

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРІОДИЧНИХ ЗМІН ВИСОТНОГО ПОЛОЖЕННЯ СУПУТНИКОВИХ ПЕРМАНЕНТНИХ СТАНЦІЙ ЄВРОПИ

Доведено, що геофізичні фактори суттєво впливають на висотне положення перманентних станцій, що знаходить свій прояв у результатах їх часових серій. Тому дослідження часових серій перманентних станцій важливе для вивчення геодинаміки Землі.

Робота присвячена дослідженню часових серій перманентних станцій Європи з метою виділення геофізичного впливу на їх результати.

Ключові слова: часові серії супутникових перманентних станцій; гармонійні коливання часових серій; період, амплітуда гармонійних коливань та епоха максимального підйому перманентних станцій.

Вступ

З метою вивчення характеристик періодів гармонійних коливань часових серій координат перманентних ГНСС станцій, які зумовлені геофізичними чинниками різної природи, авторами проведено ряд комплексних досліджень [Третяк, 2010, Третяк та ін., 2011, Третяк та ін., 2012, Tretiak et al., 2013].

Розроблено методику визначення з часових серій гармонійних коливань перманентних станцій та обчислення за нею періоду та амплітуди, яка реалізована у пакеті прикладних програм складених у середовищі Mathcad [Третяк та ін., 2012].

Проведено дослідження для щоденних та щотижневих часових серій 111 перманентних станцій світу, спостереження на яких виконувалися впродовж не менше 3-х років. Аналіз отриманих результатів довів необхідність систематичного моніторингу впливу різних геофізичних факторів на стійкість та зміщення перманентних станцій [Третяк та ін., 2011, Третяк та ін., 2012, Tretiak et al., 2013]. Більш детальні дослідження вирішено провести для окремих територій світу.

Об'єкт дослідження

За вихідні дані при дослідженні геодинаміки Європи були використані результати опрацювання 200 перманентних станцій представлених на веб-сторінці SOPAC (Scripps orbit and permanent array center) [5] та на веб-сторінці NGL (Nevada Geodetic Laboratory) [6]. Відібрані станції знаходяться по широті у межах від $27,8^\circ$ до $70,3^\circ$ та по довготі – від $-4,5^\circ$ до $-359,2^\circ$. Слід зазначити, що перманентні станції на території Європи розміщені рівномірно, а на гірських територіях їх щільність значно зростає.

Для часового ряду кожної перманентної станції було підібрано оптимальну криву гармонійних коливань, яка описує їх з мінімальним відхиленням від реальних вимірів.

За результатами обчислень була створена база даних 200 перманентних станцій розташованих на території Європи в якій зазначалась назва станції, її місце розташування з Googlemap, графічні результати апроксимації вертикальної складової часової серії, назви мережі до якої вона належить,

географічні координати, та фотознімки встановленої антени ГНСС приймача. На основі створеної бази даних, для вивчення впливів періодичних процесів геофізичної природи, було відібрано 140 станцій, які мають однозначно виражений мінімум періоду апроксимованої кривої гармонійних коливань перманентних станцій визначених з реальних вимірів.

Станції, які не задовольняють критеріям відбору були вилучені з опрацювання. Зазначимо, що як і у попередніх дослідженнях [Третяк та ін., 2011, Третяк та ін., 2012, Tretiak et al., 2013] однозначно визначеного періоду коливань не мають острівні та прибережні перманентні станції, зміщення яких спотворені океанічними припливами. Крім того, однозначно періоду гармонійних коливань не мають станції супутникові антени яких розміщені на дахах та стінах будівель (внаслідок температурного розширення поверхонь на яких розташовані, або нестійкості споруд).

За результатами опрацювання відібраних часових серій перманентних станцій розраховано оптимальну амплітуду, період і епоху максимального підйому перманентної станції на кожен рік спостережень.

За отриманими результатами складено карти ізольній розподілу тривалості періодів коливань перманентних станцій (рис. 1) та їх амплітуд (рис. 2), і епох максимального підйому цих станцій станом на 2011р. (рис. 3).

За результатами опрацювання часових серій вертикальних складових координат перманентних станцій встановлено, що амплітуда періодичних коливань змінюється в межах від 1,1 мм (для станцій DENT, географічні координати $+50,9^\circ$, $-356,6^\circ$; EBRE ($+40,8^\circ$; $-359,5^\circ$)) до 8,2 мм (для станції KHAR, географічні координати: -50° ; $-323,8^\circ$); період коливань – від 354,1 доби (для станцій CAGL, географічні координати: $+39,1^\circ$; $-351,0^\circ$; SULD ($+49,8^\circ$; $-336,0^\circ$), UNFE ($+44,8^\circ$; $-348,4^\circ$) до 397,1 доби (для станції VENE географічні координати: $+45,4^\circ$; $-347,7^\circ$).

Зауважимо, що найбільші амплітуди коливань часових серій мають станції які знаходяться в глибині материків, а найменші прибережні та острівні (див. рис. 1), що, очевидно, пов'язано з потужністю земної кори.

З рис. 2 видно, що тривалість періоду коливань вертикального положення перманентних станцій на території Європи у середньому становить один рік, що, очевидно, зумовлено впливом припливних сил, які викликані обертанням Землі навколо Сонця. За отриманими результатами не вдалося встановити закономірності між величиною періоду вертикальних коливань перманентних станцій та широтою їх місцезнаходження.



