



GPS MÜŞAHİDƏLƏRİNİN APARILMASI VƏ ÖLÇMƏ NƏTİCƏLƏRİNİN EMAL OLUNMASI ÜÇÜN PROQRAM PAKETİNİN SEÇİLMƏSİ, NƏTİCƏLƏRİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Səfai Bağır oğlu Verdiyev

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

E-mail: sefailyverdiyev@gmail.com

GPS layihəsinin uğuru bilavasitə layihəni həyata keçirən personalın təhsili və bilik səviyyəsi ilə bağlıdır. Kadrların təhsil və bilik səviyyəsi dedikdə buraya qəbuledicinin müşahidə üçün hazırlanması və istifadəsi, yerin seçilməsi, müşahidə hesabatlarının doldurulması və planlaşdırılmamış gözlənilməz vəziyyətlərə cavab verilməsi daxildir. Müşahidədən əvvəl görülməli olan bütün hazırlıqlar və fəaliyyətlər həssaslıqla aparılırsa, xüsusi istisna hallardan savayı heç bir problem olmur. GPS ölçmələrinin qiymətləndirilməsində istifadə olunan proqram təminatını müxtəlif üsullarla təsnif etmək mümkündür. İndiyə qədər qısaca təsvir edilən yoxlamalar tamamlandıqdan sonra şəbəkənin tarazlaşdırılması həyata keçirilir. Beləliklə, kobud səhvlərdən azad olan və ya zəruri hallarda təkrar ölçmələrdən sonra şəbəkənin əldə edilən tarazlaşdırma nəticələri praktikada çox məna kəsb etmir. Xüsusilə Azərbaycan kimi ölkə datumu ilə GPS datumları fərqli olduğu ölkələrdə bu məsələ daha çox əhəmiyyət kəsb edir.

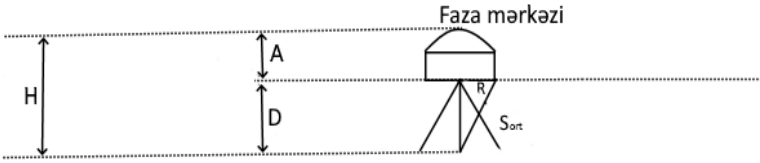
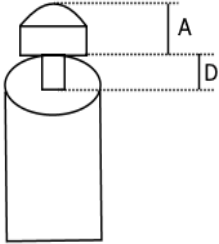
Açar sözlər: GPS ölçmələri, RINEX formatı, RTK CORS, GPS müşahidələri.

GİRİŞ

GPS müşahidələrindən əldə ediləcək dəqiqlik qəbuledici anteninin quraşdırılması ilə başlayır. Hər şeydən əvvəl anten millimetr dəqiqliyi ilə ölçmə stansiyasında mərkəzləşdirilməli, dairəvi taraz və optik şaquli ən azı ölçmənin əvvəlində və sonunda yoxlanılmalıdır. Antenna ölçmə nöqtəsində düzgün mərkəzləşdirildikdən sonra istiqamətə (azimut) görə antenna fazasının mərkəzi xətasını aradan qaldırmaq üçün bütün antennalar bir istiqamətə yönəldilməlidir. Praktikada antennalar adətən kompasdan istifadə edərək maqnit şimalına yönəldilir. Bundan əlavə, anteninin hündürlükləri millimetr dəqiqliyi ilə ölçülməlidir. Anteninin hündürlüyünü ölçmək üçün qəbuledici şirkətlər tərəfindən istehsal olunan anten çubuqları və ya üçayağa bağlanan, çıxarıla bilən aparat şəklində şərid metrədən istifadə olunur. Anteninin hündürlüyünün ölçülməsi (xüsusən də geodeziya ölçmələrində) anteninin ən azı 3 müxtəlif tərəfindən aparılmalı və bu oxunuşlar arasındakı fərq 2 millimetrdən çox olmadıqda, orta göstəricilər götürülərək anteninin hündürlüyü hesablanmalıdır [1].

