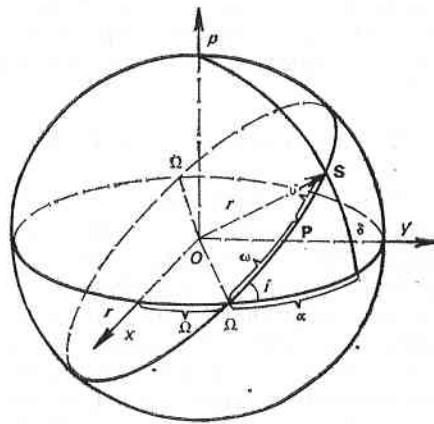


## Използване на аналитични методи за определяне на орбитите на ИСЗ при дистанционните изследвания на Земята

*Никола Георгиев, Хернани Спиридонов*

*Институт за космически изследвания, БАН*

Още в първите години на използване на изкуствените небесни тела (изкуствени спътници на Земята — ИСЗ, и космически апарати — КА) се установи, че за успешното решаване на космическите експерименти е необходимо не само апаратурно осигуряване, но и определяне на орбитите на ИСЗ и КА (фиг. 1) с точност, осигуряваща съответните изследвания. Този факт даде основание да се насочат усилията на много учени и цели колективи в разработване и усъвършенстване на различни методи и програмни продукти за пространственото определяне на положението на ИСЗ за различни интервали от време. Понастоящем са приети за практическо използване две принципино различни групи методи, а именно:



Фиг. 1

1. Методи за числено интегриране на уравненията на движението на ИСЗ;

2. Аналитични теории за определяне на движението на ИСЗ.

Качествата на който и да е от използваните методи се диктува от няколко главни фактора - точността, с която се определя орбитата, необходимото машинно време за изчисление, продължителността на времевия интервал (дни, месеци, години), за който се определя движението на ИСЗ.

С усъвършенстването на земните и бордовите апаратури, с повишаването на точностите в определяните и измервани до ИСЗ и от ИСЗ изучавани обекти, геодинамични и космически процеси се повишаваха съответно и точностите в определяне на орбитите, като за един или друг случай се предпочиташа съответно числени или аналитични методи в зависимост от изследваните обекти, тъй като всеки един от методите притежава едни или други положителни качества и недостатъци. При числените методи може да се подадат непосредствено на ЕИМ диференциалните уравнения на движение и за сметка на по-голямото изразходвано машинно време да се получат крайните резултати, характеризиращи пространственото положение на космическия обект. Но от тези данни не сме в състояние да направим анализи на влиянието на едни или други смущения. При аналитичните методи тези недостатъци са избегнати за сметка на времето, необходимо за извеждане и получаване на изрази и формули, с чиято помощ може да се получат гравитационните и негравитационните смущения. Съществено е в случая, че можем да анализираме големината на тези смущения при различните видове спътници в зависимост от точността, с която трябва да се определят орбитите и в зависимост от тяхното предназначение и целите на изследванията. Така, докато при глобалните, регионалните и локалните геодинамични изследвания с помощта на ИСЗ са необходими много високи точности (от няколко сантиметра до един-два дециметра), и то за дълги периоди от време, то при други изследвания, като например при метеорологичните изследвания или при дистанционното изучаване на Земята (точността на орбиталната апаратура може да осигури точности от няколко десетки метра до стотици или хиляди метра), определянето на орбитата на КА не е необходимо да се извършва с възможните най-високи точности и за дълги периоди от време (тъй като КА биват коригирани с команди от съответните центрове). Изискванията за по-малка точност дават възможност да се използват само тези корекции от смущенията, които ще осигурят необходимата ни точност. Това от своя страна води до изразходване на значително по-малко машинно време и което е съществено, изчисленията могат да се извършат с настолни компютри.

