

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD 26/26.01.2023.T.109.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI**

NIYAZOV VOHIDJON RO‘ZIEVICH

**GNSS ASOSIDA GEODEZIK TARMOQLARNI OPTIMALLASHTIRISH
USULLARINI ISHLAB CHIQISH (Konchilik obyektlari misolida)**

11.00.06 – Geodeziya. Kartografiya

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Samarqand – 2024

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
avtoreferati mundarijasi**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по
техническим наукам**

**Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Niyazov Vohidjon Ro'zievich

GNSS asosida geodezik tarmoqlarni optimallashtirish usullarini ishlab chiqish
(*konchilik obyektlari misolida*)..... 3

Ниязов Воҳиджон Рузиевич

Разработка метода оптимизации геодезической сети на основе GNSS
(*на примере горно – добывающих объектов*)..... 21

Niyazov Vohidjon Ruziyevich

Development of methods for optimizing the geodetic network based on GNSS
(*on the example of mining facilities*)..... 39

E'lon qilingan ishlar ro'uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD 26/26.01.2023.T.109.04 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT
ARXITEKTURA-QURILISH UNIVERSITETI**

NIYAZOV VOHIDJON RO‘ZIEVICH

**GNSS ASOSIDA GEODEZIK TARMOQLARNI OPTIMALLASHTIRISH
USULLARINI ISHLAB CHIQISH (Konchilik obyektlari misolida)**

11.00.06 – Geodeziya. Kartografiya

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Samarqand – 2024

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2021.1.PhD/T2172 raqami bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.samdaqu.uz) va "ZiyoNet" axborot-ta'lim portalida (www.ziynet.uz.) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Mirmaxmudov Erkin Raximjanovich
fizika matematika fanlari nomzodi, dotsent

Rasmiy opponentlar:

Abbasov Subxon Burxonovich
geografiya fanlari doktori, professor

Tashpulatov Sarvar Anvarovich
texnika fanlari nomzodi, professor

Yetakchi tashkilot:

Qarshi muhandislik – iqtisodiyot instituti

Dissertatsiya himoyasi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti huzuridagi PhD.26/26.01.2023.T.109.04 raqamli Ilmiy kengashning 2024 y. «30» mart soat 16 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 140147, Samarqand sh., Lolazor ko'chasi, 70-uy. Tel.: (0366) 237-15-93; faks: (0366) 237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz.

Dissertatsiya bilan Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ 240 raqami bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 140147, Samarqand sh., Lolazor ko'chasi, 70-uy. Tel. (0366) 237-06-06, e-mail: samdaqarm@edu.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2024-yil «18» 03 kuni tarqatildi.
(2024-yil «18» 03 dagi 2 raqamli reyestr bayonnomasi).



A.S. Suyunov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., professor

D.O. Jurakulov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, t.f.n., professor

S.B. Abbasov
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash goshidagi ilmiy seminar raisi, g.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori PhD dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda, global sun'iy yo'ldosh texnologiyalaridan (GNSS) foydalanib ishlab chiqarish obyektlarini, sanoat zonalarini loyihalash va qurish, dinamik obyektlar joylashgan hududlarda tabiiy, texnogen jarayonlarni kuzatish uchun sun'iy yo'ldosh geodezik tarmog'ini loyihalash, qurish, oriyentirlash va matematik qayta ishlash usullarini ishlab chiqish va tadqiq qilish hamda hududda mavjud davlat geodezik tarmog'ini optimallashtirishda zamonaviy usullarni takomillashtirish alohida ahamiyat kasb etmoqda. Bu borada BMTning Kosmosdan tinchlik maqsadlarida foydalanish qo'mitasining 50-sessiyasida "...GNSS texnologiyasi va geografik axborot tizimlaridan foydalangan holda hududlarning zilzilalar kabi baxtsiz hodisalar oqibatlarini hisobga oladigan deformatsiya modellarini ishlab chiqish"¹ zarur ekanligi alohida belgilangan. Har bir mamlakatning yagona koordinata tizimlari va GNSS koordinatalar tizimi o'rtasidagi o'tkazish parametrlarini aniqlash, sun'iy yo'ldosh nivelirlash usulidan foydalanib referents – ellipsoidiga oriyentirlash, sanoat zonalarini hududlarida joylashgan davlat geodezik tarmog'ini takomillashtirish va optimallashtirish uslubini amaliyotga joriy etish masalalariga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Jahonda foydali qazilmalarni qidirish, muhandislik – tadqiqot ishlarida va sanoat zonalarining foydali qazilma karyerlar hududlarida yer tuzishda geodezik ishlarni amalga oshirish uchun davlat geodezik tarmog'ini loyihalashni optimallashtirilgan zamonaviy usullarini yaratish, foydali qazilma konlari sanoat zonalarining topografik kartalarini tuzish va uch o'lchamli fazoviy modellarini yaratishda aniqligi yuqori bo'lgan GNSS va tezkor usullarni qo'llashning yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu sohada sanoat zonalarini joylashgan hududlar atrofida mavjud davlat geodezik tarmog'ini loyihalash, optimallashtirish, qurishda tarmoqning aniqligini oshirish, vaqt sarfini kamaytirishni ta'minlaydigan hamda davlat geodezik tarmog'idan foydalanish samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Respublikamiz hududida mavjud foydali qazilma konlarining sanoat zonalarini hududlarida joylashgan davlat geodezik tarmog'ini optimallashtirishning dolzarb vazifalaridan biri undagi kerakli miqdorda davlat geodezik tarmoq punktlarining koordinatalari aniqligini oshirishda GNSS dan foydalanish borasida ijobiy natijalarga erishilmoqda. O'zbekiston Respublikasining "Geodeziya va kartografiya faoliyati" to'g'risidagi qonuni²da ta'kidlangan "davlat geodeziya, nivelir, gravimetriya tarmoqlarini, geodezik zichlashtirish tarmoqlarini yaratish, rivojlantirish va ishlash holatida saqlab turish" va ".....geodinamika tadqiqotlarini amalga oshirish" bo'yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi Farmonida³ «Geologiya-qidiruv ishlari hajmini keskin oshirish.....» vazifasi belgilangan. Mazkur vazifani amalga oshirish, jumladan, sanoat zonalarini,

¹ https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1022R.pdf

² O'zbekiston Respublikasining «Geodeziya va kartografiya faoliyati to'g'risida» gi qonuni. Toshkent sh., 2020 yil 2 iyul, O'RQ-626-son. (<https://lex.uz/docs/4880160>)

³ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 30 yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida" gi №PF-60 farmoni 1-ilovasi.

foydali qazilma konlarini qurish, ekspluatatsiya qilish, dinamik obyektlar holatini kuzatish va boshqa ishlarda foydalanish uchun davlat geodezik tarmog'ini optimallashtirish hamda punktlar koordinatalarining aniqligini oshirish va bunda GNSS usullaridan foydalanish bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» davlat korxonasini isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida» 2020 yil 6 martdagi PQ-4629-sonli qarori, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 30.12.2021 y. PQ-72-son «O'zbekiston Respublikasining 2022-2026 yillarga mo'ljallangan investitsiya dasturini tasdiqlash hamda investitsiya loyihalarini boshqarishning yangi yondashuv va mexanizmlarini joriy etish to'g'risida»gi Qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining IV. «Axborotlashtirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlantirish hamda VIII. «Yer haqidagi fanlar» ustuvor yo'nalishlariga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Sohaga tegishli ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, davlat geodezik tarmog'ini optimallashtirish bo'yicha kompleks ilmiy-tadqiqotlar bo'yicha chet el va O'zbekistonda ko'plab ilmiy – tadqiqot ishlari olib borilgan. Binobarin, geodezik tarmoqlarni yaratish va optimallashtirish, tenglashtirish ishlarining nazariy va uslubiy asoslarini tadqiq qilishda A.Simokoei, T.Benzao, Z.Shaoring, G.Belwitt, E.W.Grafarend, Sh.Kuang, G.Schmitt va boshqalar tadqiq etishgan. Mustaqil Davlatlar Hamdo'stligi mamlakatlarida: Z.P.Tamutis, M.D.Gerasimenko, M.S.Molodenskiy, A.A.Izotov, P.S.Zakatov, V.P.Morozov, K.M.Antonovich, N.A.Teleganov, N.V.Yakovlev, V.D.Bolshakov, Yu.I.Markuze, V.V.Golubev, A.A.Genike, A.P.Gerasimov, E.G.Boyko va boshqa olimlar, shuningdek, marksheyderlik geodezik tarmoq yaratish bo'yicha Yu.J.Axmad, X.A.Moxamed, P.I.Baran, O.S.Raeva, A.L.Flyakovskiy, V.P.Morozova va boshqalar tadqiqot ishlarini amalga oshirgan.

O'zbekistonda geodezik tarmoqni o'rganishda E.R.Mirmaxmudov, X.Muborakov, S.A.Tashpulatov, A.S.Suyunov, T.M.Abdullaev, E.X.Isakov, D.O.Jurakulov, S.S.Sayidqosimov kabi olimlar faoliyat yuritishgan va ijobiy natijalarga erishganlar. Ammo yuqorida keltirilgan olimlar va tadqiqotchilar ilmiy ishlarida hozirgi kungacha dunyo miqyosida mavjud foydali qazilma konlari hududida joylashgan geodezik tarmoqni loyihalash, qurish, tarmoqni optimallashtirish va punktlar koordinatalarining aniqligini oshirishda zamonaviy metodlarni, jumladan, GNSS texnologiyasi, aero va kosmik metodlar, tabiiy jarayonlarni matematik modellashtirish masalalariga sustroq e'tibor berilgan. Shu sababli GNSS texnologiyalari va GAT dasturlaridan foydalanib geodezik tarmoqlarni yaratish va optimallashtirishning ilmiy asoslarini takomillashtirish zarurati paydo bo'ldi.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasi-ning ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.

Dissertatsiya tadqiqoti Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura - qurilish universiteti ilmiy - tadqiqot ishlari rejasining "GNSS asosida geodezik

tarmoqlarni optimallashtirish usullarini ishlab chiqish (konchilik obyektlari misolida)” mavzusidagi loyihasi (2019-2024 yy), Evropa ittifoqi tomonidan e’lon qilingan Erasmus Q 585718-ERR-1-2017-1-HUEPPKA2-CBHE-JP «DSinGis: Geoinformatika sohasida doktorantura» xalqaro loyihasi (15.10.2017-14.10.2020 yy), va O‘zMU ning “O‘zbekiston Respublikasi hududidagi geodinamik jarayonlarni yuqori aniqlikdagi geodezik o‘lchashlar asosida tadqiq qilish” (2022-2027 yy) mavzusidagi ilmiy – tadqiqotlar doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi GNSS, GAT va mavjud geodezik ma’lumotlar asosida konchilik obyektlari atrofida mavjud davlat geodezik tarmog‘i va zichlashtirish tarmog‘ini optimallashtirish usullarini ishlab chiqish yuzasidan taklif va tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning vazifalari:

Topografik karta, GNSS va GAT asosida Muruntov karyeri atrofidagi davlat geodezik tarmoq aniqligini tadqiq qilish va tarmoqni optimallashtirish usullarini ishlab chiqish tadqiq qilish, optimallashtirishning matematik modelini takomillashtirish;

Muruntov sanoat zonasi hududining o‘ziga xos xususiyatlarini (geodinamik jarayonlar), va sun’iy yo‘ldoshlarining geometrik omillarini hisobga olib, GNSS asosida tarmoqning optimal joylashish sxemasini takomillashtirish;

zamonaviy sun’iy yo‘ldosh navigatsion GNSS o‘lchashlari va GAT dasturlari asosida davlat geodezik tarmog‘i punktlari koordinatalarining aniqligini oshirish metodikasini takomillashtirish;

GAT dasturlari asosida Muruntov karyeri hududining 3D fazoviy modelini ishlab chiqish.

Tadqiqot obyekti sifatida Muruntov karyeri hududlardagi mavjud geodezik tarmoqlar olingan.

Tadqiqotning predmeti GNSS asosida davlat geodezik tarmog‘i va zichlashtirish tarmog‘ini optimallashtirish masalalari tashkil etadi.

Tadqiqot usullari. Ushbu tadqiqot ishini bajarishda geodezik o‘lchashlar GNSS va geodezik tarmoqlarni optimallashtirish usullari, geodezik o‘lchashlardan olingan ma’lumotlarni tenglashtirishda matematik qayta ishlash hamda zamonaviy geodezik va GAT dasturlaridan foydalanib, tahlil qilish uslublaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

topografik karta, GNSS va GAT asosida Muruntov karyeri atrofidagi davlat geodezik tarmog‘ini optimallashtirishning matematik modeli takomillashtirilgan;

Muruntov sanoat zonasi hududining geodinamik holatini va sun’iy yo‘ldoshlarining geometrik omillarini hisobga olib GNSS asosida geodezik tarmoqning optimal joylashish sxemasi yaratilgan;

zamonaviy sun’iy yo‘ldosh navigatsion GNSS o‘lchashlari va GAT dasturlari asosida davlat geodezik tarmog‘i punktlari koordinatalarining aniqligini oshirish metodikasi ishlab chiqilgan;

GAT dasturlari va dala geodezik o‘lchash natijalari asosida Muruntov karyeri hududining to‘g‘ri burchakli va geografik koordinatalar farqini inobatga olib 3D fazoviy modelini yaratish usullari ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

topografik karta, sun'iy yo'ldosh navigatsion o'lchashlari va geoaxborot dasturlari asosida Muruntov karyeri atrofidagi davlat geodezik tarmog'i modellashtirilib optimallashtirishning matematik modeli takomillashtirilgan;

Muruntov sanoat zonasi hududining geodinamik holatini va sun'iy yo'ldoshlarining geometrik omillarini hisobga olib geodezik tarmoq punktlarining optimal joylashish sxemasi takomillashtirilgan;

sun'iy yo'ldosh navigatsion o'lchashlari va geoaxborot dasturlari asosida davlat geodezik tarmog'ining aniqligini oshirish algoritmini ishlab chiqish orqali metodika takomillashtirilgan;

geodezik o'lchash natijalari va karyer atrofidagi geodezik tarmoq punktlarining to'g'ri burchakli va geodezik koordinatalarini e'tiborga olib, GAT dasturlari asosida karyer relyefining raqamli 3D modeli yaratildi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi O'zbekiston Respublikasi Hukumatining ochiq ma'lumotlar portalida joylashgan barcha vazirlik va idoralarning ochiq ma'lumotlari, xususan, O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Kadastr agentligi, Respublika aerogeodeziya markazi Samarqand hududlararo bo'linmasi, O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligi, O'zbekiston Respublikasi «Navoiy kon-metallurgiya kombinati» aksiyadolik jamiyati, Samarqand viloyati «SAMGEODEZIST» MChJ korxonasi, «ELLIPS UDP» MChJ korxonasining ochiq raqamli materiallaridan, shuningdek, muallifning tadqiqot doirasidagi tajriba-sinovlari xulosalaridan foydalanilganligi, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi hamda vakolatli tuzilmalar tomonidan tasdiqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati optimallashtirishning matematik modeli takomillashtirilganligi va geodezik tarmoq konfiguratsiyasini tuzishda hududining geodinamik holatini va sun'iy yo'ldoshlarining geometrik omillarini hisobga olish kerakligi asoslanganligi, sun'iy yo'ldosh navigatsion o'lchashlari va geoaxborot dasturlari asosida davlat geodezik tarmog'ining aniqligini oshirish metodikasi ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati konchilik obyektlari atrofidagi geodezik tarmoqlarni optimallashtirish bo'yicha amaldagi me'yoriy normalarni takomillashtirilganligi va geoaxborot dasturiy ta'minotlari yordamida tog' – kon obyektlari atrofidagi davlat geodezik tarmoqlar o'lchash natijalarini qayta ishlash uchun ma'lumotlar bazasi ishlab chiqilganligi va geodezik o'lchash natijalari va karyer atrofidagi geodezik tarmoq punktlarining to'g'ri burchakli va GAT dasturlari va dala geodezik o'lchash natijalari asosida Muruntov karyeri hududining 3D fazoviy modelini yaratilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. GNSS asosida geodezik tarmoqlarni optimallashtirish usullarini ishlab chiqish bo'yicha olingan natijalar asosida:

topografik karta, GNSS va GAT asosida Muruntov karyeri atrofidagi davlat geodezik tarmog'ini optimallashtirishning matematik modeli takomillashtirilganligi O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya Vazirligi huzuridagi Kadastr agentligining Respublika aerogeodeziya markazi Samarqand hududlararo bo'linmasiga joriy qilindi (O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya Vazirligi huzuridagi Kadastr agentligining 2023 yil 30 avgustdagi 79-sonli ma'lumotnomasi).

