

Похибки при максимальному куті у трикутнику  $160^{\circ}$  у 2,5 раза більші, ніж у рівносторонньому трикутнику, а вже при  $95^{\circ}$  похибки зростають більше ніж на 10%. За умови рівноточних вимірювань в обидві епохи спостережень похибки відносних зсувів по осях X і Y дорівнюють похибці дилатації, похибка відносного обертання  $m_{\omega} = \frac{m_{\theta}}{2}$ , а похибка головних деформацій  $m_E = \frac{m_{\theta}}{\sqrt{2}}$  [3]. Отже, спотворені геодезичні побудови аналогічно впливатимуть і на значення похибок цих параметрів горизонтальних деформацій земної кори. Отже, враховуючи цю обставину та отримані вище результати, при побудові планових геодезичних мереж на геодинамічних полігонах необхідно, щоб кути в утворених пунктами трикутниках не перевищували  $90^{\circ}$ .

1. Дмитроченков В.Н., Злотин В.В., Остац О.М. *Геодезические методы изучения деформаций земной коры на геодинамических полигонах*. М., 1985. 2. Есиков Н.П. *Тектонофизические аспекты анализа современных движений земной поверхности*. Новосибирск, 1979. 3. Демус.Р.Т. Точність визначення параметрів деформацій на геодинамічних полігонах // *Наук.-техн. симп. "Геомоніторинг-99"*, 13-16 листопада 1999р., Моршин. Львів. С.131–136.

УДК 528.286

Денисов О.М.

НУ "Львівська політехніка", кафедра вищої геодезії та астрономії

## ДО ПИТАННЯ ПРО ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ РЕЄСТРАЦІЇ ПРОХОДЖЕНЬ ЗІРОК

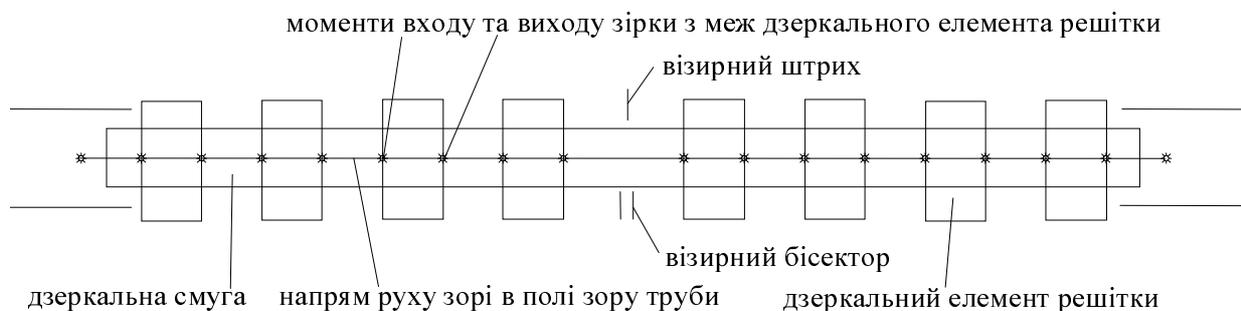
© Денисов О.М., 2000

*В статье рассмотрены частные вопросы использования методики фотоэлектрической регистрации прохождений звезд при высокоточных определениях координат пунктов и азимутов направлений. На основании проведенных исследований автор рекомендует: а) лично-инструментальную разность при использовании данной методики все же определять; б) все материалы наблюдений проверять на предмет выявления ошибочных моментов наблюдений с использованием разработанной автором методики. В статье приведены полученные автором значения погрешностей моментов наблюдений звезд при использовании указанной методики.*

*In the article are considered a private questions of using a method of photoelectric registrations the passing of stars under high exact determinations the coordinates of points and azimuths of directions. On the grounds of conducting studies an author recommends: a) personally-instrumental difference when using a given method all to define; b) all material of observing to test for the subject of revealing the wrong moments of observing with use by developing author of method. In the article are brought received by the author the value of inaccuracy of moments of observing the stars when using a specified method.*

