

**Структура геодезического обоснования в зависимости от площади
территориальной зоны**

Площадь территориаль ной зоны км	Плановое городское геодезическое обоснование		
	ОГС (классы)	ГСС (разряды)	ГСО
200	<u>2</u> ,3,4	4, <u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
50-200	<u>3</u> ,4	4, <u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
10-50	<u>4</u>	4, <u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
5-10	-	<u>4</u> ,1,2	<i>T.x.</i>
2.5-5	-	<u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
1-2.5	-	<u>2</u>	<i>T.x.</i>
1	-	-	<u><i>T.x.</i></u>

Нормативные требования к точности геодезического обоснования

Городское геодезическое обоснование для крупномасштабного картографирования					Городское геодезическое обоснование для Государственного кадастра недвижимости			
Класс сети		мβ	M_L/L	MS/S	Класс сети	мβ	M_L/L	M_{L-J}/S
ОГС	1	0,7"	1:400000	1:200000	ОМС	1.0	1:500000	1:250000 1см-2.5км
	2	1,0"	1:300000	1:200000				
	3	1.5"	1:200000	1:120000				
	4	2.0"	1:200000	1:70000				
ГСС	4	3.0"	1:40000	1:25000	МСС	3.0	1:50000	1:25000 2см-500м
	1р	5.0"	1:20000	1:10000				
	2р	10.0"	1:10000	1:5000				
ГСО	Т. х	30.0"	1:2000	1:2000	МСО	5.0	1:10000	3см-300м

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

Для закрепления выбранной системы координат в границах территориального образования(ТО) используют геодезическое обоснование(ГО).

ГО позволяет выполнить крупномасштабное картографирование территориального образования, решить задачи по проектированию и строительству инженерных сооружений, вынести в натуру проект межевания земельного участка, закоординировать межевые знаки, закрепляющие границы объектов землеустройства и кадастра.

Если геодезическое обоснование планируется использовать только для обеспечения землеустроительной и кадастровой деятельности, то в этом случае оно создается в виде опорных межевых сетей (ОМС).

ГО состоит из планового и высотного геодезического обоснования.

Плановое геодезическое обоснование (ПГО) создается в многоступенчатом варианте и состоит из следующих типов геодезических построений:

1. Опорные геодезические сети (ОГС);
2. Геодезические сети сгущения (ГСС);
3. Геодезическое съёмочное обоснование (ГСО).

Структура геодезического обоснования в зависимости от площади территориального образования

Площадь км ² ₂	Плановое геодезическое обоснование		
	ОГС (классы)	ГСС (разряды)	ГСО
200	<u>2</u> ,3,4	4, <u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
50-200	<u>3</u> ,4	4, <u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
10-50	<u>4</u>	4, <u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
5-10	-	<u>4</u> ,1,2	<i>T.x.</i>
2.5-5	-	<u>1</u> ,2	<i>T.x.</i>
1-2.5	-	<u>2</u>	<i>T.x.</i>
1	-	-	<u><i>T.x.</i></u>

