



Андрій Шарий

# Як працює GPS-навігатор

У давні часи люди орієнтувалися на місцевості за зорями, Сонцем або Місяцем. У IV століття до н. е. китайці подарували мандрівникам чудовий винахід – компас. Озброївшись ще й картою, можна було сміливо вирушати у подорожі, без остраху заблукати у незнайомій місцині.

Сучасні мандрівники для визначення місця свого знаходження у будь-якому куточку Землі можуть скористатися системою GPS. *Global Positioning System* – це сукупність супутників, обладнаних радіочастотними приймально-передавальними пристроями, запущеними на замовлення військового відомства – Управління Оборони США. Згодом військове відомство дозволило цивільним використовувати систему, яка мала меншу точність. Вартість запуску системи склала приблизно 12 мільярдів доларів. Лише частина інформації про роботу GPS є відкритою, все найцікавіше залишається військовою таємницею США.

Принцип визначення місцезнаходження за допомогою навігатора GPS нагадує орієнтування у відкритому морі за маяками. Тільки в якості маяків використовуються штучні супутники Землі, запущені на доволі високі орбіти – приблизно 20 тис. км над Землею.



Рух цих супутників розраховують так, щоб у будь-який момент часу з будь-якої точки Землі можна було приймати сигнали щонайменше від п'яти з них. Усього запущено 30 супутників-маяків, з них активно використовують 24, а решта – виконують допоміжні функції. Супутники постійно передають у ефір сигнали точного часу та особистий унікальний номер.



Супутник системи NAVSTAR GPS



Розташування супутників навколо Землі

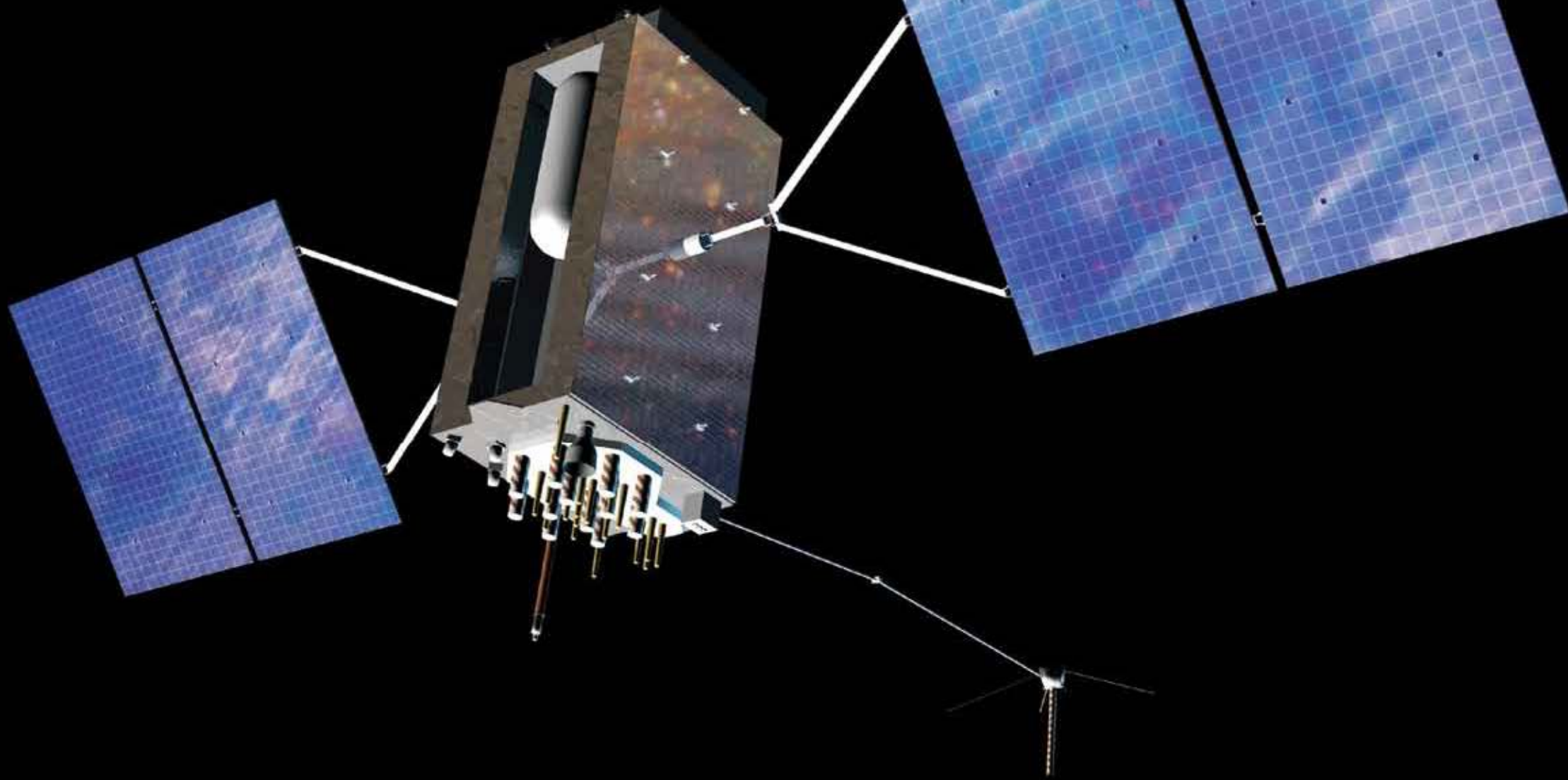
Супутник – це дуже дорогий і складний електронний пристрій розміром у кілька метрів і масою 700–900 кг. Інша частина системи навігації – наземний термінал, який називають навігатором. Він містить радіоприймач, налаштований на частоту передавачів супутників і мініатюрний комп'ютер, який опрацю-

вує отримані сигнали та вираховує своє місцезнаходження.

