

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования ЛНР
Донбасский государственный технический университет

Научный семинар на тему

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ РЕГИОНА

- Научный центр мониторинга
окружающей среды
- Центр лазерно-оптических
измерений «Орион»

Методы определения положения объекта на Земле

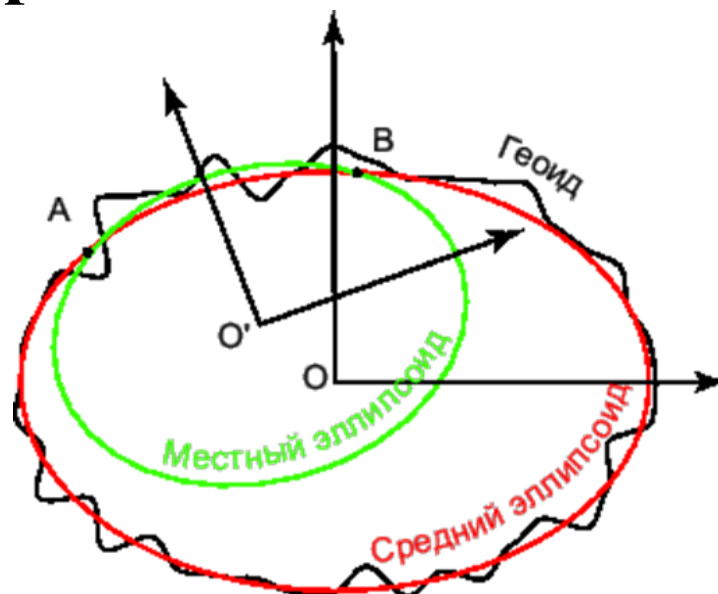
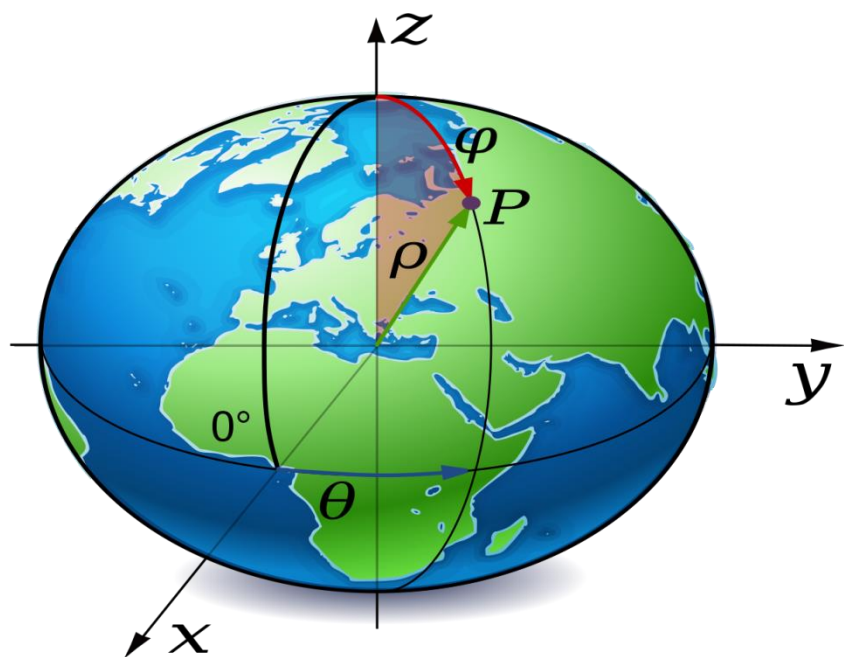
- геодезический метод
- **метод спутниковых измерений**
- фотограмметрический метод
- картометрический метод
- аналитический метод

GNSS (Global Navigation Satellite System)

ГНСС (Глобальные Навигационные Спутниковые Системы)

