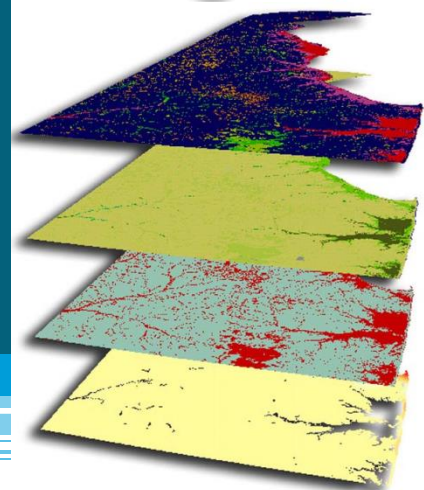
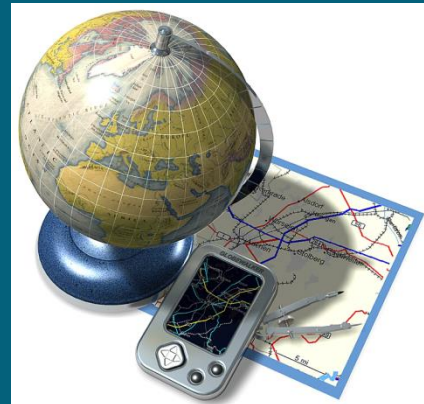
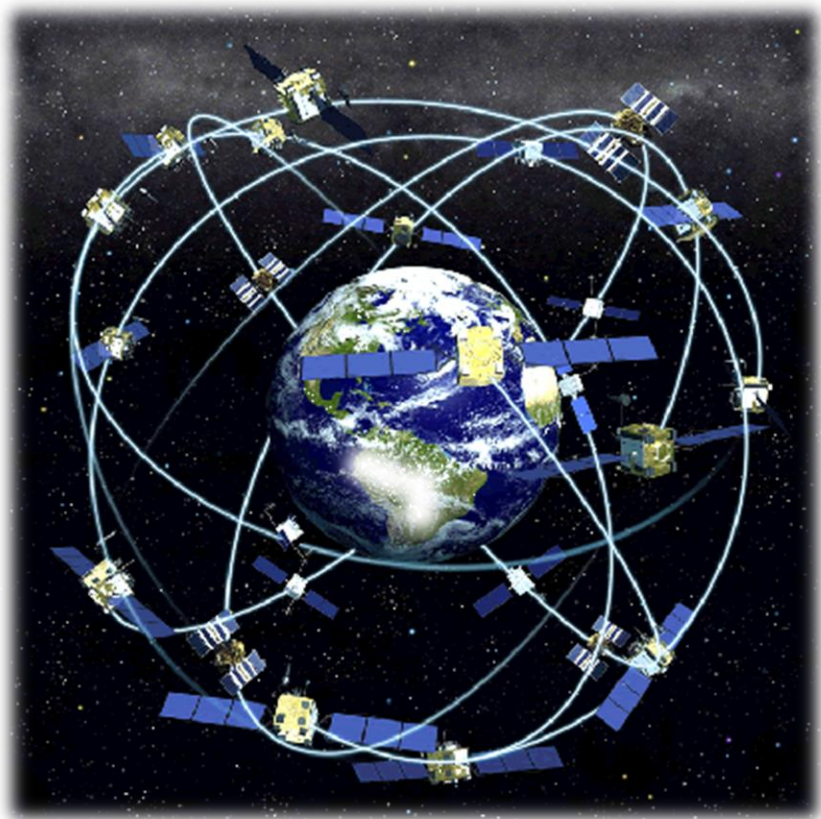


