

**TOSHKENT SHAHRIDAGI YER USTI METROPOLITENI QURILISHIDAGI
GEODEZIK ISHLAR****Tag'ayeva Dilafruxxon Usmonovna**

dotsent, Toshkent arxitektura qurilish universiteti, Tashkent, O'zbekistan.

E-mail: taqi_gvak_konferentsiya@mail.ru**Abduvohidov Abdurahmon Murodjon o'g'li**

assistent, Toshkent arxitektura qurilish universiteti, Tashkent, O'zbekistan.

E-mail: abdurahmonboss94@gmail.com**Ziyomiddinov Samandar Sherzodjon o'g'li**

bakalavr, Toshkent arxitektura qurilish universiteti, Toshkent, O'zbekiston.

Email: samandarziyomiddinov@gmail.com**<https://doi.org/10.5281/zenodo.20793080>**

Annotatsiya. Ushbu maqolada Toshkent shahrida qurilayotgan yer usti metropoliteni liniyalarida bajarilgan geodezik ishlar va ularning aniqligini baholash masalalari ko'rib chiqilgan. Asosiy e'tibor geodezik tayanch tarmoqlarini barpo etish hamda poligonometriya va nivelirlash ishlari aniqligini aniqlashga qaratilgan. O'lchash natijalari asosida o'rta kvadratik va bog'lanmaslik xatoliklari hisoblab chiqilib, me'yoriy talablarga mosligi tekshirilgan. GNSS texnologiyalari va elektron asboblarning yordamida yuqori aniqlikdagi o'lchovlar bajarilgan.

Qurilish jarayonida geodezik nazorat doimiy olib borilib, loyiha aniqligi ta'minlangan.

Natijada bajarilgan geodezik ishlarning ishonchliligi va aniqligi yuqori darajada ekanligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Avtomatlashtirilgan dasturlar, Elektron nivelirlar, GNSS, Monitoring, Qurilish nazorati, Taxeometr.

Аннотация. В данной статье рассматриваются геодезические работы, выполненные на строящихся линиях надземного метрополитена в городе Ташкенте, и вопросы оценки их точности. Основное внимание уделяется созданию геодезических опорных сетей и определению точности полигонометрических и нивелирных работ. На основании результатов измерений были рассчитаны среднеквадратичные и независимые погрешности и проверено их соответствие нормативным требованиям. Выполнены высокоточные измерения с использованием технологий GNSS и электронных приборов. В процессе строительства постоянно проводился геодезический контроль, обеспечивалась точность проекта. В результате обоснована высокая степень надежности и точности выполненных геодезических работ.

Ключевые слова: Автоматизированные программы, Электронные нивелиры, GNSS, Мониторинг Строительный контроль, Taxeometr.

Abstract. This article examines the geodetic works performed on the elevated metro lines under construction in Tashkent and the assessment of their accuracy. The main attention is paid to the construction of geodetic support networks and the determination of the accuracy of polygonometry and leveling works. Based on the measurement results, the standard deviation and independence errors were calculated, and their compliance with regulatory requirements was verified. High-precision measurements were performed using GNSS technologies and electronic instruments.

During the construction process, geodetic control was constantly carried out, ensuring the accuracy of the project. As a result, a high level of reliability and accuracy of the performed geodetic works was justified.

Keywords: *Automated Programs, Electronic Levelers, GNSS, Monitoring, Construction Supervision, Tacheometer.*

Kirish. Toshkent shahrida urbanizatsiya va aholi sonining o'sishi jamoat transporti tizimini tubdan takomillashtirishni taqozo etmoqda. Shu maqsadda "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tomonidan amalga oshirilayotgan Yer usti halqa metro yo'li loyihasi shahar transport trbandliklarini kamaytirishda katta ahamiyatga ega. Umumiy uzunligi 54,8 km bo'lib, 35 ta stansiyaning qamrab oluvchi Toshkent metropoliteni besh bosqichli yirik muhandislik inshooti o'zining ko'lami va murakkabligi bilan ajralib turadi.

Har qanday yirik infratuzilma ob'ekti kabi, metropoliten qurilishida ham yuqori aniqlik va xavfsizlikni ta'minlashda geodezik ishlar hal qiluvchi bo'g'in hisoblanadi. Geodeziya loyihalashtirishdan boshlab, konstruksiyalarni joyga ko'chirish, o'rnatish nazorati va ekspluatatsiya davridagi deformatsiyalar monitoringigacha bo'lgan barcha bosqichlarni qamrab oladi.

Qo'llanilgan uslub va metodlar. Toshkent yer usti metropoliteni qurilishidagi geodezik ishlar kompleks yondashuvni talab etuvchi bir necha bosqichdan iborat bo'ladi. Tadqiqot metodologiyasi quyidagilarni o'z ichiga oladi: geodezik tayyorgarlik, asosiy qurilish-montaj ishlari jarayonida geodezik nazorat, deformatsion monitoring va zamonaviy texnologiyalarni qo'llash.

