

Otabek YUSUPJONOV,

O'zbekiston Milliy Universiteti, tayanch doktorant.

E-mail: yusupjonov_otabek@mail.ru

Tel:(90) 359 06 04

Maxsud ABDUKARIMOV,

O'zbekiston Milliy Universiteti, o'qituvchi.

E-mail: maksudabdukarimov774gmail.com

Tel:(88) 199 93 05

Jahongir IBRAGIMOV,

O'zbekiston Milliy Universiteti, o'qituvchi.

E-mail: JahongirIbragimov770@mail.ru

Tel:(90) 359 06 04

TAQI, Geomatika muhandisligi kafedrasida dotsenti D.U. Tog'ayeva taqrizi asosida

IN THE ESTABLISHMENT OF STATE BASE NETWORKS THEORETICAL ISSUES OF APPLICATION OF SATELLITE GNSS OBSERVATIONS

Annotation

The article provides information about navigational system GPS and GLONASS applicable when making the state geodetic supporting network. The Requirements to receiver companion (satellite) for performing on making the state geodetic supporting network.

Key words: reference system, GPS, ГЛОНАСС, СК-42, RTK method, WGS-84 coordinate system

ПОСТРОЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ БАЗОВЫХ СЕТЕЙ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ GNSS

Аннотация

В статье представлена информация о системах спутниковой навигации GPS и ГЛОНАСС, применяемых при возведении государственных геодезических базовых сетей. Рассмотрены требования к спутниковым приемопередающим устройствам для проведения работ по сооружению государственных геодезических опорных сетей.

Ключевые слова: система отсчета, GPS, ГЛОНАСС, СК-42, метод RTK, система координат WGS-84

DAVLAT TAYANCH TARMOQLARINI BARPO QILISHDA YO'LDOSHLI GNSS KUZATISHLARNI QO'LLASHNI NAZARIY MASALALARI

Annotatsiya

Maqolada davlat geodezik tayanch to'rlarini barpo etish bo'yicha qo'llaniladigan GPS va GLONASS sun'iy yo'ldoshli navigatsiya tizimlari haqida ma'lumotlar berilgan. Davlat geodezik tayanch to'rlarini barpo etish bo'yicha ishlarni amalga oshirish uchun sun'iy yo'ldosh qabul qiluvchi qurilmalariga bo'lgan talablar ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar. referens sistema, GPS, GLONASS, СК-42, RTK usuli, WGS-84 koordinatalar sistemasi

Kirish. Ma'lumki mamlakatimizda geografik koordinatalar sistemasidan foydalanishda asosiy tayanch bo'lib geodezik ishlar xizmat qiladi. Hozirgi kunga kelib, butun dunyo bo'ylab koordinata sistemasining turlicha ko'rinishlari mavjud. O'zbekistonda barcha geodezik, topografik tashkilotlar 1942 yilda joriy etilgan СК-42 (Krasovskiy) koordinata sistemasi qo'llanilib kelmoqda.

Yuqoridagilarni xisobga olib, davlat geodezik tarmoqlari qayta qurish va ularni rivojlantirish shuningdek respublikamiz hududi uchun WGS-84 umumiyer koordinatalar sistemasini joriy qilish maqsadida so'nggi yillarda sun'iy yo'ldosh navigatsion tizimlariga asoslangan davlat geodezik tarmoqlarini qurish va rivojlantirish borasida respublikamizda loyihalar ishlab chiqildi va amaliyotga tadbir etilmoqda.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Ushbu masalani hozirgi kunga kelib malakali ilmiy tadqiqotchi olimlar tomonidan o'rganilib kelinmoqda. Xususan, davlat tayanch geodezik tarmoqlarini barpo qilishda yo'ldoshli GNSS kuzatishlarni qo'llashga bag'ishlangan tadqiqotlar bo'yicha soha olimlaridan J.A.Yunes, T.Sh.Chan, V.N.Balandin, I.V.Men'shikov, YU.G.Firsov, X.A.Mohamed, M.G.Godjamanov, A.V.Gordeev, A.V.Maslov, YU.K.Neumivakin, M.Y.Brin, T.M.Pimshina, A.V.Voytenko, M.A.Monaxova, K.M.Antonovich, F.Molodensky, F.Xelmert, A.P.Gerasimov, A.A.Genike, G.G.Pobedinskiy, K.F.Afonin, V.N.Xarisov, A.I.Perov, V.A.Boldin, B.B.Serapinas, V.F.Xabarov, A.V.Yuskevich va boshqa bir qator olimlarning ilmiy ishlarida o'z ifodasini topgan. O'zbekistonda ham yo'ldoshli GNSS kuzatishlari bo'yicha amaliy, nazariy va metodologik masalalari E.R.Mirmaxmudov, X.Muborakov, A.Ro'ziyevlar va bir qator olimlarning ilmiy ishlarida o'z aksini topgan.

