

ELEKTR STANSIYASI QURILISHI UCHUN TOPOGRAFIK VA GEODEZIK TADQIQOTLARNI TASHKIL ETISH

Qodirov Isomiddin Eshmo‘minovich

ORCID:ID 0009-0009-2310-1967

t.f.f.d. (PhD)

Iqtisodiyot va Pedagogika universiteti

Neft va gaz ishi kafedrası dotsenti

Mavlonov Dilmurod Noraliyevich

Qarshi Davlat Texnika Universiteti

magistrant

nematrasulov59@gmail.com

ANNOTATSIYA

Ushbu maqolada Nukus hududida barpo etilishi rejalashtirilgan shamol elektr stansiyasi uchun amalga oshirilgan topografik va geodezik izlanishlar tahlil qilinadi. Loyihada qo'llanilgan zamonaviy texnologiyalar (GNSS RTK, elektron taximetriya, AutoCAD, DEM) samaradorligi, innovatsion yondashuvlar va ilmiy-metodik takliflar bayon etiladi. Bajarilgan ishlarning texnik xususiyatlari, hududning tabiiy-geografik sharoiti hamda natijalarning amaliy ahamiyati muhokama qilinadi. Maqola yakunida shamol energetikasi sohasida geodezik tayyorgarlikni takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi

Kalit so'zlar: Shamol elektr stansiyasi, topografik suratga olish, GNSS RTK, AutoCAD, raqamli relyef modeli.

ABSTRACT

This article analysis the topographic and geodetic surveys carried out for the wind power plant planned to be built in the Nukus region. The effectiveness of modern technologies (GNSS RTK, electronic tacheometry, AutoCAD, DEM) used in the project, innovative approaches and scientific and methodological proposals are described. The technical characteristics of the work performed, the natural and geographical conditions of the area and the practical significance of the results are discussed. At the end of the article, recommendations are developed for improving geodetic training in the field of wind energy.

Keywords: Wind power plant, topographic survey, GNSS RTK, AutoCAD, digital relief model.

АННОТАЦИЯ

В данной статье анализируются топографо-геодезические изыскания, выполненные для ветровой электростанции, планируемой к строительству в

Нукусском районе. Описана эффективность современных технологий (GNSS RTK, электронная тахеометрия, AutoCAD, ЦМР), используемых в проекте, инновационные подходы и научно-методические предложения. Обсуждаются технические характеристики выполненных работ, природно-географические условия местности и практическая значимость полученных результатов. В конце статьи разработаны рекомендации по совершенствованию геодезической подготовки специалистов в области ветроэнергетики.

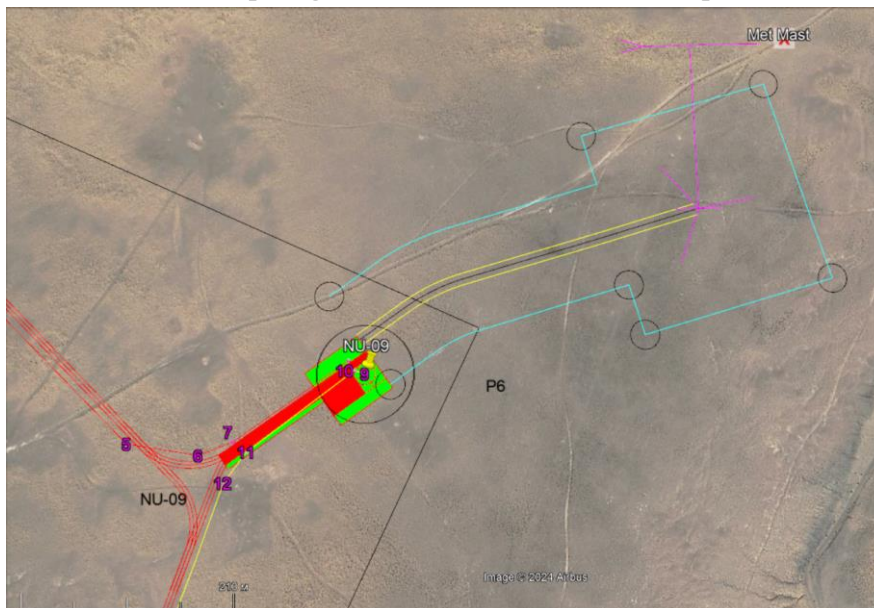
Ключевые слова: Ветроэлектростанция, топографическая съемка, GNSS RTK, AutoCAD, цифровая модель рельефа.