GPS müşahidələri üçün ölçmə kartından istifadə olunur və ölçmə haqqında bütün məlumatlar bu hesabat kartında yazılır. GPS müşahidə kartı müşahidələrin qiymətləndirilməsi mərhələsində istifadə olunacaq əsas məlumatları ehtiva etdiyi üçün diqqətlə doldurulmalıdır. Müşahidə kartında stansiyaların koordinatları təxmini qiymətlərdir və bunlar qəbuledici ölçməyə başladıqdan sonra dərhal ekranda oxunan qiymətlərdir. GPS-in müşahidə kartına aid nümunə cədvəl 1-də göstərilmişdir. Layihənin məqsədinə uyğun olaraq daha təfərrüatlı və ya daha qısa məlumatlardan ibarət müşahidə hesabatı hazırlana bilər.

GPS-in müşahidə olunma sxemi

GPS-in müşahidə olunması sxemi																																																							
Layihənin adı																																																							
Qəbuledicinin №si																																																							
Antennanın №si																																																							
Antennanın hündürlüyünün ölçülməsi																																																							
☐ Məili məsafə ☐ Şaquli məsafə ☐ Digər	☐ Pilon ☐ Üçayaq ☐ Digər																																																						
Antennanın hündürlüyünün hesablanması																																																							
 a) Ştativ	 b) Pilon																																																						
Qeyd: A – antennanın oturacağından faza mərkəzinə qədər olan məsafə D – antennanın oturacağından ölçülən nöqtəyə qədər olan məsafə S_{ort} – məili məsafənin orta uzunluğu H – antennanın hündürlüyü R – antennanın radiusu (zavod ölçüsü) $H = A + D$ $D = \sqrt{S_{ort}^2 + R^2}$	İmza: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 15%;">Başlanğıc (m)</th> <th style="width: 15%;">bitmə (m)</th> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 15%;">Başlanğıc (m)</th> <th style="width: 15%;">bitmə (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S_1</td> <td>=</td> <td>1.518</td> <td></td> <td>1.519</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S_2</td> <td>=</td> <td>1.518</td> <td></td> <td>1.518</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S_3</td> <td>=</td> <td>1.518</td> <td></td> <td>1.518</td> <td></td> </tr> <tr> <td>S_{ort}</td> <td>=</td> <td>1.518</td> <td></td> <td>1.518</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>=</td> <td>1.513</td> <td></td> <td>1.513</td> <td></td> </tr> <tr> <td>+A</td> <td>=</td> <td>0.24</td> <td></td> <td>0.24</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>=</td> <td>1.753</td> <td></td> <td>1.753</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H_{ort}</td> <td>=</td> <td>1.753 m</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Başlanğıc (m)	bitmə (m)		Başlanğıc (m)	bitmə (m)	S_1	=	1.518		1.519		S_2	=	1.518		1.518		S_3	=	1.518		1.518		S_{ort}	=	1.518		1.518		D	=	1.513		1.513		+A	=	0.24		0.24		H	=	1.753		1.753		H_{ort}	=	1.753 m			
	Başlanğıc (m)	bitmə (m)		Başlanğıc (m)	bitmə (m)																																																		
S_1	=	1.518		1.519																																																			
S_2	=	1.518		1.518																																																			
S_3	=	1.518		1.518																																																			
S_{ort}	=	1.518		1.518																																																			
D	=	1.513		1.513																																																			
+A	=	0.24		0.24																																																			
H	=	1.753		1.753																																																			
H_{ort}	=	1.753 m																																																					

MATERIAL VƏ METODLAR

GPS müşahidələri zamanı layihənin xarakterinə uyğun olaraq meteoroloji parametrlər ölçülür. Ümumiyyətlə, meteoroloji parametrlər praktiki mühəndislik tətbiqlərində ölçülmür. Daha əvvəl izah edildiyi kimi, mövcud meteoroloji alətlər (termometr, psixrometr, barometr) kifayət qədər həssas deyil və yer üzündə aparılan bu ölçmələr təxminən 20200 kilometrlik peyk-qəbuledici signal yolunda atmosfer şəraitini tam əks etdirə bilməz. Bu həssaslığı təmin edən alətlər çox bahalıdır, başqa sözlə desək, qənaətcil deyildir. Bununla belə, xüsusilə elmi tətbiqlərdə, sahədə meteoroloji parametrlər ümumiyyətlə, saatda bir dəfə və ya müşahidənin əvvəlində və sonunda ölçülür. Mövzu ilə bağlı ətraflı məlumatlar verilmişdir. GPS-in müşahidə planlarında layihədəki qəbuledicilərin sayından asılı olaraq ən azı 1 və ya 2 qəbuledici daimi müşahidələr aparır, digər qəbuledicilər isə nəzərdə tutulan vaxtlarda müxtəlif məntəqələrdə qurulur. Birdən çox sabit məntəqənin olması ölçmələrə nəzarəti təmin edir.