Tadqiqot metodologiyasi. O'zbekiston Respublikasi hududida hozirgi kunga kelib jami 14145 ta davlat geodezik tayanch punktlari mavjud bo'lib, ular astronomo-geodeziya, triangulyatsiya, poligonometriya punktlari va nivelir reperlaridan tashkil topgan.

Mavjud geodezik tayanch tarmoqlarini qurish ishlari 1939-yildan boshlangan. Barcha geodezik punktlar Gauss-Kryugerning 1942 yilda qabul qilingan davlat koordinatalar sistemasi va boltiq balandliklar tizimiga ega (1 va 2 sinf astronomo-geodeziya tarmog'i – AGT punktlari shuningdek, СК-95 koordinatalar sistemasiga ega, biroq ushbu koordinatalar sistemasi O'zbekiston Respublikasida davlat koordinatalar sistemasi xisoblanmaydi va faqatgina maxsus ishlarni bajarishda foydalaniladi). Barcha punktlarning koordinatalari va balandliklari to'g'risidagi ma'lumotlar hozirgi kunda tizimlashtirilgan kataloglar ko'rinishida xamda elektron kompyuter bazasi tizimida shakllantirilgan.

Bundan tashqari Respublikamizning shaxarlari va tuman markazlarida poligonometriya punktlari yaratilgan bo'lib, ular davlat va maxalliy koordinatalar tizimiga ega.

Butun dunyo bo'yicha olib borilayotgan kosmik tadqiqotlar natijasida geodeziya, kartografiya, yer tuzish va davlat kadastri sohasiga kosmik uskunalar va yangi o'lchash usullarining kirib kelishi xamda o'lchashlar aniqlik darajasining oshganligi tufayli mavjud davlat geodezik tarmog'idagi kamchiliklar yuzaga chiqdi. Bir tomondan, Davlat geodezik tarmog'i punktlarining juda ko'p qismi yo'qotilgan bo'lsa, boshqa tomondan an'anaviy yer usti geodezik o'lchash usullari asosida yaratilgan davlat koordinatalar sistemasi CK-42 foydalanuvchilar talabini to'la qanoatlantirmay qo'ydi. Ushbu kamchiliklar global navigatsion sun'iy yo'ldosh tizimlariga (GNSYT) asoslangan geodezik texnologiyalar yordamida zamonaviy davlat geodezik tarmoqlarini qurish orqali bartaraf etilishi mumkin.

Sun'iy yo'ldosh geodezik balandlik tarmoqlari triangulyatsiya va poligonometriya kabi an'anaviy usullarda qurilgan geodezik tarmoqlarga nisbatan o'zining yuqori darajadagi aniqligi va samaradorligi bilan ajralib turadi. Ushbu texnologiyalarda balandliklarni topish o'rta kvadratik xatosi 2 sm va undan xam kam ko'rsatkichni tashkil etadi.

Hozirgi vaqtda geodezik o'lchashlarni bajarishda asosan ikkita sun'iy yo'ldosh navigatsion tizimlari qo'llaniladi – AQSH ga tegishli GPS (boshqa nomi NAVSTAR - Navigation Satellite Timing And Ranging) va Rossiyada ishlab chiqarilgan GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema). Ushbu ikkita tizimdan tashqari Yevropa kosmik agentligiga tegishli Galileo navigatsion tizimi xam mavjud.

GPS va GLONASS tizimlari turli umumiyer geotsentrik koordinatalar sistemasida ishlaydi. GPS tizimida nuqtalar o'rni WGS-84 (World Geodetic System, 1984) koordinatalar sistemasida topilsa, PZ-90 (Parametri Zemli, 1990) koordinatalar sistemasida ishlaydi [1].

O'zbekiston Respublikasi xududi bo'yicha yer resurslaridan samarali foydalanish, yer fondini bir tizimga solib boshqarish, ya'ni davlat kadastrlari yagona tizimini (DKYaT) yuritish kabi qator masalalarni yechish maqsadida Respublikamiz xududida sun'iy yo'ldosh texnologiyalariga asoslangan davlat geodezik tarmoqlarini barpo etish borasida ishlar olib borilmoqda.