Під час високоточних астрономічних визначень координат пунктів та азимутів напрямів способами, основним аргументом яких є час спостережень небесних світил, виникає потреба у визначенні особисто-інструментальної різниці. Існування особисто-інструментальної різниці зумовлене наявністю похибок візування при спостереженнях рухомих (небесні світила) та нерухомих (земні предмети) об'єктів. Доведено, що похибки візування при спостереженнях нерухомих об'єктів малі за величиною, а при застосуванні певних методик спостережень сумарний їх вплив зводиться практично до нуля [3]. Під час візування небесних світил виникає потреба у фіксуванні часу спостережень, у зв'язку з чим похибки візування стають залежними від особливостей виконавців робіт та значно зростають за значенням. Оскільки дані похибки є змінними величинами, тому особисто-інструментальна різниця визначається до початку та в кінці запланованих спостережень, тим самим є додатковим до основних спостережень процесом. Для виключення впливу особисто-інструментальної різниці рекомендується застосовувати способи, основані на фотоелектричній реєстрації моментів проходжень зірок [2]. Дані спостереження виконуються за допомогою астрономічних теодолітів, що мають спеціальну фотоелектричну установку. Отже, око спостерігача замінюється світлочутливим фотоелементом, що дає можливість автоматизувати спостереження зірок, чим забезпечується повне виключення з остаточного результату особистих похибок спостерігача. Тому, наприклад, при визначенні азимута напряму з багаторазових спостережень зірок поблизу меридіана із застосуванням фотоелектричної реєстрації проходжень зірок, азимутальна особисто-інструментальна різниця не визначається [2].

Зважаючи на назву, складовими особисто-інструментальної різниці є особисті та інструментальні похибки, які, в свою чергу, складаються з випадкових та систематичних похибок. При застосуванні методики фотоелектричної реєстрації зоряних проходжень виключається тільки частина особистої похибки – похибка реєстрації моментів спостережень зірки, інші похибки, які властиві і візуальним спостереженням зірок, залишаються. Проте слід зауважити, що під час спостережень комплексом АУ-01 сигнали часу приймаються пошуком такого положення перемикачів кварцового хронометра, коли сигнали часу з ефіру на слух не сприймаються. Таким чином, людина при застосуванні методики фотоелектричної реєстрації зоряних проходжень з процесу спостережень повністю не виключається. Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що при застосуванні фотоелектричної реєстрації зоряних проходжень говорити про відміну визначення особисто-інструментальної різниці нелогічно.



Візирна решітка фотоелектричного пристрою

Із застосуванням методики фотоелектричної реєстрації зоряних проходжень у вересні–жовтні 1999 року автором статті за допомогою комплексу астрономічного універсала АУ-01 були проведені експериментальні спостереження 22 північних та 18 південних зірок в меридіані. Практично ті самі зірки спостерігалися і візуально з використанням контактного мікрометра.

Нагадаємо, що методика фотоелектричної реєстрації проходжень зірок основана на заміні ока спостерігача фотоелементом чи фотопомножувачем, чутливим до слабкого світлового потоку. Перед катодом фотопомножувача у фокальній площині об'єктива труби теодоліта замість мережі ниток встановлюється візирна решітка, схематичне зображення якої наведене на рисунку. Складовими частинами її є: дзеркальна решітка з 8 прямокутних дзеркальних елементів, прямокутна дзеркальна смуга, що перекриває елементи решітки, штрихи для перевірки орієнтування решітки, візирний штрих, візирний бісектор. Дзеркальні елементи рівномірно розташовані в полі зору труби теодоліта. Внаслідок руху зірка проходить через дзеркальні елементи решітки, тому світло від зорі періодично потрапляє на фотопомножувач. Моменти входу зірки в межі дзеркального елемента решітки (світло від зорі потрапляє на фотопомножувач) та виходу за межі дзеркального елемента (світло перестає потрапляти на фотопомножувач) на стрічці хронографа реєструються як моменти  $T_i$  часу спостережень. Ці моменти близькі до таких, коли центральна точка зображення зорі проходить границі дзеркального елемента [1]. Ширина проміжків між дзеркальними елементами решітки дорівнює ширині самих елементів, тому різниці моментів  $T_{i+1} - T_i$  спостережень окремої зірки повинні бути однаковими. При опрацюванні матеріалів експериментальних спостережень було виявлено, що ці різниці не є однаковими. При цьому встановлено, що тривалість проходження зірки через дзеркальний елемент решітки (різниця моментів виходу за межі елемента та входу в нього) завжди більша відносно тривалості проходження через проміжок між елементами. Цей ефект особливо проявлявся при збільшенні яскравості зірок. Такий самий ефект виявлено і при збільшенні схилення зірок, особливо це стосується північних зірок.

