

Національна академія наук України  
Головна астрономічна обсерваторія

Бюлетень  
Українського центру визначення  
параметрів обертання Землі  
№8

УДК 520.874.7

Бюлетень Українського центру визначення параметрів обертання Землі № 8.– К.: Компанія ВАІТЕ, 2013.  
– № 8. – 131 с.

В Бюлетені Українського центру визначення параметрів обертання Землі № 8 подано наукові статті з тематики лазерної локації штучних супутників Землі (ЛЛС), оптичних спостережень космічних об'єктів, звіти установ-учасників українських ЛЛС-мережі та мережі оптичних станцій (УМОС), а також інформаційні матеріали про стан ГНСС-мережі ГАО НАН України.

Bulletin of the Ukrainian Centre of determination of the Earth Orientation Parameters № 8. – К.: VAITE Company, 2013. – № 8. – 131 p.

The Bulletin of the Ukrainian Centre of determination of the Earth Orientation Parameters № 8 contains scientific articles in the field of Satellites Laser Ranging (SLR) and reports of participants of the Ukrainian SLR and satellite optical observations (UMOS) networks as well as information on the GNSS-network of MAO of NAS of Ukraine.

Науковий редактор  
Технічний редактор

В. Я. Чолій  
В. П. Жаборовський

# Зміст

<b>Секція 1. Наукові основи визначення параметрів обертання Землі та динаміки штучних небесних тіл</b>	<b>9</b>
<i>Якубовський В. П.</i> Алгоритм модернізації управління телескопом ТПЛ1 . . . . .	10
<i>Одинець П.С., Самойленко О.М., Якув Я.С.</i> Исследование деформаций Земной поверхности и локальная привязка астрономо-геодезических приборов на Крымском геодинамическом полигоне “Симеиз-Кацивели” . . . . .	15
<i>Кудак В.І., Найбауер І.Ф., Періг В.М., Сакаль М.І.</i> Приведення фотометричних кривих блиску до стандарту . . . . .	35
<i>Мельков С.М.</i> Вплив перевищення амплітуди ехо-сигналу над пороговим рівнем компарації на точність вимірювання часових інтервалів . . . . .	38
<i>Колобродов В.Г., Мурга О.В., Мурга В.В., Мельков С.М.</i> Використання комплексного збудження в передавачах систем дистанційного зондування . . . . .	43
<i>Бушуев Ф.И., Ворсин Г.В., Гринченко А.А., Калюжный Н.А., Шульга А.В.</i> О возможности использования сигналов космического радара GRAVES для непрерывного контроля орбитальных параметров КО на низких орбитах . . . . .	48
<i>Медведський М.М.</i> Дослідження привода телескопа ТПЛ-1 кроковими двигунами ШД-4М . . . . .	54
<i>Медведський М.М., Глуценко Ю.М., Жаборовський В.П., Пап В.О.</i> Автоматизована система керування куполом . . . . .	58
<i>Любич І.В.</i> Моделювання розповсюдження лазерного випромінювання крізь турбулентну атмосферу з урахуванням параметрів руху об'єкта локації . . . . .	62
<i>Романюк Я.О., Кравчук С.Г., Клецюнок В.В.</i> Київський Інтернет телескоп . . . . .	68
<i>Козирев Є.С., Сибірякова Є.С., Шульга О.В.</i> Система централізованого керування мережею оптичних телескопів . . . . .	71
<i>Драгомирецький В.В., Кошкин Н.И., Коробейникова Е.А., Меликянц С.М., Рябов А.В., Страхова С.Л., Терпан С.С., Шакун Л.С.</i> Временная привязка наблюдений ИСЗ, выполненных на основе сопровождающего телескопа с ТВ ПЗС-приемником . . . . .	75
<i>Лопаченко В.В., Рыхальский В.В., Кожухов А.М., Богдановский А.Н., Шульга А.В., Кошкин Н.И., Епишев В.П., Благодыр Я. Т., Мурга В.В., Рыщенко С.В.</i> Анализ состояния КА “Сич-2” в 2013 г. по данным фотометрических наблюдений . . . . .	79
<i>Чолій В. Я.</i> Про теоретичне обґрунтування розширеного перетворення Гельмерта . . . . .	87
<i>Благодир Я. Т., Білінський А. І., Мартинюк-Лотоцький К. П., Вірун Н. В., Вовчик Є. Б.</i> Юстування оптичної системи телескопа ТПЛ-1М . . . . .	91
<i>Міліневський Г. П.</i> Мережа AERONET: дослідження атмосферного аерозолу в Україні . . . . .	95
<b>Секція 2. Звіти установ-учасників української ЛЛС-мережі</b>	<b>98</b>