Tahlil va natijalar. O'zbekiston Respublikasining sun'iy yo'ldosh navigatsion tizimlariga asoslangan Davlat geodezik tarmoqlari (Davlat Sun'iy Yo'ldosh Geodezik Tarmoqlari - DSYGT) GPS va GLONASS tizimlaridan, shuningdek kosmik geodeziyaning boshqa usullaridan foydalanib umumiydan xususiyya o'tish tarzida quriladi va quyidagilarni o'z ichiga oladi: referens geodezik punktlar tarmog'i (RGP); 0-sinf sun'iy yo'ldosh geodezik tarmog'i (SYGT-0); 1-sinf sun'iy yo'ldosh geodezik tarmog'i (SYGT-1).

RGP tizimi umumiyer fazoviy koordinatalar sistemasini (WGS-84) bevosita O'zbekiston Respublikasi xududiga o'rnatish uchun mo'ljallangan. Hozirgi kunda Respublikamiz xududida bunday referens geodezik punktlarining beshtasi mavjud bo'lib ular Farg'ona, Toshkent, Urganch, Termiz va Kitob shaharlarida joylashgan. Ushbu RGP larning barchasida o'lchash ishlari yakuniga yetkazilgan. RGP uchun boshlang'ich punktlar sifatida geodinamika uchun Xalqaro GPS-xizmatining (International GPS-Service for Geodynamics – IGS) muntazam ishlab turuvchi punktlari xizmat qiladi. Bunday punktlar, shu jumladan O'zbekiston Respublikasi xududida xam joylashgan (Kitob sh.).

RGP tizimi orqali umumiyer fazoviy koordinatalar sistemasi quyi sinf sun'iy yo'ldosh tarmog'i punktlariga uzatiladi. Ishlash rejimlariga qarab RGP muntazam ishlab turuvchi (aktiv) va davriy (passiv) larga bo'linadi. Barcha referens geodezik punktlar uchta IGS punktlari bilan va qolgan qo'shni RGP lar o'lchashlari bilan bog'langan bo'lishi kerak. Referens geodezik punktlari orasidagi masofa o'rtacha 500-800 km ni tashkil qilishi kerak.

RGP ni yaqin IGS punktiga nisbatan o'rni topishning o'rta kvadratik xatosi plandagi koordinatalar bo'yicha 2 sm dan va geodezik balandlik bo'yicha 3 sm dan oshmasligi kerak.

RGP punktlarning o'zaro o'rni topishning o'rta kvadratik xatosi plandagi koordinatalar bo'yicha $3 \text{ mm} + 5 \times 10^{-8} \text{ D mm}$ (D – RGP punktlari orasidagi masofa, mm) dan va geodezik balandlik bo'yicha $5 \text{ mm} + 7 \times 10^{-8} \text{ D}$ dan oshmasligi kerak [3].

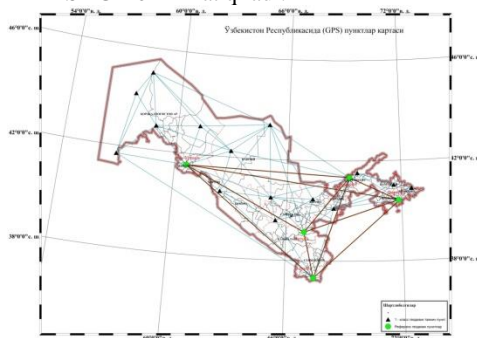
0-sinf sun'iy yo'ldosh geodezik tarmog'i (SYGT-0) umumiyer fazoviy koordinatalar sistemasini (WGS-84) respublikaning butun xududiga uzatish uchun shuningdek, umumiyer va referens koordinatalar sistemalari aro o'tish parametrlarini aniqlash uchun mo'ljallangan. SGS-0 punktlari, RGP bilan bir qatorda quyi sinf geodezik tarmoqlarini rivojlantirish uchun boshlang'ich asos xisoblanadi. Barcha SYGT-0 punktlari kamida 2 ta RGP va barcha qo'shni SYGT-0 punktlari o'lchashlari bilan bog'langan bo'lishi kerak [5, 6].

Hozirgi kunda Respublikamiz xududida bunday punktlarning 15 tasi mavjud. Ular orasidagi o'rtacha masofa 100-300 km ni tashkil etadi. RGP tarmog'ining va SYGT-0 ning Respublikamiz xududi bo'yicha joylashuvi quyidagi shaklda keltirilgan (1-rasm).

1-sinf sun'iy yo'ldosh geodezik tarmog'i (SYGT-1) turli maqsadlar uchun foydalanish qulay bo'lgan geodezik punktlar tizimi bo'lib, sun'iy yo'ldosh o'lchash vositalarini qo'llash uchun optimal sharoitlarni ta'minlash va ular imkoniyatidan maksimal tarzda foydalanish uchun mo'ljallangan.