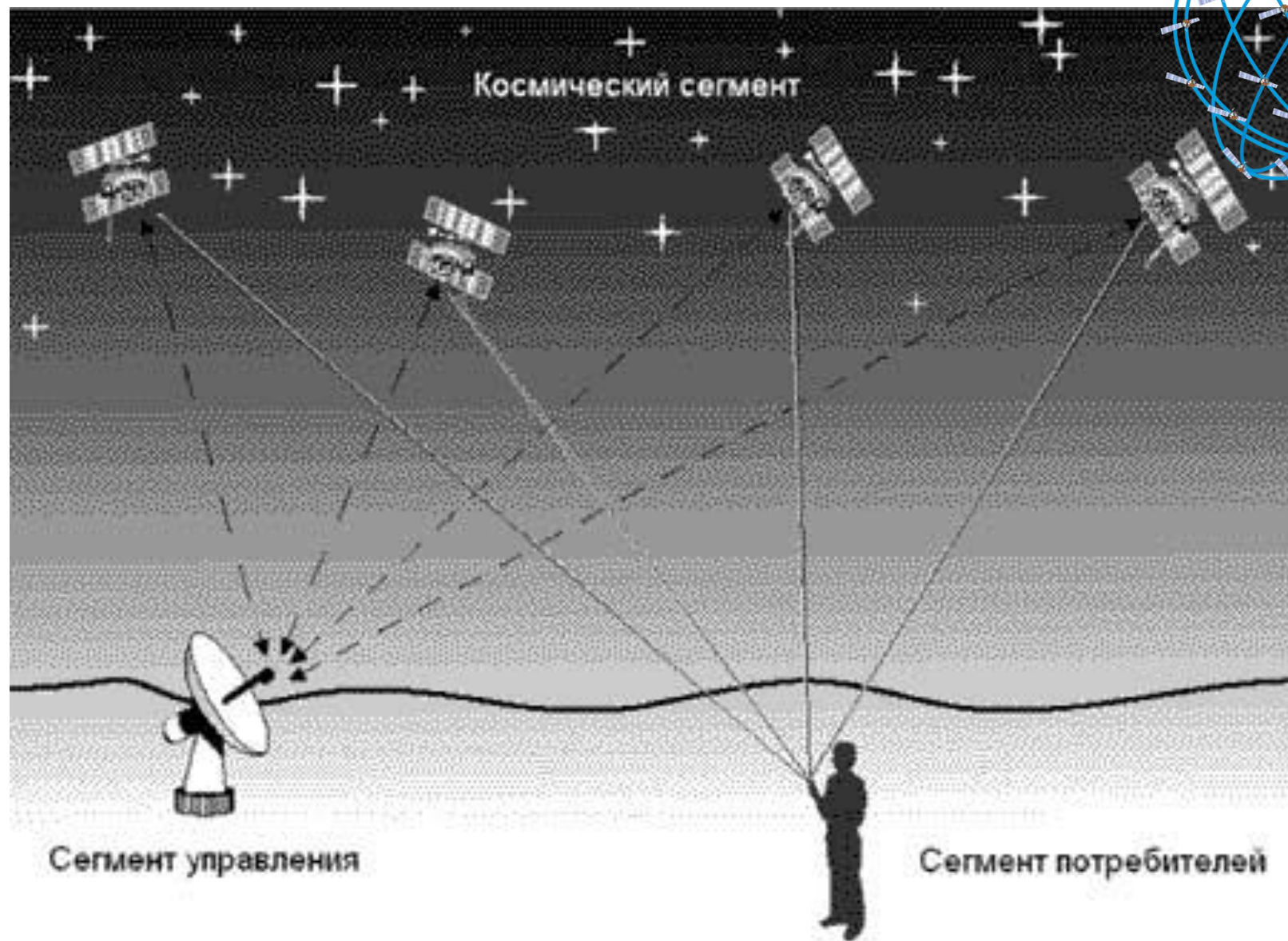
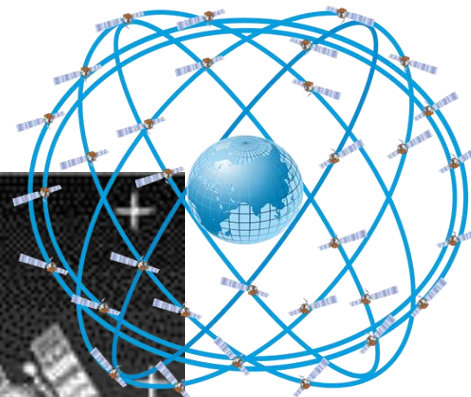
Глобальная навигационная спутниковая система – это система, позволяющая определять пространственное положение объектов местности путем обработки принимающим на Земле устройством спутникового сигнала.

Система координат

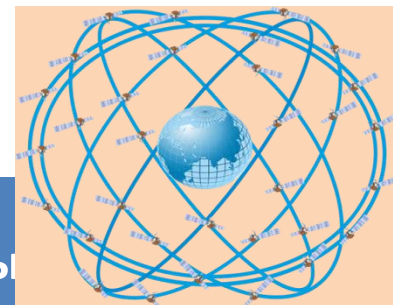


Система координат	Полуось а, м	Сжатие α
СК-42, СК-95	6 378 245	1/298,3
ПЗ-90	6 378 136	1/298,257 839 303
WGS-84	6 378 137	1/298,257 223 563
GRS-80	6 378 137	1/298,257 222 101

Составляющие ГНСС



Современные глобальные навигационные спутниковые системы



Основные характеристики	Глобальные навигационные спутниковые системы			
	ГЛОНАСС	GPS	GALILEO	BEIDOU
Число ИСЗ (резерв)	28	32	27	27
Число орбитальных плоскостей	3	6	3	3
Число ИСЗ в орбитальной плоскости	8	4	9	9
Орбиты	Близкие к круговой			
Высота орбит, км	19100	20145	23200	21528
Наклонение орбит, град.	64,8	55	56	
Система координат	ПЗ-90 (Параметры Земли 1990 года)	WGS-84 (World Geodetic System)	GTRF (Galileo Terrestrial Reference Frame)	CGCS2000 (China Geodetic Coordinate System 2000)