<i>Медведський М.М.</i> Звіт про роботу Української мережі станцій лазерної локації . . . . .	99
<i>Медведський М. М.</i> Звіт про роботу станції лазерної локації ШСЗ 1824 Голосіїв-Київ . . . . .	101
<i>Дмитроца А. І., Артемов І. В., Неяченко Д. І.</i> Станція Simeiz-1873 за 2013 рік . . . . .	102
<i>Мотрунич Я.М., Найбауер І.Ф., Періг В.М., Кудак В.І.</i> Звіт про роботу станції “Ужгород” у 2013 році . . . . .	104
<i>Мурга В.В., Горельников С.А., Любич І.В., Мельков С.М., Фролков К.Г., Шевцова Ю.А.</i> Звіт про роботу станції “Алчевськ” за 2013 р. . . . .	105
<i>Рищенко С. В., Дементьев Т. О., Старжинський С. В., Ярошук О. Ю</i> Звіт про роботу станції “Дунаївці” за 2013 рік . . . . .	107
<i>Благодир Я. Т., Білінський А. І., Мартинюк-Лотоцький К. П., Вірун Н. В., Вовчик Є. Б.</i> Звіт про роботу станції “Львів–1831” АОЛНУ ім. Івана Франка у мережі ЛЛС УЦПОЗ. . . . .	114
<b>Секція 3. Звіти установ-учасників української мережі оптичних спостережень (УМОС)</b>	<b>117</b>
<i>Шульга О. В., Козирев Є. С.</i> Звіт про роботу Української мережі оптичних станцій (УМОС) за 2013 рік . . . . .	118
<i>Шульга О. В., Козирев Є. С.</i> Звіт про роботу станції “Миколаїв” (НИКЛ) у мережі УМОС за 2013 рік . . . . .	122
<i>Мотрунич Я.М., Найбауер І.Ф., Періг В.М., Кудак В.І.</i> Звіт станції Ужгород по роботі в мережі “УМОС” . . . . .	124
<i>Благодир Я. Т., Білінський А. І., Мартинюк-Лотоцький К. П., Вірун Н. В., Вовчик Є. Б.</i> Звіт про роботу у 2013 р. Львівської станції за програмою УМОС . . . . .	125
<b>Секція 4. Звіти установ-учасників української ГНСС-мережі</b>	<b>127</b>
<i>Хода О.О.</i> Мережа постійнодіючих ГНСС-станцій ГАО НАН України у 2013 р. . . . .	128
<b>Додатки</b>	<b>129</b>

## ПЕРЕДМОВА

29 – 31 жовтня 2013 р. у Миколаївській астрономічній обсерваторії м.Миколаїв (Україна) відбулася чергова Робоча нарада “Діяльність української ЛЛС-мережі”.

Наради з проблем функціонування національної мережі станцій лазерної локації штучних супутників Землі та Місяця (ЛЛС-станцій) проводяться щорічно з ініціативи Українського центру визначення параметрів обертання Землі (УЦПОЗ) та Лабораторії лазерної локації штучних супутників Землі ГАО НАН України. Історія місць проведення нарад включає: Кримську лазерну обсерваторію ГАО НАН України (КЛЮ ГАО, смт. Кацивелі АР Крим, 2003, 2007), Астрономічну обсерваторію Львівського національного університету (АО ЛНУ, смт. Брюховичі, Львів, 2004, 2008), Державний міжвузівський центр “Оріон” (ДМЦ “Оріон”, м. Алчевськ, 2005, 2012), Головну астрономічну обсерваторію НАН України (ГАО НАН України, м. Київ, 2006), Лабораторію космічних досліджень Ужгородського національного університету (АО УНУ, 2010), Центр прийому та обробки спеціальної інформації та контролю навігаційного поля (м. Дунаївці, 2011).

В Робочій нараді 2013 р. взяли участь представники діючих українських станцій лазерної локації ШСЗ “Голосіїв-Київ” та “Кацивелі”, а також станцій, які вводяться в експлуатацію: “Ужгород”, “Дунаївці”, “Алчевськ” та “Львів”. Активну участь в Робочій нараді взяли представники оптичних станцій спостереження ШСЗ. Під час наради було проведено аналіз першого року роботи УМОС (Української мережі оптичних спостережень).

Організатори Робочої наради вдячні всім учасникам за активну участь у дискусіях та висловлюють щирю подяку колективу Миколаївської астрономічної обсерваторії за допомогу в організації та проведенні наради.