GPS ölçmələrinin qiymətləndirilməsi.

GPS ölçmələrinin qiymətləndirilməsində ilk addım sahədə toplanmış məlumatların qəbuledicinin daxili yaddaşından, 3,5 saniyəlik disket maqnit daşıyıcılarından və ya PCMCIA kartı kimi interfeyslərdən istifadə etməklə qiymətləndirmə proqramının yerləşdiyi yerdən onun yaddaşından kompyuterlərdə açılmış müvafiq layihə sahəsinə ötürülməsidir. Hal-hazırda GPS qəbulediciləri ümumiyyətlə toplanmış məlumatları öz yaddaşlarında saxlayırlar. Bəzi qəbuledicilərin məlumatları çıxarıla bilən və oxşar yaddaş kartlarında saxlanılır. Təcrübədə qəbuledicilər məlumatları daxili yaddaşlarına qeyd etməklə, layihə prosesində ölçmələri toplamaq üçün qəbuledicinin yaddaşında olan bu məlumatlar gündəlik olaraq sahəyə çıxarılan noutbuklar vasitəsilə ayrıca 3.5" düyümlük disketlərə və kompyuterlərə ehtiyat üçün arxivləşir. Əsasən hər ölçmənin sonunda qəbuledicidəki məlumatlar silinir və növbəti günün müşahidələri davam etdirilir [2, 3].

Ümumiyyətlə, müşahidə jurnalları hər bir qəbuledici şirkətin xüsusi binary formatında saxlanılır, onlar ən azı naviqasiya mesajı və müşahidə (faza və kod) fayllarından ibarətdir. Məlumatların kompyutera ötürülməsi zamanı ölçmə nöqtəsi və müşahidələrlə bağlı bəzi yoxlamalar aparılır və sahəyə səhv daxil edilmiş məlumatlar düzəldilir. Burada edilən ən çox yayılmış səhvlər faylın adının və antenmanın hündürlüyü məlumatının səhv daxil edilməsi və ya unudulmasıdır. Ona görə də bu məlumatlar müşahidə hesabatlarından götürülür və lazımi düzəlişlər edilir. Kompyutera ötürülən müşahidə və naviqasiya faylları başqa proqram təminatında qiymətləndirildikdə RINEX formatına çevrilir. Standart GPS müşahidə faylının adı (RINEX formatında) "ssssdddf.yyt" strukturunda olmalıdır. Burada, ssss - 4 simvoldan ibarət qısa ad və ya ölçmə nöqtəsinin 4 rəqəmli nömrəsi, ddd - ilin günü, f - müşahidə qrupunun (seansının) nömrəsi, yy - müşahidə ili, t - fayl tipini bildirir (O - müşahidə, N - Naviqasiya, M - Meteoroloji). Məsələn, ASTR2791.99N yazıla bilər.

GPS ölçmələrinin qiymətləndirilməsində istifadə olunan proqram təminatı.