Принцип работы системы спутниковой навигации

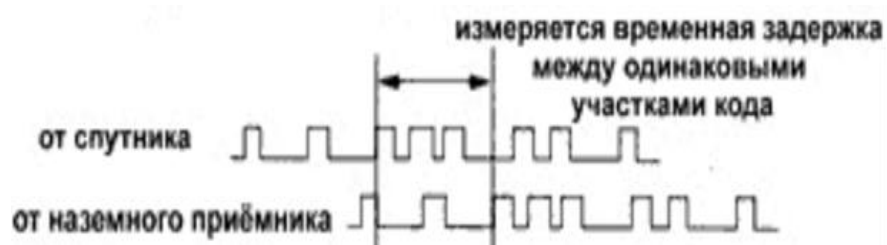
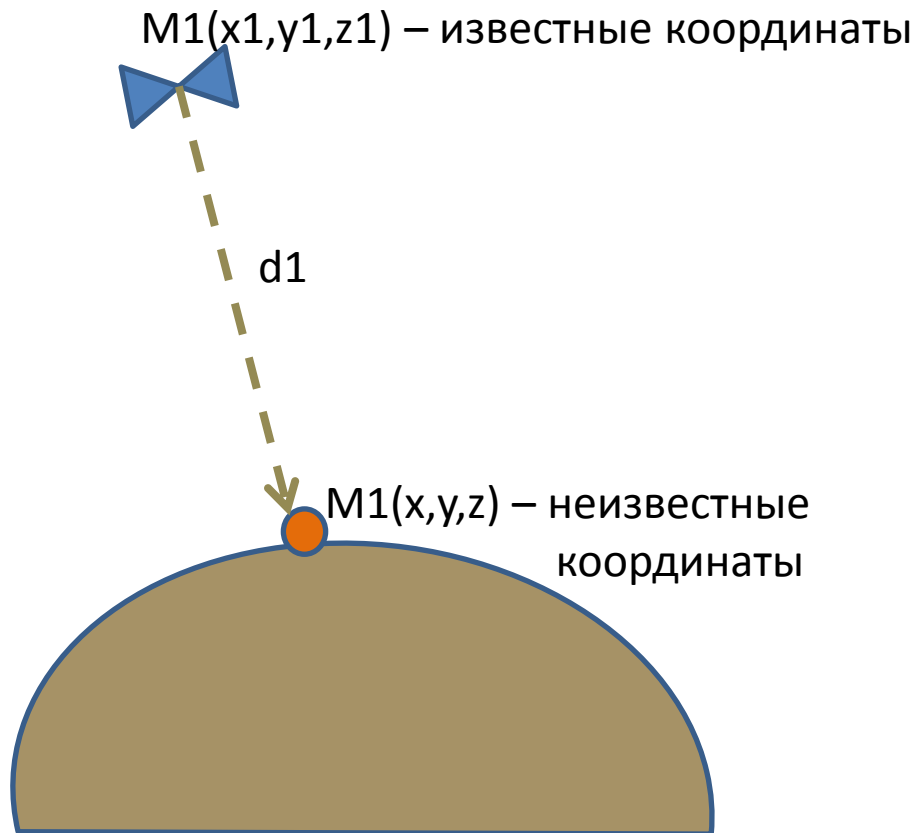


Схема работы

- ❖ Спутники излучают согласованные по времени радиосигналы на определенной частоте;
- ❖ Приемник на Земле принимает сигнал и сравнивает со своим сигналом, синхронным с сигналами спутников;
- ❖ Приемник определяет время задержки сигнала Δ
- ❖ Вычисляется расстояние $S=V \cdot \Delta$
- ❖ Составляется уравнение:
 $(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2 = d_1^2$