СТРУКТУРА ОГС

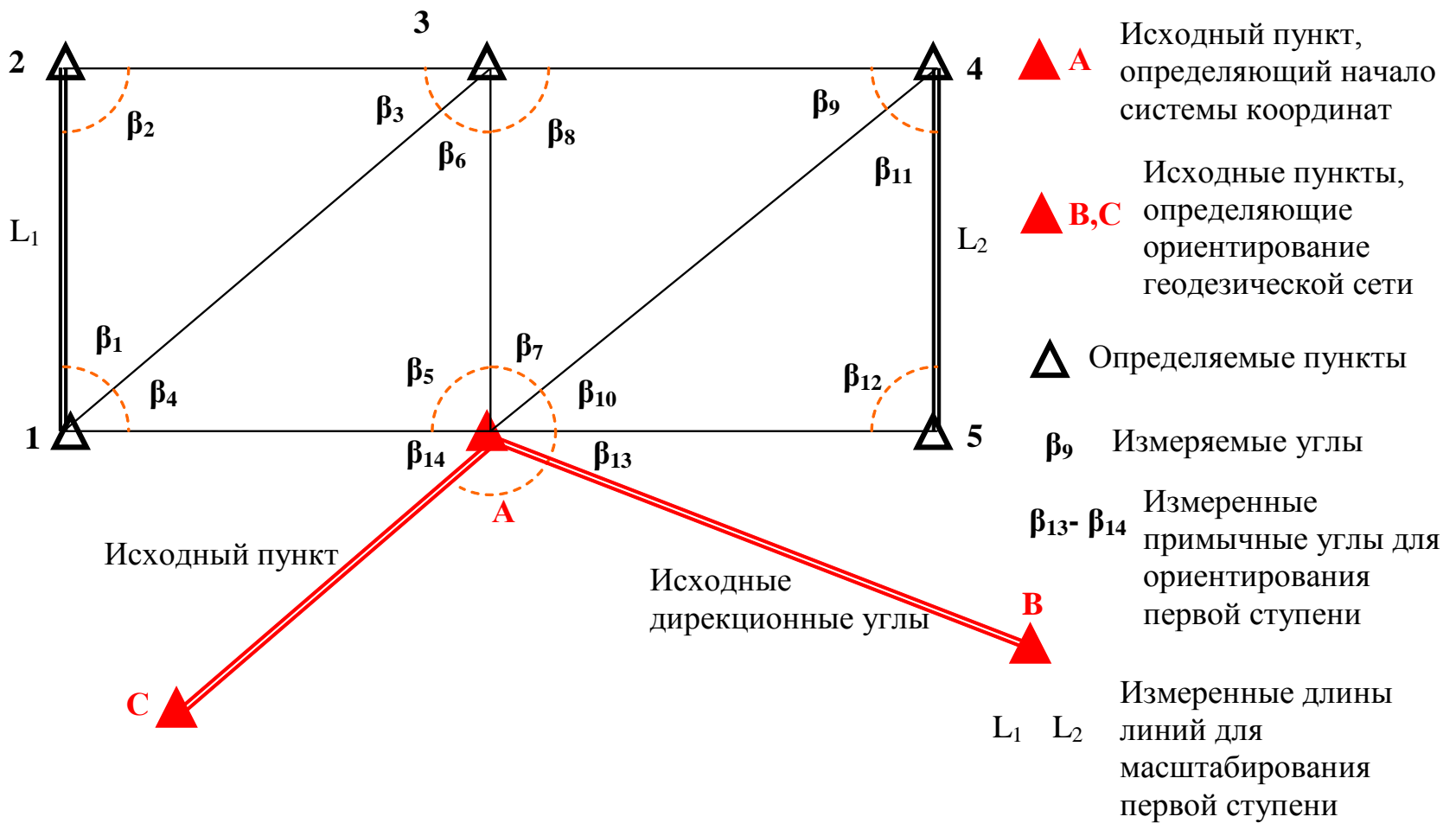
ОГС предназначены для создания на территории сети пунктов (для города, размещенных на крышах зданий) с заданной плотностью 1 пункт на 4км².

Если для обеспечения землеустроительной и кадастровой деятельности выбрана местная система, то первая ступень ОГС имеет один исходный пункт, который одновременно является началом системы координат и несколько сторон с исходными дирекционными углами

(для местной системы координат исходный пункт должен располагаться в центральной части ТО).

ОГС создается в виде:

триангуляции, трилатерации, линейно-угловых, комбинированных и спутниковых построений



Триангуляция представляет собой сеть, состоящую из треугольников или геодезических четырёхугольников. В этой сети измеряются углы между направлениями на пункты, и как минимум 2 стороны.

Масштаб первой ступени определяется измеренными длинами линий.

