

4-Д. Тірек геодезиялық желілерді құруда спутниктік навигациялық жүйелерін пайдалану.

4.1 Жердің жасанды серіктерін геодезиялық мақсатта қолданудың жалпы принциптері

GPS, ГЛОНАСС, NAVSTAR, GALILEO деген сөздер бүгінде баршаға мәлім. Біз олардың қалай жұмыс істейтіндерінен де хабардармыз. Десек те ЖСНЖ (жерсеріктік навигациялық жүйелер) туралы түсінік бергенді жөн көрдік. Қазіргі кезде ЖСНЖ-нің төменде көрсетілген түрлері бар:

1. GPS - (Global Positioning System), ғаламдық позиционирлеу жүйесі, АҚШ;

2. ГЛОНАСС (ғаламдық навигациялық серіктік жүйе, Ресей);

3. GNSS – (Global Navigation Satellite System), Еуропалық ғарыштық агенттіктің (ESA) одақтың жүйесі. Бұл жүйе GPS-тің де ГЛОНАСС-тың да сигналдарын өндей алады. 2003 жылы Еуропалық ғарыштық агенттігі (ESA) осы GNSS жүйесін тестен өткізді.

2005 жылы ESA мен Ресей Еуропалық жүйені сынақтан өткізу үшін ГЛОНАСС-М жер серігін пайдалану туралы келісімге қол қойды. Еуропалық GNSS жобасы екі сатылы (GNSS -1 және GNSS -2) сынақтардан өтуде. Жобаның негізгі бөлігі GNSS -2, «GALILEO» атты жаңа ғарыштық жүйемен жүзеге асты.

GPS/NAVSTAR - (Navigation Satellite Timing and Ranging), АҚШ-тың көпфункционалы РНЖ-і. Дүниежүзілік келісім бойынша барлық ғаламдық жерсеріктік позиционирлеу жүйесін GPS деп атаған. Бұл жүйеге АҚШ да, Ресейдің де РНЖ-ы кіреді. Америкалық NAVSTAR. 1991 ж. бастап әскери салада қолданылса, 2000 ж. бастап әлем пайдалануда.

Қазіргі уақыттағы ГЛОНАСС және GPS навигациялық жүйелер Жердің 18 серігінен тұрады және олар Жердің әр бөлігінде геоцентрлік координаттарды ең жоғарғы дәлдікпен анықтайды.

Фундаменталды астрономиялық геодезиялық жүйелерді (ФАГЖ) құрастыру принциптері.

ФАГЖ құрастыру – бұл жаңа геоцентриалық жүйелерді Жерсеріктік технологиялар арқылы құрастыру.

Геодезиялық координаттар жүйесі – референц-эллипсоид центрінің орналасуымен және оның осьтерін бақылаумен анықталуы және физикалық жақтан геодезиялық пункттердің орналасуы мен жер бетіне бекітілген. Мемлекеттік геодезиялық жүйе құрамды жалпыдан жекеге өту принципі бойынша қалыптасуы керек.

Жалпы айтқанда, геодезиялық тораптар барлық топографиялық іздеулердің негізі болып табылады, жобалық-іздеулер, инженерлік, құрылыс барлау және кадастрлық жұмыстар, жерлердің инвентаризациясын қоса алғанда жобалық геодезиялық торап бірыңғай координат кеңістігін құрайды.

Тәжірибелер уақыт өте тірек геодезиялық тораптарды құру дәлдігіне қойылатын талаптар үздіксіз артатандығын көрсетеді.

Тірек геодезиялық тораптарын құрғанда және нақтылауда үлкен ғылыми-техникалық мәселелер және есептеулерді өңдеу қажет: ғылыми негіздеу және геодезиялық тораптарды ең жоғарғы дәлдікпен жаңа геодезия ғылымының және техникалық жетістіктерін қолданып құру қажет.

20 ғасырдың екінші жартысына дейін геодезиялық есептерді шешуде негізгі ақпараттар ретінде Жер бетінде орындалған бақылаулар нәтижесі және онда орналасқан визирлік мақсаттар қызмет етті. Осының салдарынан территорияның үзілмейтін тораптарын бір-бірімен байланыстыру мүмкін емес болды, олар үлкен су кеңістігімен бөлінген және барлық Жерге бірдей координаттар жүйесін құру мүмкін болмайды.