Natijada, ushbu matematik model va formulalar asosida tog' – kon ob'ektlari atrofidagi davlat geodezik tarmoqlarini tezkor ravishda optimallashtirish imkoniyati paydo bo'lgan;

Muruntov sanoat zonasi hududining geodinamik holatini va sun'iy yo'ldoshlarining geometrik omillarini hisobga olib GNSS asosida geodezik tarmoqning optimal joylashish sxemasi yaratilganligi O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligining O'zbekiston Respublikasi Geologiya Davlat qo'mitasi huzuridagi kon-geologiya faoliyatini nazorat qilish inspeksiyasining Samarqand-Buxoro viloyat inspeksiyasi faoliyatiga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligining 2023 yil 26 sentyabrdagi 08-2902-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida geodinamik holatini tezkor tahlil qilish va seysmik – tektonik jarayonlarni prognoz qilish, tegishli chora – tadbirlar rejasini tuzish hamda strategik rejalarni ishlab chiqish imkonini yaratgan;

zamonaviy sun'iy yo'ldosh navigatsion GNSS o'lchashlari va GAT dasturlari asosida davlat geodezik tarmog'i punktlari koordinatalarining aniqligini oshirish metodikasi ishlab chiqilganligi O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Kadastr agentligining Respublika aerogeodeziya markazi Samarqand hududlararo bo'linmasiga joriy qilingan (O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirligi huzuridagi Kadastr agentligining 2023 yil 30 avgustdagi 79-sonli ma'lumotnomasi). Ushbu natijalardan koordinatalar tizimlari orasidagi bir tizimdan boshqa tizimga o'tkazishda parametrlar uchun tuzatma sifatida foydalanish orqali Muruntov karyeri atrofidagi geodezik planli va balandlik tarmoq punktlarining koordinatalarining aniqligi 10 – 15% ga oshdi;

GAT dasturlari va dala geodezik o'lchash natijalari asosida Muruntov karyeri hududining to'g'ri burchakli va geografik koordinatalar farqini inobatga olib 3D fazoviy modelini yaratish usullari ishlab chiqilganligi O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligining O'zbekiston Respublikasi Geologiya Davlat qo'mitasi huzuridagi kon-geologiya faoliyatini nazorat qilish inspeksiyasining Samarqand-Buxoro viloyat inspeksiyasi faoliyatiga joriy qilindi (O'zbekiston Respublikasi Tog'-kon sanoati va geologiya vazirligining 2023 yil 26 sentyabrdagi 08-2902-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, karyer sanoat zonasi hududining maydoni va qazilma hajmini hisoblash, xavfli tabiiy jarayonlarning tarqalish arealini modellashtirish imkoniyati yaratilgan. Shuningdek, joriy qilinayotgan ushbu usul o'lchash vaqtini va o'lchashlarda yuzaga keladigan murakkabliklarni 15-20% gacha kamaytirish imkonini yaratadi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur ishning tadqiqot natijalari 7 ta xalqaro va 3 respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 18 ta ilmiy ish chop etilgan bo'lib, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 8 maqola, jumladan, 5 tasi respublika va 3 tasi xorijiy ilmiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 110 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya tadqiqotining dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekt va predmeti shakllantirilib, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan. Olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyatlari, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy qilinganligi, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Karyer atrofidagi geodezik tarmoqlarining aniqligini tadqiq qilish”** deb nomlangan birinchi bobida Muruntov hududining o'ziga xos xususiyatlarini aniqlash va ularni geodezik punktlarga ta'sirini tadqiq qilish, Muruntov karyeri atrofidagi mavjud geodezik tarmoq punktlarining signallarning texnik holatini va koordinatalari aniqligini tahlil qilish, geodezik tarmoqni optimallashtirishda GNSS texnologiyasi va GAT dasturlaridan foydalanishni tadqiq qilish, karyer atrofidagi geodezik tarmoqni optimallashtirishning metodologik asoslarini tadqiq qilish yoritilgan.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tarmoqni optimallashtirishda hisobga olinishi zarur bo'ladigan omillar tahlil qilindi. Ilmiy – texnik manbalar, dala tadqiqotlari, kartografik materiallar asosida Muruntov hududining o'ziga xos xususiyatlari o'rganildi. Unga ko'ra hududa Kon qazish ishlarining natijasida turli yo'nalishdagi (mahalliy) tektonik yoriqlar yuzaga kelgani aniqlandi. Ulardan eng kattasi – kengligi 0,3 dan 12 m gacha bo'lgan shimoli-sharqqa yo'nalgan yoriqlar qayd etilgan. Shuningdek, ularni geodezik punktlarga ta'siri tadqiq qilindi. Tahlil natijalariga asosan Muruntov hududidagi geodezik punktlarining yillar davomida tabiiy va texnogen omillar ta'sirida juda katta darajada shikastlanganligi, punktlar buzilib ketganligi, bazi bir punktlarning deformatsiyaga uchraganligi sababli tarmoq aniqligi talab darajasida emasligi aniqlandi.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududi eni 23,33 km, uzunligi 42,13 km bo'lib umumiy maydoni 982,8929 km.kv. ga teng ekanligini inobatga oladigan bo'lsak va hududga tegishli kartalar aniqligini oshirish uchun ushbu hududda davlat geodezik tarmog'i bo'lishi kerak. Me'yoriy – texnik hujjatlarga asosan hududda o'rnatiladigan davlat geodezik tarmog'i 982,8929 km.kv. maydonga 1-sinf geodezik tarmoqning punktlari 20 ta, 2-sinf 49 ta, 3-sinf 86 ta va 4-sinf 196 ta punktlar o'rnatilishi kerak. Lekin Muruntov karyeri atrofidagi mavjud geodezik tarmoq punktlarining, signallarning texnik holatini va koordinatalari aniqligini tahlil qilish maqsadida hududga tegishli topografik kartalar, rekognosirovka, dala GNSS o'lchash geodezik materiallarini o'rganilishi natijasida karyer atrofida jami 19 ta davlat geodezik punktlari borligi aniqlandi, bugungi kunda ushbu punktlarning 14 tasi yaxshi saqlanib qolingani aniqlandi. Shuningdek, ushbu punktlar barqarorligi GNSS yordamida tekshirilganda zaif punktlarning mavjudligi aniqlandi.

Maqsadli olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida mavjud geodezik tayanch tarmoqlarni turli tashkilotlar tomonidan,

har xil koordinatalarda va turli vaqtlarda yaratilganligi aniqlandi. Maqsadli tadqiqotlar natijalari asosida, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tayanch tarmoqni optimallashtirish orqali tarmoqning aniqligini oshirish maqsadga muvofiq degan xulosaga kelindi.

Dissertatsiyada sun'iy yo'ldosh texnologiyalari orqali Muruntov karyeri sanoat zonasidagi geodezik tarmoqni optimallashtirish parametrlari sxemasi berilgan. Ushbu sxemaga asosan, sun'iy yo'ldosh texnologiyalari orqali geodezik tarmoqni optimallashtirishning asosiy parametrlari aniqlik, ishonchlilik va tejamkorlikdan iborat bo'lib, u tarmoq o'lchashdagi tasodifiy xatolarni tarqatish, model xatolarini aniqlashda ortiqcha o'lchashlarning xususiyatlarini inobatga olib, kerakli variantni tanlash va narxini, ya'ni tayanch punktlarini qurish, o'lchashlarni amalga oshirish, tashish hamda boshqalarning narxini ifodalashi zarurligi ushbu bobda tahlil qilindi.

Dissertatsiyaning "**Karyer atrofidagi geodezik tarmog'ini loyihalash usulini ishlab chiqish**" deb nomlangan ikkinchi bobida Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tarmoqni optimal loyihalashning metodikasini ishlab chiqish, Muruntov geodezik tayanch tarmog'ini loyihalash, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududining geodinamik holatini va sun'iy yo'ldoshlarining geometrik omillarini hisobga olib, GNSS asosida geodezik tarmoqning optimal joylashish sxemasini takomillashtirish, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida joylashgan geodezik tarmoq loyihalarini optimal variantini tanlash kabi masalalar asoslangan.

Tadqiqot davomida karyerning sanoat zonasi hududidagi geodezik tarmoqlarni loyihalash, qurish bo'yicha an'anaviy me'yorlar asosida GNSS qurilmasini imkoniyatlarini hisobga olgan holda yangi me'yoriy talablar ishlab chiqildi. Taklif qilinayotgan yangi me'yoriy talablarda geodezik tarmoqlarni optimallashtirish uchun geodezik o'lchashlar bosqichlar sonini kamaytirilishiga erishiladi (1-jadval).

1-jadval

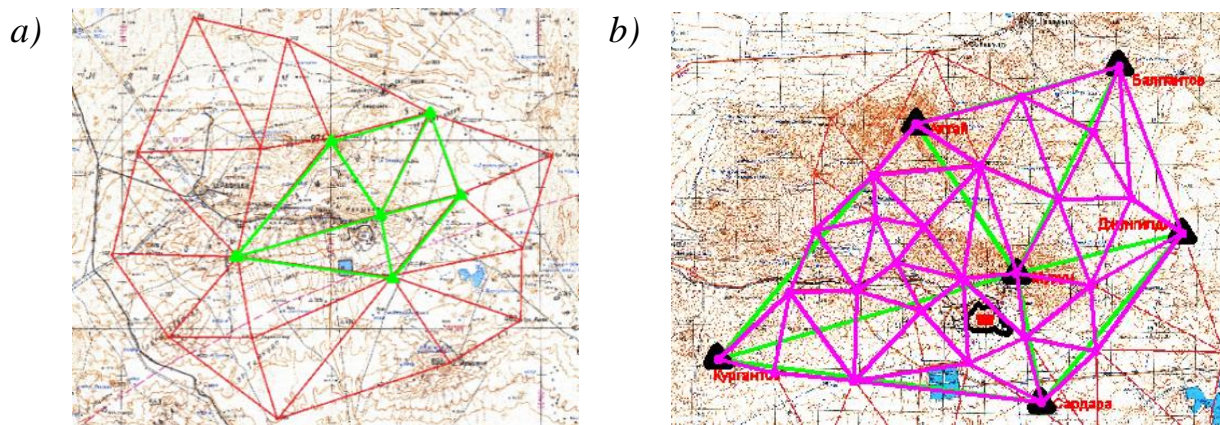
Muruntov karyeri atrofidagi geodezik tarmog'ini loyihalash qurish bo'yicha me'yoriy talablar

Tarmoq sinfi	m_β	m_L/L	M_{I-J}/S	O'KX
MTT	1,0"	1:500 000	1:250 000	1 sm – 4,5 km
MZT	3,0"	1:50 000	1:25 000	2,5 sm – 500 m
MSA	5,0"	1:10 000	5 sm – 200 m	

Ishlab chiqilgan yangi me'yoriy talablardan foydalanib, Karyerning sanoat zonasi hududidagi geodezik tarmoqlarni optimallashtirish orqali geodezik o'lchash vaqtini va o'lchashlarda yuzaga keladigan murakkabliklarni 15-20% gacha kamayishi imkoniyati yaratildi.

Muruntov geodezik tayanch tarmog'ini loyihalashda, dastlab hududning 1:500000, 1:200000 va 1:100000 masshtabli topografik kartalarini o'rganilishda karyer joylashgan hudud atrofida triangulyatsiya usulida o'rnatilgan 48 ta davlat geodezik to'rlarining tayanch punktlari belgilanib tadqiq qilindi. Bunda Muruntov karyeri joylashgan hududga yaqin joylashgan (Murun, Sardara, Kurgantov, Aktay,

Balpantov va Djungildi) davlat geodezik tarmoqning tayanch punktlar joylashgan hududning umumiy maydoni 8395 km.kv. (83948,0521 ga), umumiy perimetri 217, 421 km, eng balandi “Aktay” (balandligi 974 m) va “Murun” (balandligi 792 m) geodezik tayanch punktlari bo‘lib, ushbu geodezik tayanch punktdan turib qaralganda karyer atrofida joylashgan 20 km radiusdagi barcha geodezik tayanch punktlar yaqqol ko‘rinadi (1-rasm).



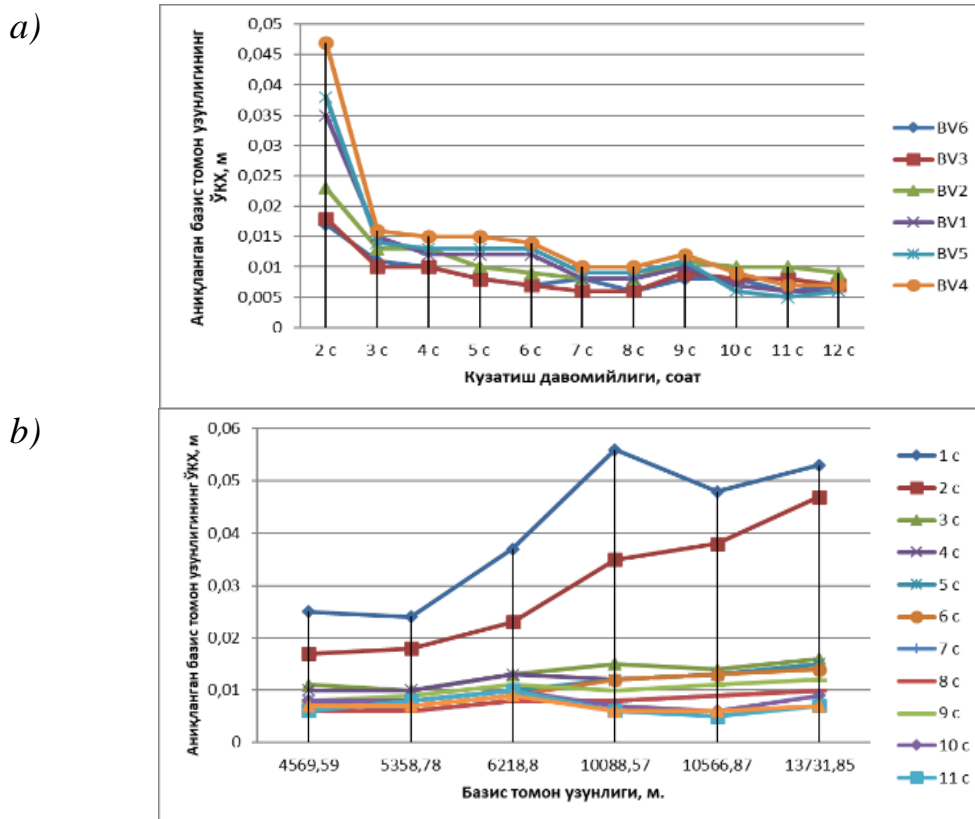
1-rasm. Muruntov karyeri atrofidagi 1-sinf geodezik tayanch punktlarning joylashuv holati: a) 1:200 000 va b) 1:100 000 masshtabli topokartalarning bir qismi

Muruntov karyeri uchun belgilangan punktlarning koordinatalarini hisoblash uchun geodezik zichlashtirish tarmog‘ining optimal sxemasini tuzishga imkon beruvchi modeli hisoblashlar amalga oshirildi. Bunda Muruntov karyeri sanoat zonasidagi geodezik tarmoq sxemasini optimallashtirishda dastlab, 1:500 000, 1:200 000 va 1:100 000 masshtabli topografik kartalarda tayanch punktlarning joylashuv sxemasi tuzib olindi (1-rasm). Undan keyin punktlar koordinatalari asosida hududning kosmik suratida tarmoq sxemasini modellashtirish sxemasi tuzildi va aniqligi hisoblandi.