## I. Теоретични основи на аналитичните методи

Ще направим анализ на корекциите, които трябва да бъдат използвани при спътниците, предназначени за дистанционното изследване на Земята, като ще се възползваме от разработената аналитична теория [1, 2, 3] на основата на обобщения асиметричен метод на два неподвижни центъра [4]. Същественото на получените формули при тази теория е, че още в диференциалните уравнения на движение са включени основните смущения от зоналните хармоники  $J_2$  (величината, която е 1000 пъти по-голяма от останалите членове), а така също  $J_3$  и частично  $J_4$ , с което за разлика от традиционно използваната Кеплерова орбита, при която корекциите от зонални хармоники имат стойности от  $10^{-3}$ , тук най-големият член от смущаващата функция е със стойност  $10^{-6}$ . Не е без значение

и фактът, че тук корекциите са дадени в явен вид, което ни позволява да извършим съответните оценки на отделните смущения от: зоналните, тесералните, секторалните, атмосферата и от други фактори.

Получените диференциални уравнения [1] са дадени в сфероидна координатна система и техният вид е следният:

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{d^2\xi}{d\tau^2} = \frac{\partial \bar{W}}{\partial \xi} + \xi^4 \frac{\partial \bar{R}}{\partial \xi} + F_\xi, \\ \frac{d^2\eta}{d\tau^2} = \frac{\partial \bar{W}}{\partial \eta} + \xi^2(1-\eta^2) \frac{\partial \bar{R}}{\partial \eta} + F_\eta, \\ \frac{d^2\omega}{d\tau^2} = \frac{\partial \bar{W}}{\partial \omega} - \frac{\xi^2}{1-\eta^2} \frac{\partial \bar{R}}{\partial \omega} + F_\omega. \end{cases}$$

където  $\bar{W}$  е силова функция на промеждутъчното движение;  $\bar{R}$  — смущаваща функция на гравитационните сили;  $F_\xi$ ,  $F_\eta$ ,  $F_\omega$  са негравитационни смущения;  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\omega$  — координати в сфероидна координатна система;  $\tau$  е регуляризирано време.

От изразите (1) са получени формули, даващи стойностите на сфероидните координати

$$(2) \quad \xi = \sum_{i=0}^n a_i \tau^i, \quad \eta = \sum_{i=0}^n b_i \tau^i, \quad \omega = \sum_{i=0}^n d_i \tau^i.$$

Стойностите на коефициентите и подробното и систематизирано изложение на изводите е дадено в [5].

Изразите за корекциите от гравитационните и негравитационните смущения имат аналогичен строеж:

$$(3) \quad \delta\xi = \sum_{i=0}^5 \lambda_i \tau^i, \quad \delta\eta = \sum_{i=0}^5 \mu_i \tau^i, \quad \delta\omega = \sum_{i=0}^5 \nu_i \tau^i.$$

Тези изрази дават възможност за определяне на корекциите от смущенията непосредствено в координатите на промеждутъчното движение.

Ще анализираме стойностите, които се получават при гравитационните и негравитационните смущения за най-използваните спътници при дистанционни изследвания на Земята, като и тук ще процедираме както в [7, 8]

## II. Изрази за определяне на гравитационните смущения като функция на сфероидните координати

Гравитационните смущения  $\bar{R}_G$  може да представим като сума от вида

$$(4) \quad \bar{R}_G = \bar{R}_Z + \bar{R}_{T,S} + \bar{R}_{L,S} + \bar{R}_I + V_a,$$

където смущенията са следните:  $\bar{R}_Z$  са от зонални хармоники;  $\bar{R}_{T,S}$  — от тесерални и секторални хармоники;  $\bar{R}_{L,S}$  — от Лунно-Слънчевия потенциал;  $\bar{R}_I$  — от приливния потенциал;  $V_a$  — от потенциала на привличане на атмосферата.