KIRISH

O'zbekiston Respublikasida qayta tiklanuvchi energetikani rivojlantirish doirasida ilk yirik shamol elektr stansiyasi qurilishi Karaqalpog'iston hududida, Nukus yaqinida amalga oshirilmoqda. Ushbu shamol elektr stansiyasi loyihasi O'zbekistondagi davlat-xususiy hamkorlik tamoyili asosida barpo etilayotgan birinchi mustaqil elektr stansiya (IPP) bo'lib, 16 ta zamonaviy shamol turbinasi (har biri 6,5 MVt) o'rnatilishi rejalashtirilgan. Loyiha hududi Nukusdan ~70 km janubi-sharqda, Beruniy tumani yerlarida joylashgan bo'lib, umumiy quvvati 104 MVt ga teng shamol ferma infratuzilmasini (turbinalar, 35 kV li elevatsion podstansiya, 220 kV li stansiya va $\sim 2 \times 15$ km uzunlikdagi 220 kV uzatish liniyalari) qamrab oladi. Bunday yirik inshootni loyiha qilish va qurilishiga kirishishda muhandislik izlanishlari, xususan topografik va geodezik tayyorgarlik ishlari alohida ahamiyat kasb etadi. Shamol elektr stansiyasi maydonining reliefi, mavjud yo'llar va kommunikatsiyalar, grunt tuzilishi va boshqa tabiiy-texnogen sharoitlarni puxta o'rganish kelgusida turbinalarni joylashtirish, poydevorlarni loyihalash hamda qurilish-montaj ishlarini to'g'ri rejalashtirish uchun zarurdir.

Shamol elektr stansiyasi uchun 2023-yilda amalga oshirilgan topografik-geodezik suratga olish ishlari mazkur hududning batafsil xaritasini tuzish, rejabalandiq asosiy geodezik tayanch nuqtalarni yaratish hamda loyihalash uchun zarur bo'lgan raqamli ma'lumotlarni tayyorlashga qaratildi. Ushbu maqolada bajarilgan ishlar texnik tahlili (topografik suratga olish jarayoni, geodezik nuqtalar aniqligi, ishlatilgan GNSS uskunalari, AutoCAD dasturiy ta'minoti va DEM formatidagi raqamli reja tuzilishi, RTK o'lchov usuli yondashuvi), innovatsion yondashuvlar (zamonaviy GNSS, elektron taхеometriya va kompyuter texnologiyalari qo'llanilishi hamda ularning samaradorligi) haqida so'z yuritiladi. Shuningdek, ilmiy-metodik takliflar sifatida O'zbekiston, xususan Qoraqalpog'iston hududida shamol energetikasi ob'ektlarini muhandislik-geodezik jihatdan tayyorlashni

takomillashtirish bo'yicha tavsiyalar beriladi. Maqola yakunida loyiha natijalari sharhi keltirilib, joyning geografik sharoiti, bajarilgan ish hajmlari, loyiha sifati va geodezik o'lchovlar asosida chiqarilgan xulosalar muhokama qilinadi.



1-rasm. Topografik suratga olish jarayoni.

TADQIQOTNING USULLARI

Geodezik asos tarmog'i va RTK usulida o'lchash Shamol elektr stansiyasi hududida muhandislik-topografik suratga olish ishlarini bajarishdan avval, geodezik tayanch tarmog'i yaratildi. Buning uchun avvalo yaqin atrofdagi mavjud davlat geodezik tarmog'i punktlari aniqlashtirilib, ularga GNSS qabul qilgichlari yordamida bog'lanildi. Ishlar xalqaro WGS-84 ellipsoidiga asoslangan UTM koordinatalar tizimida, balandliklar esa 1977 yil Baltika balandliklar tizimida olib borildi. Tayanch nuqtalar koordinatalari real vaqt rejimida kinematik (RTK) usulda aniqlandi. Bunda GNSS bazaviy stansiyasi va ko'chma rover qabul qilgich orqali radio modemi yordamida differensial tuzatmalar uzatilib, har bir nuqtaning koordinatalari bevosita dalada olinadi. RTK usulida odatda har bir nuqtada ~2–3 daqiqa davomida o'lchov olib borildi, bu vaqt ichida kamida 6 ta sun'iy yo'ldosh signallari qabul qilinib, ma'lumotlar yozib borildi. Bunday rejim bir nuqtali (standart) GPS o'lchamlariga nisbatan ancha yuqori – santimetr darajasidagi aniqlikni ta'minlaydi (oddiy GPS bilan bir necha metr xatolik bo'lsa, RTK differensial usulida ~1–3 sm aniq koordinatalar olinadi). O'lchovlar jarayonida bazis stansiya koordinatalari davlat tarmog'i nuqtalaridan hisoblangan transformatsiya parametrlarini inobatga olgan holda kalibrlab borildi. Natijada RTK usuli bilan qurilgan geodezik tayanch tarmog'ida rejalashtirma koordinatalar aniqligi $\pm 2-3$ sm gacha, balandlik aniqligi $\pm 5-10$ sm gacha ta'minlandi. Bu ko'rsatkichlar O'zbekiston qurilish me'yoriy