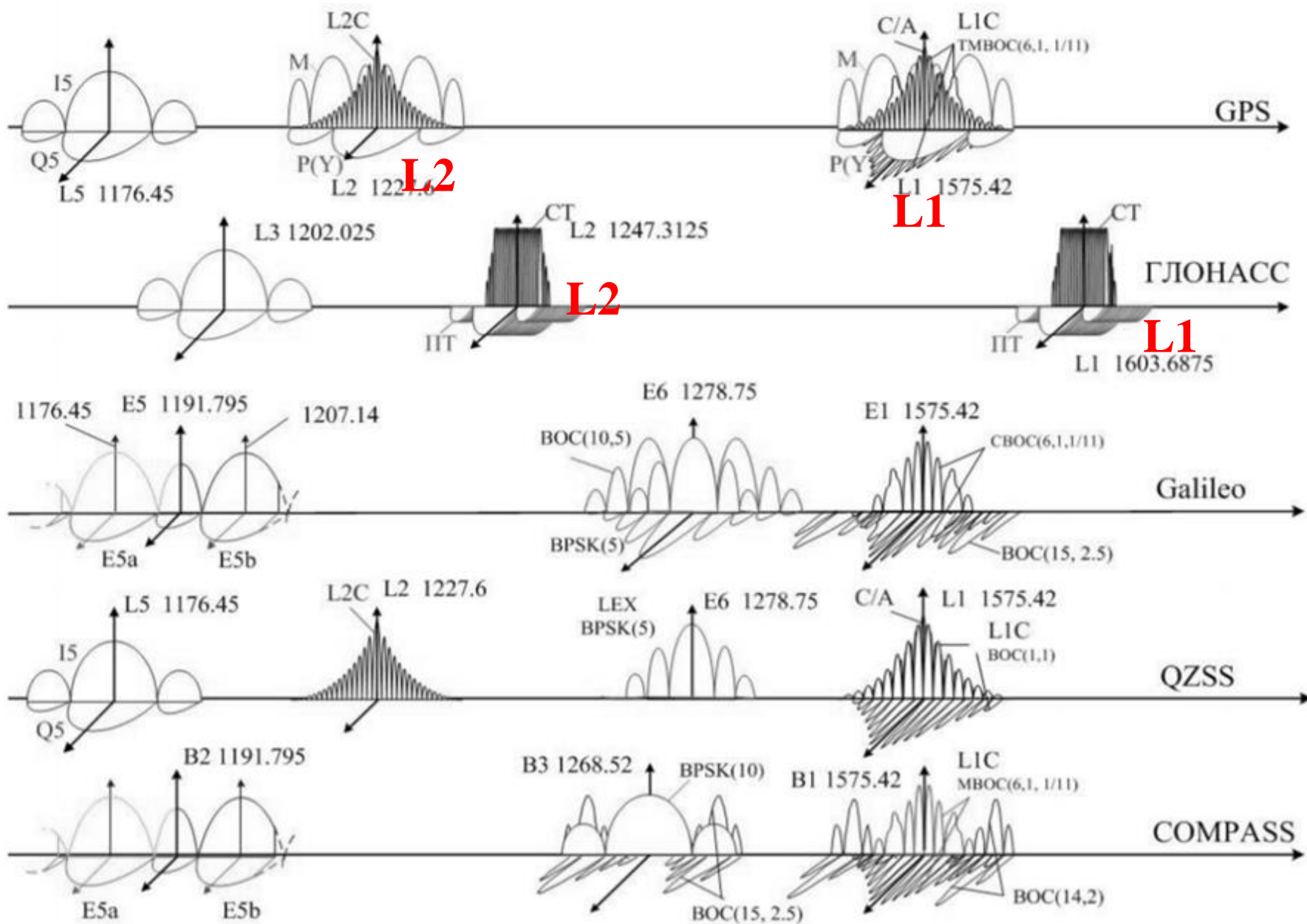


$$(x-x_1)^2 + (y-y_1)^2 + (z-z_1)^2 = d_1^2$$

$$(x-x_2)^2 + (y-y_2)^2 + (z-z_2)^2 = d_2^2$$

$$(x-x_3)^2 + (y-y_3)^2 + (z-z_3)^2 = d_3^2$$

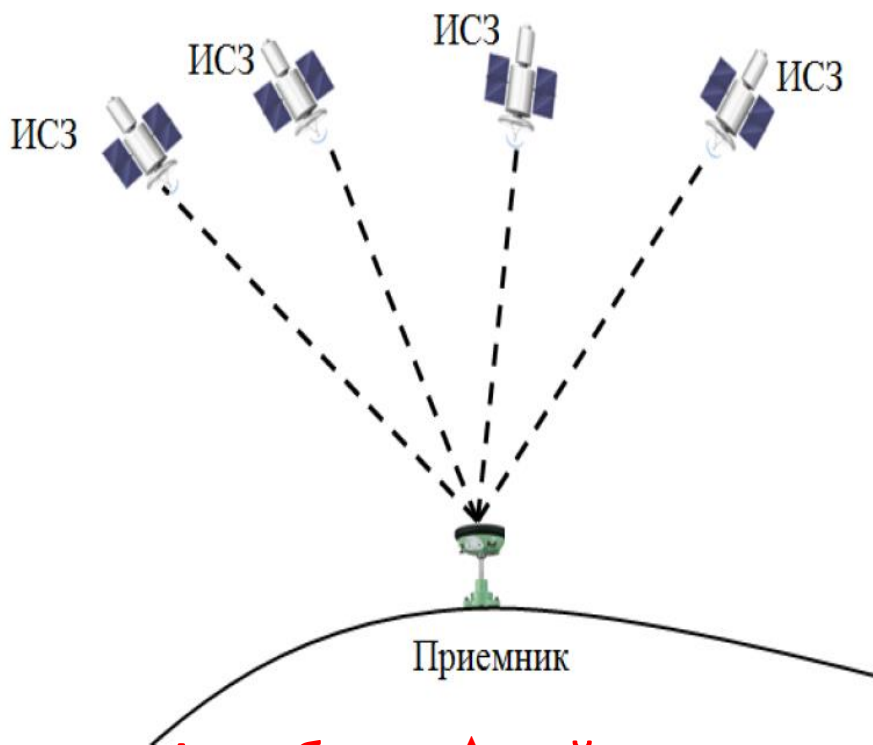
Спектры частот навигационных сигналов



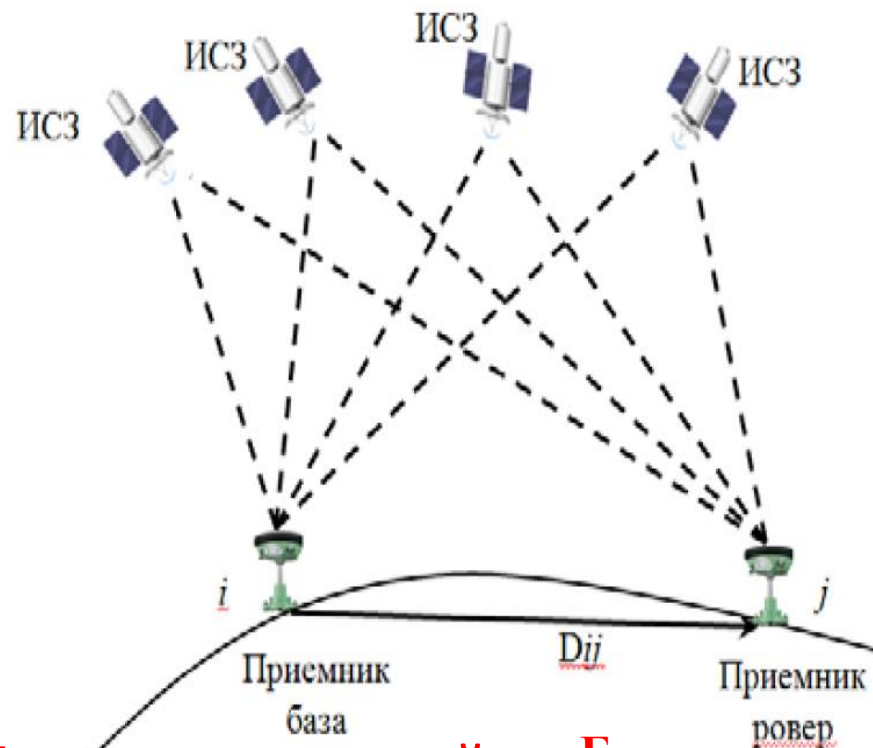
Источники ошибок спутникового позиционирования:

- **ионосферные задержки сигнала - 5 м**
- **тропосферные задержки сигнала - 1 м**