1957 ж 4 қазанда КСРО бірінші Жердің жасанды серігі ұшырылғаннан кейін үлкен іргелі кеңістік триангуляциясын құру мүмкіндігі туды. Геодезиялық мақсатта ЖЖС бақылауларының экспериментальды торап пункттері Смитсоновский обсерваториясында 1959 ж. бірінші рет құрылды. Ол 12 пункттен тұрады ЖЖС-і жұлдызды аспанда фотоаппараттарымен жабдықталды.

Ғарыштық объектілерді бақылауды геодезиялық мақсатта қолдану векторлық қатысқа негізделген:

$$\bar{r}_k = \bar{R}_i + \bar{\rho}_{ik}. \quad (6)$$

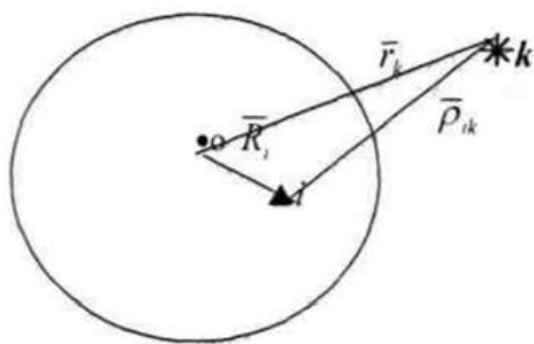
Егер i нүктесі ЖЖС бақылау пунктіне сәйкес келсе, k нүктесі- Жердің жасанды серігі жағдайына, онда \bar{R}_i радиус векторы бақылау пунктінің жағдайын, \bar{r}_k радиус векторы- Жердің жасанды серігі жағдайын, $\bar{\rho}_{ik}$ – бақылау пунктіне қатысты Жердің жасанды серігі жағдайын анықтайды.

Осыған байланысты үш вектордың биіктігін анықтайтындар белгілі, $\bar{\rho}_{ik}$ векторын өлшеу осы екі есептің біреуін шешуге мүмкіндік береді (7-сурет).

Тура есеп егер бақылау пункт жағдайы яғни \bar{R}_i векторы белгілі болса, \bar{r}_k векторын, яғни Жердің жасанды серігі жағдайын, кері есебі \bar{R}_i векторының, яғни бақылау пункт жағдайы \bar{r}_k векторы анықталса - Жердің жасанды серігі жағдайы белгілі.

Ғарыштық геодезияда көптеген тура және кері есептерді бірге шешу өте қажет. Осы есептерді қосудың екі әдісі бар, олардан екі негізгі ғарыштық геодезиялық бағыттар қалыптасады. Бұл – динамикалық және геометриялық әдістер.

Ғарыштық геодезияда динамикалық есептер ретінде, шешу барысында ЖЖС қозғалыс теориясы қолданылатын есептер алынады әдісте Жердің жасанды серігі координаттар тасығыш болып қалады.



7 сурет – Ғарыштық геодезиядағы векторлық қатынас.

Жердің жасанды серігінің жағдайын аналитикалық теория бойынша бақылап және алдын ала есептеулерді салыстыру кеңістіктегі гравитациялық өріс және Жер пішінінің ең бастысы пункт координаттарының сипаттамасын анықтауға мүмкіндік береді.

Динамикалық спутниктік геодезия станциялық бақылау координаттарын анықтауға мүмкіндік береді, абсолютік шаманы центрге қатысты Жер массасын X, Y, Z жүйесінде, сондай-ақ жердің гравитациялық өрісін анықтауға мүмкіндік береді, сонымен қатар ол спутниктер орбитасының нақты элементтерін алуға мүмкіндік береді.

Ғарыштық геодезияның геометриялық әдістері жоғарғы жылжымалы нысаналар ретінде пайдаланылатын Жер серіктерін бақылауға негізделген.

Жердің жасанды серігінің жағдайын бірнеше пункттерден синхронды бақылау арқылы спутниктік геодезиялық тораптарды тұрғызу әдісі жердің жасанды серігі жағдайлар аралық белгісіздер болған кезде геометриялық әдіс деп аталады.