Unga ko‘ra dastlab “Google Earth Pro” dasturidan foydalanib, 5 ta tayanch punktlar (Besapan sev., Murun, Djanaxmed, Sardara va Besapan yuj.) 1-sinf tarmog‘i sifatida olindi. So‘ngra 4 ta (Besapan sev., Murun, Sardara va Besapan yuj.) punktlari orasida geodezik to‘rtburchak va 3 ta punktlar (Murun, Djanaxmed va Sardara) orasida uchburchak shakllarda sxemalari tuzilib modellashtirildi. Shuningdek, ushbu yaratilgan tarmoq ichida boshqa 2-3 va 4-sinflar punktlarining joylashuv sxemalari tuzilib modellashtirildi.

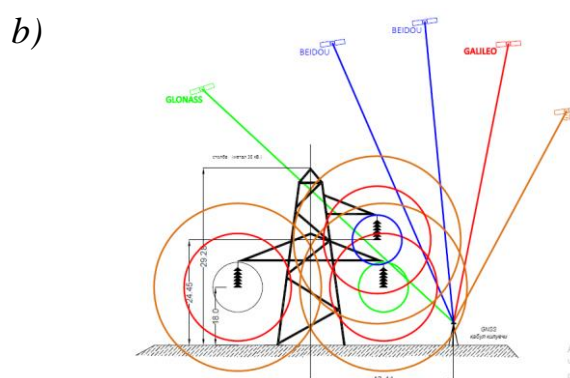
Muruntov karyeri sanoat zonasi hududining fizik-geografik sharoitlari, geodinamik jarayonlarini e‘tiborga olgan holda geodezik tarmog‘i modellashtirildi (2-rasm). Bunda, hududning fizik-geografik sharoitlari, geodinamik jarayonlari sababli tayanch va aniqlangan geodezik punktlar orasidagi bir xil burchaklar va masofalarni o‘lchash qiyin, shuning uchun geodezik tarmoqni o‘lchash ishlarini bajarishda aniqlik xususiyatlariga mos ravishda o‘zgartirish, optimallashtirish kerakligi t‘akidlandi.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududining gorizontalarini deformatsiyalarni o‘rganish uchun mahalliy planli geodezik tarmoq punktlari qo‘llaniladi. Ularning turi va usuli (o‘rnatish shakli – sxemasi) 2–rasmda keltirilgan.



3-rasm. Bazis tomon uzunligini aniqlashning O'KX ning grafigi.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida Muruntov geodezik tayanch tarmog'ining kichik bosqichini (geodezik zichlashtirish tarmog'i) yaratish uchun olib borilgan GNSS o'lchashlarda hududda joylashgan 4-sinf davlat geodezik tarmog'ining punktida (Kanavniy) GNSS ning PDOP qiymati 7,303 aniqlandi. Amaldagi me'yoriy talablarga asosan PDOP qiymati 4 gacha bo'lishi, shuningdek, punkt yaqinida (1-2 km gacha) kuchli nurlanish manbalarining (televidenie va radiouzatgichlar va boshqalar) yo'qligini ta'minlash kerakligi ta'kidlangan.



4-rasm. Muruntov geodezik tarmog'ida GNSS o'lchashlarga elektromagnit to'lqin ta'sirini modellashtirish.

Ushbu geodezik punkt yaqinida katta kuchlanishli elektr tarmog'i (15 m masofada metall stolba 35 kV.) o'tganligi sababli sun'iy yo'ldoshdan GNSS qabul qilgichga kelayotgan radio to'lqinning sinishi (buzilishi) natijasida PDOP qiymati katta bo'lishini ko'rishimiz mumkin. Buni quyidagicha modellashtirishimiz mumkin (4-rasm a, b). 4-rasmdan ko'rinib turibdiki, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida

joylashgan davlat geodezik tarmog‘ining 4-sinf punktida (Kanavniy) GNSS o‘lchashlarga ko‘ptarmoqli radioto‘lqin ta‘sirini modellashtirish natijalari asosida olingan ma‘lumotlarga asoslanib shuni ma‘lum qilish mumkinki, bu punktdan sun‘iy yo‘ldosh geodezik tarmog‘ini qurishda foydalanish mumkin emas, lekin klassik geodezik tarmoqda ushbu punktdan foydalanish mumkin degan xulosaga kelish mumkinligi aniqlandi.

Muruntov geodezik tayanch tarmog‘i loyihasining optimal variantini tanlash va optimallashtirish parametrlarning aniqligini tahlil qilish maqsadida uch xil variantlarda geodezik tarmoq loyihalari modellashtirildi va eng kichik kvadratlar usulidan foydalangan holda optimallashtirish parametrlarining aniqligi baholandi (2-jadval).

2-jadval

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida loyihalangan geodezik tayanch tarmog‘ini optimallashtirish parametrlarining aniqligi baholash natijalari

MGT qurish variantlari	MGT qurish usullari	Chiziq uzunligini aniqlashning O‘KX $m_S (sm)$	Punktlarning o‘zaro joylashuv pozitsiyasining O‘KX $m_{I-J} (sm)$	Eng zaif punktning O‘KX $m_I (sm)$
Normativ talablar		1/200 000	5	10
1	Triangulyatsiya	$m_{S(6-8)} = 5,0$ 1/79 000	$m_{16-18} = 6,2$ 1/66 000	$M_{27} = 14,3$
2	Chizikli – burchakli tarmoq	$m_{S(13-14)} = 0,7$ 1/386 000	$m_{11-12} = 3,1$ 1/119 000	$M_{27} = 8,6$
3	Sun‘iy yo‘ldosh geodezik tarmog‘i	$m_{S(13-14)} = 0,4$ 1/772 000	$m_{13-14} = 0,5$ 1/519 000	$M_{28} = 0,8$

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, Bu qiymatlar 1 sinf uchun belgilangan me‘yoriy qiymat $\pm 1-2.5sm$, nisbiy aniqlik 1/500000 ekanligini e‘tiborga oladigan bo‘lsak GNSS o‘lchashlarda olingan qiymatlar me‘yoriy qiymatlardan 5 barobar aniq ekanini ko‘rishimiz mumkin.

GNSS dan foydalanib o‘lchagan ma‘lumotlar asosida Muruntov geodezik tarmog‘ining eng zaif elementlarining aniqligini baholash natijalari yuqori aniq va boshqa usullarga nisbatan afzaldir. Jumladan, normativ texnik hujjatlar talablariga javob beradigan va keyingi bosqichlarni qurish imkoniyatini ta‘minlaydigan parametrlarning eng yuqori aniqligi tarmoq versiyasida amalga oshirilgan GNSS qurilishiga xosligi isbotlandi.

Dissertatsiyaning “**Geodezik tarmoqlarning aniqligini oshirish algoritmini ishlab chiqish**” deb nomlangan uchinchi bobida karyer geometrik markazi uchun ordinata o‘qi bo‘ylab tuzatmalarni hisoblash, karyer atrofidagi geodezik tarmoq punktlarning fazoviy koordinatalarini hisoblash, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududida geodezik tarmoq uchun bazis yaratish va tarmoqni sun‘iy yo‘ldosh tarmog‘iga bog‘lash, karyer hududining geoid balandligini hisoblash, karyer relyefini 3D modelini yaratish ishlari amalga oshirilgan.

Tadqiqot davomida ilmiy – texnik, topo-geodezik ma‘lumotlarga asosan Muruntov karyeri sanoat zonasi hududiga tegishli aksariyat kartalarning matematik asosi, SK-42 koordinatalar tizimida, tekislik to‘g‘ri burchakli Gauss-Kryuger proyeksiyasida 70-90 yillarda ishlab chiqilganligini ta‘kidlangan. GNSS o‘lchashlarining natijalari esa tekislik to‘g‘ri burchakli WGS-84 koordinata tizimining

Merkator proyeksiyasiga asoslangan koordinatalar aniqlanadi. Ushbu ikkita proyeksiyaning har birining afzalliklari va kamchiliklari mavjud. Kartografik proyeksiyalardan foydalanishning asosiy mezonlari buzilish miqdori hisoblanadi.

Muallif parallel yoyi uzunligi L va ordinata o'qi y orasidagi farq $y-S_n$ buzilishlarini aniqladi va ikkita Gauss-Kryuger va Merkator proyeksiyalarida mutlaq chiziqli deformatsiyani hisoblab chiqdi. Uzunlikdagi buzilish $y-S_n$ Simpson va Runga – Kutti usullari va ularning modifikatsiyalaridan foydalanib quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi (1, 2, 3):

$$\left. \begin{aligned} x &= 63675584969 \frac{B''}{\rho''} - \left\{ a_0 - [0.5 + (a_4 + a_6 l^2) l^2] N \right\} \sin B \cos B \\ y &= [1 + (a_3 + a_5 l^2) l^2] N \cos B \end{aligned} \right\} (1)$$

bu yerda l - ma'lum bir nuqtaning uzunliklari va zonaning o'q meridianining radian o'lchovidagi farqi;

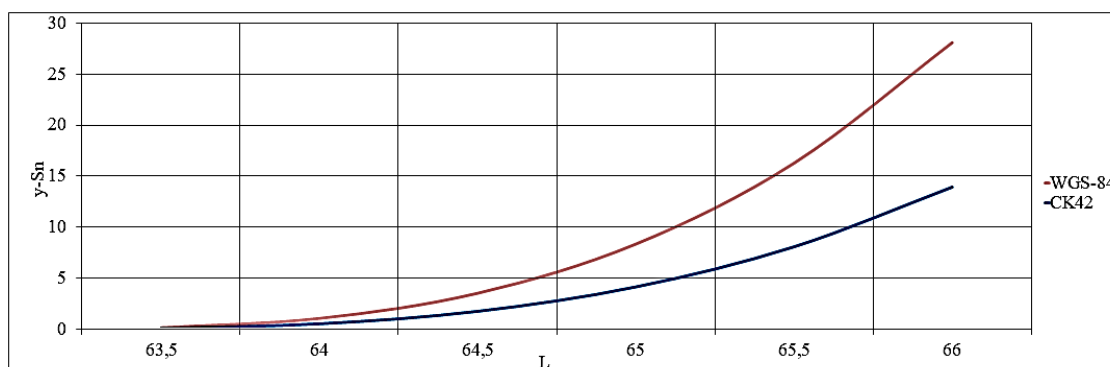
N – birinchi vertikalning egrilik radiusi.

Parallel yoyi uzunligi S_n Simpson usuli bo'yicha quyidagicha ifodalanadi:

$$S_n = \frac{l''}{\rho''} N \cos B \quad (2)$$

bu yerda M – meridian bo'ylab egrilik radiusi.

O'lchash natijalari asosida Gauss-Kryuger (SK-42) va Merkator (WGS-84) proyeksiyalari o'rtasida qiyosiy tahlil o'tkazildi. Ushbu proyeksiyalarning har biridagi farqlar qiymatlari hisoblab chiqildi (5-rasm).



5-rasm. Muruntov karyerning geometrik markazi uchun “y” koordinataning buzilish qiymatlarining o'zgarish grafigi

5–rasmdan ko'rinib turibdiki, ordinataning buzilish qiymatlarini o'zgartirishiga e'tibor beradigan bo'lsak, SK-42 koordinata tizimiga nisbatan WGS-84 koordinata sistemasidagi farq katta ekanligini ko'rishimiz mumkin.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tayanch tarmog'i aniqligini oshirish va tarmoqni DSYGT (CORS bazasi) ga bog'lash maqsadida GNSS dan foydalanib punktlar orasidagi vatarlar (GNSS vektorlar)ni differensial o'lchash usulining quyidagi formulasi yordamida hisoblandi:

$$D_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2 + (Z_j - Z_i)^2} ; \quad (3)$$

Geodezik tarmoqni tenglashtirishning keng tarqalgan usullaridan biri o'lchashlarning aniqligi haqida ma'lumot beruvchi stoxastik modeldir. Har bir seans

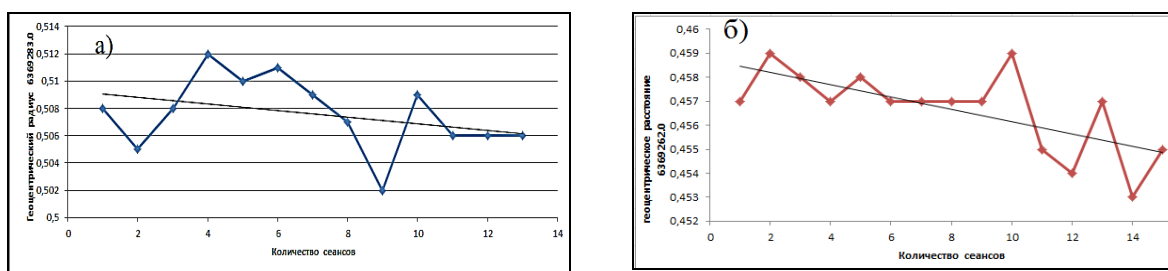
uchun asosiy bazislarni ketma-ket qayta ishlashda kovariatsion matritsasi cov_{xyz} bilan koordinatalar quyidagi formula yordamida hisoblandi:

$$\text{cov}_{xyz} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{pmatrix} \Rightarrow \text{cov}_{xyz} = \begin{pmatrix} 0,000216093 & 0,000325664 & 0,000325534 \\ 0,000325664 & 0,000812527 & 0,000623375 \\ 0,000325534 & 0,000623375 & 0,000706453 \end{pmatrix} \quad (4)$$

(4) formuladan ko‘rinib turibdiki, diagonal elementlar geosentrik koordinatalar sistemasidagi koordinatalar aniqligining dispersiyasini ifodalaydi.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tayanch tarmog‘i punktlari va DSYGT tarmog‘i (CORS bazasi) orasidagi masofalarni (GNSS vektorlar) optimallashtirish maqsadida bog‘landi. Bunda kovariatsion matritsasining o‘rtacha qiymatlari $\sigma_x = 0,005m$, $\sigma_y = 0,003m$, $\sigma_z = 0,009m$, PDOP=1,75, Planli 0,012 m, Balandlik bo‘yicha 0,097m va O‘KX 0,0016 m ekanligi aniqlandi, Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tarmoqning xatoliklar ellipslarining ma‘lumotlari ($a=0,002$, $b=0,001$ va $A=168^\circ$ ShShQ) aniqlandi. bu qiymatlar me‘yoriy – texnik yo‘riqnomalarda talab qilingan aniqlikdan 2 barobar aniq ekanligini ko‘rish mumkin.

Geodezik tarmoq punktlarining hisoblangan koordinatalarini DSYGT (CORS bazasi) bilan bog‘lashdan tashqari, “Sardara” va “Djanahmed” punktlarining bazis chiziq uzunligi va geosentrik masofalari hisoblab chiqildi. Deyarli barcha o‘lchashlar bir-biriga mos kelishi, qiymatlar orasidagi maksimal og‘ish 1 sm ga teng va PDOP 2.0 dan oshmadi, bu GNSS o‘lchashlarining to‘g‘ri va yuqori aniqligini ko‘rsatdi (6-rasm).