- **неточное определение времени на спутниках**
(несогласованность) - 0,6 м
- **ошибки вычисления орбит - 0,6 м**
- **инструментальная ошибка приемника - 1,2 м**
- **влияние конфигурации орбитального созвездия спутников**
(фактор понижения точности DOP) - 1,2 м
- **многолучевость сигналов**

Схемы определения координат приемника



А – абсолютный метод;



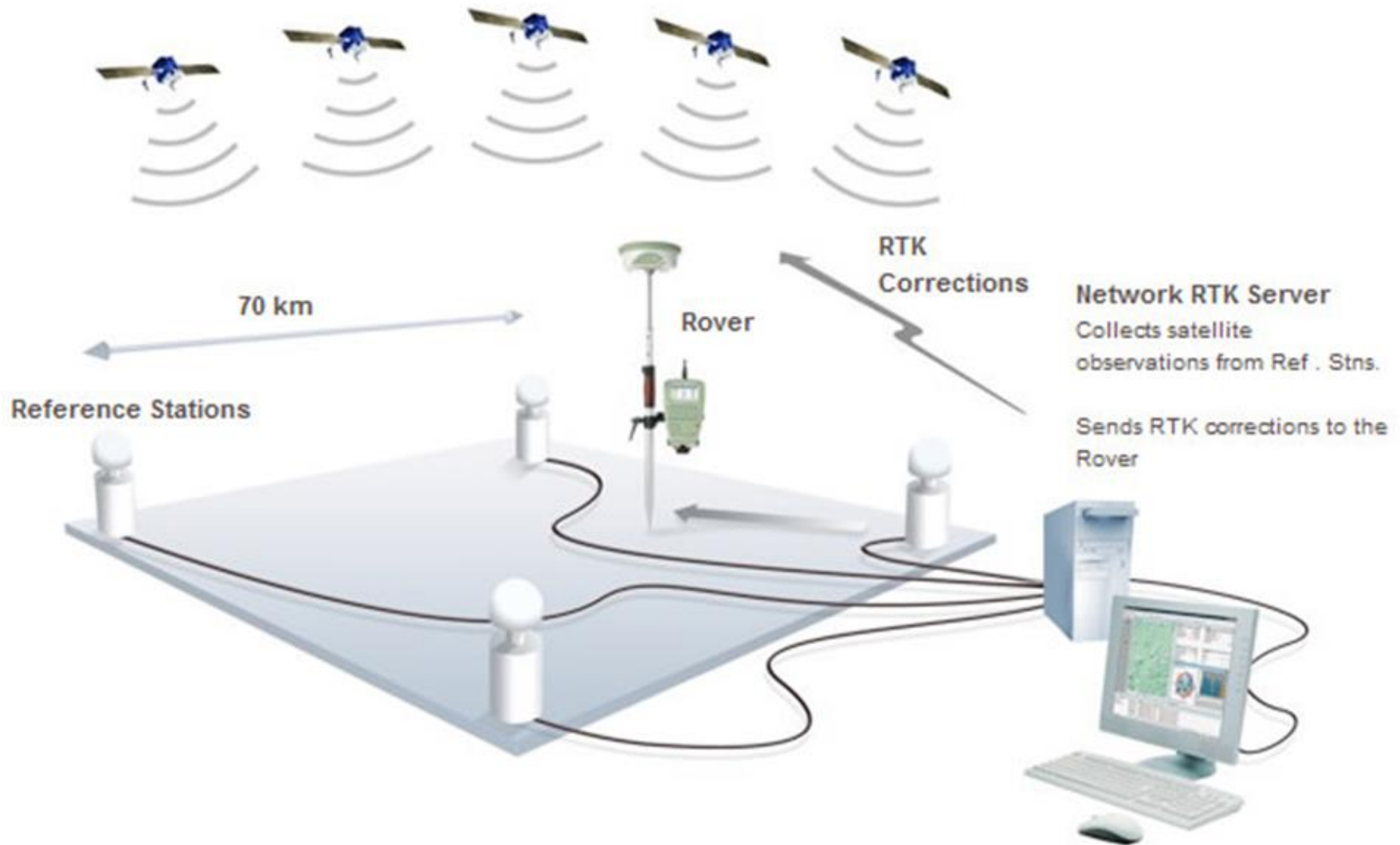
Б – относительный (дифференциальный) метод