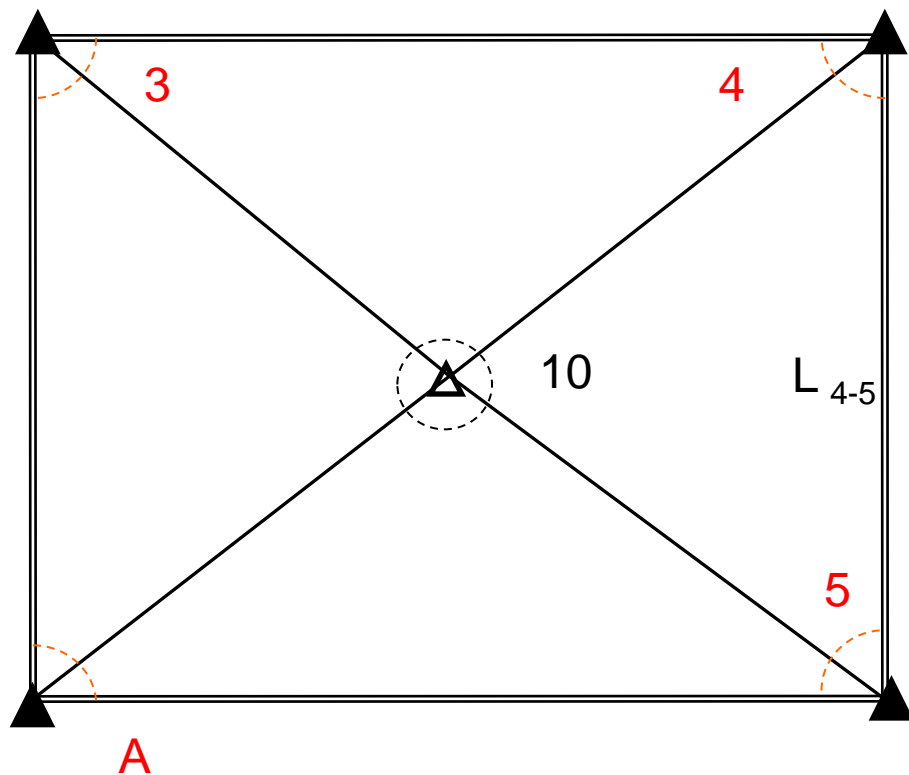
ОБРАЗЕЦ ПРОЕКТА ОГС НА ЗАДАННОЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



Пункт ОГС 4 класса



Проектирование второй ступени ОГС в виде триангуляции



▲ Исходные пункты старшей ступени

△ Определяемый пункт младшей ступени

L Измеренная контрольная длина линии между исходными пунктами

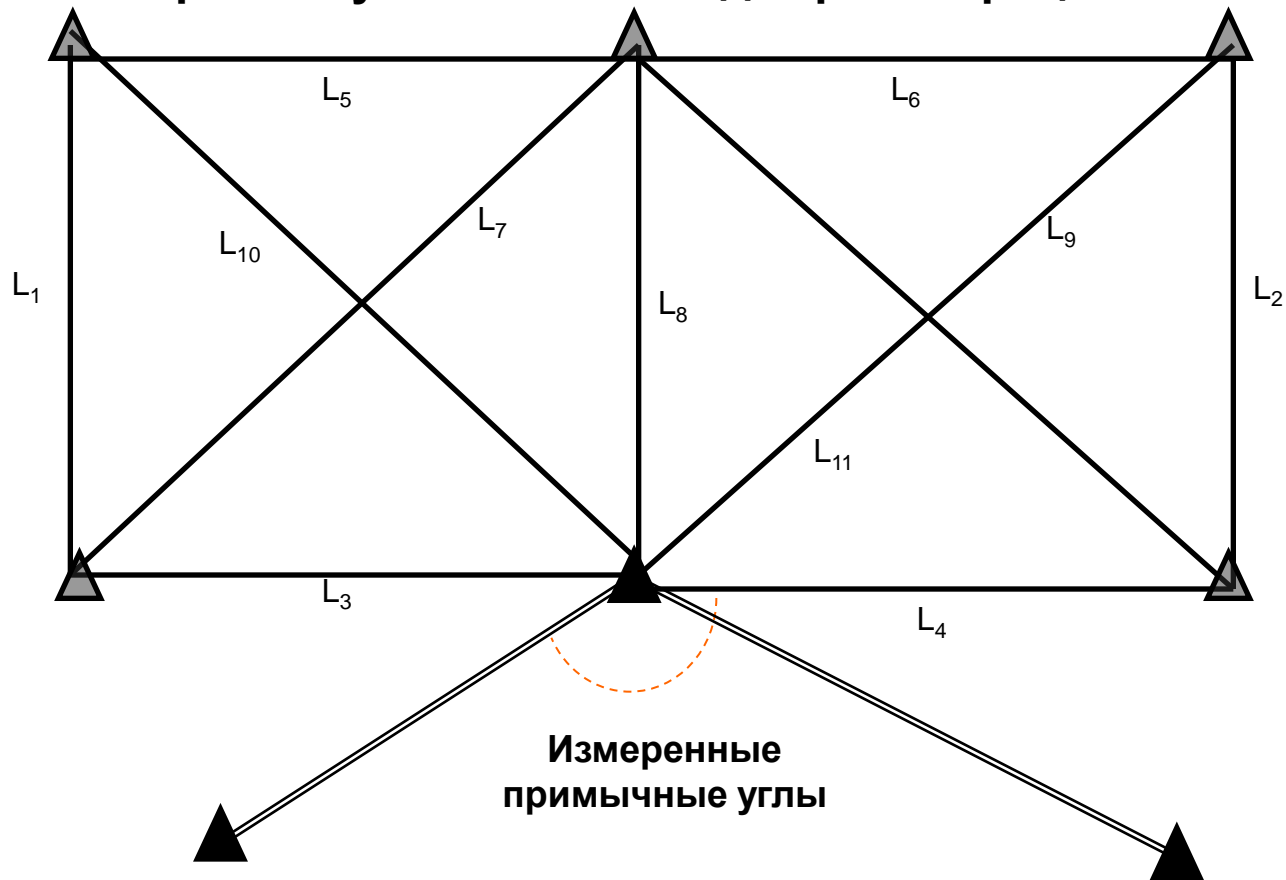
При многоступенчатом варианте построения ОГС последующие ступени проектируются как “вставки” в старшую ступень ОГС.