# Глобальні супутникові системи



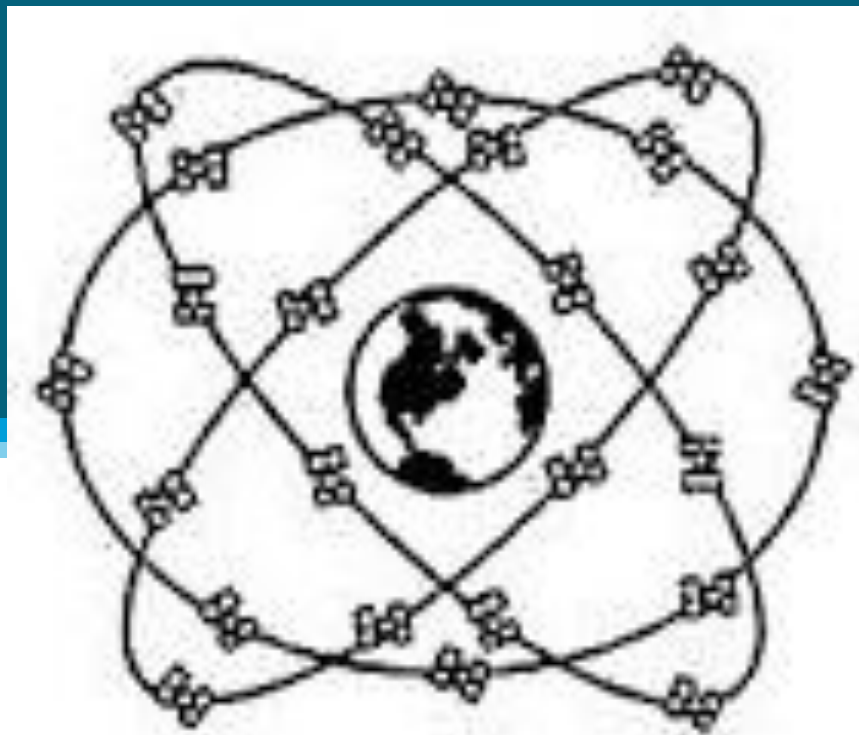
# Глобальна система позиціювання (GPS)



(Global Position System) – *глобальна система визначення місцезнаходження, яка розробляється і підтримується США.*

У системі GPS прийнято 6 орбітальних площин по 4 супутника в кожній.

# ГЛОНАСС – глобальна навігаційна система супутників

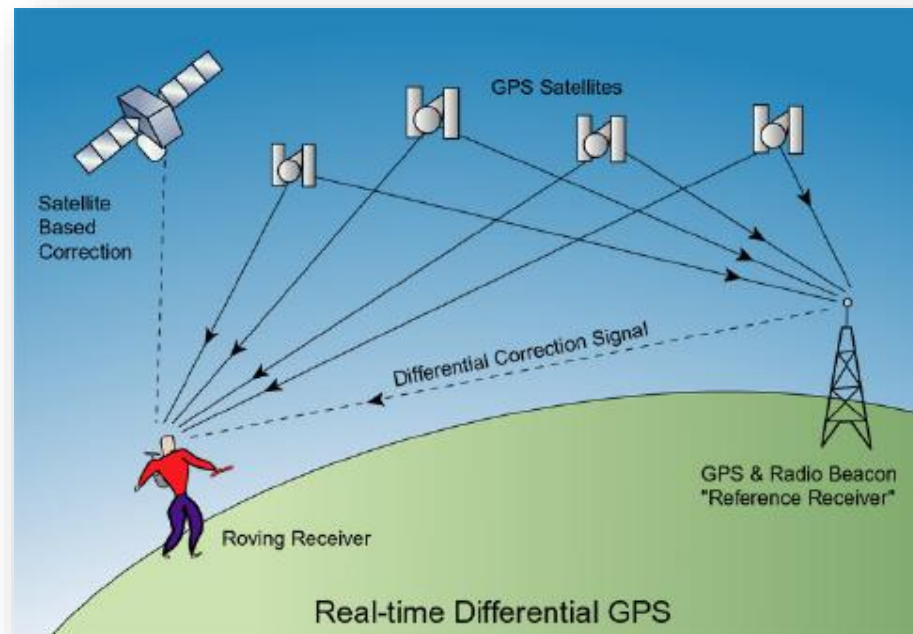


Супутники ГЛОНАСС розташовані у трьох орбітальних площинах, причому на кожній орбіті обертається 8 супутників.

# Основні концепції глобальних супутникових систем

ШСЗ-системи безперервно вимірюють радіохвилі. Приймачі, встановлені на об'єктах, приймають ці коливання і вимірюють такі параметри прийнятих коливань ШСЗ, які дозволяють визначити однозначно напрямки на супутники чи віддалі до них і за цими даними обчислити положення цих об'єктів.

Мінімальною кількістю супутників, коливання яких повинен приймати приймач, є чотири. У разі приймання коливань від більше, ніж чотирьох супутників, підвищується надійність і точність отримання положення приймача і скорочується необхідний час зв'язку з ШСЗ.



## Склад приймальної супутникової апаратури. Будова системи NAVSTAR/GPS

*У радіонавігаційній супутниковій системі функціонують три основні підсистеми.*

Космічний сегмент, або підсистема космічних апаратів, що складається із штучних супутників Землі



# Сегмент управління, або підсистема контролю та управління

- головного центра керування MCS (Master Control Station), що знаходиться в місті Colorado Springs;
- основної станції керування GPS (Ground Control Station), що розташована на Гавайських островах;
- трьох стаціонарних станцій контролю (Monitor Station). Вони знаходяться на островах Вознесіння в північній частині Атлантичного океану, Дієго-Гарсія в Індійському океані та Кваджалейн в північній частині Тихого океану;
- рухомих контрольних станцій.