Для більш повного висвітлення функціонування УКРГЕОКОСМОМЕРЕЖІ у цьому Бюлетні УЦПОЗ подані інформаційні повідомлення про стан ГНСС-мережі ГАО, центру обробки ЛЛС-спостережень УЦПОЗ, а також наукові повідомлення. У цьому Бюлетні представлено також нову всеукраїнську мережу спостереження за аерозольними компонентами земної атмосфери. Прямого відношення до визначення параметрів обертання Землі ця мережа не має, але вивчення атмосфери може бути цікавим для нашого товариства.

### Секція 3. Звіти установ-учасників української мережі оптичних спостережень (УМОС)

## ЗВІТ ПРО РОБОТУ УКРАЇНСЬКОЇ МЕРЕЖІ ОПТИЧНИХ СТАНЦІЙ (УМОС) ЗА 2013 РІК

Шульга О. В., Козирев Є. С.

*Науково-дослідний інститут "Миколайівська астрономічна обсерваторія"  
54030, м.Миколаїв, вул. Обсерваторна 1*

*e-mail: avshulga@mail.ru*

У 2013 році мережею УМОС проводилися регулярні координатні спостереження навколоземних космічних об'єктів (КО) та здійснювалося наповнення каталогу положень. У цьому звіті наведена кількісна статистика координатних спостережень КО, виконаних у 2013 році до 14 листопада за даними, що надійшли до FTP серверу УМОС.

Цілі, що були поставлені до обробки результатів спостережень УМОС у 2013 році:

- Контроль похибок координатних спостережень КО окремих телескопів: випадкових похибок за нев'язками розрахунку орбіти на одному вітку; систематичних похибок за різницями з надточними ефемеридами служби ILRS.
- Розрахунок елементів орбіт КО за результатами спостережень на декількох вітках з одного телескопу; формування каталогу елементів орбіт у форматі TLE та векторів стану.
- Розрахунок ефемерид (прогнозу траєкторії) КО на протязі  $\pm 250$  витків від епохи елементів орбіти; формування каталогу ефемерид у форматі Consolidated Prediction Format (CPF), що використовується службою ILRS.
- Дослідження залежності точності розрахованих ефемерид (прогнозу траєкторії) від типу орбіти та часу прогнозування порівнянням каталогу ефемерид з каталогом положень.

Для спостереження були обрані об'єкти з наступними типами орбіт:

- Низькі низькоорбітальні з висотою орбіти 600..900 км, що знаходяться під суттєвим впливом верхніх шарів атмосфери.
- Високі низькоорбітальні з висотою орбіти 1300..1700 км, що знаходяться поза суттєвого впливу верхніх шарів атмосфери.
- Напівсинхронні з висотою орбіти 20000 км.
- Геосинхронні з висотою орбіти 36000 км.

Окрема увага приділялася об'єктам, що супроводжуються службою ILRS, за якими можна отримати надточні ефемериди та здійснити зовнішнє порівняння отриманих спостережень.

Організації та телескопи, що приймали участь у координатних спостереженнях КО та надсилали результати спостережень на сервер УМОС, наведені у таблицях (1, 2).

Позначення в таблиці (2):

**ТВ ПЗЗ** - Телевізійна ПЗЗ камера, частота: 50 полукадрів за секунду.

**ПЗЗ** - Повнокадрова ПЗЗ камера з режимом синхронного переносу заряду.

**НКС** - Накопичення Кадрів зі Зсувом (спосіб формування зображення КО на нерухомому телескопі) - супроводження на цифровому рівні; використовується з телевізійними ПЗЗ камерами.

**ВСПЗ** - Вкорочений Синхронний Перенос Заряду (спосіб формування зображення КО на нерухомому телескопі) - супроводження на електронному рівні; використовується з повнокадровими ПЗЗ камерами.

Табл. 1. Організації, з яких надходили результати спостережень.

N	Організація	Місто (назва станції)	Код організації/станції
1	НДІ МАО	Миколаїв	NIKL
2	НДІ АО ОНУ	Одеса	ODES
3	АО ЛНУ	Львів	LVIV
4	ЛКД УжНУ	Ужгород	UZHG
5	ДМЦ "Орион"	Алчевськ	ALCH
6	НЦУИКС	Євпаторія	EVPA
7	ЦПОСИ і КНП	Дунаївці	DUNC

Табл. 2. Телескопи, з яких надходили результати спостережень.