Во второй ступени измеряемыми элементами являются углы.

Масштаб младшей ступени определяется исходными пунктами старшей ступени. Проверка стабильности исходной ступени выполняется с использованием следующего уравнения

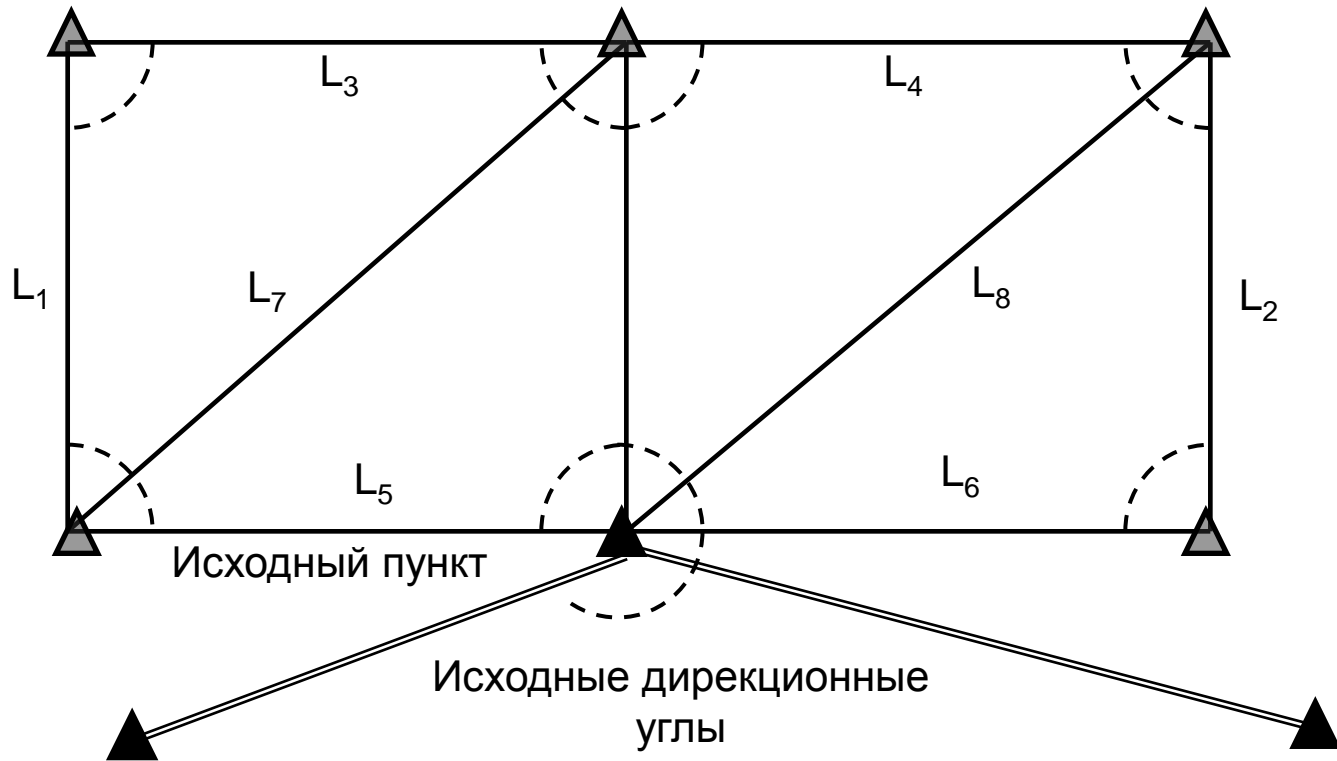
$$L_{4-5} - S_{\text{ИСХ}} = 2 \cdot m_S$$