Получените изрази за  $\bar{R}_Z$  и  $\bar{R}_{T,S}$  имат следния вид:

$$(5) \quad \bar{R}_Z = \sum_{n=4}^{\infty} \sum_{p=0}^e \gamma_n L_{n,p} \xi^{-(n+1)} \eta^{(n+2p)},$$

$$(6) \quad \bar{R}_{T,S} = \sum_{n=4}^{\infty} \sum_{p=0}^e \sum_{m=1}^n \gamma_{nm} \xi^{-(n+1)} \eta^{(n-m-2p)} (1-\eta^2)^{m/2} \cos m(\omega - \Omega_{nm}).$$

В (5) и (6) са направени следните означения:

$$(7) \quad \begin{cases} \gamma_{nmp} = \gamma_{nm} A_{n-2}^{m-1} L_{np}; & \Omega_{nm} = \omega_{\odot}(t-t_0) + \lambda_{nm}, \\ A_{n-2}^{m-1} = \frac{(n-2p)!}{(n-m-2p+1)!}; & \gamma_{nm} = \mu J_{nm} r_0, \\ \gamma_n = \mu j_n r_0^n; & j_n = J'_n - J_n; & L_{np} = (-1)^p \frac{(2n-1-2p)!}{(n-2p)! (2p)!}. \end{cases}$$

Диференцирайки (5), респ. (6) по  $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\omega$ , съгласно формула (1), се получават изразите

$$(8) \quad A_k = \xi^4 \frac{\partial \bar{R}_k}{\partial \xi}; \quad B_k = \xi^2 (1-\eta^2) \frac{\partial \bar{R}_k}{\partial \eta}; \quad D = \frac{\xi^2}{1-\eta^2} \frac{\partial \bar{R}_k}{\partial \omega},$$

където  $k=Z; T; S$  и стойностите подробно са представени в [5].

Тук ще дадем само крайните изрази за смущаващата функция  $\bar{R}_1$  при преките Лунно-Слънчеви смущения и за смущаващата функция  $\bar{R}'_1$  за косвените Лунно-Слънчеви смущения от приливния геопотенциал, а именно:

$$(9) \quad R_{L,S} = \bar{R}_1 + \bar{R}'_1 = \frac{1}{2} \left( \frac{f m_1 \xi}{2} + \frac{\beta \gamma}{\xi} \right) \times \left[ 1 - \frac{3}{r_1^2} (x_1 \sqrt{1-\eta^2} \cos \omega + y_1 \sqrt{1-\eta^2} \sin \omega + z_1 \eta) \right],$$

където  $\gamma = \left( \frac{r_0}{p} \right)$ ;  $p = r(1 - e \cos \omega)$ ;  $\beta_1 = k \frac{m_1}{m} \left( \frac{r_0}{a_1} \right)^3$ .

Индексите  $l=L$  или  $S$  се отнасят съответно за смущаващите тела, т. е.  $L$  се отнася за Луната, а  $S$  се отнася за Слънцето;  $m_1$  и  $a_1$  са масата и средният радиус на Луната и Слънцето.

### III. Негравитационни смущения като функция на сфероидните координати

Всъщност негравитационните смущения  $\bar{R}_{NG}$ , подробно разгледани в [5], формално ще запишем като алгебрична сума от вида:

$$(10) \quad \bar{R}_{NG} = \bar{R}_{E_{i,1}} + \bar{R}_{E_{i,2}} + \bar{R}_{E_{i,3}} + \bar{R}_{E_{i,4}} + \bar{R}_{E_{i,5}}.$$

В [8] са означени следните смущения:  $R_{E_{i,1}}$  — от съпротивлението на атмосферата без и с отчитане на високата атмосфера;  $R_{E_{i,2}}$  — от прякото светлинно налягане;  $R_{E_{i,3}}$  — от отразеното от Земята светлинно налягане;

$R_{E;4}$  — от магнитното поле на Земята;  $R_{E;5}$  — от топлинното излъчване на Земята.

Тук няма да дадем изразите за всяко негравитационно смущение, които могат да се намерят в посочените публикации, тъй като целта на настоящата работа е анализиране на влиянието на смущението върху движението на ИСЗ.