Погрешности определения координат точек спутниковыми методами в зависимости от типа сигнала и режима измерений

Наименование метода	Погрешности координат	
	Фазовые измерения	Кодовые измерения
Абсолютный метод	<ul style="list-style-type: none"> - решение с точными эфемерисами 0,6 – 4 см. 	<ul style="list-style-type: none"> - PPS 2 – 18 м; - SPS без режима SA 4 – 40 м; - SPS с режимом SA 12 – 100 м.
Дифференциальный (относительный) метод	<ul style="list-style-type: none"> - статика (фиксированное решение) $(0,1 - 1) + D \cdot 10^{-7}$ см; - статика (плавающее решение) 7 – 50 см; - кинематика RTK, VRS 0,6 – 5 см. 	<ul style="list-style-type: none"> - DGPS по коду, сглаженному фазой 0,2 – 1 м; - DGPS 0,6 – 5 м.

Сеть GPS-станций



GPS-станция на базе ЦЛОИ “Орион”

Назначение базовой GPS-станции ЦЛОИ “Орион” – выполнение работ в области спутниковой геодезии и космической навигации.

Идентификатор станции – **«ALCI»** в европейской системе сети EPN (EUREF Permanent GNSS Network), которая является федерацией агентств, университетов и исследовательских учреждений Европы, поддерживающей Европейскую наземную систему координат (ETRS89), являющуюся единой общеевропейской стандартной системой координат, принятой Европейской комиссией.

Оборудование GPS-станции – «ALCI» (установлено 29 ноября 2003г.):

- приемник «Trimble 5700» (Код IGS «TRIMBLE 5700»);
- антенна «Zephyr» (Код IGS «TRM41249.00»);
- телескоп ТПЛ-1М;
- купол «NONE»;
- кабель Trimble», 30 м

Координаты антенны

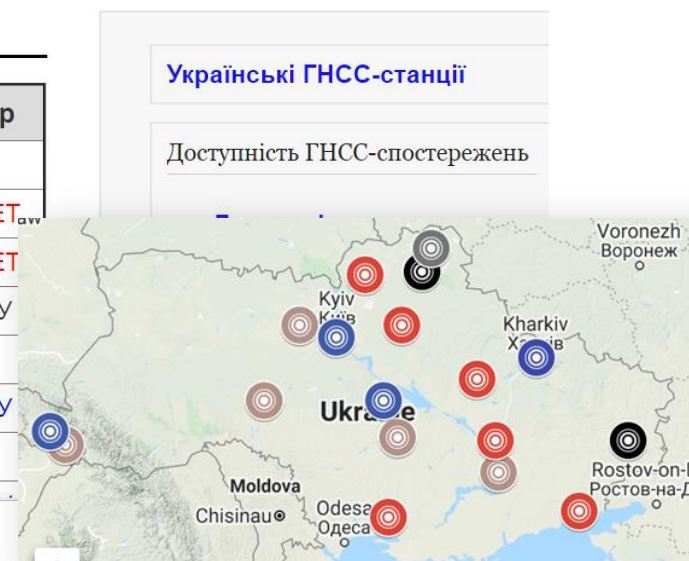
X, м	3297847,93093	Lat, °	48,4569363
Y, м	2661607,40787	Lon, °	38,9060982
Z, м	4750829,81961	H, м	142,43552
Vx, м/рік	-0,02135	Vn, м/рік	+0,01137
Vy, м/рік	+0,01418	Ve, м/рік	+0,02444
Vz, м/рік	+0,00844	Vu, м/рік	+0,00121

