

# GPS ALMANAKLARININ ELDE EDİLMESİ

O. KURT<sup>1</sup>, E. ŞENTÜRK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kocaeli Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü,  
Jeodezi Anabilim Dalı, Kocaeli, [orhnkrt@gmail.com](mailto:orhnkrt@gmail.com)

<sup>2</sup> Kocaeli Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü,  
Jeodezi Anabilim Dalı, Kocaeli, [senturkerman@hotmail.com](mailto:senturkerman@hotmail.com)

## Özet

*GPS ölçülerinin planlanmasında almanak dosyalarından yararlanılır. Kepler yörünge elemanlarına dayalı üretilen ve dört adet olan almanak dosyalarının üçüne {YUMA ve SEM (USA), AGP(RU)} internette, diğerine (AD, Almanac Data) ölçme anında ulaşılır.*

*Bu çalışmada, konum ve hızı bilinen uyduların almanak verilerinin nasıl elde edileceği teorik olarak gösterilmiş, sayısal uygulama bölümünde gerçek GPS uydu konum ve hız bilgileri kullanılarak almanak dosyaları elde edilmiştir. Ayrıca, almanak formatlarından uydu konum ve hızlarının hesaplanması aşamaları da incelenmiş, bu formatlar arasındaki ilişkiler gösterilmiştir.*

*Anahtar kelimeler : Kepler yörünge elemanları, almanak formatları, uydu konum ve hızlarının hesaplanması.*

## ACQUARING GPS ALMANACS

### Abstract

*Planning GPS observations are utilized from almanac files. There are four types almanac formats produced based on Keplerian orbital elements. The three {YUMA almanac file and SEM (USA), AGP (R)} of them is obtained from the internet, the fourth (AD Almanac Data) is achieved at the GPS occupation instant.*

*In this study, it is shown how the almanac data obtain from the known positions and velocities of the satellites theoretically, numerical examples are given in the numerical part of the study by using real GPS position and velocities. In addition, the stages of calculating satellite positions and velocities are inspected from the formats, and the relationships among those formats are shown.*

*Keywords: Keplerian orbital elements, almanac formats, calculation of position and velocities.*

### 1. Giriş

GPS(USA), GLONASS(RU), Galileo, Compass v.d. uydu sistemlerinde oluşan GNSS ölçmeleri meslek alanımızda bir çok alanında kullanılmaktadır. GNSS oluşturan uydu sistemleri fazla olmasına rağmen, bir GNSS alıcısından bahsedilirken ülkemizde ve dünyanın bir çok yerinde GPS ve GLONASS ölçülerini alan alıcılar anlaşılır. Her bir uydu frekansları farklı olan GLONASS uyduları değerlendirme aşamasında genellikle kurulan matematik modeli destekleme amaçlı kullanılırken, tamsayı çözümü GPS uydularından alınan ölçüler üzerinde gerçekleştirilir. Yaygın olarak kullanılan GNSS alıcıları ile elde edilen ölçülerin değerlendirilmesinde GLONASS(24)'a göre uydu sayısı da fazla olan GPS(31) baskın olan sistemdir. Bu

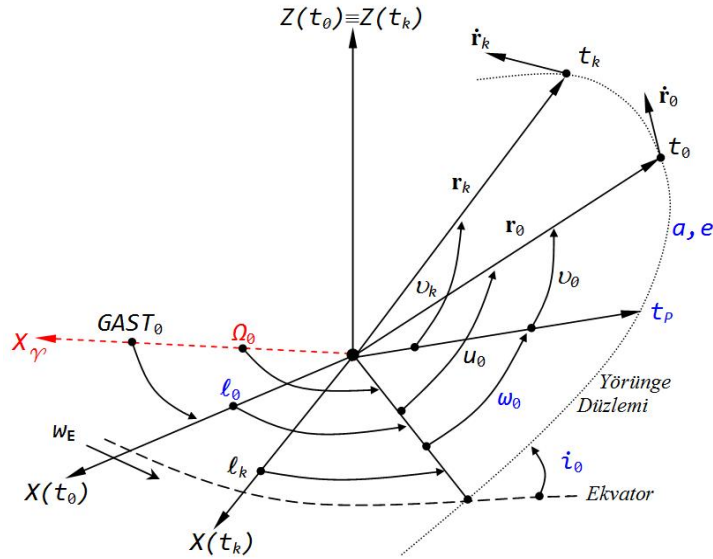
nedenle GNSS ölçmeleri planlanırken GPS in uydu dağılımı esas alınmalıdır. Bu nedenle, bu çalışmada GPS uyduları için oluşturulan almanak dosyalarının elde edilmesinden bahsedilecektir.