Система GPS визначає відстань до супутників за часом поширення радіосигналу від супутника до приймача. Швидкість розповсюдження радіохвиль дуже велика – 300 000 км/с, тому час вимірюють за допомогою атомних годинників, точність яких сягає мільярдної частки секунди. Знаючи точні

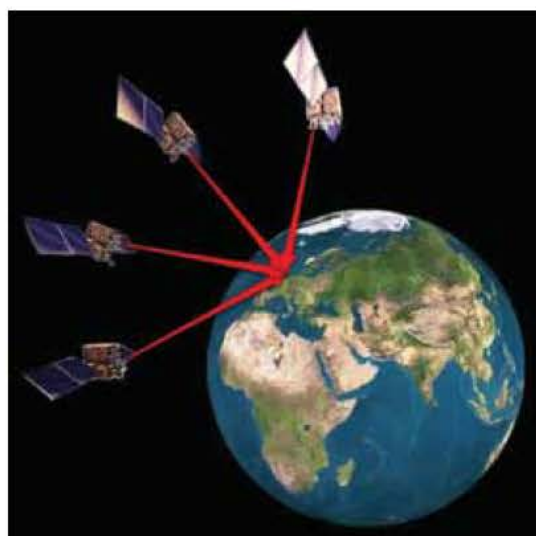


Термінал навігаційної системи GPS та модуль приймача супутникових сигналів



*Супутники постійно передають у ефір сигнали точного часу та особистий унікальний номер*





Визначення координат

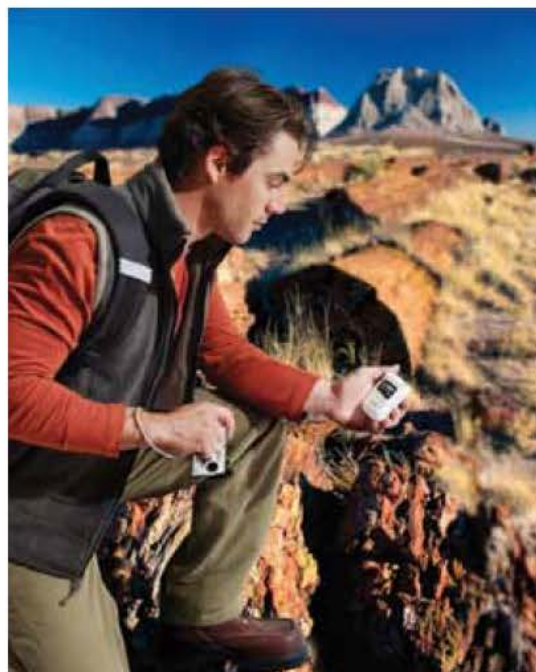
вання Вінниці. Приблизно так визначає координати термінал GPS відносно штучних супутників. Через наявність похибок ці уявні кола можуть не перетнутися в одній точці, а окреслити на карті трикутник. Навіть якщо похибка відліку часу складатиме всього мільйонну частку секунди, розмір такого

координати супутників (кожен супутник передає їх у спеціальному коді) та відстані до них, комп'ютер терміналу вираховує своє місце знаходження.

Щоб зрозуміти, як це відбувається, уяви, що ти маєш карту України і знаєш: відстань від деякого міста до Києва – 195 км, до Львова – 330 км, до Одеси – 350 км. Візьми циркуль і проведи на карті, враховуючи її масштаб, кола з центрами у Києві, Львові та Одесі (радіуси мають відповідати відстаням, зазначеним вище). Усі три кола перетнуться у точці розташування

Вінниці. Приблизно так визначає координати термінал GPS відносно штучних супутників. Через наявність похибок ці уявні кола можуть не перетнутися в одній точці, а окреслити на карті трикутник. Навіть якщо похибка відліку часу складатиме всього мільйонну частку секунди, розмір такого трикутника може сягати кількох кілометрів. Саме тому комп'ютер терміналу трохи „хитрує“: він вираховує поправку на час, порівнюючи результати обчислення координат, отримані від різних груп супутників.

Для точного визначення наземних координат та висоти над рівнем моря необхідно, щоб термінал „бачив“ не менше чотирьох супутників. Вирахувавши своє положення, термінал для наочності показує його у вигляді точки на карті, яка міститься у його пам'яті. Коли мандрівник рухається разом із терміналом, навігатор також по-



казує рух точки по карті й одночасно розраховує швидкість цього руху.

Точність побутових навігаторів складає кілька десятків метрів. Військові термінали завдяки використанню секретної частини коду, який передають супутники, можуть визначати координати з точністю до сантиметрів. Для особливо точних вимірювань встановлюють ще й наземні передавачі, які також містять навігатор GPS і за його допомогою визначають власні координати. Потім результат порівнюють з істинними



координатами наземного передавача й інформація про похибку передається в ефір. Навігатори, які перебувають у радіусі дії такого передавача, можуть уточнити свої розрахунки.

Крім американської системи NAVSTAR GPS існує європейська – Galileo та російська – ГЛОНАСС. Останні перебувають у стані розгортання, і їхні можливості значно скромніші.

Сьогодні GPS-навігатори вбудовують у ноутбуки, мобільні телефони, в охоронні системи, наручні годинники,



ручні радіостанції, за допомогою яких можуть орієнтуватися на місцевості альпіністи, рятувальники, туристи. У найближчому майбутньому ними обладнають і фотокамери, які крім дати та параметрів знімка фіксуватимуть і місце, де саме зробили фото. Навігатори встановлять і на сільгоспмашинах: сучасні трактори та комбайни зможуть без участі людини орати поля чи збирати врожай.

