tadqiqot davomida SurPad 4.0 dasturi yordamida GNSS qabul qilgichni RTK (Real Time Kinematic) syomkaga tayyorlash bosqichlari, qurilmani sozlash, bazaviy va rover parametrlarini kiritish hamda yuqori aniqlikdagi koordinatalarni olish usullari bayon etilgan. RTK texnologiyasi asosida olingan geofazoviy ma'lumotlar yordamida yomg'ir suvlari to'planadigan pastqam hududlarni aniqlash, ularning koordinatalarini belgilash va keyinchalik raqamli relyef modelini yaratish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: yomg'ir suvlari, suv to'planadigan hududlar, GNSS qabul qilgich RTK syomka, SurPad 4.0, geodezik o'lchovlar, koordinatalar, topografik syomka.

Kirish. Zamonaviy muhandislik-geodezik izlanishlarda real vaqt rejimidagi kinematik o'lchash (RTK) texnologiyasi dala ishlarining tezkorligi va aniqligini oshiruvchi asosiy usullardan biri hisoblanadi. RTK syomkaning barqaror ishlashi nafaqat GNSS qabul qilgichlarning texnik imkoniyatlariga, balki boshqaruv dasturida loyiha parametrlarini to'g'ri belgilash, koordinata tizimini tanlash, baza va rover qurilmalarini mos ravishda sozlash hamda tuzatmalar uzatish kanalini ishonchli tashkil etishga ham bog'liq. Mazkur bo'limda Stonex S9II turidagi GNSS qabul qilgichni SurPad 4.0 mobil dasturi orqali syomka jarayoniga tayyorlashning amaliy ketma-ketligi ilmiy-uslubiy nuqtai nazardan yoritiladi[1].

SurPad 4.0 Android operatsion tizimida ishlaydigan dala dasturi bo'lib, u GNSS qabul qilgich bilan Bluetooth orqali aloqa o'rnatish, yangi loyiha yaratish, koordinata va proyeksiya parametrlarini kiritish, baza hamda rover rejimlarini sozlash, nuqta va chiziqli obyektlarni o'lchash, natijalarni saqlash va eksport qilish imkonini beradi. Dastur turli ishlab chiqaruvchilarning GNSS qabul qilgichlari bilan ishlashi mumkin, biroq qurilma modeli va ichki protokollariga qarab ayrim menyu nomlari yoki parametrlar joylashuvi farq qilishi ehtimoldan xoli emas.[2,3,4]

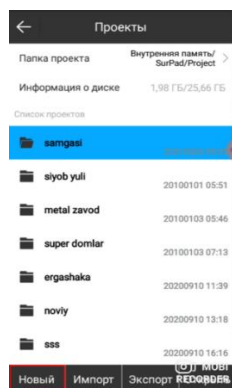
Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Muammoning ilmiy-uslubiy asoslarini nazariy jihatdan tadqiqi shuni ko'rsatadiki, jahonda urbanizatsiya jarayonlarining jadallashuvi, sun'iy qoplamalar maydonining kengayishi va mavjud drenaj tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi kuchli yog'ingarchilik davrida shahar hududlarining suv bosishi xavfini baholash, GAT texnologiyalari va raqamli relyef modellari yordamida yomg'ir suvlari oqimlarini boshqarish hamda drenaj tarmoqlarining

samaradorligini oshirishga doir ilmiy tadqiqotlar D.Butler, V.T.Chow, J.W.Davies, L.W.Mays, D.R.Maidment, M.F.Goodchild, P.A.Burrough, M.Batty va K.Ergen kabi xorijlik olimlar tomonidan olib borilgan[5,6,7,8]

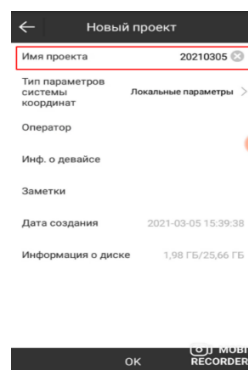
Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot Samarqand shahrida yog'ingarchilik natijasida yomg'ir suvlari to'planadigan hududlarni aniqlash maqsadida zamonaviy geodezik o'lchash usullari va GNSS texnologiyalaridan foydalanish asosida amalga oshirildi. Tadqiqotning asosiy metodologiyasi dala o'lchovlari, sun'iy yo'ldosh geodeziyasi, RTK (Real Time Kinematic) texnologiyasi hamda geofazoviy ma'lumotlarni qayta ishlash bosqichlarini o'z ichiga oladi[9]