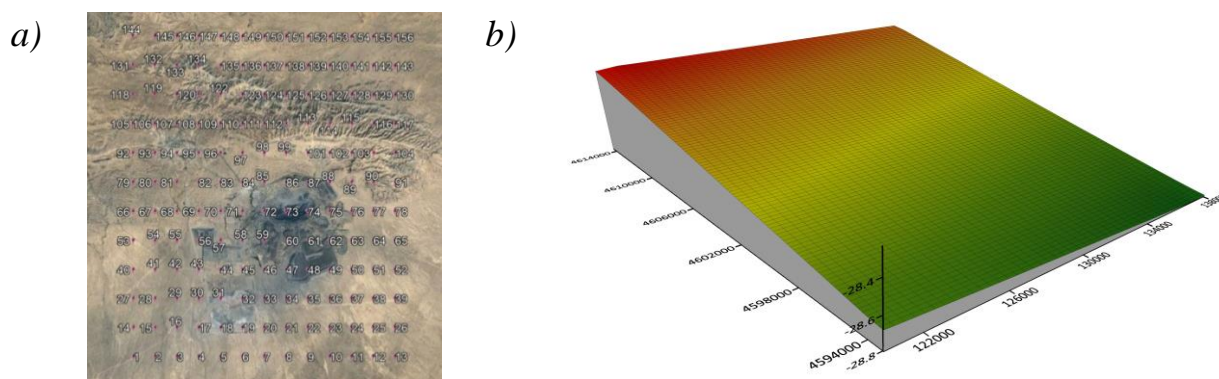
6-rasm. “Sar-Jan” basis chizig‘i uchun PDOP ning o‘zgarish grafigi.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududining geoid balandligini hisoblash orqali ortometrik va geodezik balandliklar orasidagi farqni aniqlash sxemasi ishlab chiqildi va balandliklar orasidagi farq aniqlandi. Karyerning tanlangan nuqtalari uchun geoidning N ellipsoiddan og‘ishini dastlabki hisoblashlar o‘tkazildi. Bunda nuqtalar Muruntov geodinamik poligonning barcha geodezik punktlarini qamrab olib, karyer joylashgan hudud bo‘ylab har 10 sekunda kenglik va uzoqliklarning kesishish nuqtalarida Google Earth ma‘lumotlaridan foydalanib olindi (7-rasm a).

Punktlarning balandliklarini topografik kartadan interpolatsiya yo‘li bilan, davlat nivelirlash tarmog‘i punktlarining balandliklari va fotogrammetrik tarzda chizilgan gorizontallar balandliklaridan foydalanildi. Bu yerda eng maqbul yo‘l Google Earth ma‘lumotlaridan foydalanish kerakligi inobatga olindi.

Muruntov karyeri sanoat zonasi hududiga tegishli topografik kartalarning matematik asosi balandliklar tizimi aniqligini oshirish maqsadida ortometrik va geodezik balandliklar orasidagi farqning geometrik sxemasiga asosan N ning

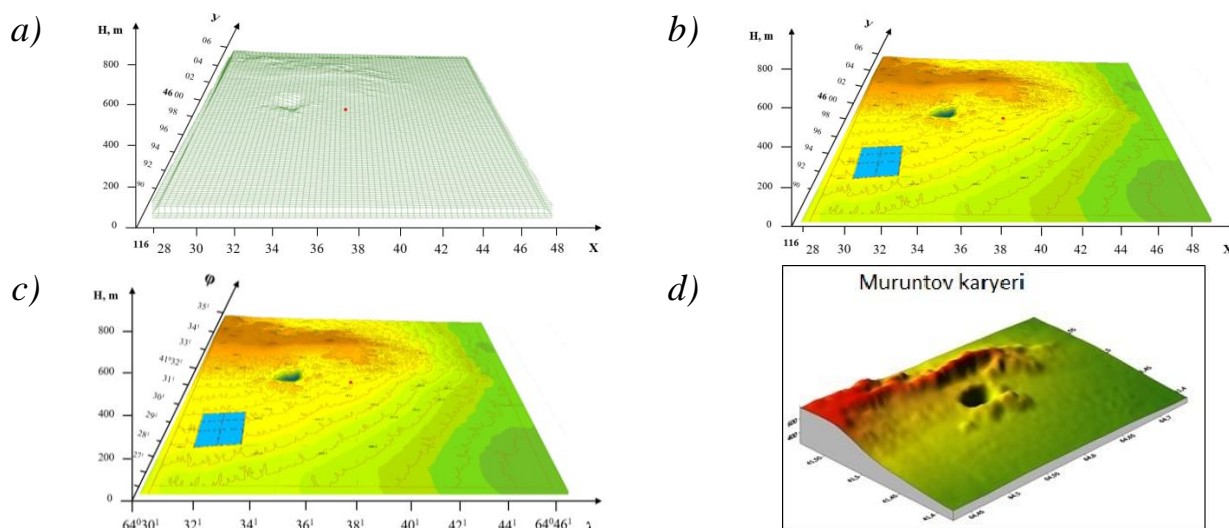
qiymati 28.2451 dan 28.8032 m gacha o'zgarishi hisoblandi va grafik sxemasi ishlab chiqildi (7-rasm, b).



7 – rasm. Muruntov hududining ortometrik va geodezik balandliklar orasidagi farqni grafik shakli.

Muruntov karyeri hududida geodezik tarmoqni modellashtirish, geodinamik jarayonlar va boshqalarni modellashtirish maqsadida hududning 3D modeli GAT dasturlari asosida yaratildi. Olingan relyef modelidan foydalanish masalalari atroflicha tahlil qilindi.

Topografik xarita, TIN model, matematik model qatlam ko'rinishida va mazkur qatlamlar fazoviy to'g'ri burchakli Gauss – Kryuger koordinatalar tizimi (X, Y, H) va geografik (φ, λ, h) koordinatalar tizimida ifodalangan (8-rasm). Bu esa o'z navbatida hududdagi obyektlarning geografik o'rini turli koordinatalar tizimida aniqlash imkonini beradi.



8-rasm. Muruntov karyerining a) X, Y, H tizimidagi karkas ramkasi; b) TIN modeli; c) φ, λ, N tizimidagi karkas ramkasi; d) TIN modeli.

Tahlil natijalariga asosan 1985 yilda yaratilgan topografik karta asosida Muruntov karyerining maydonini GAT panorama dasturi yordamida hisoblaganda 4 kv.km ni tashkil etgan. Bugungi kunga kelib SRTM ma'lumotlariga asosan

Muruntov karyerining maydoni 7,75 kv. km ga yetgan, qariyb ikki barobarga oshganligini kuzatishimiz mumkin (8-rasm).

Karyerning yaratilgan raqamli 3D modelidan favqulodda holatlarda karyer devorlarining o'pirilishi, deformatsiyasi, to'kilmalarning cho'kishi areali modellashtirish, qazilma hajmini aniqlash ishlari amalga oshirildi. Shuningdek, ushbu modeldan respublikamizning tog' – kon qazilma boyliklari hududlarida joylashgan karyerlarida ro'y berishi mumkin bo'lgan favqulodda holatlarda foydalanish, talofat yetadigan hududlarni aniqlash va oldindan chora-tadbirlar belgilash imkonini beradi. Shuningdek, joriy qilinayotgan ushbu usul GNSS asosida Muruntov geodezik tayanch tarmog'ini optimallashtirish usullarini ishlab chiqishda dala geodezik o'lchashlar vaqtini va o'lchashlarda yuzaga keladigan murakkabliklarni 15-20% gacha kamaytirish imkoniyati yaratilgan.

XULOSA

GNSS asosida geodezik tarmoqlarni optimallashtirish usullarini ishlab chiqish (Konchilik obyektlari misolida) mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Ilmiy texnik manbalar, rekognosirovka dala o'lchashlar natijalari asosida Muruntov hududining geografiyasi, o'ziga xos xususiyatlari o'rginaldi va ushbu hududda tabiiy va texnogen omillar sababli tektonik yoriqlar borligi qayd etildi. Bunda tabiiy va texnogen omillar ta'siri natijasida geodezik punktlarning koordinatalar aniqligi hamda signallarning texnik holati shikastlanganligi, deformatsiyaga uchraganligi sababli geodezik tarmoq aniqligi sezilarli darajada pasayganligi va geodezik tarmoqlar tashkilotlar tomonidan turli vaqtlarda har xil koordinatalar tizimida o'rnatilgan. Shuning uchun hududdagi geodezik tarmoqni optimallashtirishda, qayta modernizatsiya qilishda tektonik yoriqlarning joylashuv sxemalarini e'tiborga olishda va yagona koordinata tizimida ishlab chiqish orqali aniqlikni oshirish zarurligi ta'kidlandi.

2. Geodezik tayanch tarmoqni loyihalash uchun Muruntov hududining topografik kartalari va optimallashtirishning analitik usullarini qo'llash hamda GNSS texnologiyasidan foydalanib, tarmoq punktlarining koordinatalarini aniqlash orqali punktlarning optimal joylashish sxemasini tuzish va hudud relyefining 3D modelini GAT dasturlari yordamida yaratish aniq va samarali bo'lishi isbotlandi.

3. Muruntov karyeri sanoat zonasi hududining geodezik tayanch va zichlashtirish tarmog'i loyihalarini yaratish va optimal variantlarni tanlash uchun, hududdagi seysmik – geodinamik jarayonlar sababli yuzaga kelgan tektonik yoriqlar nazariy va amaliy jihatdan o'rganilgan. Bunda tektonik yoriqlarning xususiyatlari, ularning geografik joylashuvini e'tiborga olib geodezik tarmoqni loyihalash metodi ishlab chiqildi. Ushbu metoddan foydalanib punktlarning geografik joylashuv sxemasi takomillashtirildi. Yuqoridagilarni e'tiborga olib, ushbu geodezik tarmoqdan hududda geodinamik poligon sifatida ham foydalanish mumkinligi aniqlandi.

4. Muruntov karyeri sanoat zonasi hududidagi geodezik tarmoq punktlari orasidagi bazis tomon uzunliklarining aniqligi baholandi va GNSS sun'iy yo'ldosh kuzatuvlari DOP qiymatlari aniqligini oshirish uchun texnologiya ishlab chiqildi. Haqiqiy o'lchashlar natijalari shuni ko'rsatdiki, ushbu texnologiyadan foydalangan holda planli koordinatalari bo'yicha 1,0sm aniqlikka erishish uchun ikkita tayanch

punktlar yordamida kamida 2 soat davom etadigan kuzatishlar olib borish zarurligi aniqlandi. Shuningdek hududda joylashgan davlat geodezik tarmog‘i punktida GNSS o‘lchashlarga ko‘ptarmoqli elektro magnit, radioto‘lqin ta’siri modellashtirildi. Bunga ko‘ra sun‘iy yo‘ldosh geodezik tarmog‘ini qurishda bu punktdan foydalanish mumkin emas. Lekin klassik geodezik tarmoqda ushbu punktdan foydalanish mumkinligi ta’kidlab o‘tildi.

5. Muruntov geodezik tayanch tarmog‘i loyihasining optimal variantini tanlash va parametrlarning aniqligini tahlil qilish uchun uch xil variantlarda geodezik tarmoq loyihalari modellashtirildi va eng kichik kvadratlar usulidan foydalangan holda aniqlangan punktlarning aniqligi baholandi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, triangulyatsiya usulida chiziq uzunligini aniqlashning O‘KX $m_{S(6-8)}=5,0sm$, nisbiy aniqlik $1/79000$, punktlarning o‘zaro joylashuv pozitsiyasining O‘KX $m_{16-18}=6,2sm$, tarmoqdagi eng zaif punktlar soni esa 6 ta, chiziqli burchakli usulida chiziq uzunligini aniqlashning O‘KX $m_{S(13-14)}=0,7sm$, nisbiy aniqlik $1/386000$, punktlarning o‘zaro joylashuv pozitsiyasining O‘KX $m_{11-12}=3,1sm$, eng zaif punktlar soni esa 5 ta, GNSS ning tarmoq usulida chiziq uzunligini aniqlashning O‘KX $m_{S(13-14)}=0,4sm$, nisbiy aniqlik $1/772000$, punktlarning o‘zaro joylashuv pozitsiyasining O‘KX $m_{13-14}=0,5sm$ eng zaif punktlar soni esa 3 tani tashkil qildi. Bu qiymatlar 1 sinf uchun belgilangan me’yoriy qiymat $\pm 1-2.5sm$, nisbiy aniqlik $1/500000$ ekanligini e’tiborga oladigan bo‘lsak GNSS o‘lchashlarda olingan qiymatlar me’yoriy qiymatlardan 5 barobar aniqdir.

6. Muruntov hududidagi muhandislik-texnik ishlarni bajarish maqsadida olingan o‘lchash natijalari asosida Gauss-Kryuger (SK-42) va Merkator (WGS-84) proyeksiyalari o‘rtasida qiyosiy tahlil o‘tkazildi. Ushbu proyeksiyalarning har biridagi qiymatlar farqlari hisoblab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, O‘zbekiston sharoitida kartalarning matematik asoslarini yaratishda tekislik Gauss-Kryuger (SK-42) proyeksiyasidan foydalanish samarali hisoblanib, bu Merkator (WGS-84) proyeksiyasiga nisbatan farqlarni kamaytiradi va aniqlikni 10-15% ga oshiriladi.

7. Tadqiqot natijalariga ko‘ra Muruntov karyeri sanoat zonasi topografik kartalari 70–80 – yillarda matematik asosi SK-42 Gauss-Kryuger koordinata tizimida va balandlik koodinatalar tizimi esa Boltiq dengizi balandlik tizimi ortometrik balandlik asosida ishlab chiqilganligi aniqlandi, GNSS da o‘lchangan balandliklar geodezik balandlikda hisoblangan. Shuning uchun ortometrik va geodezik balandliklar orasidagi farq N hisoblandi, qiymatlar 28.2451 dan 28.8032 m gacha o‘zgarishi aniqlangan. Hududning zamonaviy topografik kartalarining matematik asosini yaratishda ushbu qiymatlar e’tiborga olinganda, 10 smgacha aniqlikka erishish mumkin, bu loyihalash bosqichlari uchun yetarli aniqlikni ta’minlaydi.

8. SRTM ma’lumotlarini ArcGIS da qayta ishlash hamda, topografik kartalar va Panorama dasturi asosida Muruntov hududi relyefining raqamli 3D modeli yaratildi. Relyefning raqamli 3D modeli fazoviy to‘g‘ri burchakli, geografik, geodezik koordinatalar tizimlarida ifodalandi. Bunda favqulodda holatlarda karyer devorlarining o‘pirilishi, deformatsiyaga uchrashi areali modellashtirildi. Ushbu modeldan respublikamizning tog‘ va tog‘ oldi hududlarida joylashgan karyerlarda ro‘y berishi mumkin bo‘lgan favqulodda holatlarda foydalanish, talofat yetadigan hududlarni aniqlash va oldindan kompleksi chora-tadbirlarni ishlab chiqishda foydalaniladi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD26/26.01.2023.Т.109.04
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
САМАРКАНДСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ МИРЗО УЛУГБЕКА**

НИЯЗОВ ВОХИДЖОН РУЗИЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ
НА ОСНОВЕ GNSS (На примере горнодобывающих объектов)**

11.00.06 – Геодезия. Картография

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Самарканд – 2024

Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2021.1.PhD/T2172.

Диссертация выполнена в Самаркандском государственном архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещён на веб-странице Научного совета по адресу (www.samdaqu.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель: Мирмахмудов Эркин Рахимжанович
кандидат физико-математических наук, доцент

Официальные оппоненты: Аббасов Субхон Бурхонович
доктор географических наук, профессор

Тошпулатов Сарвар Анварович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация: Каршинский инженерно-экономический институт

Защита диссертации состоится «30» марта 2024 года в 16:00 часов на заседании Научного совета PhD26/26.01.2023.T.109.04 при Самаркандском государственном архитектурно-строительном университете имени Мирзо Улугбека (Адрес: 140147, г. Самарканд, ул. Лолазор, дом 70. Тел.: (+99866) 237-15-93, факс: (+99866) 237-26-30. E-mail: samdaqu@edu.uz. Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека).

Диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета имени Мирзо Улугбека (зарегистрирована за № 240). (Адрес: 140147, г. Самарканд, ул. Лолазор, дом 70. Тел.: (0366) 237-06-06, e-mail: samdaquarm@edu.uz).

Автореферат диссертации разослан «18» 03 2024 года.
(реестр протокола рассылки № 2 от «18» 03 2024 года).



А.С.Суюнов
Председатель научного
совета по присуждению научных
степеней, д.т.н., профессор

Д.О.Журакулов
Ученый секретарь научного совета
по присуждению научных
степеней, к.т.н., профессор

С.Б.Аббасов
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
научных степеней, д.г.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. Проектирование и строительство производственных объектов, промышленных зон с использованием глобальных спутниковых технологий (ГНСС), разработка и исследование спутниковых геодезических сетей, методов проектирования, построения, ориентации и математической обработки для мониторинга природных и техногенных процессов в районах расположения динамических объектов, особое значение которого имеет совершенствование современных методов оптимизации существующей государственной геодезической сети региона. В связи с этим на 50-й сессии Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях указано, что это необходимо «...разработка моделей деформации, учитывающих последствия таких катастроф, как землетрясения, с использованием технологий ГНСС и геоинформационных систем»⁴. Особое внимание уделено вопросам определения параметров переноса между едиными системами координат каждой страны и системой координат ГНСС, ориентированию на опорный эллипсоид методом спутниковой нивелировки, совершенствованию государственной геодезической сети, расположенной в районах промышленных зон, и реализацию способа оптимизации.

Создание оптимизированных современных методов проектирования государственной геодезической сети для проведения геодезических работ по поиску полезных ископаемых, инженерно-изыскательских работ и подготовки земель в районах карьеров полезных ископаемых промышленных зон, создания топографических карт промышленных зон месторождений полезных ископаемых и создания трехмерных моделей. Особое значение приобретают пространственные модели ГНСС высокой точности и научно-исследовательская деятельность, направленная на разработку новых научно-технических решений по использованию экспресс-методов. В этой области одной из важных задач является проектирование, оптимизация и повышение точности существующей государственной геодезической сети вокруг территорий расположения промышленных зон, сокращение временных затрат и повышение эффективности использования государственной геодезической сети.

Одной из актуальных задач оптимизации государственной геодезической сети, расположенной в районах промышленных зон месторождений полезных ископаемых на территории нашей республики, является достижение положительных результатов в использовании ГНСС для повышения точности координат необходимого количества государственных точек геодезической сети в нем. Законом⁵ Республики Узбекистан «О геодезической и картографической деятельности» определены важные задачи «создания, развития и поддержания в рабочем состоянии государственных геодезических, нивелирных, гравиметрических сетей, сетей геодезического уплотнения» и «...осуществления геодинимических исследований». данный В частности, Постановлением⁶ Президента Республики Узбекистан «О Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-

⁴ https://www.unoosa.org/pdf/reports/ac105/AC105_1022R.pdf

⁵ O'zbekiston Respublikasining «Geodeziya va kartografiya faoliyati to'g'risida» gi qonuni. Toshkent sh., 2020 yil 2 iyul, O'RQ-626-son. (<https://lex.uz/docs/4880160>)

⁶ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 30 yanvardagi «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida» gi №PF-60 farmoni 1-ilovasi.

2026 годы» определена задача «Резко увеличить объемы геологоразведочных работ». Для реализации этой задачи важно провести научные исследования по оптимизации государственной геодезической сети и повышению точности координат точек и использованию методов ГНСС для построения, эксплуатации, мониторинга состояния динамических объектов, предметы и другие работы.

Постановление Президента Республики Узбекистан от 6 марта 2020 года № PQ-4629 о мерах по реформированию государственного предприятия «Навоийский горно-металлургический комбинат» от 30.12.2021. ПК-72 № «Об утверждении инвестиционной программы Республики Узбекистан на 2022-2026 годы и внедрении новых подходов и механизмов управления инвестиционными проектами» и других нормативных правовых документов, связанных с данной деятельностью, настоящий диссертационная работа служит в определенной степени.

Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и техники республики. Данное исследование является частью IV республиканского проекта развития науки и технологий. «Развитие информационных и коммуникационных технологий» и VIII, которое проводилось в соответствии с приоритетами «Науки о Земле».

Степень изученности проблемы. Анализ научной литературы по данной теме показывает, что за рубежом и в Узбекистане проведено множество научных и исследовательских работ по оптимизации государственной геодезической сети. Такие ученые как А.Симокоой, Т.Бензао, З.Шаоринг, Г.Белвитт, Э.В.Графаренд, Ш.Куанг, Г.Шмитт и другие исследовали теоретические и методологические основы создания и оптимизации геодезических сетей, нивелирующих работ. В странах Содружества Независимых Государств этими работами занимались Тамутис З.П., Герасименко М.Д., Молоденский М.С., Изотов А.А., Закатов П.С., Морозов В.П., Антонович К.М., Телеганов Н.А., Яковлев Н.В., Большаков В.Д., Маркузе Ю.И., Голубев В.В., Голубев А.А. Генике, А. П. Герасимов, Е. Г. Бойко и другие ученые, а также Ю. Дж. Ахмад, Х. А. Мохамед, П. И. Баран, О. С. Раева, А. Л. Фляковский, В. П. Морозова и другие, проводили исследования по созданию обзорно-геодезической сети.

Такие ученые как Мирмахмудов Э.Р., Мубораков Х., Ташпулатов С.А., Суюнов А.С., Абдуллаев Т.М., Исаков Э.Х., Журакулов Д.О., Сайидкасимов С.С. работали и добились положительных результатов в данной области. Однако в научной деятельности вышеупомянутых ученых и исследователей до сих пор при проектировании, строительстве, оптимизации геодезической сети, расположенной в районе месторождений полезных ископаемых по всему миру, применяются современные методы, в том числе технологии ГНСС, аэро и для повышения точности сети использованы космические методы, математическое моделирование природных процессов. Поэтому возникла необходимость совершенствования научной основы создания и оптимизации геодезических сетей с использованием технологий ГНСС и программ ГИС.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация. Диссертационный научно-исследовательский проект Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета имени Мирзо Улугбека на тему «Разработка методов оптимизации геодезических сетей на основе ГНСС (на

примере горных объектов)» (2019-2024), опубликованный Европейским Союзом Erasmus Q 585718-ERR-1-2017-1-HUEPPKA2-SVHE-JP международного проекта «DSinGis: Докторантура в области геоинформатики» (15.10.2017-14.10.2020) и УзМУ «Исследование геодинамических процессов на территории Республики Узбекистан на основе высокоточных геодезических измерений» (2022-2027 гг.), выполненных в рамках научных исследований.

Целью исследования Разработка предложений и рекомендаций по развитию методов оптимизации существующей государственной геодезической сети и сети уплотнения вокруг горных объектов на основе ГНСС, ГИС и существующих геодезических данных.

Задачи исследования:

Исследование точности государственной геодезической сети вокруг Мурунтовского карьера на основе топографической карты, ГНСС и ГИС, исследование разработки методов оптимизации сети, совершенствование математической модели оптимизации;

Совершенствование схемы оптимального размещения сети на базе ГНСС с учетом особенностей территории Мурунтовской промышленной зоны (геодинамических процессов) и геометрических факторов спутников;

совершенствование методики повышения точности координат точек государственной геодезической сети на основе современных спутниковых навигационных ГНСС-измерений и программ ГИС;

Разработка 3D пространственной модели территории Мурунтовского карьера на основе программ ГИС.

Объектом исследования Получена существующая геодезическая сеть в районах Мурунтовского карьера.

Предметом исследования Вопросы оптимизации геодезической сети и сети уплотнения на базе ГНСС.

Методы исследования. В исследовательской работе использованы геодезические измерения ГНСС и методы оптимизации геодезической сети, математическая обработка для выравнивания данных, полученных в результате геодезических измерений, а также методы анализа с использованием современных геодезических и ГИС-программ.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

Доработана математическая модель оптимизации государственной геодезической сети вокруг Мурунтовского карьера на основе топографической карты, ГНСС и ГИС;

С учетом геодинамического состояния Мурунтовской промышленной зоны и геометрических факторов спутников доработана схема оптимального расположения геодезической сети на основе ГНСС;

усовершенствован метод повышения точности координат точек государственной геодезической сети на основе современных спутниковых навигационных ГНСС измерений и программ ГИС;

На основании результатов программ ГИС и полевых геодезических измерений разработаны методы создания 3D пространственной модели района Мурунтовского карьера с учетом разницы в прямоугольных и географических координатах.

Практические результаты исследования следующие:

смоделирована государственная геодезическая сеть вокруг Мурунговского карьера и усовершенствована математическая модель оптимизации на основе топографической карты, спутниковых навигационных измерений и геоинформационных программ;

Доработана схема оптимального расположения точек геодезической сети с учетом геодинамических условий Мурунговской промышленной зоны и геометрических факторов спутников;

усовершенствована методика путем разработки алгоритма повышения точности государственной геодезической сети на основе спутниковых навигационных измерений и геоинформационных программ;

с учетом результатов геодезических измерений, прямого угла и геодезических координат точек геодезической сети вокруг карьера на основе программ ГИС создана цифровая 3D-модель местности карьера.

Достоверность результатов исследования Достоверность результатов исследований является открытой информацией всех министерств и ведомств, размещенных на портале открытых данных Правительства Республики Узбекистан, в частности Агентства кадастра при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан, Межрегионального управления, Республиканского аэрогеодезического центра Самаркандского межрегионального отделения, Министерства горного дела и геологии Республики Узбекистан, «Навои» Республики Узбекистан. Объясняется использованием открытых цифровых материалов акционерного общества «Горно-металлургический комбинат», ООО «SAMGEODEZIST», Самаркандская область, ООО «ELLIPS UDP», а также выводы авторских экспериментов в рамках исследования, внедрение результатов исследований и их одобрение компетентными структурами.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что математическая модель оптимизации усовершенствована и при создании конфигурации геодезической сети необходимо учитывать геодинамическое состояние территории и геометрические факторы спутников. разработана методика повышения точности государственной геодезической сети на основе спутниковых навигационных измерений и геоинформационных программ.

Практическая значимость результатов исследования определяется совершенствованием действующих нормативных норм по оптимизации геодезических сетей вокруг объектов горнодобывающей промышленности и разработкой базы данных для обработки результатов измерений государственных геодезических сетей вокруг объектов горнодобывающей промышленности с помощью геоинформационного программного обеспечения.

Внедрение результатов исследования. По результатам разработки методов оптимизации геодезических сетей на базе ГНСС:

с предложением по совершенствованию математической модели оптимизации государственной геодезической сети вокруг Мурунговского карьера на основе топографической карты, ГНСС и ГИС выступило Самаркандское межрегиональное отделение Республиканского аэрогеодезического центра Кадастрового агентства при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан (справочный номер 79 от 30 августа 2023 года Агентства кадастра при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан). В резуль-

тате на основе этих математических моделей и формул стало возможным оперативно оптимизировать государственные геодезические сети вокруг горнодобывающих объектов;

предложение по совершенствованию оптимальной схемы размещения сеть на базе ГНСС с учетом геодинамического состояния промышленной зоны Мурунговского карьера и геометрических факторов спутников, внедрена в деятельность Министерства горного дела и геологии Республики Узбекистан Самаркандско-Бухарской областной инспекции горно-геологической деятельности при Госкомгеологии Республики Узбекистан (справочный № 08-2902 от 26 сентября 2023 года Министерства горного дела и геологии Республики Узбекистан). В результате Мурунговский карьер позволил оперативно проанализировать геодинамическую ситуацию и спрогнозировать сейсмо-тектонические процессы в районе промзоны, составить план соответствующих мероприятий и разработать стратегические планы;

В деятельность внедрено предложение по совершенствованию методики повышения точности координат точек государственной геодезической сети на основе современных спутниковых навигационных ГНСС-измерений и программ ГИС при Самаркандское межрегиональное отделение Республиканского аэрогеодезического центра Кадастрового агентства при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан (справочный номер 79 от 30 августа 2023 года Агентства кадастра при Министерстве экономики и финансов Республики Узбекистан). За счет использования этих результатов в качестве поправок параметров при переносе между системами координат точность геодезического плана и точек сети высот вокруг Мурунговского карьера повысилась на 10-15%;

С учетом результатов геодезических измерений и прямоугольных и геодезических координат точек геодезической сети вокруг карьера, горнодобывающей промышленности и геологии Республики Узбекистан внедрена в деятельность Министерства горного дела и геологии Республики Узбекистан Самаркандско-Бухарской областной инспекции горно-геологической деятельности при Госкомгеологии Республики Узбекистан (справочный № 08-2902 от 26 сентября 2023 года Министерства горного дела и геологии Республики Узбекистан). В результате удалось рассчитать площадь промзоны карьера и объем ископаемых, а также смоделировать ареал распространения опасных природных процессов. Также внедренный метод позволяет сократить время измерения и осложнения при измерениях на 15-20%.

Апробация результатов исследования Результаты исследований данной работы обсуждались на 7 международных и 3 национальных научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ, из них 8 статей опубликовано в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных научных результатов диссертаций ВАК Республики Узбекистан, в том числе 5 в республике и 3 в зарубежных научных журналах.

Структура и объем диссертации. Состав диссертации состоит из введения, трех глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составил 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

В **введении** обоснованы актуальность и необходимость проведенных исследований, детализированы цель и задачи, объект и предмет исследования, показана их совместимость с приоритетными направлениями развития науки и техники республики, научная новизна излагаются и практические результаты исследования, раскрывается научная и практическая значимость полученных результатов, результаты исследования внедряются в практику информация о структуре диссертации, опубликованных работах и диссертации.

В первой главе диссертации под названием **«Исследование точности геодезических сетей вокруг карьера»** освещены анализ работ по определению особенностей территории Мурунтаусского карьера и изучению их влияния на геодезические пункты, исследованию технического состояния сигналов имеющихся пунктов геодезической сети вокруг Мурунтаусского карьера и определению точности координат, изучению значимости использования ГНСС - технологий и ГИС-программ при оптимизации геодезической сети, методологических основ оптимизации геодезической сети вокруг карьера.

Проанализированы факторы, необходимые для учета при оптимизации геодезической сети на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера. Изучены особенности территории Мурунтау на основе научно-технических источников, полевых экспериментов, картографических материалов. Согласно этому, в результате горных работ было определено возникновение тектонических (локальных) разломов в различных направлениях. Зафиксированы разломы шириной от 0,3 до 12 м в северо-восточном направлении. Также, изучено влияние этих разломов на геодезические пункты. На базе результатов анализа стало известно, что на протяжении долгих лет геодезические пункты на территории Мурунтау подверглись большому разрушению под влиянием природных и техногенных факторов, некоторые из них полностью разрушены, другие подверглись деформации, из-за чего точность геодезической сети не отвечает требованиям.

Ширина промышленной зоны территории Мурунтаусского карьера составляет 23,33 км, а длина-42,13 км. Если учесть, что общая площадь данной зоны составляет 982,8929 км², то для повышения точности карт данной территории необходимо создать здесь государственные геодезические сети. Согласно нормативно-техническим актам, государственная геодезическая сеть на площади размером 982,8929 км² следует установить 20 государственных геодезических сетей 1-класса, 49 сетей 2-класса, 86-3-го класса и 196-4-класса. Однако, с целью анализа технического состояния сигналов и точности координат имеющихся пунктов геодезических сетей вокруг Мурунтаусского карьера, изучены топографические карты, геодезические материалы рекогносцировки, полевых ГНСС - измерений, в результате чего определено наличие вокруг карьера 19 государственных геодезических сетей и что на настоящее время 14 из них находятся в удовлетворительном состоянии. Также, при проверке стабильности данных пунктов при помощи ГНСС, выявлено наличие слабых пунктов.