hujjatlarida belgilangan 1:1000 masshtabli suratga olish uchun ruxsat etilgan maksimal xatolik talablaridan yuqori aniqlikni ko'rsatadi. Geodezik asos nuqtalari mahalliy sharoitda mustahkam belgilab qo'yildi: har bir punktga metall markaz qo'yilgan beton monolit belgilar (E turdagi doimiy geodezik markaz) o'rnatilib, ularning joylashuv koordinatalari katalogi tuzildi. Jami 14 ta tayanch punkt o'rnatilib, dalada akt orqali buyurtmachiga topshirildi.



2-rasm. Geodezik asos nuqtalari mahalliy sharoitda mustahkamlash

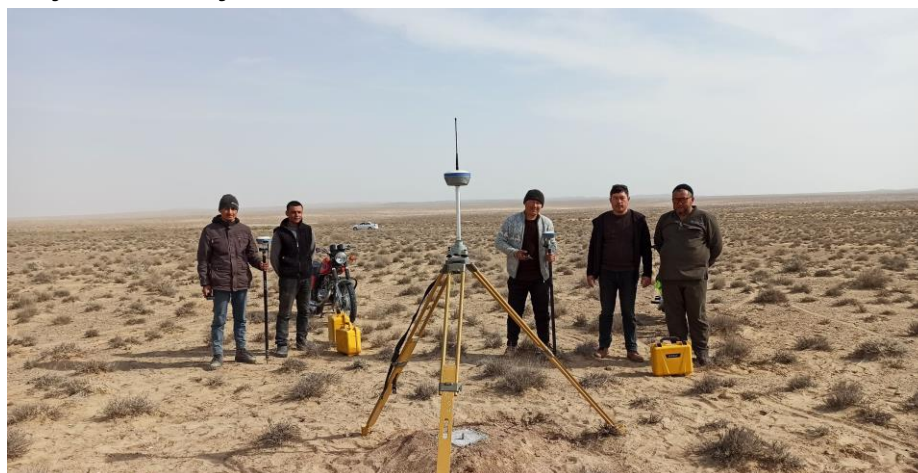
Geodezik tarmoq qurishda zarur hollarda Leica TS02 rusumli zamonaviy elektron taxeometrda ham foydalandi – ayniqsa GNSS qabul qilgich signali cheklangan qisqa bazis o'lchovlari yoki detallash ishlarida. Ushbu qurilma burchaklarni $\pm 5''$ aniqlikda, masofalarni $\pm(2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$ aniqlikda o'lchash qobiliyatiga ega bo'lib, 7,5 km gacha masofada masofa o'lchashi mumkin. Vertikal balandlik asosini mustahkamlash uchun ayrim nuqtalarda an'anaviy geodezik nivelirlash usuli ham qo'llanildi; N-05 markali optik nivelir hamda invar xod yordamida 1 km ga $\pm 0,2 \text{ mm}$ aniqlikda nisbiy balandlik farqlarini olish mumkinligi loyiha talablarini qanoatlantirdi.

NATIJA

Hududiy geodezik tayanch punktlar o'rnatilib, boshlang'ich geodezik asos yaratilgach, shamol stansiyasi qurilishi mo'ljallangan hududning topografik suratga olishi bajarildi. Suratga olish ishlari 1:1000 masshtabda, yer relyefini 0,5 m kesim oralig'ida egri chiziqlar (gorizontallar) orqali aks ettirish talabi bilan olib borildi. Asosiy ish maydoni taxminan 7 ga (gektar) ni tashkil etdi. Loyiha topshirig'iga muvofiq, hududning barcha muhim elementlari – relef (balandliklar, pastliklar,

adirlar), mavjud yerusti va yer osti kommunikatsiyalar (yo'llar, elektr uzatkichlari, quvurlar), gidrografik obyektlar (ariq va soy izlari, kollektorlar) hamda boshqa mavjud inshootlar (binolar, minoralar va h.k.) joyida o'lchab chiqildi. Topografik suratga olish ishlarini tajribali, sertifikatlangan muhandis-geodezist dala sharoitida olib bordi. Hudud chegaralaridan tashqarida qo'shimcha kamida 100 m masofagacha bo'lgan yer maydoni ham qamrab olindi – bunday yondashuv kelgusida turbinalarni joylashtirish yoki yo'l loyihalashda kontekstni to'liq hisobga olish imkonini beradi.