Сегмент користувачів, або апаратура користувачів, що включає велику кількість різноманітних приймачів і забезпечує потреби наземних, повітряних, авіаційних та космічних користувачів



# Одночастотный GPS-приемач



# Двочастотный GPS-приемач



# Будова приймача супутникової системи GPS



Геодезичний приймач супутникової системи включає антену (сенсор), блок управління (контролер), акумуляторні батареї, штатив та з'єднувальні кабелі.

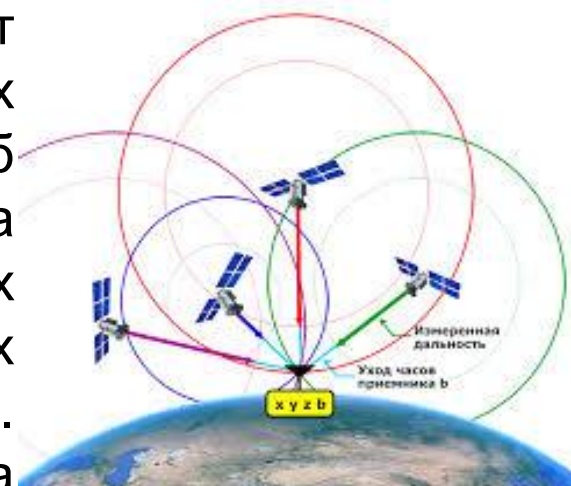
Сенсор є водонепроникним приймачем радіовипромінення масою до 2 кг. Він може одночасно відслідковувати сигнали 6-12 супутників на одній або двох частотах.

Керування роботою приймача здійснюється за допомогою контролера або ПЕОМ. Контролер побудовано на базі мікропроцесора. Він забезпечує взаємозв'язок між оператором (спостерігачем) і сенсором. Три основні функції контролера полягають в керуванні роботою сенсора, виборі режиму спостережень та реєстрації інформації з супутника.

Результати вимірювань, тобто сигнали з супутників, реєструються на жорстку карту ємністю від 512 Кб до 4 Мб, яка має внутрішнє джерело живлення для забезпечення збережених даних. Дані з модуля пам'яті потім переписуються в ПЕОМ через контролер або спеціальний пристрій. Подальша обробка інформації (обчислення координат) виконується на ПЕОМ за спеціальними програмами, які постачаються разом з приймачами.

# Технологія виконання робіт. Статичний та кінематичний методи

В основі систем **GPS** та **ГЛОНАСС** лежить концепція незалежної навігації, відповідно до якої обчислення просторово-часових координат виконується в апаратурі користувачів. У рамках цієї концепції обрано позиційний спосіб визначення місцезнаходження користувачів на основі беззапитних (пасивних) віддалемірних вимірювань за сигналами навігаційних штучних супутників Землі з відомими координатами. Вибір концепції незалежної навігації та використання беззапитних вимірювань забезпечили можливість досягнення необмеженої пропускної спроможності супутникових навігаційних систем.



Навігаційний принцип базується на вимірюванні «псевдовіддалей»  $D_i$  між користувачем та чотирма супутниками. Виходячи з відомих координат супутників, можна обчислити координати антени приймача. Взагалі достатньо трьох вимірювань віддалей. Але четверте вимірювання необхідне для того, щоб визначити різницю у часі між годинниками супутників та годинником приймача. Ця похибка синхронізації визначається також за псевдовіддалями.

Таким чином, навігаційна система буде працювати ефективно, коли структура побудови космічного сегмента забезпечує прийом сигналів не менш як від 4-х супутників у будь-який момент часу в будь-якій точці земної кулі.



## Статичний та кінематичний методи визначення місцеположення

Вимірювання абсолютним і відносним способом бувають статичними, коли всі приймачі встановлюють на нерухомих об'єктах, і кінематичними, коли встановлені приймачі рухаються.

Під час вимірювань статичними способами точності визначення положення приймача досягають збільшенням часу приймання сигналів від супутників, тобто збільшенням тривалості сесії спостережень. У геодезії широко застосовують відносний статичний спосіб. Використання цього способу дало можливість створювати мережі нульового порядку, тобто точніші від таких, які можна створювати класичними геодезичними вимірюваннями.