Виявлений ефект дав змогу зробити висновок про некоректність проведення оцінки точності фіксування часу знаходженням: а) різниць  $\Delta T_i$  моментів спостережень:  $\Delta T_i = T_{i+1} - T_i$ ; б) середнього  $\Delta T_{\text{сер}}$  значення з отриманих різниць; в) відхилень різниць  $\Delta T_i$  від отриманого їх середнього значення:  $\nu = \Delta T_i - \Delta T_{\text{сер}}$ ; г) середніх квадратичних похибок  $m$  – одиниці вимірювання та  $M$  – остаточного результату. Для проведення оцінки точності, при кількості, наприклад, 10 моментів спостережень зірок, рекомендуємо знаходити: а) середні  $T_{ci}$  з моментів:  $T_1$  і  $T_{10}$ ,  $T_2$  і  $T_9$ ,  $T_3$  і  $T_8$ ,  $T_4$  і  $T_7$ ,  $T_5$  і  $T_6$ ; б) середнє  $T_{\text{сер}}$  значення з отриманих значень  $T_{ci}$ ; в) відхилень моментів  $T_{ci}$  від отриманого їх середнього значення:  $\nu = T_{ci} - T_{\text{сер}}$ ; г) як в пункті г) попередньої методики. Слід зауважити, що парні моменти  $T$  – це моменти входу зірки в межі дзеркального елемента решітки, а непарні – виходу з них. В результаті проведення оцінки точності за вказаною методикою отримано, що середньоквадратичні похибки реєстрації моментів часу південних зірок для діапазону зенітних віддалей від  $30^\circ$  до  $75^\circ$  практично однакові і не перевищують  $0,14^s$ , для північних –  $0,30^s$ . Щодо проведення оцінки точності візуальних спостережень, то значення середніх квадратичних похибок були  $0,16^s$  та  $0,35^s$ . З отриманих результатів видно, що при застосуванні методики фотоелектричної реєстрації зоряних проходжень точність визначення моментів спостережень дещо вища від точності візуальних спостережень.

Одним з пунктів опрацювання матеріалів спостережень є обчислення середніх з моментів  $T_i$  спостережень зірки. Перед такими обчисленнями рекомендуємо перевірити всі моменти часу для виявлення помилкових моментів. Для цього необхідно знайти значення  $T_{ci}$  і  $\Delta T_i$ , як описано вище. За наявності помилкового моменту одне із значень  $T_{ci}$  буде відрізнятися від інших. Наприклад,  $T_{c1}$  відрізняється від інших значень  $T_{ci}$ , звідси момент  $T_1$  або  $T_{10}$  є помилковим. Для виявлення помилкового моменту в цьому випадку необхідно порівняти різниці  $\Delta T_1$  та  $\Delta T_9$  з іншими різницями. Момент  $T_1$  буде помилковим, якщо різниця  $\Delta T_1$  відрізняється від інших різниць  $\Delta T_i$ ,  $T_{10}$  – при відмінності різниці  $\Delta T_9$ . Виявлені помилкові моменти та симетричні до них щодо середнього значення необхідно вилучати з обробки.

Помилковими також будуть моменти  $T_i$  при несиметричності розташування та відмінностях в розмірах дзеркальних елементів решітки. Хоча завод-виробник гарантує симетричність розташування та однаковість розмірів цих елементів, на нашу думку всі матеріали спостережень необхідно перевіряти із застосуванням запропонованої методики виявлення помилкових моментів.

1. *Комплекс астрономического универсала АУ-01. Инструкция по техническому обслуживанию. М., 1987.* 2. *Руководство по астрономическим определениям. М., 1984.* 3. *Уралов С.С. Курс геодезической астрономии. М., 1980.*

УДК 528

**Заблоцька О.Ф., Третяк К.Р.**

НУ “Львівська політехніка”, кафедра вищої геодезії та астрономії

## **АНАЛІЗ ГЕОМЕТРИЧНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ КОСМІЧНИХ СЕГМЕНТІВ GPS І ГЛОНАСС**

© *Заблоцька О.Ф., Третяк К.Р., 2000*

*Сделан анализ эффективности проектной и реальной геометрической конфигурации космических сегментов GPS, ГЛОНАСС и GPS+ГЛОНАСС.*

*The efficiency analysis of the project and real geometric configuration of GPS, GLONASS and GPS+GLONASS space segments is made.*

Світові наукові центри, які працюють у царині супутникової геодезії, приділяють особливу увагу дослідженням роботи системи ГЛОНАСС і можливостям її об'єднання з системою GPS [1, 2].

Як відомо, існує відмінність в геометричній концепції будови космічних сегментів ГЛОНАСС та GPS. Проектна конфігурація супутників системи GPS складається з шести орбітальних площин по чотири супутники на кожній, а космічний сегмент ГЛОНАСС складається з трьох орбітальних площин по вісім супутників на кожній. Проектна кількість супутників для обох систем повинна становити 24. Сьогодні на орбітах знаходиться 26–28 діючих супутників GPS, натомість діючих супутників ГЛОНАСС – лише 8–10.