Suratga olish asosan GNSS qabul qilgichlardan foydalangan holda radial usulda amalga oshirildi: geodezik tarmoqning har bir tayanch punktidan rover qabul qilgich bilan atrofga tarqalgan nuqtalar koordinatalari olindi (zarur holatlarda, masalan, aniq sath o'lchash talab etilgan punktlarda nivelir yoki taxeometr yordamida aniqlik tekshiruvi o'tkazildi). Bunda dala o'lchov materiallari keyinchalik elektron tarzda ishlov berish uchun maxsus formatda yozib borildi. Suratga olish natijasida hududning raqamli relyef modeli (Digital Terrain Model, DTM) hamda batafsil raqamli topografik rejasi hosil bo'lishi uchun zarur barcha nuqta va chiziqli ma'lumotlari to'plandi. Dalada to'plangan ma'lumotlar maxsus dasturiy ta'minot vositasida qayta ishlanib, situatsion elementlar belgilandi va relyef sathi interpolatsiya qilindi. Natijada, loyiha hududining gorizontali aniqligi ~2,5 sm, vertikal aniqligi ~10 sm atrofida bo'lgan raqamli modeli olindi. Bu aniqlik shamol turbinalari poydevorlari, yo'l qiyaliklari va boshqa muhandislik yechimlarini loyihalash uchun yetarli darajadadir.



3-rasm. GNSS qabul qilgichlardan foydalangan holda radial usulda foydalanish.

Topografik ma'lumotlar asosida raqamli topografik reja (RTR) tuzildi. Raqamli reja AutoCAD 2021 dasturiy muhiti yordamida shakllantirilib, unda barcha *plan* elementlari alohida qatlamlarda ifodalandi (masalan, relef gorizontallari, troplar va yo'llar, quvurlar, elektr uzatish liniyalari, belgilar va yozuvlar va boshqalar). Yakuniy topografik chizma 1:1000 masshtabga ega, 0,5 m relyef kesim chiziqlari bilan,

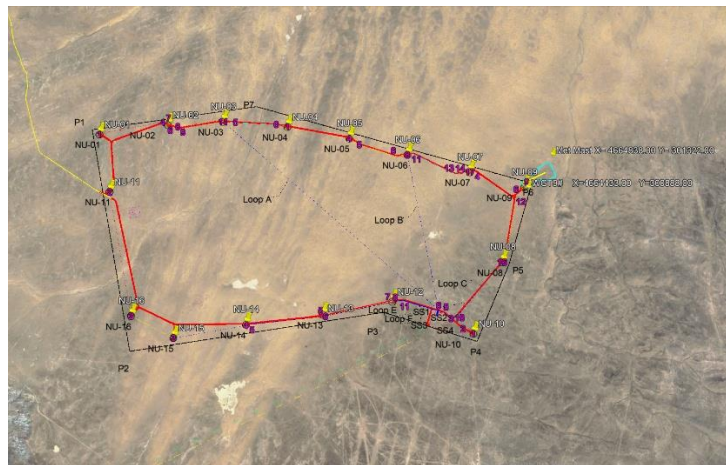
DXF/DWG formatdagi vektor fayl ko'rinishida tayyorlandi. Shuningdek, buyurtmachi talabiga asosan, PDF formatda yuqori aniqlikdagi elektron xarita va raqamli relyef modeli uchun DEM formatdagi grid-fayl (nuqtalar buluti ko'rinishida .xyz fayl) ham yaratildi. AutoCAD dasturida tayyorlangan rejada O'zbekiston Respublikasining amaldagi topografik shartli belgilar tizimi (me'yoriy hujjatlar № 13, № 15 ga muvofiq)dan foydalanildi – xaritada yer yuzasi ob'ektlari belgilari va yorliqlari davlat standartlari talablariga binoan ko'rsatildi. Topografik rejaning qog'ozda chop etiladigan nusxasi uchun alohida PDF loyiha varag'i tayyorlanib, unga masshtab shtabiki, relyef bo'yicha izohlar, konturning balandlik ko'rsatkichlari, shartli belgilar ro'yxati kabi elementlar kiritildi. Bajarilgan barcha topografik va geodezik ishlar yakunida texnik hisobot tuzilib, unda ishning mazmuni, qo'llangan usullar, asbob-uskunalar, aniqlik tahlili va topografik chizmalar jamlanmasi keltirildi. Hisobot matn qismi Microsoft Office formatida, grafik qismi esa AutoCAD 2021 formatida tayyorlanib, buyurtmachiga topshirildi.