Tahlil va natijalar. Dala ishlarini boshlashdan oldin GNSS qabul qilgichlarning quvvat manbalari, radio yoki internet aloqa moduli, kontrollerni Bluetooth holati va dastur versiyasi tekshiriladi. Baza qurilmasi ochiq osmon sharoitida, sun'iy to'siqlar va kuchli elektromagnit manbalardan imkon qadar uzoq joyga o'rnatilishi lozim. Antenna markazi geodezik nuqta ustiga aniq markazlashiriladi va antenna balandligi qiya yoki vertikal usulda o'lchanib, dala jurnaliga qayd etiladi.

SurPad 4.0 dasturi ishga tushirilgach, bosh menyudagi «Проекты» bo'limi tanlanadi va «Новый проект» buyrug'i orqali yangi loyiha yaratiladi. Loyiha nomida obyekt, sana yoki hududni ifodalovchi qisqa va tushunarli identifikator qo'llash maqsadga muvofiq.

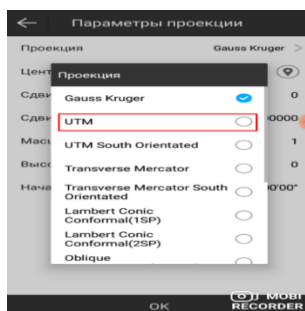


1-rasm. Loyihalar ro'yxati



2-rasm. Yangi loyiha parametrlarini kiritish

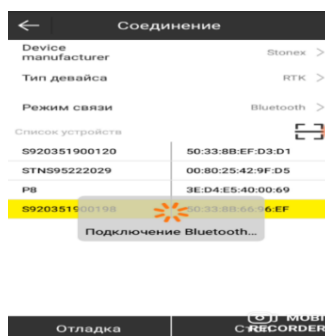
RTK o'lchash natijalarining kartografik va geodezik jihatdan to'g'ri talqin qilinishi koordinata tizimi parametrlarining aniq kiritilishiga bog'liq. Loyiha yaratilgandan so'ng «Параметры системы координат» oynasida ellipsoid, datum, проексия turi, markaziy meridian, zona raqami, masshtab koeffitsiyenti, soxta sharqiy va shimoliy koordinatalar qiymatlari tekshiriladi. Noto'g'ri tanlangan ellipsoid yoki zona dala nuqtalarining o'nlab va hatto yuzlab metr siljib chiqishiga olib kelishi mumkin.



3-rasm. Proyeksiya turini tanlash oynasi

Koordinata tizimi sozlamalari yakunlangach, bosh menyudan «Приемник» bo'limiga o'tiladi. «Соединение» oynasida qurilma ishlab chiqaruvchisi, qabul qilgich turi va aloqa usuli sifatida Bluetooth tanlanadi. «Поиск» buyrug'i orqali yaqin atrofdagi qurilmalar skanerlanadi va qabul qilgichning seriya raqami yoki Bluetooth identifikatori bo'yicha kerakli qurilma belgilanadi. Ulanish muvaffaqiyatli bajarilganda dastur qabul qilgich holati, sun'iy yo'ldoshlar soni, batareya quvvati va ish rejimi haqidagi ma'lumotlarni ko'rsata boshlaydi.

Dala komplektida avval baza qabul qilgichi, undan keyin rover qabul qilgichi sozlanishi tavsiya etiladi. Bu yondashuv tuzatmalar uzatish kanalini oldindan ishga tushirish va rover konfiguratsiyasini baza parametrlariga moslashtirish imkonini beradi. Bir vaqtning o'zida bir nechta GNSS qurilmalari faol bo'lsa, noto'g'ri qabul qilgichga ulanishning oldini olish uchun seriya raqami albatta tekshiriladi.