N	Код організації	Назва телескопа	Оптична система F/D (мм) тип камери	Метод спостереження	Типи орбіт КО	Рівень автоматизації
1	NIKL	ТВТ	133/48, ТВ ПЗЗ	КМС + НКЗ	LEO	4
2	NIKL	АФУ-75	260/750, ПЗЗ	КМС + ВСПЗ	LEO, MEO	4
3	NIKL	КТ-50	3000/500, ПЗЗ	КМС + ВСПЗ	MEO, GEO	4
4	ODES	КТ-50	1700/500, ТВ ПЗЗ	Диференційний + МС	LEO	1
5	LVIV	ЛД-2	85/56, ТВ ПЗЗ	КМС + НКЗ	LEO	1
6	UZHG	ТПЛ-1М	85/56, ТВ ПЗЗ	КМС + НКЗ	LEO	3
7	ALCH	ТПЛ-1М	200/50, ТВ ПЗЗ	КМС + НКЗ	LEO	3
8	EVPA	АЗТ-28	750/230, ТВ ПЗЗ	Абсолютний + МС	LEO	2
9	DUNC	АЗТ-28	8000/500, ТВ трубка	Абсолютний + МС	LEO	2

**КМС** - Комбінований Метод Спостережень (визначення екваторіальних координат КО) - використання зображень опорних зірок, що знаходяться на окремих кадрах отриманих із застосуванням іншого режиму роботи ПЗЗ камери.

**МС** - Механічний Супровід об'єкту.

Рівні автоматизації спостережень:

1. ручне наведення телескопа;
2. ручне керування процесом спостереження з комп'ютера;
3. автоматичний процес спостереження, але телескоп потребує постійного нагляду;
4. автоматичний процес спостереження, спостерігач вручну розкриває купол, вмикає телескоп та надалі реагує на окремі сигнали про збій у процесі автоматичного спостереження.
5. автоматичний процес спостереження, спостерігач дистанційно розкриває купол, вмикає телескоп та надалі реагує на окремі сигнали про збій у процесі автоматичного спостереження.
6. повністю автоматичний процес спостереження, спостерігач не потрібен.

У таблицях статистики спостережень за "проводкою" мається на увазі спостереження КО на одному вітку з одного телескопа. Статистика по низькоорбітальним КО за окремими організаціями наведена у таблиці (3). З можливостей телескопів спостереження високоорбітальних КО (напівсинхронних, геосинхронних) здійснювалися лише у Миколаєві (NIKL).

Телескопи з Євпаторії (EVPA) та Дунаївців (DUNC) визначають екваторіальні координати КО абсолютним методом (за датчиками кута повороту), їх систематичні похибки приблизно у 100 разів більші ніж у інших телескопів УМОС, тому їх результати не використовуються для основної задачі - розрахунку ефемерид.

Для дослідження залежності точності розрахованих ефемерид (прогнозу траєкторії) від часу прогнозування порівнянням каталогу ефемерид з каталогом положень потрібні результати регулярних спостережень з великою кількістю проводок. Кількісна статистика спостережень окремих КО, які можуть бути використані для дослідження точності розрахованих ефемерид, наведена у таблицях (4, 5, 6, 7) (сортування у таблицях за кількістю проводок).

Табл. 3. Кількісна статистика спостережень низькоорбітальних КО окремими станціями.

Код організації	Ночі	Об'єкти	Проводки	Тривалість проводок (хвил)
NIKL	32	138	736	2603
ODES	74	115	727	2161
LVIV	14	106	271	781
UZHГ	4	31	37	106
ALCH	9	43	144	536
EVPA	3	1	3	10
DUNC	31	49	260	711

Табл. 4. Кількісна статистика спостережень по низьким (600..900 км) низькоорбітальним КО, що мають найбільшу кількість спостережень.

Номер N	Номер NORAD	Назва	ЕПВ	Коди організацій	Проводки	Тривалість проводок (хвил)	Перігей (км)	Апогей (км)	Нахил (град)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27386	ENVISAT	19.5	NOL.A	77	283	766	767	98.4
2	32062	CBERS 2B	2.7	.OL..	38	89	738	785	98.3
3	23455	NOAA 14	3.7	.O.U.	31	118	840	852	98.8
4	27421	SPOT 5	7.6	.O...	26	76	824	826	98.6
5	28051	IRS P6	5.9	.OL..	24	51	816	823	98.8
6	25285	IRIDIUM 62	3.7	NOL.A	22	80	776	779	86.4
7	37794	SICH 2	1.0	.OL..	22	40	683	701	98.2
8	25346	IRIDIUM 75	4.1	NOL.A	18	64	776	779	86.4
9	25471	IRIDIUM 77	4.3	NOL.A	17	55	776	779	86.4
10	25919	IKONOS 2	4.2	.OL..	17	29	678	680	98.1
11	25272	IRIDIUM 55	4.1	NOL.A	17	25	776	779	86.4
12	25778	IRIDIUM 21	3.6	NOL.A	16	38	775	780	86.4
13	25040	IRIDIUM 41	3.9	NOL.A	15	56	776	779	86.4
14	25039	IRIDIUM 43	3.4	NO.UA	15	54	776	780	86.4