MUHOKAMA.

Shamol elektr stansiyasi kabi katta maydonli muhandislik obyektlari uchun topografik-geodezik suratga olishda zamonaviy texnologiyalarni qo'llash an'anaviy usullar bilan taqqoslaganda sezilarli ustunliklar beradi. Mazkur loyihada quyidagi innovatsion yondashuv va yechimlar tatbiq etildi:

GNSS va RTK texnologiyasidan foydalanish. An'anaviy yer o'lchash (masalan, teodolit orqali poligonometriya yoki nivelirlash orqali balandlik o'lchash) ko'p vaqt va mehnat talab qiladi, keng ochiq hududlarda katta xatoliklar yig'ilishi mumkin. GNSS asosidagi RTK usuli esa bunday ishlarni tezkor va yuqori aniqlikda bajarishga imkon berdi. Bunda bir nechta sun'iy yo'ldosh tizimi (GPS, GLONASS, Galileo va b.q.)dan birvarakayiga signal qabul qiluvchi ikki chastotali qabul qilgichlar ishlatilgani hisobiga o'lchovlar barqaror va ishonchli chiqdi. RTK rejimida differensial tuzatmalarni real vaqtda qo'llash tufayli har bir nuqtaning koordinatasi dalaning o'zida hisoblanyapti va qo'shimcha kameralararo hisob-kitoblarsiz xaritaga tushirib borildi. Bu yondashuv natijasida topografik suratga olish muddati keskin qisqardi – masalan, 7 gektarlik hududni to'liq o'lchash atigi bir necha ish kunida yakunlandi. Bundan tashqari, dalaning o'zida koordinatalarni tekshirish va kerak bo'lsa qayta o'lchash imkoniyati bo'ldi, bu esa yakuniy ma'lumotlar sifatini oshirdi. Ayniqsa, Qoraqalpog'istonning keng ochiq sahro hududida GNSS qabul qilgichlari erkin va uzluksiz signal qabul qila olishi sabab, GPS yordamidagi topografik suratga olish keng hududlarni samarali qamrab olish imkonini berdi (bunday usul karerlar, dala maydonlari yoki shamol fermalari hududida juda qulay hisoblanadi). Shu bilan birga, RTK o'lchovlar relyativ usul bo'lgani bois, yakunda barcha ma'lumotlar

yagona davlat koordinatalar tizimiga bog'langan holda, yuqori aniqlik bilan taqdim qilindi.



4-rasm. GPS yordamidagi topografik suratga olish

Elektron taxeometriya va an'anaviy usullar integratsiyasi. Loyihada zamonaviy Leica TS02 elektron taxeometriyasi qurilmasi yordamida ayrim geodezik ishlar bajarildi. Bu qurilma lazerli masofa o'lchagich va elektron burchak o'lchagichga ega bo'lib, ma'lumotlarni ichki xotiraga raqamli formatda yozadi. Natijada, yuzlab nuqtalarning koordinatalarini tez va aniqlik bilan aniqlash va ularni kompyuterga o'tkazish mumkin bo'ldi. Taxeometr yordamida asosan GNSS uchun noqulay bo'lgan qisqa masofali o'lchovlar (masalan, mahalliy koordinat sistemasini aniqlash uchun qisqa bazislar) yoki topografik rejada yuqori aniqlikda ifodalanishi kerak bo'lgan mahalliy detallar (masalan, bino burchaklari, kommunikatsiya quduqlari) o'lchandi. Shuningdek, raqamli nivelirlash usuli qo'llanilishi geodezik balandlik aniqligini oshirishga xizmat qildi. Umuman olganda, GNSS+taxeometr+nivelir kombinatsiyasi orqali dala sharoitida eng optimal usullar majmuasi tanlandi va bu yondashuv har bir uskunaning afzalliklaridan maksimal foydalangan holda yuqori sifatli ma'lumotlarni to'plash imkonini berdi. An'anaviy geodeziyada qog'ozga qo'l bilan chizma chizish, uzun o'lchamlardan keyin ma'lumotlarni kodlash kabi inson omiliga bog'liq jarayonlar bu loyihada to'liq raqamli texnika bilan almashtirildi.