Planlama aşamasında Almanak dosyaları kullanılır. GNSS de kullanılan bütün almanak dosyaları Kepler yörünge elemanlarına dayalı olarak üretilir. GPS uyduları için dört tip almanak dosyası vardır. Bunlar YUMA(USA), SEM(USA), AGP(RU) ve ölçme anında alınan AD(Almanak Data) dosyalarıdır (Hoffman-Wellenhof v.d., 1997; Celestrak, 2014a, 2014b; GPS-AGP, 2014)

## 2. Kepler Yörünge Elemanları ve Başlangıç Değer Problemi

Her hangi bir an için konum  $r=[XYZ]^T$  ve hız  $\dot{r}=\partial r/\partial t=[\dot{X}\ \dot{Y}\ \dot{Z}]^T$  vektörleri verilen bir uydunu başlangıç değer problemi ile çözülen Kepler yörünge elemanları; yörünge yarıçapı ( $a$ ), yörünge dış merkezliği ( $e$ ), enberi (perigee) argümanı ( $\omega$ ), yörünge eğim açısı ( $i$ ), yörünge düzlemi ile ekvator düzlemi arakesitinin rektasenzionu ( $\Omega_0$ ) yada  $t_0$  referans anındaki boylamı  $\ell_0=\ell_k+w_E(t_k-t_0)$  ile tanımlanır (Şekil 1).

Şekil 1’de ve bağıntılarda geçen diğer büyüklükler; yerin açısal dönme hızı ( $w_E=7.2921151467e-5$  rad/s), yer merkezli uzay sabit koordinat sistemi ( $X\ Y\ Z$ ) $_{\gamma}$ ,  $t_0$  referans ve  $t_k$  anındaki yer merkezli yer sabit koordinat sistemleri ( $X\ Y\ Z$ ) $_0$  ve ( $X\ Y\ Z$ ) $_k$  dir (Montenbruck ve Gill, 2001; Keller, 2004; Sneeuw, 2006; Hofmann-Wellenhof, v.d., 2008; Kurt, 2009, 2014).



Şekil 1 Kepler yörünge elemanları (mavi),  $t_0$  ve  $t_k$  anındaki konum ( $r_0, r_k$ ) ve hız vektörleri ( $\dot{r}_0, \dot{r}_k$ ) (Kurt,2014)

Kepler yörünge elemanları sırasıyla aşağıdaki bağıtlar ile elde edilir

$$a = \{ 2/\|r\| - \|\dot{r}\|^2 / \mu \}^{-1} \quad \text{Yörünge elipsinin büyük yarıeksenin yarıçapı} \quad (1)$$

$$e = \sqrt{1 - \|\dot{r} \times r\|^2 / (\mu a)} \quad \text{Yörünge elipsinin dış merkezliği} \quad (2)$$

$$M = E - e \sin E \quad \text{Ortalama anomali (Kepler Denklemi)} \quad (3a)$$

$$E = \arctan \{ (r \cdot \dot{r} / (a^2 n)) / (1 - r/a) \} \quad \text{Eksentrik anomali} \quad (3b)$$

Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu

7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu

15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum

$$\omega = u - v \quad \text{Enberi (perigee) argümanı} \quad (4a)$$

$$v = \arctan\{\sqrt{1 - e^2} \sin E / (\cos E - e)\} \quad \text{Gerçek anomali} \quad (4b)$$

$$u = \arctan\{Z / (-X W_y + Y W_x)\} \quad \text{Uydunun enlemi} \quad (4c)$$

$$W = r \times \dot{r} / \|r \times \dot{r}\| = [W_x \quad W_y \quad W_z]^T \quad \text{Yörünge düzlemi normali} \quad (4d)$$

$$i = \arctan\{\sqrt{W_x^2 + W_y^2} / W_z\} \quad \text{Yörünge eğim açısı} \quad (5)$$

$$\ell = \arctan\{W_x / -W_y\} \quad \text{Düğüm noktasının boylamı} \quad (6)$$

Bağıntılarda geçen; “||”, “x” ve “ ” simgeleri sırasıyla vektör normu, vektörel ve skaler çarpımı temsil etmektedir (Montenbruck ve Gill, 2001; Keller, 2004; Sneeuw, 2006; Hofmann-Wellenhof, v.d., 2008; Kurt, 2009, 2014).