SYGT-1 punktlari o'zaro RGP tizimi orqali bog'lanuvchi aloxida fragmentlar ko'rinishida quriladi.

SYGT-1 yaratilayotgan fragmenti bitta boshlang'ich punktga ega mustaqil tarmoq xisoblanadi. SYGT-1 fragmenti uchun boshlang'ich punktlar bo'lib RGP va SYGT-0 xizmat qiladi.



1-rasm. RGP, SYGT-0 va DSYGTning joylashuv sxemasi

SYGT-1 punktlari orasidagi o'rtacha masofa quyidagilarga teng bo'lishi kerak: 5-10 km – axolisi 300 ming kishidan ortiq bo'lgan shaharlar xududida (zichligi – 20-80 km² ga 1 punkt); 10-20 km – intensiv xo'jalik faoliyatidagi shuningdek,

seysmik aktivligi 6 va undan yuqori ballga ega bo'lgan xududlarda (zichligi – 80-350 km² ga 1 punkt); 20-30 km – sanoat majmualari bilan band bo'lgan xududlarda (zichligi 350-800 km² ga 1 punkt) [1, 3].

Yuqoridagilardan istisno tariqasida aloxida xududlarda SYGT-1 punktlari zichligi oshirilishi yoki kamaytirilishi mumkin.

SYGT-1 qo'shni punktlari o'rni topishning o'rtacha kvadratik xatosi plandagi koordinatalar bo'yicha 3 mm + 1×10⁻⁷ D mm dan geodezik balandlik bo'yicha 5 mm + 2×10⁻⁷ D mm dan oshmasligi kerak.

SYGT-1 ni yaqin SYGT-0 va RGP ga nisbatan o'rni topishning o'rta kvadratik xatosi 2 sm dan oshmasligi kerak.

1-jadval

RGP da va SYGT-1 punktlarida sun'iy yo'ldosh o'lchashlarini bajarishga qo'yiladigan talablar

RGP	SYGT-1
-o'lchash davomiyligi – 3 sutkadan kam bo'lmasligi kerak;	-o'lchash davomiyligi – ikki (yoki undan ko'p) seansdan, xar bir seansda 4 soatdan;
-o'lchash intervali – 30 sek.;	-o'lchashlar bajariladigan sun'iy yo'ldoshlar soni – 5 tadan kam emas;
-sun'iy yo'ldosh minimal ko'tarilish burchagi - 15°;	-yozish intervali – 20 sek.;
-o'lchashlar bajariladigan sun'iy yo'ldoshlar soni – 6 tadan kam emas (uzoq vaqt davomiyligi uchun);	-sun'iy yo'ldosh minimal ko'tarilish burchagi - 15°;
-DOP ko'rsatkichi – 4 tadan kam emas (uzoq vaqt davomiyligi uchun).	-DOP ko'rsatkichi – 4 tadan kam.

Sun'iy yo'ldosh geodezik tarmoqlarida sun'iy yo'ldosh o'lchashlari bitta seansda iloji boricha ko'p miqdordagi priyomniklarni qo'llab bajarilishi kerak. Bunda qo'llaniladigan priyomniklar mumkin qadar bir xil tipda bo'lmog'i lozim.

SYGT-0 va SYGT-1 larni qurishda Leica firmasining ikki chastotali Leica Viva GS16, Leica GS 16, LeicaGS08plus, Sino GNSS T300 PLUS GNSS kabi sun'iy yo'ldosh priyomniklari keng qo'llanilmoqda.

Sun'iy yo'ldosh orqali o'lchashlarni bajarish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi: statik (Static); tezstatik (Fast Static, Rapid Static); RTK usuli (soxtastatik, reokkupatsiya); kinematik.

Respublikamiz shahar hududlarida mavjud geodezik tarmoqlar zamonaviy talablarini qanoatlantira olmaydi. Shuning uchun xam keyingi yillarda GPS-texnologiyalari asosida geodezik tarmoqlarni qurishga qaratilgan ishlar olib borilmoqda. Respublikamizda hozirgi kunda RGP, SYGT-0 va SYGT-1 kabi sun'iy yo'ldosh geodezik tarmoqlarini qurish borasida loyixalar ishlab chiqilgan va ba'zi o'lchashlar olib borilgan. Shulardan, SYGT-1 ni qurish loyixasi bo'yicha "Respublika aerogeodeziya markazi" xodimlari tomonidan ilmiy va amaliy izlanishlar olib borildi va Namangan viloyatida barpo etildi. Keyinchalik ushbu tarmoqlarni quyi sinf tarmoqlari bilan zichlashtirish, xamda shaharlar hududlarida sun'iy yo'ldosh texnologiyalariga asoslangan geodezik tarmoqlarni qurish rejaları xam mavjud. Biroq, ba'zi sabablarga ko'ra hozirda ishlar to'xtab turibdi.