Целевые исследования показали, что имеющиеся геодезические опорные сети на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера были созданы различными организациями, на разных координатах и в разное время. Было сделано заключение, что целесообразно повышать точность сети путем

оптимизации геодезической опорной сети на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера.

В диссертации представлена схема оптимизации параметров геодезической сети промышленной зоны Мурунтаусского карьера с использованием спутниковых технологий. На основе этой схемы в данной главе изучена необходимость выбора соответствующих вариантов цен, то есть, цен строительства опорных пунктов, осуществления измерений, транспортировки и других с учетом распространения случайных ошибок при сетевых измерениях, особенностей дополнительных измерений модельных ошибок.

Во второй главе диссертации **«Разработка метода проектирования геодезической сети вокруг карьера»** обоснованы такие вопросы, как разработка методики оптимального проектирования геодезической сети на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера, совершенствование схемы оптимального расположения геодезической сети на основе ГНСС с учетом геодинамического состояния территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера и геометрических факторов искусственных спутников, выбор оптимального варианта проектов геодезических сетей, расположенных на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера.

В ходе исследований были разработаны новые нормативные требования с учетом возможностей устройства ГНСС, основанные на традиционных стандартах проектирования и строительства геодезических сетей на территории промзоны карьера. В предлагаемых новых нормативных требованиях достигается количество этапов геодезических измерений для оптимизации геодезических сетей (табл. 1).

Таблица 1

Нормативные требования к проектированию и строительству геодезической сети вокруг Мурунтаусского карьера

Класс сети	m_{β}	m_L/L	M_{I-J}/S	СКО
МОГС	1,0"	1:500 000	1:250 000	1 sm – 4,5 km
МГСС	3,0"	1:50 000	1:25 000	2,5 sm – 500 m
МГО	5,0"	1:10 000	5 sm – 200 m	

Используя разработанные новые нормативные требования, удалось сократить время геодезических измерений и трудоемкость измерений на 15-20% за счет оптимизации геодезических сетей на территории промышленной зоны карьера.

При проектировании Мурунтаусской геодезической опорной сети в первую очередь были изучены топографические карты региона масштаба 1:500 000, 1:200 000 и 1:100 000 и определены и изучены установленные методом триангуляции 48 опорных пунктов государственных геодезических сетей вокруг территории, где расположен карьер. При этом общая площадь территории, на которой расположены опорные пункты государственной геодезической сети, расположенные вблизи Мурунтаусского карьера (Мурун, Сардара, Кургантов, Актай, Балпантов и Джунгильди), составляет 8395 кв.км. (83948,0521 га), общий периметр 217 421 км, наибольшие отметки - геодезические ориентиры «Актай» (высота 974 м) и «Мурун» (высота 792 м), если смотреть с этого геодезического опорного пункта, в радиусе 20 км, вокруг карьера хорошо видны все геодезические опорные пункты (рис. 1).

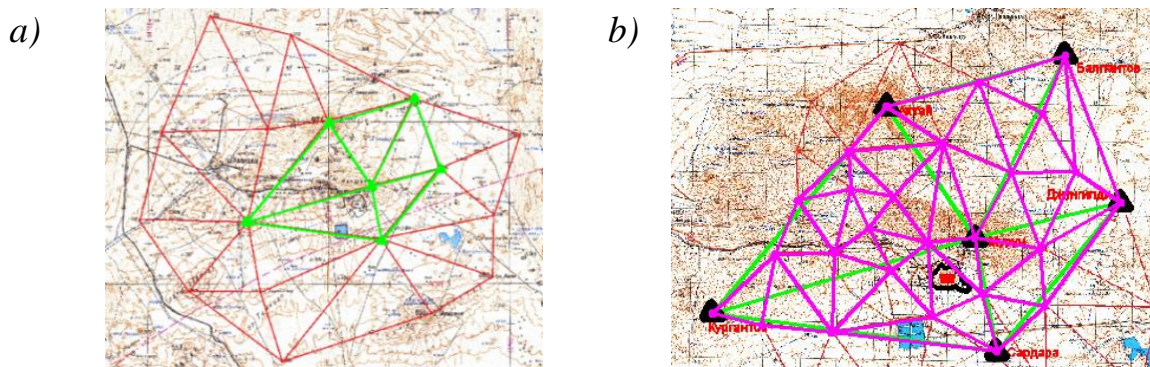


Рис.1. Расположение ОГП 1-го класса в районе Мурунтаусского карьера: а) и б) части топокарт масштабов 1:500 000 и 1:200 000.

Для расчета координат точек, обозначенных для Мурунтаусского карьера, были выполнены модельные расчеты, позволяющие составить оптимальную схему сети геодезического сгущения. При этом, в ходе оптимизации схемы геодезической сети в промышленной зоне Мурунтаусского карьера первоначально была составлена схема расположения опорных пунктов в топографических картах масштабов 1:500 000, 1:200 000 и 1:100 000. Затем на основе координат точек была составлена схема моделирования сети на космическом снимке местности и рассчитана их точность.

Согласно этому, при использовании программы “Google Earth Pro”, 5 опорных пунктов (Бесаян сев., Мурун, Джанахмед, Сардара ва Бесаян юж.) были взяты в качестве сети 1-класса. Затем между 4 пунктами (Бесаян сев., Мурун, Сардара ва Бесаян юж.) составлены и смоделированы геодезические четырехугольники и 3 пункта в треугольной конфигурации (Мурун, Джанахмед ва Сардара). Также, в данной составленной сети составлены и смоделированы схемы расположения пунктов 2-3 и 4-классов.

Смоделирована геодезическая сеть промышленной зоны Мурунтаусского карьера с учетом физико-географических условий, геодинамических процессов (рис.2). При этом из-за физико-географических условий местности, геодинамических процессов трудно измерить одинаковые углы и расстояния между базой и определенными геодезическими точками, поэтому при выполнении измерительных работ геодезическую сеть необходимо модифицировать, оптимизировать в соответствии с характеристиками точности.

Для изучения горизонтальных деформаций территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера применяются локально-плановые геодезические сетевые пункты. Их тип и способ (форма установки – схема) показаны на рисунке 2.

Для изучения горизонтальных деформаций территории промышленной зоны мурунтаусского карьера локально-планировочной сетки было высказано предположение, что все перечисленные виды форм могут использоваться в комплексе друг с другом.

Задачей геодезических работ в геодинамических полигонах, созданных для изучения горизонтальных деформаций территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера является определение цифровых аспектов противоположных вертикальных (иногда, горизонтальных) движений поверхности земли на основе повторных измерений, что позволяет делать заключения о

сейсмических и тектонических условиях одновременно с другими данными и принимать важные решения.

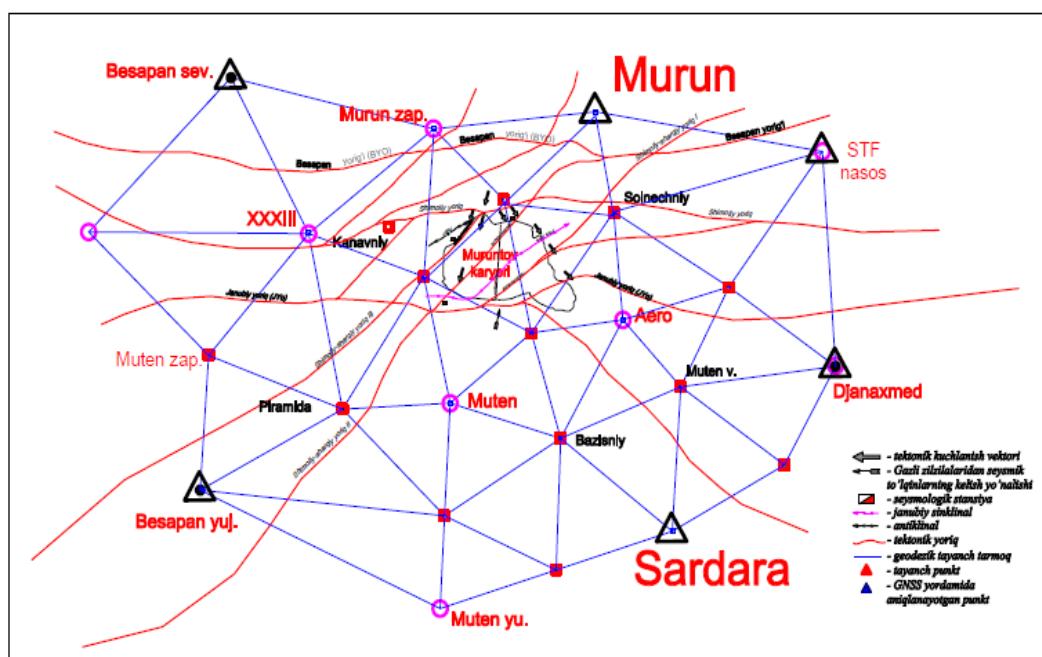


Рис.2. Моделирование геодезической сети территории промышленной зоны Мурунтауского карьера с учетом геодинамических процессов.

Использование геодезической сети, созданной на территории промышленной зоны Мурунтауского карьера, позволило оперативно анализировать геодинамическую обстановку на территории и прогнозировать сейсмо-тектонические процессы, составлять соответствующие планы действий и разрабатывать стратегические планы.

Была оценена точность длины сторон основания между точками геодезической сети, и была разработана технология для повышения точности спутниковых наблюдений ГНСС. На основе экспериментальных геодезических исследований, полученных на основе ГНСС на территории промышленной зоны Мурунтау с учетом геометрических факторов спутников (GDOP), были выявлены среднеквадратические погрешности сторон выявленной геодезической сети, проведена оценка точности и определена минимальная продолжительность наблюдений ГНСС. При этом рассматривались различные варианты отслеживания спутников.

Как видно из рисунка 3, геодезические измерения, проводимые с использованием двух опорных точек, продолжительностью не менее 2 часов, основывались на достижении точности до одного сантиметра.

В ходе ГНСС - измерений, проведенных на территории промышленной зоны Мурунтау для создания подэтапа Мурунтауской геодезической опорной сети (геодезической сети сгущения), в пункте государственной геодезической сети 4 класса (Канавный), расположенном на территории, было выявлено значение PDOP GNSS 7,303. В соответствии с действующими нормативными требованиями оговаривается, что значение PDOP должно быть до 4, а также необходимость обеспечения отсутствия источников сильного излучения (теле-и радиопередатчиков и т. д.) вблизи точки (до 1-2 км).

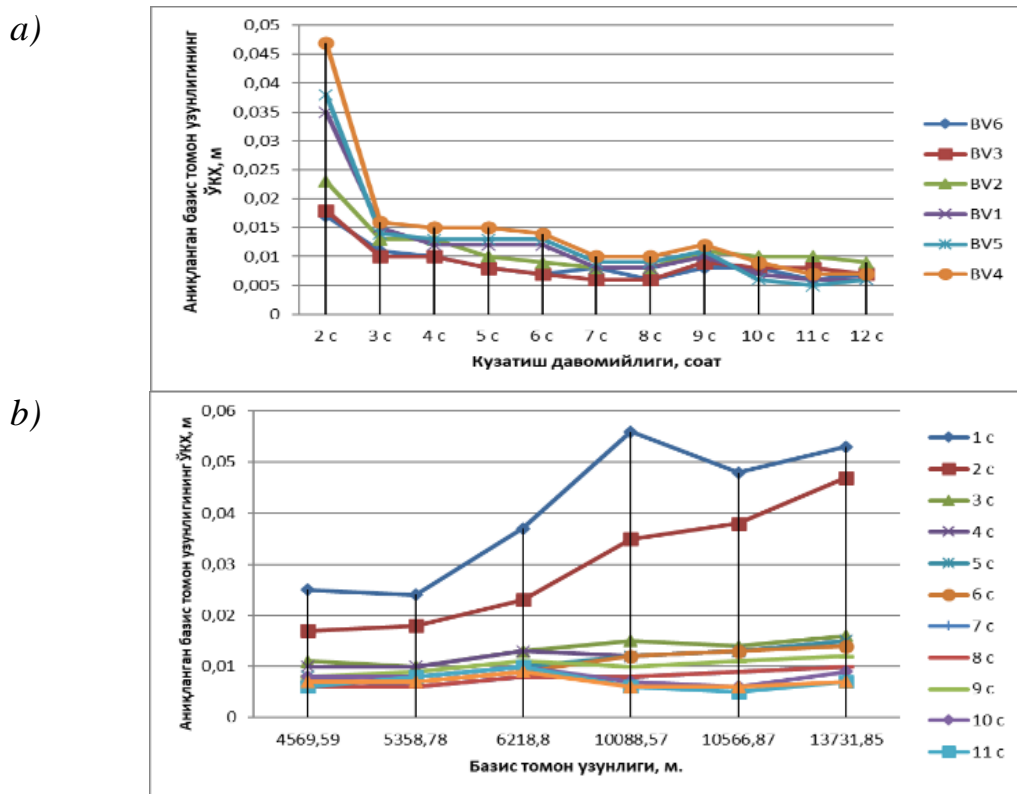


Рис.3. График зависимости СКО для определения длины базисной стороны от продолжительности наблюдений с использованием двух базисных точек.

Рядом с этим геодезическим пунктом находится электросеть большого напряжения (металлический столб на расстоянии 15 м 35 кВ.) из-за преломления (искажения) радиоволны, идущей от спутника к приемнику ГНСС, мы можем видеть, что значение PDOP будет большим. Мы можем смоделировать это следующим образом (рис.4 а, б). По рис.4 видно, что на основании данных, полученных результатов моделирования влияния многолучевых радиоволн на ГНСС - измерения в пункте класса 4 (Канавный) государственной геодезической сети, расположенной на территории промзоны Мурунтаусского карьера, этот пункт не может быть использован в качестве места для строительства спутникового геодезического пункта, однако, было выявлено, что возможно использование данного пункта в классической геодезической сети.

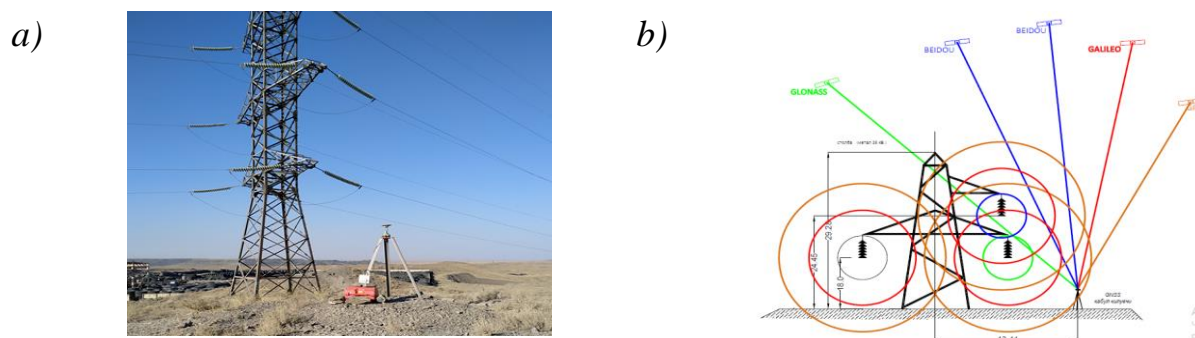


Рис.4. Моделирование многолучевого радиоволнового воздействия на измерения ГНСС в пункте 4 класса государственной геодезической сети (Канавный), расположенном на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера.