Приймачі, які перебувають у безперервному русі, виконують кінематичні вимірювання. Під час відносних кінематичних вимірювань один з приймачів встановлюють нерухомо на пункті, координати якого відомі, а інші – на рухомих об'єктах.

## Проєктування та організація робіт під час створення або згущення геодезичних мереж з допомогою приймачів GPS

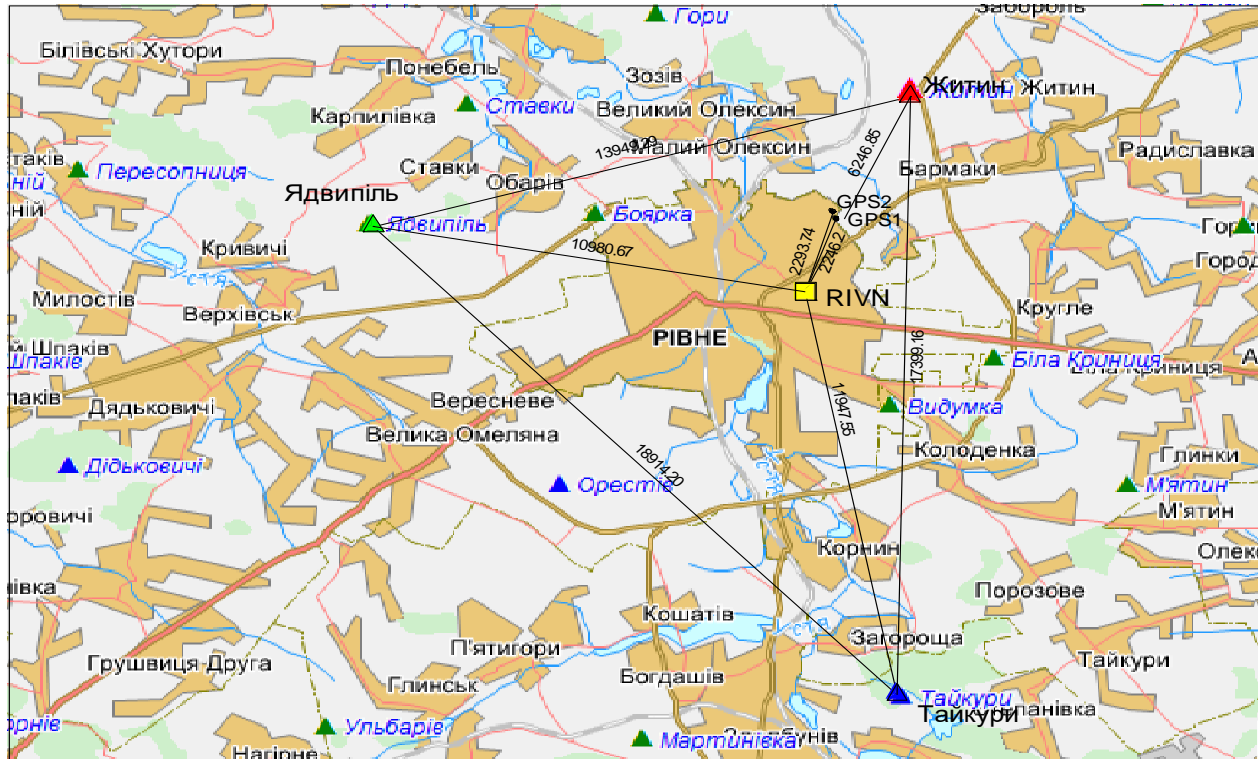
Згущення геодезичних мереж вищих класів виконують класичним статичним методом. Час сесій при цьому залежить від класу створюваної мережі та точності приймача. Під час створення мереж нульового порядку спостереження тривають 3...5 діб. А під час створення або згущення мереж 1 та 2 класів спостереження виконують протягом від 45 хвилин до декількох годин.

На першій стадії проєктування потрібно встановити, де знаходиться об'єкт робіт, його межі та де повинні знаходитись визначувані пункти, або потрібну їх густоту. Для отримання положення пунктів з високою точністю віддалі між сусідніми пунктами мережі не повинні перевищувати 15...20 км. Оптимальними є віддалі між пунктами 5...15 км. За збільшення віддалей зростають абсолютні помилки положення пунктів. Тому, коли віддалі між пунктами є більшими, рекомендують визначити додаткові точки, які можуть бути незакріпленими.