#### IV. Анализ на гравитационните $\bar{R}_G$ и негравитационните $\bar{R}_{NG}$ смущения, влияещи върху движението на спътниците за дистанционното изучаване на Земята

За дистанционно изследване на Земята ИСЗ и КА се извеждат на орбита, за която може да приемем, че е със средна височина от 300—400 km до 1000—1500 km и наклон на орбиталната равнина от  $i=30^\circ$  до  $i=110^\circ$ . Тези условия се явяват най-подходящи за разделителната способност на бордовата радио- и фотографска апаратура. На такива височини са изведени голяма част от съветските спътници „Космос“, американските „Тайрос“, ЕССА и спътниците от типа „Ландсат“ — 1, 2, 3.

При спътниците на такива височини влиянието на атмосферата и гравитационните смущения от Земята са чувствителни, независимо че при разглежданата теория голяма част от силно влияещите коефициенти като  $J_2$ ,  $J_3$  и  $J_4$  са включени в началните диференциални уравнения на движението на ИСЗ.

За да се получи по-ясна геометрична представа при анализа на отделните влияния от смущенията върху пространствените координати на спътника, ще изразим сфероидните координати  $\xi$ ,  $\eta$  и  $\omega$  чрез известните ни сферични координати:

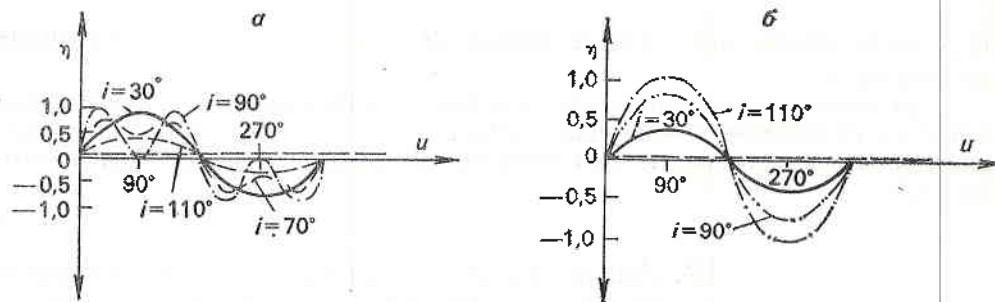
$$\begin{aligned} \xi & \text{ е псевдо-геоцентричен радиус-вектор } r \ (0 < r < 1); \\ \eta & \text{ — псевдо-деклинация } \delta \ (0 < \eta < 1); \ \eta = \sin i \sin u = \sin \varphi; \\ \omega & \text{ — псевдо-ректасцензия } \alpha, \ \text{т. е. } u = \omega + v. \end{aligned}$$

Необходимо е да се отбележи още един момент, а именно, че за определянето на  $\delta\xi(\delta r)$ ,  $\delta\eta(\delta\varphi)$ ,  $\delta\omega(\delta\alpha)$ ,  $\delta\xi'$ ,  $\delta\eta'$ ,  $\delta\omega'$  е използван модел на гравитационните смущения GEM-10, а за атмосферата — CIRA-72. Без претенции за универсалност и след направените предпоставки, изхождайки от приведените формули (5) и (6), чрез изразите (8) може да получим съответните формули за корекциите (които са дадени в [5]), с чиято помощ може да направим предварителна оценка за максималните и минималните корекции от гравитационните  $\bar{R}_G$  и негравитационните  $\bar{R}_{NG}$  смущения при различните височини  $H$  и паклони  $i$  на спътниците. Както вече споменахме, при ИСЗ и КА, използвани за дистанционно изследване на Земята, невинаги са необходими високи точности в определянето на орбитите, и то за дълги интервали от време, факт, който дава основание да се предпочитат аналитичните теории, в чиито начални диференциални уравнения на движението да се съдържат по възможност по-голяма част от смущаващите коефициенти, с което може да се ограничим при определяне само на по-съществени корекции от геопотенциала и негравитационните смущения.