Geodezik tayyorgarlik bosqichi. Loyihalashtirishdan avval qurilish maydonining topografik-geodezik jihatdan atroflicha o'rganilishi amalga oshiriladi.

Mavjud davlat geodezik tarmog'i punktlari va balandlik tayanch punktlari bilan bog'lanib, ularning holati va aniqligi tekshiriladi.

Loyihani joyga ko'chirish va qurilish-montaj ishlarini nazorat qilish uchun yuqori aniqlikdagi qurilish geodezik tayanch tarmog'i barpo etiladi. Planli asos sifatida 4-klass poligonometriya va balandlik asos sifatida II-klass nivelir yo'li o'tkazildi va barcha geodezik ishlar uchun asos sifatida foydalanildi.. Tarmoq yaratishda GPS/GNSS texnologiyalari va yuqori aniqlikdagi elektron taheometrilar yordamida poligonometriya yo'li o'tkazilgan. Planli va balandlik asos tarmoqlari o'tkazilgan hududni quyidagi rasmda ko'rishimiz mumkin.

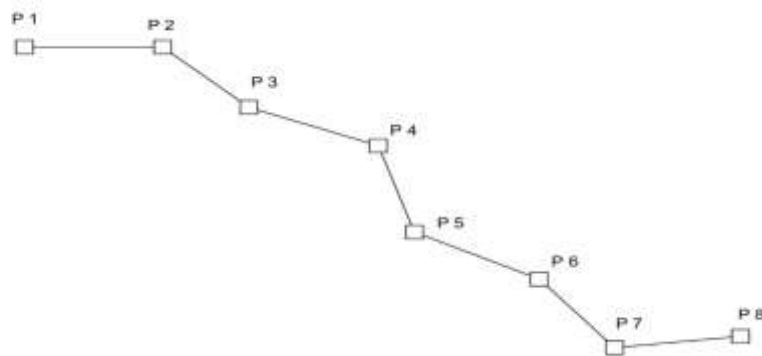


1-rasm. Tadqiqot obyekti hududi (SAS Planet dasturidan olingan)

Poligonometriya yo'li o'tkazishda quyidagi talablardan foydalanilgan.

1-jadval. Shahar poligonometriyasi klassifikatsiyasi

Klass	Yo'l uzunlig, km	Tomonlar uzunligi, km	O'lchangan burchakning o'rta kv xatosi	Tomonlar uzunligi o'lchash nisbiy xatoligi
I	200	20-25	$\pm 0,4''$	1: 300 000
II			$\pm 1,0''$	1: 250 000
III		Kichik tomon 3	$\pm 1,5''$	1: 200 000
IV		Kichik tomon 2	$\pm 2,0''$	1: 150 000



1-chizma. 4-klass poligonometriya yo'li sxemasi

Poligonometriya 4-klass yo'li sxemasi jadvali (2-jadval)

Tomonlari	Uzunligi (m)
P1-P2	300
P2-P3	250
P3-P4	300
P4-P5	250
P5-P6	300
P6-P7	250
P7-P8	275.44
Umumiy yo'l	1925.44

Yo'lining uzunligi $L = 1925,44$ m bo'lib, poligonometriya uchun ruxsat etilgan chegaraviy nisbiy aniqlik 1:5000 deb qabul qilinadi. Poligonometriya yo'lining oxirgi nuqtasidagi o'rta kvadratik xatolik quyidagi formula asosida topiladi.

$$M = \frac{L}{2T}$$

Poligonometriya yo'li uchun qabul qilingan qiymat aniqligi: 1/5000 bu qiymat 4-klass poligonometriya aniqlik darajasi uchun to'g'ri keladi. Demak $T=5000$;