4-rasm. Bluetooth orqali GNSS qurilmasini qidirish va ulash

Baza stansiyasi RTK tizimida tayanch vazifasini bajaradi va o'z koordinatalari asosida roverga differensial tuzatmalar yuboradi. «Baza» bo'limida baza koordinatasini kiritish usuli tanlanadi: ma'lum geodezik punkt koordinatasi, oldindan o'lchangan nuqta yoki avtonom kuzatuv natijasida aniqlangan koordinata. Yuqori aniqlik talab etiladigan ishlar uchun baza koordinatasini avtonom rejimda qabul qilish tavsiya etilmaydi; imkon qadar davlat geodezik tarmog'i punkti yoki ishonchli CORS yechimiga bog'langan koordinatadan foydalanish lozim.

Baza sozlamalarida tuzatmalar formati (masalan, RTCM), ma'lumot uzatish kanali (ichki radio yoki NTRIP), radio chastotasi, kanal raqami, protokol va uzatish quvvati bir-biriga mos belgilanadi. Antenna turi ro'yxatdan tanlanadi va o'lchangan antenna balandligi to'g'ri usulda kiritiladi. Antenna balandligidagi xato barcha rover nuqtalarining balandlik qiymatlariga tizimli ravishda ko'chadi, shu sababli ushbu parametrlar ikki marta tekshirilishi zarur.

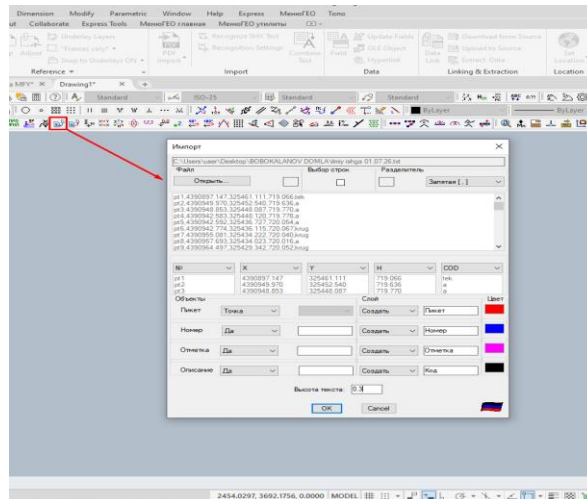
Dala sharoitida GNSS qurilmasi yordamida bajarilgan geodezik o'lchash natijalari qurilma xotirasidan TXT formatida kompyuterga yuklab olinadi. Mazkur faylda o'lchangan nuqtalarning tartib raqami, planli koordinatalari, mutlaq balandligi hamda nuqtaning joydagi xususiyatini ifodalovchi shartli kodlari keltiriladi. Ushbu ma'lumotlar keyingi kameral qayta ishlash jarayonining boshlang'ich ma'lumotlari hisoblanadi.

```
1,4390897.147,325461.111,719.066,tek
2,4390949.970,325452.540,719.636,a
3,4390948.853,325448.087,719.770,a
4,4390942.583,325448.120,719.778,a
5,4390942.592,325436.727,720.054,a
6,4390942.774,325436.115,720.067,krug
7,4390955.081,325434.222,720.040,krug
8,4390957.693,325434.023,720.016,a
9,4390964.497,325429.342,720.052,krug
10,4390964.837,325429.742,720.051,a
11,4390970.955,325422.724,720.059,krug
12,4390971.406,325423.319,720.037,a
13,4390978.792,325433.042,719.745,a
14,4390975.562,325436.196,719.764,a
15,4390977.384,325437.475,719.692,a
16,4390987.232,325440.588,719.354,a
17,4390987.745,325440.832,719.385,br
18,4390988.471,325440.911,719.377,br
19,4390985.146,325448.512,719.195,a
20,4390985.738,325449.273,719.100,br
21,4390984.567,325465.665,718.666,br
22,4390985.808,325469.693,718.502,br
23,4390986.013,325469.604,718.500,br
24,4390986.282,325472.058,718.437,l
25,4390988.701,325468.675,718.517,trat
```

5-rasm. GNSS qurilmasidan yuklab olingan dala o'lchov ma'lumotlari

O'lchov natijalari kompyuterga ko'chirilgandan so'ng, ularning tuzilishi va to'liqligi dastlabki nazoratdan o'tkaziladi. Bunda koordinata qiymatlarining to'g'ri yozilganligi, nuqtalar raqamlanishining ketma-ketligi, balandlik qiymatlari hamda obyektlarni tavsiflovchi kodlarning mavjudligi tekshiriladi. Aniqlangan texnik xatolar bartaraf etilgach, ma'lumotlar grafik muhitda qayta ishlashga tayyorlanadi.