От графиките на фиг. 2, а и б, които са изчислени от (5) при  $n=4$  и  $p=1$ , може да се направят следните изводи:

1. Функциите  $A_z = \xi^4 \frac{\partial \bar{R}}{\partial \xi}$  и  $B_z = \xi^2 (1 - \eta^2) \frac{\partial \bar{R}}{\partial \eta}$  при наклон  $i=0^\circ$ , т. е. за





Фиг. 2

екваториални спътници, имат стойност нула независимо от височината на спътника. Следователно стационарните спътници, които предимно се използват за телевизионни и телефонни връзки, а и за други по-ниски спътници, влиянието на зоналните, секториалните и тесералните смущения са без значение.

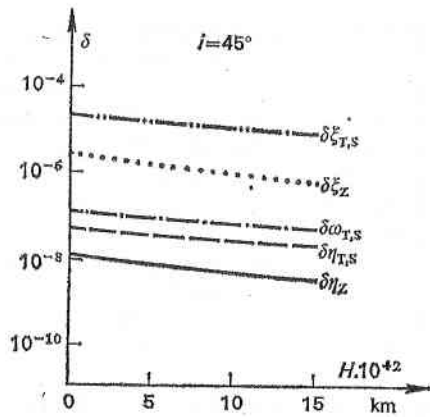
2. Функцията  $A_z$  (смущенията от зоналните хармоники) при  $i=30^\circ$ ,  $90^\circ$  и  $110^\circ$  има максимални стойности (фиг. 2, б), когато спътникът се намира на разстояние от екватора  $u=90^\circ$  и  $270^\circ$ , а минимални стойности при  $u=0^\circ$  и  $180^\circ$ .

3. Функцията  $B_z$  има широк спектър на максимални и минимални смущения (фиг. 2, а), което е естествено и от физична гледна точка. Така при  $i$  от  $5^\circ$  до  $30^\circ$  и при  $i > 100^\circ$  максималните смущения се получават при следните интервали за  $u$  — от  $60^\circ$  до  $120^\circ$  и от  $240^\circ$  до  $300^\circ$ , а при  $i$  от  $45^\circ$  до  $90^\circ$  се получават минимални стойности, когато  $u=0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$ , а максимални при  $u=30^\circ$ ,  $160^\circ$ ,  $210^\circ$  и  $330^\circ$ .

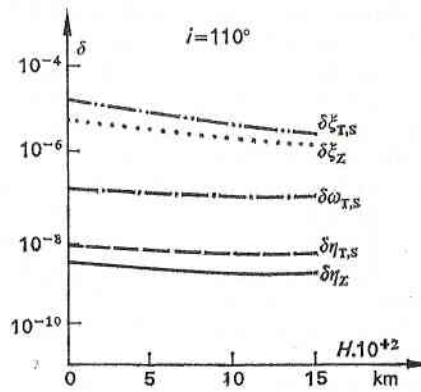
На фиг. 3, 4, 5 и 6 са определени смущенията от гравитационния потенциал на шестте параметъра, характеризиращи орбитата, в случая  $\delta\xi(\Delta r)$ ,  $\delta\eta(\Delta\delta)$ ,  $\delta\omega(\Delta\alpha)$ ,  $\delta\xi'$ ,  $\delta\eta'$  и  $\delta\omega'$  за два наклона на орбитата  $i=45^\circ$  и  $i=110^\circ$ , ексцентритет  $e=0,005$  и височина на спътника  $H$ , характерна за споменатите спътници, от 100 km до 1500 km. Въз основа на получените графични изображения, които дават визуална представа за изменението на стойностите на смущенията в отделните елементи на орбитата с изменение на височината  $H$  на спътника, може да се направят следните изводи:

4. При  $i=45^\circ$  корекциите в псевдогеоцентричния радиус-вектор  $\delta\xi_{T,S}(\Delta r_{T,S})$  (фиг. 3) от секториални и тесерални хармоники (S, T) имат стойности от  $1,8 \cdot 10^{-5}$  при  $H=100$  km и достигат до  $9 \cdot 10^{-6}$  за  $H=1500$  km, при това тяхната стойност много бавно намалява с височината. Зоналните смущения (Z) съответно варират от  $4,2 \cdot 10^{-6}$  за  $H=100$  km до  $8 \cdot 10^{-7}$  за  $H=1500$  km. В случая за типичните спътници, използвани при дистанционно изследване на Земята, с орбитален наклон до  $i=110^\circ$  смущенията от T, S са от  $1,2 \cdot 10^{-5}$  за  $H=100$  km до  $3,8 \cdot 10^{-7}$  за  $H=1500$  km (фиг. 4). По-интересни са резултатите от Z, които са чувствително по-малки при тези наклони и варират за  $H=100$  km и 1500 km от  $7 \cdot 10^{-5}$  до  $1,4 \cdot 10^{-6}$ . Това показва, че наклоните на спътниците също оказват, и то значителни изменения в смущенията.

Трябва да се има предвид, че тези смущения оказват влияние в псевдогеоцентричния радиус-вектор, т. е. може да приемем, че тези смущения са в посока на надира. Следователно, ако не се отчетат тези корекции, независимо че техните стойности са чувствителни и за няколко оборота, денонощия



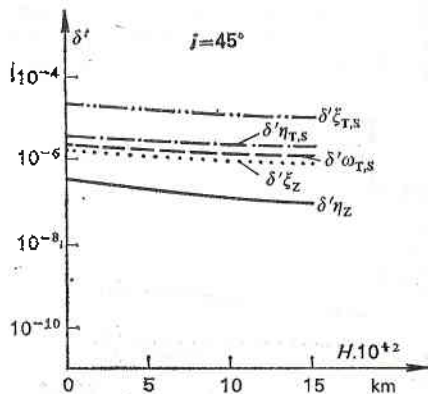
Фиг. 3



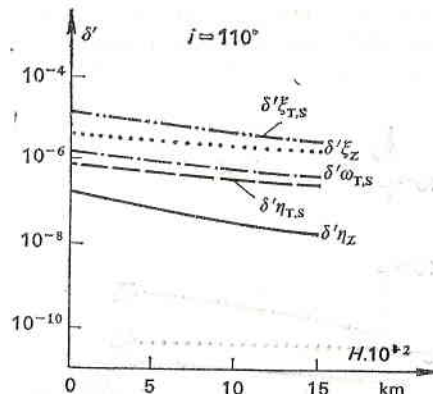
Фиг. 4

или седмици може да достигнат няколко стотици или хиляди и повече километри, тяхното влияние ще се отрази на мащаба на оптико-механичното сканирано изображение или фотографското изображение. При радиосканирането на физическата земна повърхност, магнитните изучавания и други тези стойности може да не окажат влияние върху получените резултати. Независимо от съображенията, които изказахме за тези смущения, трябва да отбележим, че за интервали от няколко оборота те трябва да се отчитат.

5. Фиг. 5 и 6 дават възможност да отчетем и стойностите на корекциите, които влияят върху сферичните координати  $\eta$  и  $\omega$  (псевдодеклинацията и ректасцензията). Техните стойности са с един и повече порядъка по-малки от корекциите в  $\delta\xi$  ( $\Delta r$ ) за различните височини  $H$  от 100 km до 1500 km и за наклонените  $i$  от  $45^\circ$  до  $110^\circ$ , като съответно варират от  $\Delta\alpha_{T,S} = 1,2 \cdot 10^{-7}$  до  $\Delta\delta_{T,S} = 7 \cdot 10^{-9}$ . Съществено е, че тяхното влияние в  $\Delta\alpha$  и  $\Delta\delta$  дава изменения в пространственото положение на ИСЗ, и в случая, ако тези смущения се пренебрегнат за няколко оборота или седмица, бихме получили изменения в псевдодеклинацията и ректасцензията от хиляди километри, или по-точно