С целью выбора оптимального варианта проекта Мурунтаусской геодезической сети и анализа параметров оптимизации в трех вариантах были смоделированы проекты геодезической сети и оценена точность параметров оптимизации при использовании метода наименьших квадратов (табл.2). Как видно из таблицы 2, если учесть, что эти значения являются нормативными значениями, установленными для 1-класса $\pm 1-2, 5$ см, а относительная точность составляет $1/500000$, то значения, полученные при ГНСС - измерениях, в 5 раз точнее нормативных значений.

Таблица 2

Результаты оценки точности параметров оптимизации геодезической сети, спроектированной на территории промзоны Мурунтаусского карьера

Варианты конструкции МОГС	Методы строительства МОГС	СКО определения длины линии m_S (см)	СКО положения взаимного расположения точек, m_{I-J} (см)	СКО самого слабого места m_I (см)
Нормативные требования		1/200 000	5	10
1	Триангуляция	$m_{S(6-8)} = 5,0$ 1/79 000	$m_{16-18} = 6,2$ 1/66 000	$M_{27} = 14,3$
2	Линейно-угловая сеть	$m_{S(13-14)} = 0,7$ 1/386 000	$m_{11-12} = 3,1$ 1/119 000	$M_{27} = 8,6$
3	Спутниковая геодезическая сеть	$m_{S(13-14)} = 0,4$ 1/772 000	$m_{13-14} = 0,5$ 1/519 000	$M_{28} = 0,8$

Результаты оценки точности наиболее слабых элементов Мурунтаусской геодезической сети на основе данных, измеренных с помощью ГНСС, являются высокоточными и предпочтительными по сравнению с другими методами. В частности, доказано, что наивысшая точность параметров, отвечающих требованиям нормативной технической документации и обеспечивающих возможность построения последующих этапов, свойственна конструкции ГНСС, реализованной в сетевом варианте.

В третьей главе диссертации под названием «**Разработка алгоритма повышения точности геодезических сетей**» осуществлены работы по расчету поправок по оси ординат для геометрического центра карьера, расчету пространственных координат геодезических сетевых пунктов вокруг карьера, созданию базиса для геодезической сети на территории промзоны Мурунтаусского карьера и подключению сети к искусственному спутнику, расчету геоидной высоты карьера и созданию 3D модели рельефа карьера.

В ходе исследования на основании научно – технических, топогеодезических данных было установлено, что математическая основа большинства карт, относящихся к территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера, была разработана в 70-90-е годы в системе координат СК-42, плоскостной прямоугольной проекции Гаусса-Крюгера. Результаты ГНСС - измерений, определяются как плоский прямоугольник координаты на основе проекции Меркатора системы координат WGS-84. У каждой из этих двух проекций есть свои преимущества и недостатки. Основным критерием использования картографических проекций является величина искажения.

Автор обнаружил искажения у-Sn разницы между длиной параллельной дуги L и осью ординат Y и рассчитал абсолютную линейную деформацию в двух проекциях Гаусса-Крюгера и Меркатора:

$$\left. \begin{aligned} x &= 63675584969 \frac{B''}{\rho''} - \left\{ a_0 - [0.5 + (a_4 + a_6 l^2) l^2] N \right\} \sin B \cos B \\ y &= [1 + (a_3 + a_5 l^2) l^2] N \cos B \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где l -разность долгот данной точки и разность измерений меридиана радиана оси зоны;

N -радиус кривизны первой вертикали.

Длина параллельной дуги Sn по методу Симпсона выражается как:

$$S_n = \frac{l''}{\rho''} N \cos B \quad (2)$$

где M -радиус кривизны по меридиану.

По результатам измерений был проведен сравнительный анализ проекций Гаусса-Крюгера (СК-42) и Меркатора (WGS-84). Вычислены значения разностей в каждой из этих проекций (рис.5).

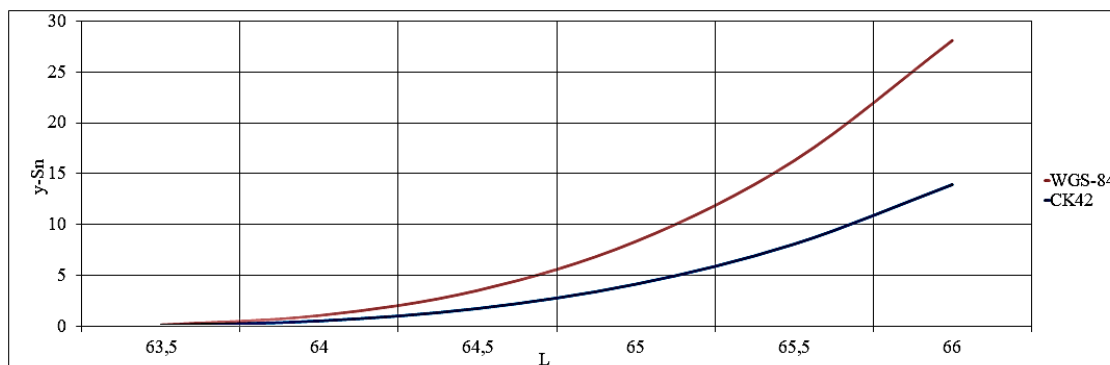


Рис.5. График изменений значений искажения «у» координаты для геометрического центра Мурунтаусского карьера.

Как видно из рисунка 5, обращая внимание на то, как ордината изменяет значения искажений, мы видим, что разница в системе координат WGS -84 велика по сравнению с системой координат СК-42.

С целью повышения точности геодезической опорной сети на территории промзоны Мурунтаусской карьера и подключения сети к СГС (базе CORS) с использованием ГНСС ватары между пунктами (ГНСС векторы) рассчитаны с помощью следующей формулы метода дифференциальных измерений:

$$D_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2 + (Z_j - Z_i)^2} ; \quad (3)$$

Одним из распространенных способов выравнивания геодезической сети является стохастическая модель, которая предоставляет информацию о точности измерений. При последовательной обработке основных базисов для каждого сеанса координаты с ковариационной матрицей вычислялись по формуле:

$$\text{cov}_{xyz} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{pmatrix} \Rightarrow \text{cov}_{xyz} = \begin{pmatrix} 0,000216093 & 0,000325664 & 0,000325534 \\ 0,000325664 & 0,000812527 & 0,000623375 \\ 0,000325534 & 0,000623375 & 0,0007064573 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Как видно из формулы (4), диагональные элементы представляют собой дисперсию точности координат в геоцентрической системе координат.

Пункты геодезической опорной сети на территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера и сеть СГС (база CORS) соединены в целях оптимизации расстояний (ГНСС векторы).

При этом определено, что средние значения ковариационной матрицы $\sigma_x = 0,005m$, $\sigma_y = 0,003m$, $\sigma_z = 0,009m$, PDOP=1,75, плановая 0,012 м, по высоте 0,097м ва СКО 0,0016 м, данные эллипсов погрешностей геодезической сети на территории промзоны Мурунтаусского карьера – $(a=0,002, b)= 0,001$ ва $A=168^\circ$ СВ). Видно, что эти значения в 2 раза точнее, чем требуется в нормативно – технических инструкциях.

Помимо привязки расчетных координат точек геодезической сети к СГС (база CORS), были рассчитаны длина базисной линии и геоцентрические расстояния точек “Сардара” и “Джанахмед”. Определено, что почти все измерения совпадают друг с другом, максимальное отклонение между значениями - 1 см, PDOP не прывашал 2,0, это показало, что ГНСС - измерения правильные и высокоточные (рис.6, а, б).

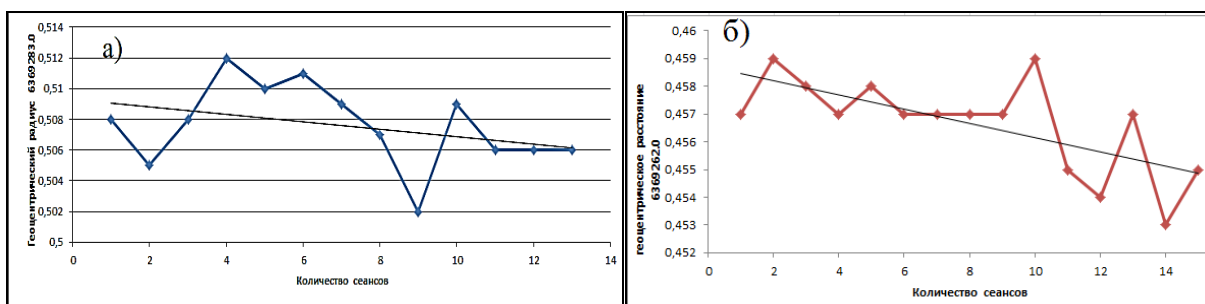


Рис.6. График изменения PDOP для базисной линии “Сар-Жан”.

Путем расчета геоидной высоты территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера была разработана схема определения разности ортометрических и геодезических высот и определена разность высот. Были произведены предварительные расчеты отклонения геоида N от эллипсоида для выбранных точек карьера. При этом точки охватывали все геодезические точки Мурунтаусского геодинамического полигона и снимались с использованием данных Google Earth в точках пересечения широт и расстояний каждые 10 секунд по территории, где расположен карьер (рис.7 а).

Путем интерполяции высот точек с топографической карты использовались высоты точек государственной нивелировочной сети и высот горизонталей, нанесенных фотограмметрически. Здесь учтено, что оптимальный способ использовать данные Google Earth.

Математической основой топографических карт, относящихся к территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера, в целях повышения точности системы высот, на основе геометрической схемы разности ортометрических и геодезических высот было рассчитано изменение значения n с 28,2451 до 28,8032 м и разработана схема графика (рис.7, б).

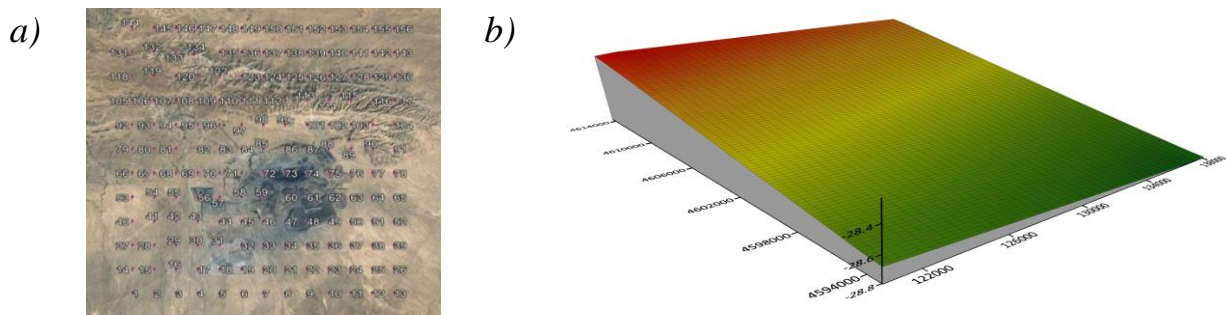


Рис.7. Графическая форма разности ортометрических и геодезических высот территории Мурунтау а) высота точек Мурунтаусского полигона, б) графическая форма разности ортометрических и геодезических высот территории Мурунтаусского карьера.

С целью моделирования геодезической сети, геодинамических процессов и т.п. в районе Мурунтовского карьера была создана 3D-модель местности на основе программ ГИС. Подробно проанализированы вопросы использования полученной модели рельефа.

Топографическая карта, TIN-модель, математическая модель в виде слоев, причем эти слои представлены в пространственной прямоугольной системе координат Гаусса-Крюгера (X, Y, H) и географической (φ, λ, h) системе координат (рис. 8). Это, в свою очередь, дает возможность определять географическое положение объектов на местности в разных системах координат.

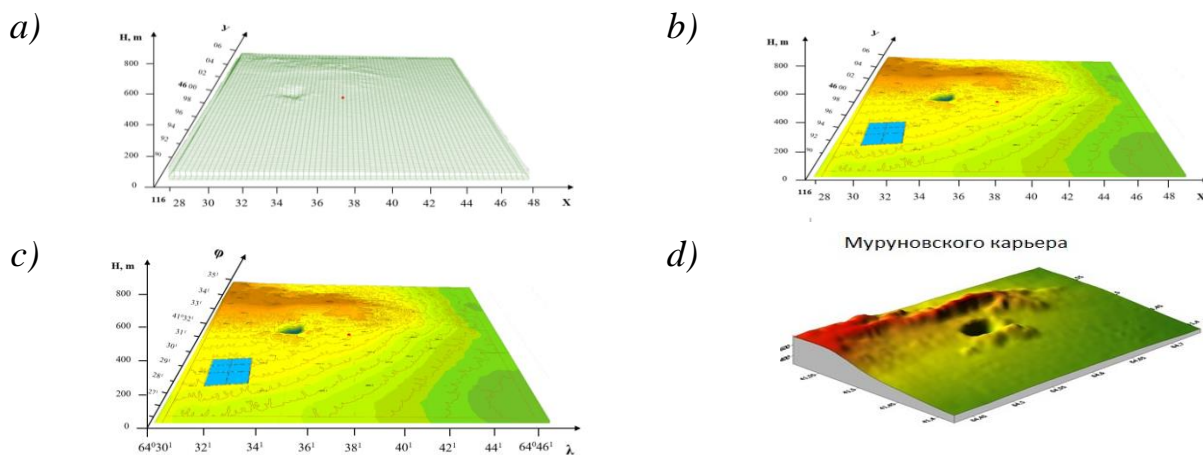


Рис.8. а) каркас X, Y, H Мурунтовского карьера; б) модель TIN; в) кадр кадра в системе φ, λ, N ; г) модель TIN.

По результатам анализа на основе топографической карты, созданной в 1985 году, площадь Мурунтовского карьера была рассчитана с помощью программы ГИС Rapogata и составила 4 кв. км. На сегодняшний день, по данным SRTM, площадь Мурунтовского карьера составляет 7,75 квадратных метров. км, мы можем наблюдать, что она увеличилась почти в два раза (рис. 8).

На основе созданной цифровой 3D-модели карьера проведены работы по определению размеров выемки, обрушению стен карьера в аварийных ситуациях, деформации стенок карьера, моделированию зоны разлива. Также данную модель можно использовать в чрезвычайных ситуациях, которые могут возникнуть на карьерах, расположенных в районах недропользования нашей

республики, она позволяет определить зоны потерь и заранее определить меры реагирования. Также при разработке методов оптимизации сети Мурунтаусской геодезической базы на основе данного метода ГНСС можно сократить время проведения полевых геодезических измерений и осложнения, возникающие при измерениях, на 15-20%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований, выполненных по докторской философской (PhD) диссертации по разработке методов оптимизации геодезических сетей на базе ГНСС (на примере горных объектов), были представлены следующие выводы:

1. На основе результатов научно-технических источников, рекогносцировочных полевых измерений изучены география и особенности Мурунтаусского района и отмечено наличие в этом регионе тектонических трещин, обусловленных природными и техногенными факторами. В результате воздействия природных и техногенных факторов было установлено, что точность геодезических пунктов и техническое состояние сигналов были нарушены, точность геодезической сети значительно снизилась из-за деформации, а геодезические сети были установлены разными организациями в разных системах координат в разное время. Поэтому было подчеркнуто, что необходимо оптимизировать геодезическую сеть района, учитывать схемы расположения тектонических разломов при модернизации, повысить точность за счет разработки их в единой системе координат.

2. Используя топографические карты Мурунтаусского района и аналитические методы оптимизации для проектирования базовой геодезической сети, а также используя технологию ГНСС для определения координат точек сети, наглядно и эффективно создать оптимальную схему расположения точек, и создать 3D модель местности с помощью ГИС программ, доказавших свою эффективность.