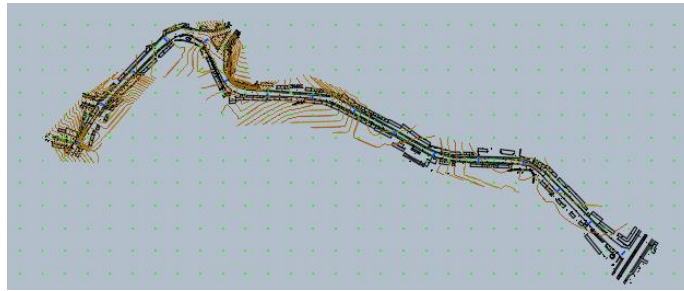
Kameral ishlarning keyingi bosqichida dala o'lchov ma'lumotlari AutoCAD dasturiga import qilinadi. TXT formatidagi koordinata ma'lumotlarini dastur muhitiga avtomatik ravishda yuklash uchun AutoCAD dasturiga moslashtirilgan maxsus GEO Menu pluginidan foydalaniladi. Ushbu plugin yordamida fayldagi ustunlar nuqta raqami, X va Y koordinatalari, balandlik qiymati hamda shartli kodlar bo'yicha ajratiladi.



6-rasm. GNSS qurilmasidan olingan o'lchov ma'lumotlarini AutoCAD dasturiga import qilish jarayoni

Ma'lumotlarni import qilish jarayonida koordinata ustunlarining to'g'ri tanlanishi muhim ahamiyatga ega. Chunki X va Y koordinatalarining noto'g'ri belgilanishi nuqtalarning plan holatida xato joylashishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, nuqta raqami, balandlik belgisi va tavsif kodi uchun alohida matn parametrlari belgilanadi. Import jarayoni yakunlangach, dala sharoitida o'lchangan barcha nuqtalar AutoCAD ishchi maydonida tegishli koordinatalar asosida avtomatik ravishda joylashtiriladi. "Topo" plugini yordamida nuqtalarning tavsif kodlariga mos shartli belgilar tanlanadi. Chiziqli obyektlar tegishli nuqtalarni o'zaro birlashtirish orqali hosil qilinadi, maydonli obyektlarning chegaralari esa yopiq kontur shaklida tasvirlanadi. Balandlik nuqtalari asosida relief elementlari tahlil qilinib, zarur hollarda gorizontallar o'tkaziladi.

Shuningdek, topografik planda koordinata to'ri, masshtab, shimol yo'nalishi, balandlik tizimi, shartli belgilar va zarur izohlar keltiriladi. Muhandislik kommunikatsiyalari turi va texnik xususiyatlariga qarab alohida qatlamlarda tasvirlanadi. Bu esa plan ma'lumotlarini keyinchalik tahrirlash, yangilash va turli loyihalash ishlarida qo'llash imkonini beradi.



7-rasm. AutoCAD dasturida shakllantirilgan yirik masshtabli topografik plan

Kameral qayta ishlash ishlari to'liq yakunlangach, o'rganilgan hududning yirik masshtabli topografik plani hosil qilinadi. Tayyorlangan plan hududdagi mavjud vaziyat, relyef shakllari, bino va inshootlar, yo'l tarmoqlari hamda muhandislik kommunikatsiyalarining fazoviy joylashuvi to'g'risida batafsil ma'lumot beradi.

Xulosa va takliflar. GNSS qurilmasida olingan dala ma'lumotlarini kameral qayta ishlash TXT faylni yuklash, dastlabki nazorat, AutoCAD dasturiga import qilish, nuqtalarni tekshirish, shartli belgilarni joylashtirish va yakuniy topografik planni rasmiylashtirish bosqichlaridan iborat. O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, SurPad 4.0 dasturi yordamida GNSS qabul qilgichni RTK syomkaga to'g'ri tayyorlash dala o'lchovlarining aniqligi va tezkorligini sezilarli darajada oshiradi. RTK texnologiyasi orqali santimetr aniqligidagi koordinatalarni qisqa vaqt ichida olish imkoniyati Samarqand shahrida yomg'ir suvlari to'planadigan hududlarni ishonchli aniqlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot davomida RTK usulida olingan geodezik ma'lumotlar asosida hududning pastqam nuqtalari va suv to'planishi ehtimoli yuqori bo'lgan joylar aniqlanib, ularning fazoviy joylashuvi baholandi. Ushbu ma'lumotlar shahar hududining raqamli relyef modelini yaratish, drenaj tizimlarini rejalashtirish va suv toshqinlari xavfini kamaytirish bo'yicha muhim axborot manbai hisoblanadi.