Фиг. 5



Фиг. 6

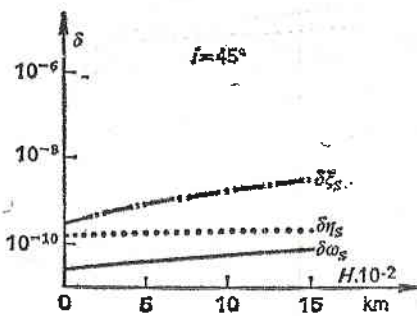
от порядъка на няколко десетки градуса в  $\delta$  и  $\alpha$ . Тези неотчетени гравитационни корекции биха довели до съответни грешни интерпретации на получените резултати, особено ако сканиранията са предимно от радиовисотомерни, магнитни и други измервания, при които не получаваме изображения, даващи визуални представи за физическата земна повърхност. Тук ще отбележим още един факт, че при  $i=110^\circ$  гравитационните корекции са чувствително по-малки по стойност и тяхното изменение с изменение на височината  $H$  от 1500 km е чувствително по-слабо (фиг. 5).

6. На фиг. 7 и 8 са представени влиянията на гравитационните смущения от Слънцето и Луната (S, L). Вижда се, че върху спътниците, летящи на височина до 1000 km, влиянията на тези смущения са минимални и е подходящо да се отчитат, когато е необходима точност от няколко десетки сантиметра до 1—2 метра.

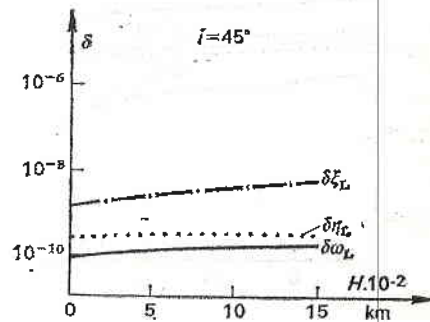
И при тези смущения най-големи са влиянията в псевдогеоцентричния радиус-вектор  $r$ . Така при  $H=100$  km те са от порядъка на  $7.10^{-10}$  в  $\delta\xi_S(\Delta r_S)$ , а в  $\delta\xi_L(\Delta r_L)$  —  $2,8.10^{-10}$  и съответно достигат при  $H=1500$  km в  $\delta\xi_S(\Delta r_S)$  —  $6,2.10^{-10}$ , а в  $\delta\xi_L(\Delta r_L)$  —  $7,8.10^{-9}$ , т. е. това са влияния в началния момент  $\tau = \frac{1}{\xi^2 + c^2 \eta^2} \Delta t = 0$  и са всъщност от 2 до 8 mm. Влиянията в останалите две координати  $\eta$  ( $\delta$ ) и  $\omega$  ( $\alpha$ ) са значително по-малки — фиг. 7 и 8. Следователно при необходимата точност в определянето на орбитата от няколко стотици метра корекциите от гравитационните смущения от Слънцето и Луната за период от десет дни не е необходимо да се отчитат.

7. При така приетата точност в определяне на орбитата за ИСЗ и КА за изследване на Земята ще отбележим, че гравитационните смущения от типа на приливния потенциал, потенциала на привличане на атмосферата, планетите от Слънчевата система и на релятивистките ефекти в движението на ИСЗ не е необходимо въобще да се взимат под внимание. Някои от тези смущения могат да имат ефекти при спътници балони или ИСЗ с големи слънчеви батерии и голямо тегло.