Українська ГНСС-мережа

Головна Новини ГНСС-станції Дані спостережень Центр аналізу ГНСС-даних NTRIP-кастер ГАО Форум ГНСС-група

ГНСС-станції

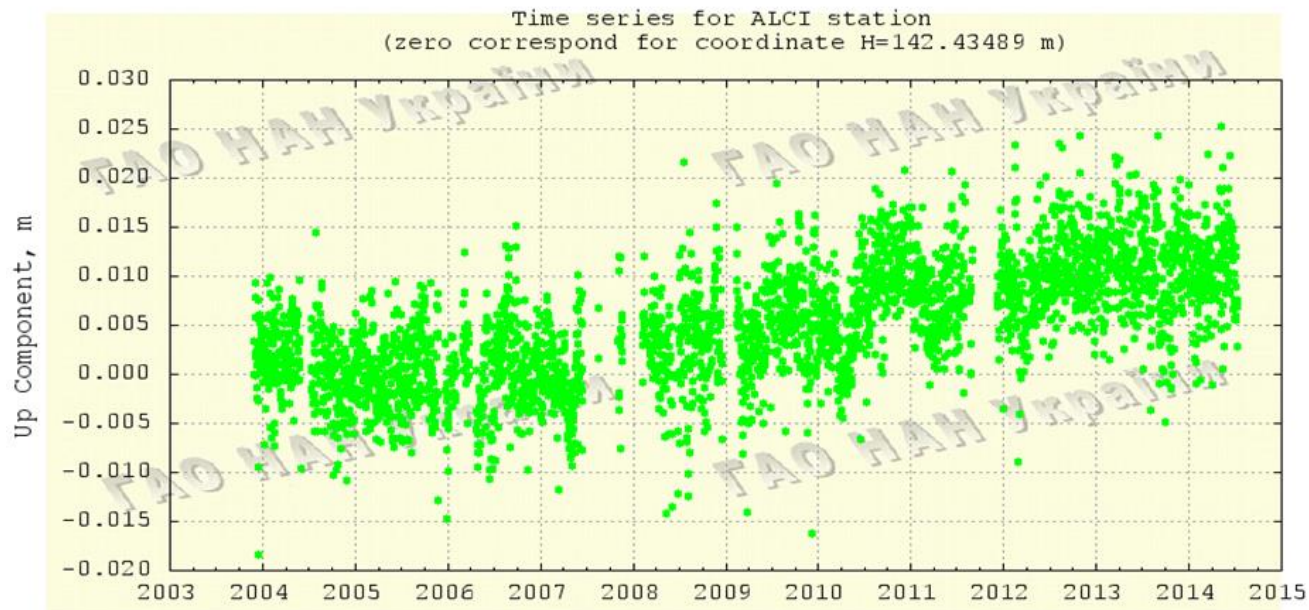
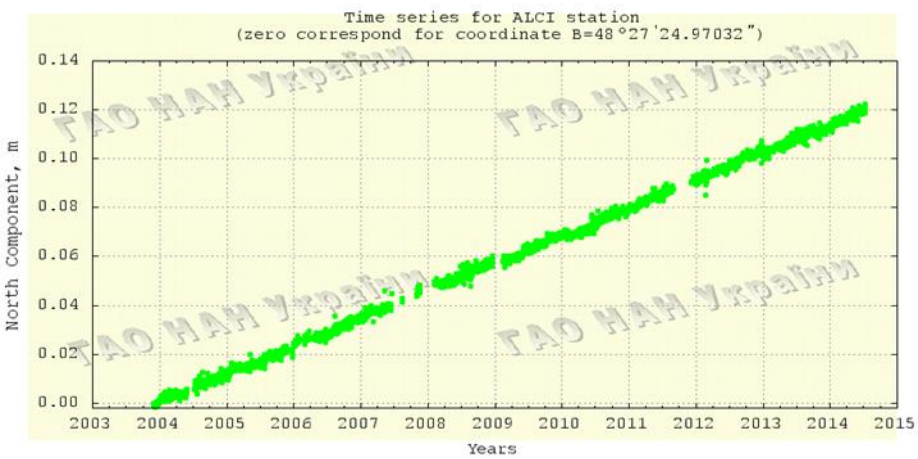
Ідентифікатор	ГНСС-станція	Номер DOMES	IGS	EPN	Оператор
ALCI	«Алчевськ»	12371S001	✗	✓	НДІГК
CNIV	«Чернігів»	15501M001	✗	✓	System.NET _{aw}
DNMU	«Дніпро»	12369M001	✗	✓	System.NET
EVPA	«Євпаторія»	12344M001	✗	✓	ГАО НАНУ
GDRS	«Городок»	15595M001	✗	✓	СКНЗУ
GLSV	«Київ/Голосіїв»	12356M001	✓	✓	ГАО НАНУ
IZRS	«Ізмаїл»	18115M002	✗	✓	СКНЗУ