3. В целях создания проектов геодезической базовой сети и сети уплотнения промышленной зоны Мурунтаусского карьера и выбора оптимальных вариантов теоретически и практически изучены схема и картография тектонических трещин, вызванных сейсмо-геодинамическими процессами на территории. Методика проектирования геодезической сети разработана с учетом особенностей тектонических нарушений и схем их расположения. С помощью этой методики была улучшена схема расположения точек. Учитывая вышеизложенное, было отмечено, что данная геодезическая сеть может быть использована в качестве геодинамического полигона региона.

4. Оценена точность длин сторон баз между точками геодезической сети на территории промзоны Мурунтаусского карьера и разработана технология повышения точности значений DOP спутниковых наблюдений ГНСС. Результаты реальных измерений показали, что при использовании данной технологии необходимо проводить наблюдения продолжительностью не менее 2 часов с использованием двух опорных точек для достижения точности 1,0 см в плановых координатах. Также в точке государственной геодезической сети, расположенной в этом районе, моделировалось многодиапазонное электромагнитное и радиоволновое воздействие на измерения ГНСС. Соответственно, эту точку

нельзя использовать при построении спутниковой геодезической сети. Но было подчеркнуто, что эту точку можно использовать в классической геодезической сети.

5. С целью выбора оптимального варианта проекта Мурунтаусской геодезической базовой сети и анализа точности параметров проекты геодезической сети моделировались в трех различных вариантах и точность определяемых точек оценивалась методом наименьших квадратов. Результаты анализа показали, что определение длины линии методом триангуляции СКО $m_{S(6-8)}=5,0\text{см}$, относительная точность $1/79000$, положение взаимного расположения точек СКО $m_{16-18}=6,2\text{см}$, в сети и количество наиболее слабых точек 6, СКО $m_{S(13-14)}=0,7\text{см}$ определения длины линии методом линейного угла, относительная точность $1/386000$, СКО $m_{11-12}=3,1\text{см}$ положения точек, а количество наиболее слабых точек 5, СКО $m_{S(13-14)}=0,4\text{см}$ определения длины линии сетевым методом ГНСС, относительная точность $1/772000$, СКО $m_{13-14}=0,5\text{см}$ и количество наиболее слабых точек - 3. Если учесть, что эти значения составляют $\pm 1-2,5\text{см}$, относительная точность составляет $1/500000$, то значения, полученные при измерениях ГНСС, в 5 раз точнее стандартных значений.

6. Проведен сравнительный анализ проекций Гаусса-Крюгера (СК-42) и Меркатора (WGS-84) на основе результатов измерений, полученных с целью инженерно-технических работ в Мурунтаусском районе. Были рассчитаны значения разницы в каждой из этих проекций. Результаты исследования показали, что использование планарной проекции Гаусса-Крюгера (СК-42) эффективно при создании математической основы карт в условиях Узбекистана, что уменьшает различия по сравнению с проекцией Меркатора (WGS-84) и повышает точность на 10-15%.

7. На основе исследованных научно-технических источников в 1970-1980-х годах были разработаны топографические карты территории промышленной зоны Мурунтаусского карьера на основе системы координат СК-42 Гаусса-Крюгера и высотной системы координат, а также высоты Балтийского моря. Система была разработана на основе ортометрической высоты. Определенные высоты, измеренные в ГНСС, были рассчитаны как геодезические высоты. Поэтому была рассчитана разница между ортометрической и геодезической высотой N , значения рассчитаны на изменение от 28,2451 до 28,8032 м. При учете этих величин при создании математической основы современных топографических карт местности можно достичь точности до 10 см, что обеспечивает достаточную точность на этапах проектирования.

8. В результате обработки данных SRTM в ArcGIS на основе топографических карт и ГИС «Панорама» создана цифровая 3D модель местности Мурунтаусского района. Данная модель дала возможность сравнивать, сопоставлять и анализировать 3D модели созданной местности. Цифровая 3D-модель рельефа выражалась в пространственно-прямоугольной, географической, геодезической системах координат. Смоделирована зона обрушения и деформации стен карьера при аварийных ситуациях. Использование данной модели в чрезвычайных ситуациях, которые могут возникнуть на карьерах, расположенных в горных и предгорных районах нашей республики, позволяет определить участки, которые понесут убытки, заранее определить комплекс мер и внедрить их в практику.

**SCIENTIFIC DEGREE-GIVING COUNCIL PhD 26/26.01.2023.T.109.04 AT
SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION
UNIVERSITY NAMED MIRZO ULUGBEK**

**SAMARKAND STATE ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION
UNIVERSITY NAMED MIRZO ULUGBEK**

NIYAZOV VOHIDJON RUZIEVICH

**DEVELOPMENT OF OPTIMIZATION METHODS OF GEODESIC
NETWORKS BASED ON GNSS (In the case of mining sites)**

11.00.06 – Geodesy. Cartography

**ABSTRACT OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) DISSERTATION IN
TECHNICAL SCIENCES**

Samarkand - 2024

The topic of the Doctor of Philosophy (PhD) dissertation in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with the number B2021.1.PHD/T2172

The dissertation is completed at Samarkand State Architecture and Construction University named after Mirzo Ulugbek.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.samdaqu.uz) and on the information and education portal "ZiyoNet" (www.ziynet.uz).

Scientific advisor:

Mirmakhmudov Erkin Rakhimjanovich
Candidate of physical and mathematical sciences,
associate professor

Official opponents:

Abbasov Subkhon Burkhonovich
Doctor of geographical sciences, professor

Tashpulatov Sarvar Anvarovich
Candidate of technical sciences, professor

Leading organization:

**Qarshi Institute of Engineering and
Economics**

The Defense of the dissertation was held at the meeting of the Scientific Council numbered PhD26/26.01.2023.T.109.04 at Samarkand State Architecture and Construction University on March 30, 2024 y. at 16.00. (Address: 70, Lolazor Street, 140147, Samarqand, Uzbekistan Tel.: (0366) 237-15-93; fax: (0366) 237-26-30, e-mail: samdaqu@edu.uz).

The dissertation can be viewed at the Information and Resource Center of Samarkand State Architecture and Construction University (Registration № 240). (Address: 70, Lolazor Street, 140147, Samarqand, Uzbekistan Tel.: (0366) 237-06-06; e-mail: samdaquarm@edu.uz).

Dissertation Abstract was distributed on 18 03, 2024 y.
(Register statement No. 2 on 18 03, 2024 y.).



A.S. Suyunov
Chairman of the scientific council for
awarding scientific degrees, doctor of
technical sciences, professor

D.O. Jurakulov
Secretary of the scientific council for
awarding scientific degrees, candidate of
technical sciences, professor

S.B. Abbasov
Chairman of the academic under the seminar
scientific council for awarding scientific degrees,
doctor of geography sciences, professor

INTRODUCTION (abstract to PhD dissertation)

The purpose of the research is to develop proposals and recommendations for the development of optimization methods of the existing state geodetic network and densification network around mining sites based on GNSS, GAT and existing geodetic data.

The object of research is the existing geodetic network in the Muruntov quarry regions.

The scientific novelty of the research is in the following:

The mathematical model of optimization of the state geodetic network around the Muruntov quarry was improved based on the topographic map, GNSS and GAT;

The scheme of the optimal location of the geodetic network was improved based on GNSS, taking into account the geodynamic condition of the Muruntov industrial zone and the geometric factors of the satellites;

The method of improving the accuracy of the coordinates of the state geodetic network points based on modern satellite navigation GNSS measurements and GAT programs has been improved;

Based on the results of GIS programs and field geodetic measurements, methods have been developed for creating a 3D spatial model of the Muruntov quarry area, taking into account the difference in rectangular and geographic coordinates.;

Implementation of research results. Based on the results of the development of optimization methods of geodetic networks based on GNSS:

The proposal for improving the mathematical model of optimization of the state geodetic network around the Muruntov quarry based on the topographic map, GNSS and GAT is implemented in the activities of the Samarkand Interregional Division of the Republican Aerogeodesy Center of the Cadastre Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan (Reference number 79 of the Cadastre Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan on August 30, 2023). As a result, on the basis of these mathematical models and formulas, it became possible to quickly optimize state geodetic networks around mining sites;

The proposal for improving the optimal location scheme of the network based on GNSS, taking into account the geodynamic condition of the Muruntov quarry industrial zone and the geometric factors of the satellites, is introduced in the activities of the Finance of the Republic of Uzbekistan and the Samarkand-Bukhara Regional Inspectorate of Con-Geological Activity Control Inspection under the State Committee for Geology of the Republic of Uzbekistan of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan (Reference number 08-2902 of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan on September 26, 2023). As a result, that made it possible to quickly analyze the geodynamic situation of the industrial zone of Muruntov quarry and forecast seismic-tectonic processes, draw up a plan of appropriate measures and develop strategic plans;

A proposal for improving the accuracy of the coordinates of the state geodetic network points based on modern satellite navigation GNSS measurements and GAT programs was introduced in the activities of the Samarkand Interregional Division of the Republican Aerogeodesy Center of the Cadastre Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan (Reference number 79 of the

Cadastral Agency under the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan on August 30, 2023). According to these results, the accuracy of the coordinates of geodetic plan and elevation grid points around the Muruntov quarry increased by 10-15% by using them as corrections for parameters when transferring from one coordinate system to another;

Taking into account the results of geodetic measurements and the right-angle and geodetic coordinates of geodetic network points around the quarry, a proposal to create a digital model of the quarry terrain based on GAT software is introduced in the activities of the Samarkand-Bukhara Regional Inspectorate of Con-Geological Activity Control Inspection under the State Committee for Geology of the Republic of Uzbekistan of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan (Reference number 08-2902 of the Ministry of Mining and Geology of the Republic of Uzbekistan on September 26, 2023). As a result, it was possible to calculate the area of the area of the quarry industrial zone and the volume of fossils, and to model the distribution area of dangerous natural processes. Also, this introduced method makes it possible to reduce measurement time and complications in measurements by 15-20%.

Dissertation structure and volume. The structure of the dissertation consists of an introduction, three chapters, general conclusions, a list of references and annexes. The volume of the dissertation is 110 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I часть; I part)

1. Niyazov V. R. Geodezik punktlarni yaratishda zamonaviy GNSS texnologiyalaridan foydalanish // Me'morchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnal. Maxsus son. – Samarqand., 2019. – B. 94-100. SamDAQI. (05.00.00; №14).

2. Niyazov V.R. Determination of geodetic network coordinates for area of mining facilities with GNSS technology measurements. // International Engineering Journal For Research & Development. Akola, India. Vol. 5 No. 5. E-ISSN NO:-2349-0721, Impact factor: 6.549. Jun 9, 2020. (Ma'lumotlar bazasi №17 Open Academic Journals Index).

3. Ниязов В.Р. О способах выполнения GNSS-съёмок различного назначения в Республике Узбекистан // International Journal Of Innovations In Engineering Research And Technology. India. ISSN No.2394-3696. Impact Factor is 7.525 paper, Jun 9, 2020 y. P. 51-57. (Ma'lumotlar bazasi №25 – Directory of Open Access Journals).

4. Niyazov V.R., Urakov O.A. About Basic Geodetic Bases RGP SGS Permanently Operating In The Republic Of Uzbekistan. // International journal of advanced research in science, engineering and technology. India. Vol. 7, ISSUE 10, October 2020. – P. 15396- 15402. (05.00.00; №8).

5. Mirmaxmudov E.R., Niyazov V. R., Maxamatova V.U. O'zbekiston Respublikasi hududining geodinamik regionida olib borilgan geodezik o'lchashlar aniqligini tahlil qilish // Me'morchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnal. 3-son (2-qism). – Samarqand., 2021. – B. 45-49. (05.00.00; №14).

6. Мирмахмудов Э.Р., Ниязов В. Р. К вопросу об использовании хорды между геодезическими вблизи карьера “Мурунтау” // Проблемы архитектуры и строительства. Научно-технический журнал. Выпуск № 4 (часть 2). – Самарканд., 2021. – С. 93-97. (05.00.00; №14).

7. Niyazov V.R. «Muruntov» karyeri atrofidagi geodezik tarmoq punktlarini tadqiq qilish // Me'morchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnal. №2. – Самарканд., 2023. – Б. 312-316. (05.00.00; №14).

8. Ниязов В. Р. Проектирование геодезической сети сгущения в окрестности карьера “Мурунтау” // Проблемы архитектуры и строительства. Научно-технический журнал. Выпуск № 2. – Самарканд., 2023. – С. 322-325. (05.00.00; №14).

II bo'lim (II часть; II part)

9. Niyazov V.R., Urakov O.A., Raximov U.A., Mullodjanova G. Geodeziya, marksheyderiya va yo'llarni loyihalashda BIM texnologiyasining imkoniyatlari // “Geoaxborot tizimi (GAT) texnologiyasi sohasini rivojlantirishning dolzarb

muammolari va echimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy - amaliy konferensiya to‘plami. Samarqand.SamDAQI. 2019 yil 22-23 oktyabr. – B.43-47.

10. Niyazov V. R. Geodezik o‘lchashlarini bajarishda GNSSni qo‘llash usullari // “Geografiya fanining dolzarb muammolari” mavzusida Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to‘plami. Termiz.TerDU, 2020. – B.339-342.

11. Niyazov V. R. GNSSdan foydalanib hududni o‘rganish va geodezik tayanch punktlar to‘rini yaratish // “Geografiya fanining dolzarb muammolari” mavzusida Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to‘plami. Termiz.TerDU, 2020. – B.343-346.

12. Niyazov V.R., Makhamatova V.U., Toshonov B.Sh. Preliminary reconnaissance of points of geodynamic polygon “Tavaksay”// Материалы Международного научно-методического журнала «Global science and innovations 2021: Central Asia» Nur-Sultan, Kazakhstan, february 2021. – B.127-132.

13. Мирмахмудов Э.Р., Ниязов В.Р., Аралов М.М. Проектирование геодезической сети сгущения в окрестности промышленных объектов // Инновационные научные исследования: сетевой журнал. 2021. № 5-1(7). С. 211-219.

14. Urakov O.A., Niyazov V.R., Azamov G.Kh. Survey (reconnaissance) of geodesic condition of Zarband marble mining area// ResearchJet Journal of Analysis and Inventions – RJAI. Indiya.Vol. 2, Issue 5. May, 2021. – P.406-413. DOI:10.17605/OSF.IO/GECJ3.

15. Мирмахмудов Э.Р., Ковалев Н.В., Ниязов В.Р., Рахимова М.Х. Оптимальный метод проектирования геодезической сети сгущения вблизи карьера // Научный журнал: Universum: технические науки. – Москва, 2021. – 6(87). – С. 83-88. (02.00.000; №1).

16. Мирмахмудов Э.Р., Ниязов В.Р., Тошонов Б., Махаматова В.У. Анализ метода трилатерации для локальных изменений координат пунктов на геодинимическом полигоне “Таваксай” // Научный журнал: Universum: технические науки. – Москва, 2021. – 6(87). – С. 28-32. (02.00.000; №1).

17. Ниязов В. Р. Некоторые требования по проектированию опорной геодезической сети сгущения вблизи карьера // Научный журнал: Экономика и социум. – Саратов, 2022. – №11(102). – С. 560-568. (11.00.000; №11).

18. Niyazov V.R., Tleumuratova G. Use of GNSS to improve the accuracy of the coordinates of geodetic network points in the surrounding of the Muruntau quarry (Uzbekistan) // New York Science Journal. USA, New York. Vol. 16, ISSURE 1, 2023. – P. 27-33. (11.00.00; №5).

19. Niyazov V.R. GNSS asosida geodezik tarmoqlarni optimallashtirish usullarini ishlab chiqish (konchilik obyektlari misolida) ma’lumotlar bazasi. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk agentligi. O‘zbekiston Respublikasining Dasturiy mahsulotlar davlat reestrinda 2020 yilda ro‘yxatdan o‘tkazilgan. Guvohnoma DGU №-09555.

Avtoreferat «Me'morchilik va qurilish muammolari» ilmiy – texnik jurnali tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlari mosligi tekshirildi (11.03.2024 y.).