Табл. 5. Кількісна статистика спостережень по високим (1300..1700 км) низькоорбітальним КО, що мають найбільшу кількість спостережень.

Номер N	NORAD	Назва	ЕПВ	Коди організації	Проводки	Тривалість проводок (хвил)	Перігей (км)	Апогей (км)	Нахил (град)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	33105	JASON 2	3.0	NOLUA	79	487	1331	1344	66.0
2	26997	JASON	3.3	NOL.A	76	375	1319	1333	66.0
3	16908	EGS (AJISAI)	4.0	NO...	71	433	1479	1497	50.0
4	01589	SL-8 R/B	5.6	NOLUA	40	231	1405	1668	56.0
5	23440	SL-19 R/B	5.7	NOL.A	38	204	1882	2167	64.8
6	37742	GL-ST M085	5.4	N.L.A	34	148	1413	1414	52.0
7	37743	GL-ST M081	5.3	N.L.A	29	152	1413	1414	52.0
8	15822	SL-14 R/B	5.1	N.L.A	27	60	1481	1521	73.6
9	22076	TOPEX	8.7	NO...	26	113	1331	1344	66.0
10	15821	COSMOS 1660	10.6	NOL.A	25	104	1482	1525	73.6
11	23411	GEO IK	11.1	NOL.A	25	102	1480	1526	73.6
12	17146	SL-8 R/B	6.8	NOL.A	23	76	1478	1676	74.0
13	12115	SL-8 R/B	6.3	NOL.A	20	71	1439	1470	74.0
14	37192	GL-ST M075	5.2	N.L.A	19	91	1413	1414	52.0
15	37744	GL-ST M089	5.0	NOL.A	17	97	1413	1414	52.0
16	18121	SL-8 R/B	6.2	NOL.A	16	58	1477	1687	74.0
17	12879	COSMOS 1312	10.1	N.L..	15	89	1492	1501	82.6
18	37189	GL-ST M074	5.1	N.L.A	14	60	1413	1414	52.0
19	19791	SL-14 R/B	4.5	.OL..	14	33	1417	1472	82.6
20	37188	GL-ST M079	5.1	N.L.A	12	76	1413	1414	52.0

Табл. 6. Кількісна статистика спостережень напівсинхронним КО.

Номер N	NORAD	Назва	ЕПВ	Проводки	Тривалість проводок (хвил)	Положення	Перігей (км)	Апогей (км)	Нахил (град)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	37867	COSMOS 2476	3.2	13	1151	126	19081	19178	64.6
2	37829	COSMOS 2474	3.2	11	1096	157	19103	19156	64.6
3	36113	COSMOS 2458	4.0	10	1455	194	19124	19135	64.3
4	36111	COSMOS 2456	3.2	10	1253	192	19113	19146	64.3
5	19751	COSMOS 1989	1.1	10	1230	150	19080	19171	64.3
6	33468	COSMOS 2448	3.2	10	1209	149	19113	19147	64.1
7	37869	COSMOS 2475	3.2	9	1001	178	19068	19192	64.6
8	23027	NAVSTAR 36	2.0	7	481	41	19965	20400	54.0

Табл. 7. Кількісна статистика спостережень по геосинхронним КО.

Номер N	NORAD	Назва	ЕПВ	Проводки	Тривалість проводок (хвил)	Положення	Перігей (км)	Апогей (км)	Нахил (град)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	23124	INTELSAT 702	25.1	11	3049	273	35773	35799	1.7
2	17125	SL-12 R/B(2)	1.6	16	3956	189	35739	35848	14.6
3	10489	METEOSAT 1	2.0	16	2875	158	35751	35822	13.9
4	21132	RADUGA 27	3.2	15	4158	196	35784	35828	14.8
5	21821	RADUGA 28	5.0	14	4004	220	35744	35823	14.1
6	22963	GALS 1	6.3	14	3958	213	35741	35859	12.7
7	21641	IUS R/B(2)	3.2	14	2570	107	35675	35948	15.7