Shuningdek, tadqiqot natijalari GNSS RTK texnologiyasi va SurPad 4.0 dasturidan foydalanish an'anaviy geodezik o'lchash usullariga nisbatan mehnat sarfi va vaqtni kamaytirishini hamda geofazoviy ma'lumotlarning ishonchligini oshirishini ko'rsatdi.

ADABIYOTLAR

1. Бобокалонов М.Х. Математическое моделирование накопления экстремальных ливневых сточных вод в дренажных сетях города Самарканда и разработка прогнозных показателей// Ж. Электронное научно-практическое периодическое издание. Экономика и социум. – Саратов., ISSN: 2225-1545 №7. 2026. – С. 775–778. (11.00.00).
2. Bobokalonov M.X. Shahar hududida ekstremal yog'inlar ta'sirida yuzaga keladigan yomg'ir suvlari to'planishini geofazoviy modellashtrish // Material the Republican scientific-practical conference titled "The Role of Green Technologies in Regional Economic Development and Sustainable Growth" Samarkand 2025. – B. 66–71.
3. Bobokalonov M.X. Yirik shaharlarda yomg'ir suvlarini boshqarish bo'yicha mahalliy va xorijiy tajribalarni GAT texnologiyalari asosida tadqiq qilish // Material the Republican scientific-practical conference titled "The Role of Green Technologies in Regional Economic Development and Sustainable Growth" Samarkand 2025. – B. 52–59.
4. Bobokalonov M.X., Geoinnovatsion yondashuvlar asosida Samarqand shahridagi yomg'ir suvlari to'planishini 3D modellashtrish masalalari // "Global iqlim o'zgarishi va oziq-ovqat xavfsizligida o'simliklar genetikasi hamda eksperimental biologiyaning ahamiyati" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari , Toshkent 2025. – B. 367–371.
5. Bobokalonov M.X. Zamonaviy texnologiyalar yordamida Samarqand shahrining relyef sharoitini geodezik-kartografik uslubda baholash // "Fan, ta'lim, innovatsiyalar: tabiiy fanlar integratsiyasi hamda oziq-ovqat maxsulotlari ekologiyasi" mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari, Toshkent 2025. – B. 434–442.
6. Bobokalonov M.X. Samarqand shahridagi yomg'ir suvlari to'planadigan hududlarni xaritasini tuzish texnologiyasi// Journal of Healthcare and Life-Science Research ISSN: 2181-4368 Vol. 4, No. 12, 2025– B. 259-261
7. Bobokalonov M.X. Yomg'ir suvlarini boshqarishda bajariladigan geodezik-kartografik ishlarni takomillashtirish (Samarqand shahri misolida)// Qurilish va ta'lim ilmiy jurnali, Maxsus son-2 ISSN 2181-3779 2026- B. 87-94
8. Bobokalonov M.X. Development of an urban rain information system (uris) based on GIS technologies and remote sensing data // BG Pulse Journal Vol. 2 No. 07 2026- P. 2645-2654
9. Мягков С.С., Климов С.И., Дергачёва И.В. Краткосрочное прогнозирование селе-паводковой опасности с использованием ГИС-технологий // Известия Географического общества Узбекистана. 2020. Том 57. С. 275–279.
10. Мягков С.С., Мягков С.В. Наводнения в городах от ливней. Монография. - Ташкент: «Инновацион ривожланиш нашриёт - матбаа уйи», 2024. – 100 с.
11. Новиков В.Ю. Методология комплексного управления водозащитными мероприятиями. Автореферат дисс. на соиск. уч.ст. dok. ekon. наук, СПб, 2015, 80 с.
12. Орлов, В. Г. Основы инженерной гидрологии : учебное пособие / В. Г. Орлов, А. В. Сикан. - Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2003. - 187 с.