Shuning uchun xam respublikamiz shaharlarida s'yomkallari uchun aniqlik va sifat jixatlari bilan tavsiflanuvchi geodezik tarmoqlarini qurish masalasi hozirgi kunda dolzarb masalalardan biri bo'lib turibdi. Bunda sun'iy yo'ldosh va yer usti texnologiyalarni birga qo'llash masalasi katta ahamiyat kasb etadi.

Shularni xisobga olib shahar hududlarida s'yomkallarni bajarish uchun geodezik tarmoqlarni sun'iy yo'ldosh texnologiyalari va yer usti o'lchashlariga asoslangan usullar yordamida rivojlantirishni quyidagi 2-sxema (variant) asosida ko'rib chiqildi.

SYGT-1 ning har bir punkti uchun alohida ikkita sessiyadagi qo'shma o'lchashlarga dastlabki ishlov berish va ularni tenglash Trimble Business Center dasturining 5.52 versiyasi bo'yicha WGS-84 tizimida keyinchalik ularni 1942 yilgi koordinatalar tizimiga transformatsiyalagan holda bajarildi [9].



2-rasm. Farg'ona vodiysi 1-sinf sun'iy yo'ldosh geodezik tarmog'i (SYGT-1) punktlari

2-jadvalda Farg'ona vodiysi hududida o'rnatilgan SYGT-1 punktlarida olib borilgan o'lchash natijalari keltirilgan.

2-jadval

Nuqta	Kenglik	σ, mm	Uzoqlik	σ, mm	Balandlik, m	σ, mm
Andi	40° 46' 35.16069"	0.9	72° 20' 41.08785"	0.7	450.1002	2.5
Asak	40° 39' 01.64864"	0.9	72° 14' 06.82586"	0.7	461.8710	2.5
Balik	40° 54' 04.83701"	0.8	71° 48' 57.36675"	0.7	438.8937	2.6
Besh	40° 25' 01.46833"	0.7	70° 36' 02.04850"	0.6	489.6569	1.8
Chim	40° 11' 58.47634"	1.1	71° 42' 41.73164"	0.9	636.3988	1.1
...						

Punktlar koordinatalari (WGS84)

Xulosa. O'zbekistonda hozirgi kunga kelib xam 1942-yilda qabul qilingan SK-42 koordinat tizimi qullanilib kelmoqda. Barcha topogeodezik ishlar shu tizimga asoslangan. Lekin hozirgi zamonaviy asboblari va GAT Umumiyer koordinata tizimi WGS84 koordinata tizimiga asoslangan. O'zbekiston Respublikasida qurilayotgan suniy yuldoz geodezik punktlari (SYuGP) RGP (Referens Geodezik Punkt) va bazi SYGT 1 tarmoqlari GPS va DORIS punktlariga bog'langan. Bu punktlar yuqori aniqlikka yega bo'lgan fundametal punkt xisoblanadi ushbu punktlardan mamlakatimizda boshlang'ich geodezik asosni yaratish masalalarni xal qilishda foydalanish lozim.

ADABIYOTLAR

1. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. М.: Картогеоцентр, 2006, Том.2.
2. Базлов Ю.А., Герасимов А.П., Ефимов Г.Н., Насретдинов К.К. Параметры связи систем координат. Геодезия и картография. 1996. № 8.
3. ГКИНП (ОНТА)-02-262-02. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС И ГПС. 2002.
4. Клюшин Е.П., Куприянов А.О., Шлапак В.В. Спутниковые методы измерений в геодезии. М.,2006. Ч.1. стр. 5-6.
5. Мубораков Х., Юсупжонов О.Ф., Рўзиев А.С., Мирмахмудов Э.Р. Некоторые требования к созданию национальной референцной системы координат узбекистана. Ўзбекистон География жамяти ахбороти. 58-жилд. Т.2020. Б. 316-322.
6. Мирмахмудов Э.Р. Предварительный анализ точности координат уровенных постов Узбекистана Научный журнал. Наука, техника и образование. Москва, 2020. №4(68). С.114-118.
7. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР. М., Недра,1966.
8. Постановление Кабинета министров Республики Узбекистана от 26 декабря 2017 г. № 1022 «О применении и открытом использовании на территории Республики Узбекистан международных геодезических систем координат».
9. <https://geospatial.trimble.com/en/products/software/trimble-business-sentor>