Рис. 1. Просторовий розподіл амплітуд періодичних коливань перманентних станцій (в мм)



Рис. 2. Просторовий розподіл періодів коливань перманентних станцій (в добах)

Епоха максимального підйому перманентних станцій отримана для кожного року спостереження з 2000 по 2011 знаходиться у проміжку з квітня по вересень.

З рис. 3 видно, що епоха максимального підйому перманентних станцій в період з травня по вересень зміщується з північного заходу на південний схід Європи.



Рис. 3. Просторовий розподіл ізоліній епох максимального підйому перманентних станцій станом на 2011 р. (у місяцях)

Висновки

1. Для вивчення геодинаміки Європи створено базу даних 200 перманентних ГНСС станцій. Використовуючи програму оптимізації гармонійних коливань перманентних станцій, виконано фільтрацію бази даних і відібрано 140 станцій з однозначно визначеним періодом гармонійних коливань часових серій.

Встановлено, що чіткого періоду коливального руху не спостерігається, переважно, у часових серіях прибережних та острівних станцій, що обумовлено, очевидно, припливною дією океану на положення цих станцій. Також відсутність періодичних коливань у деяких перманентних станцій може бути пов'язана з місцем розташування їх супутникових антен на спорудах, які зазнають деформації внаслідок температурних розширень, або викликана нестійкістю самих споруд.

2. За результатами опрацювання часових серій перманентних станцій, визначена амплітуда їх періодичних коливань, яка змінюється від 1,1 мм до 8,2 мм. Встановлено, що максимальні амплітуди коливань часових серій мають станції які знаходяться у глибині материків, а найменші прибережні та острівні що, очевидно, пов'язано з потужністю земної кори.

3. Отримані за результатами опрацювань часових серій періоди коливань висотного положення перманентних станцій території Європи знаходяться в межах від 354,1 до 397,1 доби.

Встановлено, що тривалість періоду коливань вертикального положення перманентних станцій

на території Європи у середньому становить один рік, що, очевидно, зумовлено обертальним рухом Землі навколо Сонця.

4. За результатами проведених досліджень отримана епоха максимального підйому перманентних станцій в період з травня по вересень зміщується з північного заходу на південний схід Європи.

В цілому, отримані результати підтвердили попередньо проведені дослідження для перманентних станцій світу [Третяк та ін., 2011, Третяк та ін., 2012, Tretiak et al., 2013].

Література

Третяк К.Р. Аналіз періодичних вертикальних зміщень Земної кори за даними перманентних супутникових станцій // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS – технології»: Зб. наук. доп. XIV Міжн. ювіл. наук.-техн. симпоз. (Алушта, вересень 2010). – Л., 2010. – С. 75-80.

Третяк К.Р., Смірнова О.М., Бределева Т.М. До питання вивчення періодичних змін висотного

положення супутникових перманентних станцій світу// Зб. матеріалів XVII Міжн. наук.-техн. симпозіуму "Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS технології", 10-15 вересня 2012 р., Алушта (Крим). – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка", 2011. - С. 74-80.

Третяк К.Р., Смірнова О.М., Бределева Т.М. Дослідження періодичних змін висотного положення супутникових перманентних станцій світу // Геодинаміка 1(12). – Львів: Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львівська політехніка". 2012.– С. 11-29.

Tretiak K., Smirnova O., Babiy L. The study of periodic changes in altitude of the satellite permanent stations of the world // Geophysical Research Abstracts / EGU General Assembly 2013. – Vol. 15, EGU2013-PREVIEW, 2013.

База даних SOPAC (Scripps orbit and permanent array center): <http://sopac.ucsd.edu>.

Веб-сторінка геодезичної лабораторії в штаті Невада (Nevada Geodetic Laboratory): <http://geodesy.unr.edu>.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ ВЫСОТНОГО ПОЛОЖЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ ПЕРМАНЕНТНЫХ СТАНЦИЙ ЕВРОПЫ

К.Р. Третяк, О.М. Смирнова

Доказано что геофизические факторы существенно влияют на высотное положение перманентных станций, что находит своё отображение в результатах их часовых серий. Поэтому исследование часовых серий перманентных станций важно для изучения геодинамики Земли.

Работа посвящена исследованию часовых серий перманентных станций Европы с целью выделения геофизического влияния на их результаты.

Ключевые слова: часовые серии спутниковых перманентных станций; гармонические колебания часовых серий; период, амплитуда гармонических колебаний и эпоха максимального подъёма перманентных станций.

THE STUDY OF PERIODIC CHANGES IN ALTITUDE OF THE SATELLITE PERMANENT STATIONS OF THE EUROPE

K.R. Tretiak., O.M. Smirnova

It is proved that the geophysical factors significantly effect on the altitude position of permanent stations, which finds its reflection in the results of their time series. Therefore, investigation of time series of permanent stations is important for study of the Earth geodynamics.

The work is devoted to the study of time series of permanent stations in Europe in order to allocate the geophysical impact on their results.

Key words: time series of satellite permanent stations; harmonic oscillations of time series; period and amplitude of harmonic oscillations and the era of maximum rise of permanent stations.