Xususan, AutoCAD 2021 muhiti murakkab topografik rejani barcha atributlari bilan chizishda qulay imkoniyatlar yaratdi – masalan, relyef gorizontallarini avtomatik generatsiya qilish, nuqtalar bulutidan silliq egri chiziqlar yaratish, standart belgilar kutubxonasidan foydalanish va hokazolar. Raqamli er modeli (DEM) tuzish orqali hududning relyefini kompyuterda 3D shaklda modellashtirish imkoni bo'ldi; buning natijasida turbinalarni joylashtirish, yo'l trassasini optimallashtirish kabi masalalarni raqamli model ustida sinab ko'rish osonlashadi. Shuningdek, .xyz formatdagi nuqtalar to'plami boshqa geoinformatsion tizimlar va injiniring dasturlariga ham import qilinishi mumkin – ya'ni, loyiha ishtirokchilari (masalan,

konstruktorlar, gidroloqlar va b.) o'zlariga zarur bo'lgan relyef kesimlarini yoki profillarini ushbu raqamli model orqali mustaqil olishi mumkin bo'ldi. Bu raqamli jarayon qurilish oldi izlanishlarining samaradorligini oshiradi, chunki har bir mutaxassisga qog'oz xarita emas, balki interaktiv raqamli ma'lumotlar to'plami taqdim etiladi. Yana bir muhim innovatsiya – loyiha materiallarini elektron tarzda almashish va arxivlash imkon. AutoCAD formatidagi reja, PDF xarita va boshqa materiallar bulutli xizmat orqali buyurtmachi va loyihachilarga yetkazildi, bu esa masofadan turib ko'rib chiqish va fikr bildirish imkoniyatini yaratdi..

XULOSA VA TAVSIYALAR.

Xulosa qilib aytganda topografik-geodeziya ishlari Nukus shamol energetikasi loyihasini loyihalash va qurish uchun ishonchli ma'lumotlarni taqdim etdi. Amaldagi texnologiyalar xalqaro aniqlik standartlariga muvofiqligini ta'minladi. Tadqiqot shuni ko'rsatadiki, GNSS RTK va raqamli ish oqimlarini qabul qilish qayta tiklanadigan energiya loyihalarida samaradorlik va ishonchlilikni oshiradi. Kelajakdagi yaxshilanishlar UAV integratsiyasini, doimiy GNSS tayanch stantsiyalarini va ma'lumotlarni qayta ishlashning ilg'or usullarini o'z ichiga olishi kerak.

1. Kelgusidagi shamol elektr stansiyalari uchun topografik suratga olish ishlarida ushbu CORS stansiyalariga ulanib o'lchash texnologiyasini tatbiq etish tavsiya etiladi.

2. Dala-geodezik o'lchashlar jarayoniga UAV texnologiyalarini joriy etish. Katta hududlarni suratga olishda uchuvchisiz uchish apparatlari (dronlar) dan fotogrammetrik usulda foydalanish samara beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. H.Muborakov. Geodeziya. T.: "Spectrum Media Group", 2021. -484 b.
2. Qodirov.I.E, Rasulov.N.Sh. GAT dasturlarida suvni muhofaza qilish zonalarini monitoring qilish. Oriental Journal of Geography. Current Issue - Vol. 5 No. 01 (2025): Vol 05, Issue 01, 2025
3. J.Urinov, I.Qodirov, N. Rasulov, Qarshi davlat texnika universiteti.Qishloq xo'jaligi yerlarini xatlovdan o'tkazish va elektron xaritalarini yaratish masalalari Agro kimyo himoya va o'simliklar karantini №-1 [108], 2025
4. .I.Qodirov, J.Urinov, K.Beyhan "Qashqadaryo viloyatining Koson va Muborak tumanlarida ichimlik suvi inshootlarini modernizatsiya qilish va rekonstruksiya qilish" Geodeziya, Kartografiya va Kadastr muammolari ilmiy jurnal (№1, 2025)
5. J.Ch.Urinov, I.E.Qodirov "Hududlarni rivojlantirish" fanidan o'quv qo'llanma 2025-yil.