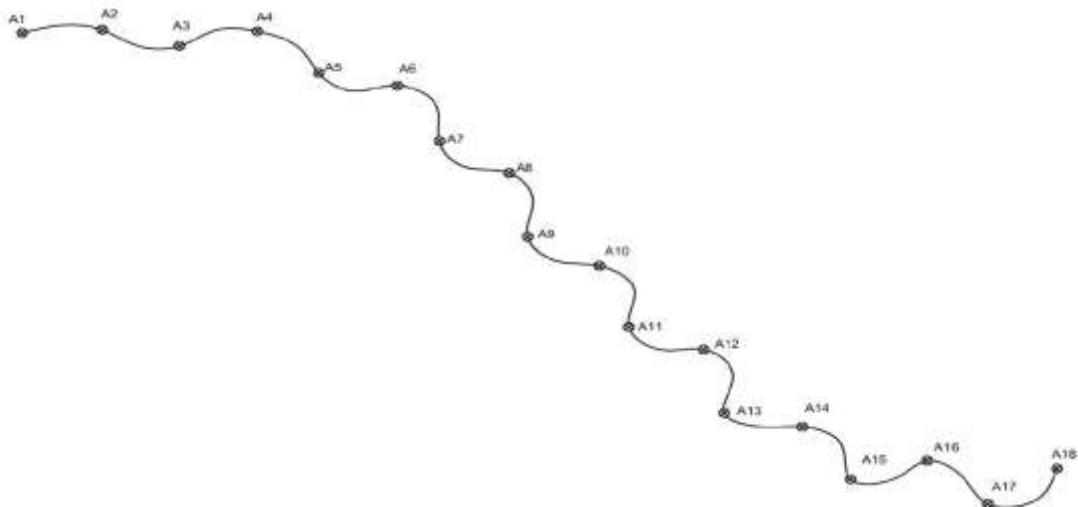
$$M = \frac{1925,44}{2 \cdot 5000} = 0,192544 \text{ m}$$

Hisoblash natijasida $M = 0,192544$ m teng bo'ldi, bu qiymat loyiha talablari va amaldagi me'yoriy hujjatlarga mos keladi.

Qurilayotgan bino-inshootning turidan kelib chiqqan holda blandlik asos tarmog'i tanlanadi. Yer usti metrosi aniqlik darajasi yuqori bo'lgani sababli bu inshoot uchun II-klass nivelirlash tarmog'i o'tkaziladi. Hozrigi kunda bunday aniqlikdagi ishlar uchun yuqori aniqlikdagi elektron nivelirlar va shtrix kodli reykalardan foydalaniladi. II-klass nivelirlashda vizr nurining normal uzunligi 65 metrni tashkil qiladi.

Qarash trubasining kattalashtirishi 44^x dan past bo'lmagan nivelirlar bilan ishlashda kuzatish qulay sharoitlarda nur uzunligi 75 metrgacha yetkazish mumkin. Nivelirdan reykalargacha masofalar farqi bitta stansiyada 1m dan, bu farqlarni seksiya bo'yicha yig'ilib borgan qiymati 2 metrdan oshmasligi kerak.

Vizrlash nurini yer sirtidan balandligi 0,5 m dan kam bo'lmasligi, ayrim vaqtlarda nur uzunligi 30 m dan oshmaganda 0,3 m gacha yo'l qo'yilishi mumkin. Shu kabi talablardan foydalanilgan holda metro liniyasi bo'ylab II-klass nivelir yo'li o'tkazilgan.



2-chizma. II klass nivelirlash yo'li sxemasi

O'tkazilgan II-klass nivelir yo'lining umumiy uzunligi $L = 2,043$ km ni tashkil qiladi.

Nivelir yo'lining ruxsat etilgan bog'lanmaslik xatosini toppish ham muhim hisoblanadi. II-klass nivelirlashning bog'lanmaslik xatoligi quyidagi formula orqali hisoblab topiladi.

$$f_{n_{yo'l}} = \pm 5\sqrt{L}$$

$$f_{n_{yo'l}} = \pm 5\sqrt{2,043} = \pm 7,14668$$

Bog'lanmaslik qiymati $f_{n_{yo'l}} = \pm 7,14668$ natijaga erishdik.

Qurilish jarayonining har bir bosqichida geodezik nazorat doimiy ravishda olib borilgan.

Loyihani joyga ko'chirish ishlarida metro liniyasi o'qini, stansiyalar, tirgaklar va boshqa inshootlarning loyihaviy holatini yer yuzasiga aniq o'tkazilgan. Yer ishlari qazish to'ldirish ishlari hisob kitoblari zamoniy dasturlar orqali bajarilagn. O'z navbatida har bir qilinayotgan ish ijroviy syomka qilinib loyihadan tashqariga chiqib ketmaganligi tekshirilib turiladi. Loyihani joyga ko'chirish jarayonida zamonaviy elektron taxeometrlardan foydalaniladi. bu esa ko'plab ishlarni osonlashtirgan. Elektron taxeometrlarga kiritilgan funksiyalar orqali burilishlar, to'g'ri chiziq bo'ylab o'rnatish, tik vertikal o'rnatish kabi ishlar bajariladi. Bu funksiyalar orqali tayanch ustunlari, rigellar va balkalarning vertikalligi, gorizontalligi, planli holati va belgilangan balandliklarga o'rnatilib nazorat qilib borilgan.

Geodezik monitoring va deformatsiyalar tekshirish orqali xavfsizlikni taminlash choralari ko'rib chiqiladi.