EUREF Permanent GNSS Network

EUREF Permanent GNSS Network							
Name	City	Country	Domes	Status	EPN Inclusion	Station Log	OperationalCentr
ADAR00GBR	Aberdaron	United Kingdom	19161M001	A	2017-02-12	adar00gbr_20190820.log	OS
SHOE00GBR	Shoeburyness	United Kingdom	19197M001	A	2017-03-19	shoe00gbr_20191007.log	OS
SNEO00GBR	St Neots	United Kingdom	19135M002	A	2017-02-12	sneo00gbr_20190827.log	OS
SWAS00GBR	Swansea	United Kingdom	19193M001	A	2017-02-12	swas00gbr_20191007.log	OS
ALCI00UKR	Alchevsk/Mikhailovka	Ukraine	12371S001	F	2009-04-19	alci00ukr_20111207.log	MAO
CNIV00UKR	Chernihiv	Ukraine	15501M001	A	2006-10-29	cniv00ukr_20190902.log	MAO
DNMU00UKR	Dnipro	Ukraine	12369M001	A	2017-02-19	dnmu00ukr_20191108.log	MAO
EVPA00UKR	Evpatoria	Ukraine	12344M001	F	2005-11-13	evpa00ukr_20120123.log	MAO
GDRS00UKR	Gorodok	Ukraine	15595M001	A	2019-04-14	gdrs00ukr_20181105.log	MAO
GLSV00UKR	Kiev	Ukraine	12356M001	A	1998-05-10	glsv00ukr_20190627.log	MAO
IZRS00UKR	Izmail	Ukraine	18115M002	A	2019-04-14	izrs00ukr_20181105.log	MAO
KHAR00UKR	Kharkiv	Ukraine	12314M001	I	2005-03-20	khar00ukr_20171011.log	MAO
KRRS00UKR	Kropyvnytsky	Ukraine	15597M001	A	2018-04-29	krrs00ukr_20180321.log	MAO
KTVL00UKR	Katzively, Greater Yalta	Ukraine	12337M003	A	2010-06-13	ktvl00ukr_20170801.log	MAO
MARP00UKR	Mariupol	Ukraine	15556M001	A	2017-02-19	marp00ukr_20191114.log	MAO
MIKL00UKR	Mykolaiv	Ukraine	12335M001	A	2002-11-10	mikl00ukr_20191018.log	MAO
MKRS00UKR	Mukachevo	Ukraine	15599M001	A	2018-04-29	mkrs00ukr_20180321.log	MAO
POLV00UKR	Poltava	Ukraine	12336M001	A	2001-09-09	polv00ukr_20191125.log	MAO
PRYL00UKR	Pryluky	Ukraine	15502M001	A	2017-02-19	pryl00ukr_20191125.log	MAO
SMLA00UKR	Smila	Ukraine	15503M001	A	2009-11-01	smla00ukr_20171011.log	MAO
SULP00UKR	Lviv	Ukraine	12366M001	A	2001-10-21	sulp00ukr_20190401.log	NULP
UZHLO0UKR	Uzhgorod	Ukraine	12301M001	I	1999-07-25	uzhl00ukr_20171011.log	MAO
VNRS00UKR	Vinnysia	Ukraine	18101M001	A	2019-03-24	vnrs00ukr_20181003.log	MAO
ZPRS00UKR	Zaporizhzhia	Ukraine	18102M001	A	2018-04-29	zprs00ukr_20180321.log	MAO
ANKR00TUR	Ankara	Turkey	20805M002	A	1995-12-31	ankr00tur_20191224.log	GCM
ISTA00TUR	Istanbul	Turkey	20807M001	A	2000-01-30	ista00tur_20181211.log	FSW

Смещение координат опорной точки



Направления возможного использования GPS-станции

- геоэкологическое картографирование природных, природно-техногенных и техногенных объектов;
- регулярное осуществления экологического мониторинга ЛНР, в том числе: водных объектов, атмосферного воздуха, почв, природно-заповедного фонда, зеленых насаждений, биоразнообразия и др.;
- рациональное использование имеющихся природных ресурсов и эффективное управление в сфере экологии и природопользования;
 - выполнение геодинамических и экологических исследований на территории Донбасса с учетом техногенных особенностей региона и социально-экономических изменений, повлекших за собой такие проблемы, как подтопление и оседание поверхности земли при закрытии ряда шахт и пр.;
- слежение за состоянием тел и плотин шламоотвалов и шламонакопителей производств по обогащению углей, ферросплавных и металлургических предприятий;
- наблюдение за процессом формирования, хранения и переработки породных отвалов;
- отслеживание смещений плотин, мостов, строений и других сооружений.