Yer sabit konum ( $r$ ) ve hız ( $\dot{r}$ ) vektörleri, her hangi bir referans ana ( $t_0$ ) göre belirlenen uzay sabit konum  $\rho = R_3(\alpha)r$  ve hız  $\dot{\rho}$  vektörlerine dönüştürülmelidir. Bu dönüşümler  $\alpha = -w_E(t_k - t_0)$  açısından yararlanarak oluşturulan üçüncü eksen yönündeki dönüklük matrisi  $R_3$  ve onun zamana göre türevi  $\dot{R}_3$  matrisi ile gerçekleştirilir (Kurt, 2014) (*Şekil 1*).

$$\rho = R_3(\alpha)r \quad \text{Uzay sabit sistemdeki konum vektörü} \quad (7a)$$

$$R_3(\alpha) = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{Üçüncü eksen yönündeki dönüklük matrisi} \quad (7b)$$

$$\dot{\rho} = \dot{R}_3(\alpha)r + R_3(\alpha)\dot{r} \quad \text{Uzay sabit sistemdeki konum vektörünün hızı} \quad (8a)$$

$$\dot{R}_3(\alpha) = \frac{\partial R_3(\alpha)}{\partial t} = w_E \begin{bmatrix} \sin \alpha & -\cos \alpha & 0 \\ \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (8b)$$

Uzay sabit sisteme dönüştürülen uydu konum ve hız vektörlerine *başlangıç değer problemi* uygulanır.

### 3. Almanak Formatları

Kepler yörünge elemanlarına göre verilen GPS almanakları, almanak verilerinin simgeleri şeklinde birimleri ile birlikte verilmiştir. Birimler köşeli parantez içinde olmak üzere; r=raydan, s=saniye, yp=yarım periyot olarak kısaltılmıştır.

*AGP Formatı:* (GPS-AGP, 2014)

```
Dosya Adı: MCCT_YLAYGN.agp *****
      (Almanağın üretildiği zaman)
Gn      Ay      YL      T[s]      W      t[s] Komut[21sütun]
PRN     Hlt=0   W0[]    t0=tc[s] Gg      Ag      Yg      Tg[s] f0[s] f1[s/s] dℓ[yp/s]
ℓ0[yp] i0[yp] ω0[yp] e[]      √a[√m] M0[yp]
*****
```

Not: Glonass almanak dosyaları için GPS-AGL (2014) web adresine bakınız.

*YUMA Formatı:* (Celestrak, 2014a)

**Dosya Adı:** almanac.yuma.W<sub>0</sub>.t<sub>0</sub>.txt \*\*\*\*\*  
 ID: PRN  
 Health: Durumu=0 (Çalışıyor)  
 Eccentricity: e []  
 Time of Applicability(s): t<sub>0</sub>=t<sub>c</sub> [s]  
 Orbital Inclination(rad): i<sub>0</sub> [r]  
 Rate of Right Ascen(r/s): dℓ [r/s]  
 SQRT(A) (m 1/2): √a [√m]  
 Right Ascen at Week(rad): ℓ<sub>0</sub> [r]  
 Argument of Perigee(rad): ω<sub>0</sub> [r]  
 Mean Anom(rad): M<sub>0</sub> [r]  
 Af<sub>0</sub>(s): f<sub>0</sub> [s]  
 Af<sub>1</sub>(s/s): f<sub>1</sub> [ ]  
 week: W<sub>0</sub> (+1024)  
 \*\*\*\*\*

*SEM Formatı:* (Celestrak, 2014b)