# Перманентна GPS-станція



### СХЕМА геодезичної мережі з прив'язкою базової GPS-станції до пунктів державної геодезичної мережі



Список обстежених пунктів державної геодезичної мережі

N n/p	Тип знака, назва знака, клас, тип знаку	Опис місцезнаходження	Відомості про стан пункту	Відомості про стан охоронної зони навколо пункту
1	Пункт триангуляції Тайгури 2 клас, ґрунтовий	Здолбунський район, на тер-ї Копитківської с.р.	задовільний	задовільний
2	Пункт триангуляції Житин 1 клас, ґрунтовий	Рівненський район, на тер-ї Великожитинської с.р.	задовільний	задовільний
3	Пункт триангуляції Ядвипіль 3 клас, ґрунтовий	Рівненський район, на тер-ї Обарівської с.р.	задовільний	задовільний

Відомість врівноваження векторів до базової станції відносно пунктів ДГМ

Вектор	Довжина (м)	Дирекційний кут	Координати базової станції RIVN	Похибки (м)
Тайгури - RIVN	11947.55	368° 51' 22''	X = 5610632.996 Y = 248264.681	по x = -0.017 по y = 0.021
Житин - RIVN	6246.85	208° 43' 22''		
Ядвипіль - RIVN	10980.67	98° 56' 57''		

# Прикладне програмне забезпечення для опрацювання GPS-спостережень

Trimble Geomatics Office - GARW-2test - [Survey]

File Edit View Insert Select Survey Adjustment Reports Window Help

Trimble Survey

- Projects
- Import
- Process
- Process GPS Baselines
- GPS Baseline Processing Report
- Adjustment
- Export
- CAD

For Help, press F1

145.336m, 110.997m

CCN office (Fathom 9G)

File Edit Functions Data Tools View Window Help

Index	Object Type	Station	Object	Value	Apr. StdDev	Apr. SD-C	Residual	Adj. value	Std Dev	Std Residual	# Number	RMS	ER
1	Direction	100	424	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	Length	100	424	1.9862207	0.0000	0.0000	0.0000	1.986240	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	Direction	100	603	300.5300	0.0000	0.0000	-0.0000	300.5304	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	Length	100	603	1.8475912	0.0000	0.0000	0.0000	1.8475907	0.0002	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	Direction	100	179	300.5300	0.0000	0.0000	-0.0000	300.5300	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	Length	100	179	1.8692376	0.0000	0.0000	0.0000	1.8692448	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	Direction	100	649	374.8445	0.0000	0.0000	-0.0000	374.8445	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	Length	100	649	2.1972251	0.0000	0.0000	0.0000	2.1972200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	Direction	100	5099	307.7763	0.0000	0.0000	-0.0000	307.7763	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10	Direction	179	100	236.1444	0.0000	0.0000	-0.0011	236.1432	0.0004	-1.5543	0.0000	0.0000	0.0007
11	Length	179	100	1.8692348	0.0000	0.0000	0.0000	1.8692448	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
12	Direction	179	5099	275.5354	0.0000	0.0000	-0.0009	275.5345	0.0004	-1.1908	0.0000	0.0000	0.0007
13	Length	179	5099	1.9164212	0.0000	0.0000	-0.0011	1.916411	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
14	Direction	179	540	320.1180	0.0000	0.0000	-0.0000	320.1180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
15	Length	179	540	1.7707487	0.0000	0.0000	-0.0000	1.7707487	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
16	Direction	179	649	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014
17	Length	179	649	307.5520	0.0000	0.0000	0.0000	307.5507	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
18	Direction	179	603	140.2215	0.0000	0.0000	0.0010	140.2233	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
19	Length	179	603	374.8291	0.0000	0.0000	-0.0009	374.8222	0.0004	-1.9900	0.0000	0.0000	0.0004
20	Direction	179	424	170.7603	0.0000	0.0000	0.0000	170.7603	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
21	Length	179	424	582.1407	0.0000	0.0000	0.0000	582.1371	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	Direction	404	100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
23	Length	404	100	1.9862332	0.0000	0.0000	0.0000	1.986240	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
24	Direction	404	5099	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
25	Length	404	5099	963.9620	0.0000	0.0000	-0.0000	963.9603	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
26	Direction	404	540	80.4307	0.0000	0.0000	0.0000	80.4272	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007

Input/Output Window

Relative redundancy: 0.73  
Calculating net. Status adjustment.  
Number of observations: 44  
Number of unknowns: 10  
Redundancy: 40  
Relative redundancy: 0.73  
Iteration 1, Std error of unit weight: 1.0428  
Iteration 2, Std error of unit weight: 1.0428  
Iteration 3, Std error of unit weight: 1.0428  
Iteration 4, Std error of unit weight: 1.0428

System 1 - Graphical - Adjustment - Communication - Models - Settings

© 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100

Дякую за увагу