8. Едни от най-трудно определяемите корекции, оказващи силно влияние върху спътниците до 1000—1500 km, са негравитационните смущения, и предимно влиянието на атмосферата  $\bar{R}_{N,G}$ , които зависят от много фактори и са трудно прогнозируеми. Това влияние е много голямо за ниски спътници, което се вижда от фиг. 9, където въз основа на направените изчисления се получават стойности на смущенията във функциите  $F_{\xi,1}$ ,  $F_{\eta,1}$ ,  $F_{\omega,1}$ . При ниски спътници, каквито обикновено са КА за изучаване на Земята, големината на смущенията от съпротивление на атмосферата е почти равна на голе-

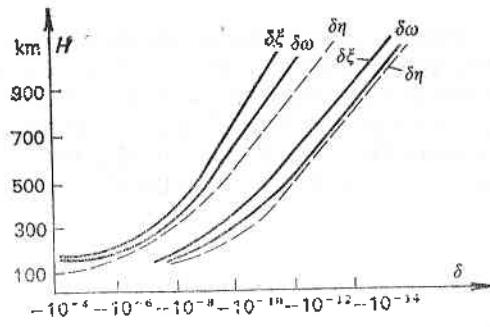


Фиг. 7



Фиг. 8





Фиг. 9

мината на гравитационните смущения от геопотенциала. Динамичният характер на атмосферата, бързите изменения на плътността ѝ, предизвикани от слънчева активност, магнитни бури и др., създават затруднения при определянето на смущенията от атмосферата, а също и при създаването на адек-

Независимо че анализите и изводите са направени, като е използвана конкретна аналитична теория, поради което получените резултати не трябва да се пренасят механически за всяка теория или числен метод, но трябва да се отбележи, че много от изводите са общовалидни и може да се вземат предвид при обработката на материала, получаван от бордовата апаратура на ИСЗ и КА за дистанционно изследване на Земята.

## Литература

1. Георгиев, Н. Определение координат промежуточного движения ИСЗ с помощью степенных рядов регуляризованного времени. — Труды ГАИШ, 49, 1979.
2. Георгиев, Н. Степенные ряды для возмущений координат промежуточного движения от зональных гармоник геопотенциала. — Труды ГАИШ, 49, 1979.
3. Георгиев, Н. Степенные ряды возмущений координат ИСЗ от тассеральных и секториальных гармоник геопотенциала. — Науч. информ. Астр. совет АН СССР, 1978, № 40.
4. Аксенов, Е. П. Теория движения искусственных спутников Земли. М., Наука, 1977.
5. Георгиев, Н. и др. Использование оптических наблюдений ИСЗ для геодезии. С., БАН, 1979.
6. Стоянов, Л., Н. Георгиев. Возмущения в промежуточном движении ИСЗ из-за магнитного поля Земли. Набл. ИСЗ № 20. С., БАН, 1980.
7. Georgiev, N., V. Kotseva. An analysis of the influences of gravitational nature by using an analytical theory for artificial satellite movement. — Adv. Space Res., 5, 1985, No 2.
8. Georgiev, N. Utilization of analytical methods for orbit determination in high accuracy geodetic positioning. COSPAR, Meeting India, Dordrecht, 1986, Holland.
9. Georgiev, N., A. G. Mashevitch. The geodetic experiment of the satellite INTERKOSMOS — Bulgaria-1300. Hamburg, FRG, 1980.

Постъпила на 19. XII. 1991 г.

### Use of analytical methods for determining the orbits of artificial earth satellites in remote sensing of the Earth

*Nicola Georgiev, Hernani Spiridonov*

(S u m m a r y)

The analytical methods for determining the orbits of the artificial earth satellites provide potentialities not only for high-frequency determination of the satellites' position but also for performing of some analyses and drawing of some conclusions about the influence of gravitational and non-gravitational disturbances on different types of artificial earth satellites.

It is namely these potentialities of the suggested analytical theory that have been used in the paper where the influence of different disturbances upon satellites for remote sensing of the earth has been analysed. Recommendations have been made about the disturbances to be used with a view to securing the necessary accurateness in the obtained observations processing.