Жер серіктік геодезиялық тораптардың пункттер арасындағы байланыс геометриялық әдіспен тура және кері тапсырмалар түрі,

$$\begin{aligned} \bar{R}_{i1} + \bar{\rho}_{i1k} &= \bar{r}_k; \\ \bar{r}_k - \bar{\rho}_{i2k} &= \bar{R}_{i2}. \end{aligned} \quad (7)$$

Нақты динамикалық координат алу әдісінен геометриялық әдістің дәлдігі жоғарғы. Динамикалық әдісті қолдану үшін нақты бақылау кезеңі білу керек жағдай үшін синхронды және синхронсыз бақылауды қолдануға, болады, ол берілген өлшеу санын үлкейтеді.

Жер серіктік геодезиялық торапты екі сатылы құрылғы деп қарастырайық. Бірінші сатысы пункттен тұрғызылған, тораптың барлық кезеңіне қатысады. Бірінші сатысы ЖЖС жеке жағдайына қатысты ол жеке бәліктерден тұрады.

Пункт арасы үшін динамикалық әдісте шектеу қойылмайды. Берілген әдіспен пункт торабы тұрғызылса, бір жағынан локалды түрде, жеке-жеке, екінші жағынан жеке пункттер бір-біріне жақын орналасады, бірақ жер серіктік триангуляция пункттері тораптың фигурасы үшін геометриялық шектеулердің себебінен жақын жалғаса алмайды.

4.2 Доплер әсері

Жер серікті навигациялық жүйе жұмыстары Доплер тиімділігіне негізделген, сигнал жиілігі бақылаушыға қатысты Жер серігі қозғалысында өзгереді. Бұл өзгеріс сигнал беруші (передатчик) жиілігіне және қабылдағышқа қатысты сигнал берушінің қозғалыс жылдамдығына тура пропорционал. Қатысты жылдамдықты әдетте сәулелік немесе радиалды деп атайды, өйткені бұл – сәуле қозғалатын объектінің радиус-векторы.

Әлдебір уақыт аралығы үшін сәуле үдеуінің үзіліссіз таспа графигін қолданып, біз объектіге дейінгі қашықтықты да, объектінің орбитасының кейбір нүктесіндегі үдеуін де ала аламыз.

Доплер жүйесінің үш нұсқасы бар. Бұл, ең алдымен, ғарыштық геодезияда қолданылатын ұсыныссыз жүйелер болып табылады. Ғарыштық аппарат бортында жоғарғы тұрақты генератор жиілілігінен алынатын радиосигнал бергіші болады. Жер беті станциясы - тірек генератор сигналы. Жиілікті қолданудағы салыстыру және тірек сигналдар өлшенетін жиілікті бөлуге мүмкіндік береді, олар подставка жиілігі мен доплер жиілігінің айырмашылығына тең (тұғырық жиілігі жербеті және Жер серігі генератор жиілігінің айырмашылығы деп аталады).

Ұсыныссыз жүйелерге қарағанда, ұсынысы бар жүйелерде бір ғана Жер бетіндегі генератор жиілігі қолданылады, ал ғарыш объектісінде станцияда қабылданған сигналдарды қайта Жерге жіберетін қабылдағыш жауап бергіші орнатылады, Жер беті станциялары ұсыныс жиілігін мен жауап сигналын салыстырады және жиілік ауытқуын өлшейді.

ЖЖС сигналдарында қолданылатын жиілікті өлшейтін аппаратурамен доплерлік станциялары жабдыкталады, олар ұзақ мерзімді бағдарламаларда қолданылады.

Мұндай станцияларда жоғары дәлдікті уақыт стандарты болу керек, олардың жұмысын дәл синхрондау керек. Осымен қоса көптеген өлшеулерді өңдеу мәселесі туындайды, өйткені Жер серігінің горизонттан бір рет өтуі доплерлік жиілікке бірнеше өлшеулер береді.

Интегралдау доплер әдісінің идеясы екі соңғы есеп алудың айырмашылығы доплер сигналының цикл саны үшін екі кезекті есептеулердің айырмашылығы топоцентрлік арақашықтықтардың екі бірбірінен кейін реттік орналасуы ЖЖС-тің орбитада және тұғырықжиілігіндегі айырмашылығына негізделеді.