**Dosya Adı:** almanac.sem.W<sub>0</sub>.t<sub>0</sub>.txt \*\*\*\*\*  
 UydSay Acıklama  
 W<sub>0</sub>(+1024) t<sub>0</sub>=t<sub>c</sub>[s]  
 PRN  
 Uydu Araç Numarası (SVN)  
 Ortalama Kullanıcı Doğruluğu (URA)  
 e[] di[yp] dℓ[yp/s]  
 √a[√m] ℓ<sub>0</sub>[yp] ω<sub>0</sub>[yp]  
 M<sub>0</sub>[yp] f<sub>0</sub>[s] f<sub>1</sub>[s/s]  
 Durumu=0  
 Uydu Konfigürasyonu  
 \*\*\*\*\*

*AD Formatı:* (Gurtner, 2012)

**Dosya Adı:** isimYGUN0.YLa \*\*\*\*\*  
 PRN Yıl AY GN ST DK SN f<sub>0</sub>[s] f<sub>1</sub>[s/s] 0  
 AOE[s] 0 0 M<sub>0</sub>[r]  
 0 e[] 0 √a[√m]  
 t<sub>0</sub>[s] 0 ℓ<sub>0</sub>[r] 0  
 di[r] 0 ω<sub>0</sub>[r] dℓ[r/s]  
 0 0 W<sub>0</sub>[] 0  
 Doğruluk[] Durumu=0 GpsGun[s] EOT[s]  
 t<sub>c</sub>[s]  
 \*\*\*\*\*

AOE: Yörünge bilgilerinin yaşı, EOT: Zaman bilgilerinin yaşı.

Yukarıdaki yakıştırma almanak dosyalarında; nokta adı-isim, uydu numarası-PRN, yıl-YL, ay-AY, ay günü-GN, yıl günü-YGUN, saat-ST, dakika-DK, saniye-SN yada s, radyan-r, yarım periyot-yp, almanak-a, metrenin karekökü-√m kısaltmaları ile gösterilmiştir.

*Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu*

*7. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu*

*15-17 Ekim 2014, Hitit Üniversitesi - Çorum*

## 4. Almanaklardan Uydu Konumun ve Hızlarının Hesaplanması

Uydu yörüngelerinin referans haftası  $W_0$ , referans GPS zamanı (GPS haftası saniyesi)  $t_0$ , konumu hesaplanacak GPS haftası  $W_k$  ve GPS zamanı  $t_k$  olan bir uydunun konum ve hızı aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanır (Montenbruck ve Gill, 2001; Keller, 2004; Sneeuw, 2006; Hofmann-Wellenhof, v.d., 2008; Kurt, 2009).

$$\Delta t = (W_k - W_0) 604800 + (t_k - t_0) \quad \text{Referans anından itibaren geçen süre} \quad (9)$$

$$n = \sqrt{\mu / a^3} \quad \text{Ortalama açısal hız} \quad (10)$$

$$M_k = M_0 + n \Delta t \quad t_k \text{ anındaki ortalama anomali} \quad (11)$$

$$E_k = M_k + e \sin E_k \quad \text{Kepler denklemi} \quad (12)$$

$$\nu_k = \arctan \left[ \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E_k}{\cos E_k - e} \right] \quad t_k \text{ anındaki gerçek anomali} \quad (13)$$

$$r_k = a (1 - e \cos E_k) \quad t_k \text{ anında uydu ile yer merkezi arası uzaklık} \quad (14)$$

$$i_k = i_0 \text{ (AGP, YUMA) ve } i_k = (0.3 + di) \pi \text{ (SEM, AD)} \quad t_k \text{ anında yörünge eğim açısı} \quad (15)$$

$$\ell_k = \ell_0 + (d\ell - w_E) \Delta t - w_E t_0 \quad t_k \text{ anında yükselme noktasının boylamı} \quad (16)$$

Yukarıda düzeltilmiş yada zamana ötelenmiş yörünge elemanları kullanılarak  $t_k$  anındaki uydunun konum ve hız vektörleri hesaplanır (Sneeuw, 2006; Попова, v.d., 2008).

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = r_k D \begin{bmatrix} \cos \nu_k \\ \sin \nu_k \\ 0 \end{bmatrix} \quad (17a)$$

$$\begin{bmatrix} \dot{X} \\ \dot{Y} \\ \dot{Z} \end{bmatrix} = \frac{n a}{\sqrt{1 - e^2}} D \begin{bmatrix} -\sin \nu_k \\ e + \cos \nu_k \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_E Y \\ -w_E X \\ 0 \end{bmatrix} \quad (17b)$$

$$D = R_3(-\ell_k) R_1(-i_k) R_3(-w_0) \quad (17c)$$

Bir uydunun konum ve hızı almanak verilerinden hesaplanıyorsa bu bağıntılar yeterli doğruluğu sağlamaktadır. Yayın yörünge bilgileri kullanılacak ise Remondi (2004) kaynağından yararlanılabilir.

