

**УДК 629.7.066.1**

**Діана Півторак, к.т.н., Сергій Лакоза, Олексій Попов**  
Національний технічний університет “Київський політехнічний інститут  
ім. Ігоря Сікорського”

### **МЕТОД ОЦІНКИ ВИСОТИ СОНЦЯ ТА ЙОГО АЗИМУТУ НА ОСНОВІ ФОТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ**

В роботі запропоновано виконувати корекцію інерціальних навігаційних систем з використанням кутомірних оптичних методів. Розроблено метод для оцінки висоти Сонця та його азимуту на основі фотографічного зображення, отриманого з цифрової камери, який оснащений ширококутним об'єктивом.

Ключові слова: астроорієнтатор, зображення, висота Сонця, географічні координати.

### **Diana Pivtorak, Serhiy Lakoza, Oleksii Popov** **ESTIMATION METHOD OF SOLAR ANGLE AND ITS AZIMUTH** **BASED ON THE PHOTOGRAPHIC IMAGE**

To perform correction of inertial navigation systems using angle measurement by optical method is proposed. It is developed method for estimation of solar angle and azimuth based on photographic image derived from digital camera which is equipped with a wide angle lens.  
Keywords: Astrotracker, Image, Solar Angle, Geographic Coordinates.

В якості основних джерел первинної інформації в навігаційних системах рухомих наземних, морських та повітряних об'єктів широко використовуються радіотехнічні та інерціальні системи зчислення координат місця, параметрів руху і кутової орієнтації рухомого об'єкта. В якості резервних або додаткових джерел навігаційної інформації використовуються астрономічні, магнітні та оптичні системи.

Найбільш поширеними і добре відпрацьованими на практиці автономними системами є інерціальні навігаційні системи, які мають високу перешкодозахищеність та дозволяють визначити основні параметри руху. Проте вони характеризуються ростом похибок з плином часу, що є неприйнятним в умовах тривалого часу автономної роботи. У зв'язку з цим різко підвищується роль додаткових систем, що дозволяють провести корекцію даних, отриманих з інерціальної системи. Для багатьох користувачів широкодоступні фотографічні системи, які можуть бути використані для знаходження параметрів світил, наприклад, положення Сонця. А тому актуальним є завдання розробки методів їх оцінки та формування корекційних навігаційних сигналів.

Положення Сонця на небесній сфері визначається двома кутами: азимутом і висотою. В роботі запропоновано метод визначення кутових координат Сонця, використовуючи фотографічне зображення небесної сфери отримане з цифрової камери, яка оснащена ширококутним об'єктивом. Камера встановлюється таким чином, щоб її площина зображення знаходилася в площині горизонту, а одна з вісей матриці направлена у відомому азимутальному напрямку, наприклад, на Північ. У даному випадку положення Сонця в площині горизонту можна задати двома перпендикулярними проекціями його радіус-вектора. Значення проекцій радіус-вектора однозначно зв'язані з кутовими координатами. Для описаного випадку орієнтації камери вертикальна вісь (Зеніт) проектується у центр кадру. Знаючи проекції зображення Сонця в кадрі відносно початку координат (центр кадру), кутові координати можна визначити за допомогою зворотних тригонометричних функцій. В роботі враховано практичні обмеження існуючих об'єктивів та матриць.