GPS ölçmələrinin qiymətləndirilməsində istifadə olunan proqram təminatını müxtəlif üsullarla təsnif etmək mümkün olsa da, onları kommersiya proqram təminatı və elmi tədqiqat proqram təminatı kimi iki ümumi sinfə bölmək olar. Kommersiya proqramları praktiki mühəndislik tətbiqlərində istifadə olunur. Bu proqramlar ümumiyyətlə qəbuledicilər istehsal edən şirkətlər tərəfindən satın alınan GPS dəsti ilə birlikdə təklif olunan proqramlardır [5]. Daha əvvəl də izah edildiyi kimi qəbuledicilər peyklərdən topladıqları signalı öz xüsusi formatlarında qeyd etdikləri üçün qəbuledici şirkət tərəfindən satılan qiymətləndirmə proqramından başqa proqram vasitəsi ilə bu məlumatları birbaşa hesablamaq mümkün deyil. Bu problemin yeganə həlli qəbuledicidə toplanmış məlumatları qəbuledicidən müstəqil mübadilə formatına (RINEX) çevirməkdir. Bu səbəbdən kommersiya proqramları qəbuledici istehsal edən şirkətlərlə identifikasiya olunmuşdur. Hal-hazırda sabit GNSS (RTK CORS) şəbəkələrindən istifadə edildiyi üçün bu şirkətlərin proqram təminatı real vaxt və ölçmədən sonrakı hesablamalarda da istifadə olunur. RTK CORS məqsədləri üçün istifadə edilən proqramların adları cədvəl 2-də verilmişdir [4].



Kommersiya məqsədli proqram paketi

Firmanın adı	Proqram paketinin adı
Topcon	TopNET+
Trimble Navigation	TPP (Trimble Pivot Platform)
Leica	GNSS Spider
Geo++(Almaniya)	Geo++

Elmi və tədris proqramlarından ümumiyyətlə yer qabığının hərəkətlərinin müəyyən edilməsi, ölkənin əsas GPS şəbəkəsinin yaradılması və istinad sisteminin yaradılması kimi məqsədlər üçün istifadə olunur. Son illərdə edilən dəyişikliklərlə bu qrupa daxil olan bəzi proqram təminatına (məsələn, Bernese) praktik tətbiqlər üçün xüsusiyyətlər əlavə edildi və beləliklə, bu proqramların bütün məqsədlər üçün (kommersiya, elmi, təhsil) istifadə olunması asanlaşdı. Elmi və tədris proqram təminatı haqqında ümumi məlumat cədvəl 3-də verilmişdir.

Elmi və tədris proqram təminatı haqqında ümumi məlumat

Proqram paketinin adı	Ərsəyə gətirən təşkilatlar
BERNESE	AIUB (Astronomical Institute of the University of Bern)
GAMİT-GLOBK	MIT (Massachusetts Institute of Technology), SIO(Scripps Institutions of Oceanography), Harvard University.
GIPSY-OASISII	JPL (Jet Propulsion Laboratory, NASA)
PAGES	NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration)
GEONAP	University of Hannover
DIPOP	University of New Brunswick
MSODP	University of Texas, Van Martin Systems
MICROCOSM	Geo++ GmbH
Geo++	

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

GPS-in müşahidə planlarını hazırlayarkən koordinatları məlum olan nöqtələr arasında yoxlama müşahidələrinin aparılması standart məsələdir. Bunun məqsədi həm məlum nöqtə koordinatlarına, həm də tətbiq olunan şəbəkənin dizaynına, ölçmə metoduna və digər məsələlərə nəzarət etməkdir. Bu üsulla formalaşan nəzarət bazislərin təhlilinə “məlum bazisin analizi” də deyilir. Məlum ba-



zisin analizində, GPS ölçmələrinin qiymətləndirmə proqramından istifadə etməklə əldə edilən məntəqələr arasındakı əsas uzunluqların məlum (arxiv) dəyərlərindən hesablanan bazisin uzunluq fərqi hesablanır [6]. Bu hesablanmış fərqlər bazisin uzunluğuna bölünür və onların ekvivalentləri ppm-də tapılır. PPM-də tapılan qiymətlər GPS ilə aparılan müşahidələrin dəqiqliyi verilmiş meyarlarla müqayisə edilir. Xüsusilə statik ölçmə metodu ilə şəbəkə dizaynları çoxlu qapalı poliqonları ehtiva edir. Hər bir qapalı poliqondada əsas komponentlərin cəmi sıfıra yaxın olmalıdır. Sıfırdan çox fərqlənən qapanmalar, bazislərdən birində müşahidə və ya hesablama xətası olduğunu göstərir. Qapalı poliqonlar üçün ümumi qapanma xətası aşağıdakı tənliklə hesablanı bilər:

$$LC = \frac{\sqrt{(\sum \Delta x)^2 + (\sum \Delta y)^2 + (\sum \Delta z)^2}}{\sum S}$$

$\sum S$ – qapalı poliqonun uzunluğudur.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu tənlikdəki ifadələr və nəticə ppm-də olacaqdır. Məsələn, əsas komponentlərin cəmi 0,0214 m-dirsə və qapalı poliqondada ümumi uzunluğun 100 kilometr olduqda, LC-nin qiyməti 0,2 ppm olaraq hesablanır.