Uydu saat hatası ve saat hatasının hızı da aşağıdaki bağıntılar ile bulunur.

$$\delta = f_0 + f_1 \Delta t \quad \text{Uydu saat hatası} \quad (18a)$$

$$\dot{\delta} = f_1 \quad \text{Uydu saat hatasının hızı} \quad (18b)$$

Bağıntılarda geçen  $f_0$  ve  $f_1$  doğrusal denklem katsayıları almanak dosyalarında verilmektedir.

## 5. Sayısal Uygulama

Sayısal uygulama bölümünde PRN=1 numaralı uydunun 24 Mart 2014 gününe ait 5 dakika aralıklı konum ve hız verilerine (288 adet) başlangıç değer problemi uygulanmış, elde edilen 288 adet yörünge bilgilerinin

kesin değerleri ve doğrulukları (KOH) aritmetik ortalama ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar YUMA formatında yazılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1 Hesaplanan YUMA yörünge bilgileri, duyarlılıkları ve verilen YUMA ile olan farkları.

Hesaplanan YUMA Almanaağı	KOH	Farklar
***** Week 761 almanac for PRN- 1 *****		
ID: 1		
Health: 000		
Eccentricity: 2.818537552E-003	±1.811e-06	2.431E-06
Time of Applicability(s): 147456.0000		
Orbital Inclination(rad): 0.9609818458	±5.667e-05 o	-7.099E-04 o
Rate of Right Ascen(r/s): -7.851011783E-009		-4.262E-11 o/s
SQRT(A) (m 1/2): 5153.681622	±8.614e+00 m	-5.076E-02 √m
Right Ascen at Week(rad): -5.668115644E-001	±6.776e-04 o	-8.001E-03 o
Argument of Perigee(rad): 0.334525346	±3.620e-02 o	-1.708E-02 o
Mean Anom(rad): 1.378548589E+000	±3.629e-02 o	2.215E-02 o
Af0(s): 5.562136634E-006	±1.839e-05 μs	1.599E-07 s
Af1(s): 0.000000000	±5.978e-10 μs/s	-1.742E-12 s/s
week: 761		

Oluşturulan YUMA formatı ile hesaplanan uydu konum doğrulukları aşağıda verilmiştir. Hesaplanan koordinatların almanak dosyasından beklenen doğruluğu yeterince yansıtığı kolayca görülmektedir.

$$\sigma_x = \pm 2.509 \text{ km} \quad \sigma_y = \pm 2.286 \text{ km} \quad \sigma_z = \pm 1.932 \text{ km} \quad \sigma_s = \pm 0.165 \text{ km}$$

$$\sigma_T = \pm 252.131 \text{ } \mu\text{s}$$

Oluşturulan YUMA yörünge bilgileri Celestrak (2014) web adresinden indirilerek karşılaştırılmış, aralarındaki farklar Tablo 1 sütün 3'de (Farklar) sergilenmiştir (Tablo 1).

Yukarıda YUMA formatında verilmiş olan hesaplanan yörünge bilgilerinin diğer formatlarda da çok küçük değişiklikler ile yazılabileceği görülmektedir.

## 5. Sonuç ve neriler

Planlama amaçlı kullanılan almanak dosyaları GPS oturum planların yapılması ve GPS ağlarının en uygun hale getirilmesi sırasında daha gerçekçi öngörülerde bulunmak için kullanılırlar. Bu çalışmada almanak yörünge formatları tanıtılmış ve bunların basitçe elde edilmesinden bahsedilmiştir. Ayrıca bu formatlardan uydu konum ve hızlarının nasıl hesaplanacağı da gösterilmiştir.