Metropoliten inshootlarining uzoq muddatli ekspluatatsiya davrida xavfsizligini ta'minlashda deformatsion monitoring muhim ahamiyatga ega. Toshkentning seysmik faolligi va murakkab grunt sharoitlari bu monitoringni yanada dolzarb qiladi. Shuning uchun metro inshootlari va ularga yaqin joylashgan binolarning cho'kish, siljishi va egilishini muntazam ravishda o'lchash zarur va muhim.

Defomatsiya cho'kishni kuzatish uchun metro ustunlarining har biriga cho'kish marklari o'rnatilib elektron nivelirlar orqali doimiy ravishda nazorat qilinadi. Kuzatish ishlari ma'lum vaqt davomida takrorlanib natijalar yozib boriladi. Bu ish yillar davomida bajarilishi mumkin.

Qo'llanilgan asboblarga elektron taxeometrlar, GNSS tizimlari: RTK va PPK rejimlarida yuqori aniqlikdagi o'lchashlar olib boriladi. Bu texnologiya katta maydonlarda geodezik tayanch tarmog'ini tez va aniq yaratish, shuningdek, ob'ektlarni joyga ko'chirishda yuqori samaradorlik ta'minlanadi. Elektron taxeometrlar asosan geodezik o'lchashlar, loyihani joyga ko'chirish, konstruksiyalarning montajini nazorat qilishda foydalaniladi.

Geodezik o'lchash natijalari qayta ishlash, aniqlikni baholash, xatolani tahlil qilish va deformatsiyalarni aniqlash uchun avtomatlashtirilgan tahlil dasturlaridan (masalan, AutoCAD Civil 3D, Leica Geo Office, Trimble Business Center kabi) foydalaniladi.

Xulosa. Toshkent shahridagi yer usti metropoliteni qurilishida bajarilgan geodezik ishlar yuqori aniqlik talablariga asoslangan holda olib borildi. Geodezik tayanch tarmoqlarini yaratishda 4-klass poligonometriya va II-klass nivelirlash usullaridan samarali foydalanildi.

Poligonometriya yo'lining uzunligi va o'rta kvadratik xatoliklari hisoblanib, ularning me'yoriy aniqlik chegaralariga mosligi tasdiqlandi. Nivelirlash ishlari natijasida olingan bog'lanmaslik xatoliklari ham ruxsat etilgan qiymatlar doirasida ekanligi aniqlandi. Bu esa bajarilgan o'lchash ishlarining yuqori aniqlikda amalga oshirilganini ko'rsatadi. Qurilish jarayonida elektron taxeometrlar va GNSS texnologiyalaridan foydalanish o'lchovlarning tezkorligi va aniqligini oshirdi. Loyihani joyga ko'chirish jarayonida barcha elementlarning planli va balandlik holati aniq nazorat qilindi. Ijroviy syomkalar orqali bajarilgan ishlarning loyiha talablariga mosligi tekshirildi.

Deformatsion monitoring yordamida inshootlarning cho'kish va siljish jarayonlari kuzatib borildi. Bu esa kelgusida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xavflarni oldindan aniqlash imkonini beradi. O'lchov natijalarini qayta ishlashda zamonaviy dasturiy vositalardan foydalanish aniqlikni baholashni yanada ishonchli qildi. Umuman olganda, bajarilgan geodezik ishlar loyiha talablariga to'liq javob beradi. Shu bilan birga, aniqlikni baholash natijalari geodezik ta'minotning yuqori darajada tashkil etilganini ko'rsatadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Mikhailov, A. V., & Pleshakov, V. D. (2018). Geodetic Support of Construction of Large Engineering Structures. *Geodesy and Cartography*, (12), 40-45. – https://www.geocart.ru/en/archive/12_2018/40-45.pdf "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tomonidan tashkil etilgan press-konferensiya materiallari. (2020 yil, sentabr)– https://www.railway.uz/uz/info/news/2020/press_konf_2020_sent/
2. Prezident Shavkat Mirziyoyevning "Do'stlik-2 – Qo'yliq" yer usti metro liniyasiga tashrifi haqida ma'lumot. (2020 yil, 29 avgust) – <https://president.uz/uz/lists/view/3820>
3. "Toshkent Metropoliteni" DUK rasmiy ma'lumotlari. (2020 yil, 1 noyabr) – https://www.toshmetropoliten.uz/uz/news/2020/11/01/rasmiy_malumot

4. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining "Toshkent shahrida yer usti halqa metro liniyalari qurilishi" loyihasining texnik-iqtisodiy asoslanishi tasdiqlanishi to'g'risidagi qarori. (2017 yil, 26 noyabr) – <https://lex.uz/docs/3429391>
5. "O'zbekiston temir yo'llari" AJ tomonidan tashkil etilgan press-konferensiya materiallari. (2020 yil, sentabr)– https://www.railway.uz/uz/info/news/2020/press_konf_2020_sent/.