YEKUN NƏTİCƏ

Elmi – tədqiqat məqsədi ilə GPS ölçmə nəticələrinin proqram paketlərində emal prosesi aşağıdakı ardıcılıqla olmalıdır:

Xam ölçmə məlumatları Rinex-ə çevrilməlidir;

İlkin qiymətləndirmə zamanı kodlu müşahidələrin yoxlamaları, bazislərin yaradılması və s.;

Faza müşahidələrindən istifadə edərək parametrlər qiymətləndirilməli;

Müşahidə qrupları birləşdirilməli;

Əldə olunan GPS koordinatları lokal datuma çevrilməli;

Lokal datuma çevrilən koordinatlar, yerüstü ölçmələrlə əldə olunan koordinatlarla müqayisə olunmalıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. GPS Navstar JPO: – ABŞ: – 2005.
2. Kahveci, M. Uydularla Konum Belirleme Sistemleri (GNSS) ve Yasal Altyapı Sorunlarına İlişkin Değerlendirmeler / M.Kahveci, N.Can – İstanbul: İstanbul Bürosu Dergisi, – 2011. – 5 s.
3. Kənək, İ. Uzun Bazlarda DGPS Uygulamaları / İ.Kənək, M.Kahveci, M.Ocak – Ankara: Harita Genel Komutanlığı Harita Dergisi, – 1997.
4. Kaula, W.M. Theory of Satellite Geodesy. Applications of Satellites to Geodesy / W.M.Kaula. Blaisdell Publishing Company, – 1966.
5. Schwarz, K.P. Heights and GPS / K.P.Schwarz, M.G.Sideris – GPS World, – 1993. – 6 s.
6. Alves How will Galileo Improve Positioning Performance? / G.Lachapelle, M.E.Cannon [et al.] – 2002. – 10 p.



CHOOSING A SOFTWARE PACKAGE FOR CARRYING OUT GPS OBSERVATIONS AND PROCESSING MEASUREMENT RESULTS, EVALUATING THE RESULTS

S.B. Verdiyev

The success of a GPS project is directly related to the education and knowledge level of the personnel implementing the project. Education and knowledge level of personnel; this includes preparing and using the receiver for observation, selecting a location, completing observation reports, and responding to unplanned contingencies. If all the preparations and activities to be done before the observation are carried out with sensitivity, there are no problems except in special exceptional cases. It is possible to classify the software used in the evaluation of GPS measurements in different ways. After the checks briefly described so far are completed, network balancing is performed. Thus, the balancing results of the network, which are free from gross errors or, if necessary, after repeated measurements, do not have much meaning in practice. This issue is especially important in countries like Azerbaijan where the country date and GPS datums are different.

Keywords: *GPS measurements, RINEX format, RTK CORS, GPS observations.*

ВЫБОР ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ GPS НАБЛЮДЕНИЙ И ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ, ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

С.Б. Вердиев

Успех проекта GPS напрямую связан с уровнем образования и знаний персонала, реализующего проект. Образование и уровень знаний персонала; это включает в себя подготовку и использование приемника для наблюдения, выбор местоположения, заполнение отчетов о наблюдениях и реагирование на незапланированные непредвиденные обстоятельства. Если все приготовления и действия, которые должны быть выполнены перед наблюдением, выполняются с осторожностью, проблем не возникает, за исключением особых исключительных случаев. Программное обеспечение, используемое для оценки GPS-измерений, можно классифицировать по-разному. После завершения кратко описанных проверок выполняется балансировка сети. Таким образом, результаты балансировки сети, свободные от грубых ошибок или, при необходимости, после повторных измерений, не имеют большого практического значения. Этот вопрос особенно важен в таких странах, как Азербайджан, где даты страны и датумы GPS отличаются.

Ключевые слова: *GPS-измерения, формат RINEX, RTK CORS, GPS-наблюдения.*