Erişilebilen almanak dosyaları, yörünge referans anından en fazla üç günlük zaman aralığı için yeterli doğrulukta sonuçlar vermektedir. Bu yörünge formatlarının daha uzun periyotlu kullanılabilmesi için, en az istenilen periyotta uydu konum bilgisinden türetilmesi ve daha kapsamlı hesaplamalar yapılması gerekir. Kuruluşların ürettiği erişilebilen almanak dosyaları da bu amaca hizmet etmezler. Bu nedenle uzun periyotlu almanak verisine ihtiyaç duyan bir kullanıcı çalışmada önerilen basit hesaplama yöntemi ile uzun periyotlu verileri kullanarak kendi almanak dosyalarını üretilip kullanabilirler.

## Kaynaklar

- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., Wasle, E., (2008) *GNSS-Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo and More*, SpringerWienNewYork, ISBN 978-3-211-73012-6.
- Kurt, O., (2009), *Uydu Jeodezisi*, Ders Notları, KOÜ-MF, Harita Mühendisliği Bölümü. [www.orhankurt.jimdo.com](http://www.orhankurt.jimdo.com)
- Montenbruck, O. and Gill, E., (2001), *Satellite Orbits: Models, Methods, and Applications*, ISBN 3-540-67280-X, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Keller, W. (2004), *Satellite Geodesy*, Institute of Geodesy, Universität Stuttgart, D, 47ss.
- Sneeuw, N. (2006), *Dynamic Satellite Geodesy*, Lecture Notes, Institute of Geodesy, Universität Stuttgart, D, 90ss.
- Kurt, O., ve Çetin, S., (2013), Yapay Uydu Yörünge Bilgilerinin Belirlenmesinde Başlangıç ve Sınır Değer Problemleri, *14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Sözlü Sunum*, 14-17 Mayıs.
- Kurt, O., (2014), GNSS Uydu Kepler Yörünge Elemanlarının Spektral Analizi, *IEEE 22. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı*, 23-25 Nisan, 4 Sayfa, Trabzon, 978-1-4799-4874-1/14/\$31.00 ©2014 IEEE.
- Remondi, B.W., (2004), Computing Satellite Velocity using the Broadcast Ephemeris, *GPS Solutions, Volume 8, Number 2, 2004*, [http://www.ngs.noaa.gov/gps-toolbox/bc\\_velo.htm](http://www.ngs.noaa.gov/gps-toolbox/bc_velo.htm)
- CBT (2014), Code::Blocks Team, Codeblocks Homepage, (20-1-2014). <http://www.codeblocks.org/>
- Celestrak (2014a), GPS SEM Almanacs, (10-8-2014), <http://celestrak.com/GPS/almanac/Yuma/>
- Celestrak (2014b), GPS SEM Almanacs, (10-8-2014), <http://celestrak.com/GPS/almanac/Sem/>
- IAC, (2014), Information Analytical Centre, Federal Space Agency, (10-8-2014). <ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/ALMANAC/2014/>
- GnuPlot (2014), Gnuplot-cpp source code version 1.0, (20-1-2014). <http://code.google.com/p/gnuplot-cpp/downloads/detail?name=gnuplot-cpp.zip>
- GLONASS-AGL (2014), GLONASS Almanac – AGL format, (10-8-2014). <ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/FORMAT/Format.agl>
- Gurtner, W. (2012), RINEX: The Receiver Independent Exchange Format Version 2.11, (10-8-2014). <http://igsceb.jpl.nasa.gov/igsceb/data/format/rinex211.txt>
- GPS-AGP (2014), GPS Almanac – AGP format, (10-8-2014). <ftp://ftp.glonass-iac.ru/MCC/FORMAT/Format.agp>,
- NASA-CDDIS (2014), Broadcast Ephemerides Data, NASA-Crustal Dynamics Data Information System, (10-8-2014). <ftp://cddis.gsfc.nasa.gov/pub/gps/data/daily/2014/brdc/>
- NGA (2014), National Geospatial-Intelligence Agency, (USA), (10-8-2014). <ftp://ftp.nga.mil/pub2/gps/pedata/2014pe/>
- ПОПОВКЗИН, В.А. and ПЕРМИНОВ, А.Н., etal (2008), Glonass Interface Control Document, Navigational radio signal, In bands L1, L2, (Edition 5.1), Moscow, 2008. [http://www.onlinegnss.com/Links/ICD\\_GLONASS\\_5\\_1.pdf](http://www.onlinegnss.com/Links/ICD_GLONASS_5_1.pdf)