Первая ступень ОГС в виде трилатерации



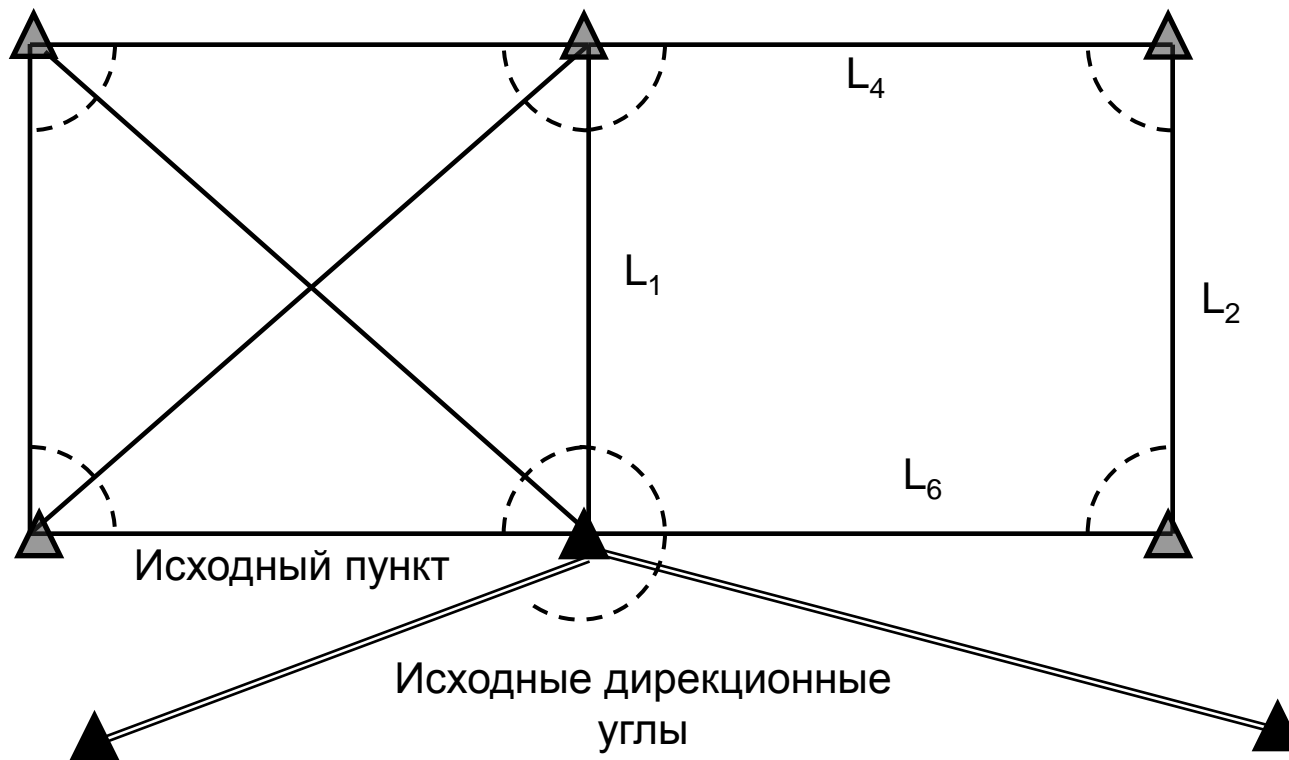
Трилатерация - сеть из треугольников или геодезических четырёхугольников, в которых измерены длины линий и для ориентирования сети примычные углы между исходными дирекционными углами и сторонами сети.

Первая ступень ОГС в виде линейно-углового построения



В линейно-угловой сети измерены все углы и длины линий

Первая ступень ОГС в виде комбинированного построения



Комбинированное построение – сеть, которая является комбинацией стандартных геодезических построений.

ПАРАМЕТРЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОГС

Пункты ОГС располагаются на крышах зданий в местах, которые обеспечивают их долговременную сохранность.

С учетом высоты здания между пунктами должна быть обеспечена прямая оптическая видимость.

Взаимное расположение пунктов должно соответствовать следующим параметрам

Параметры		Класс ОГС		
		2	3	4
Проектирование	α (связующий угол в треугольнике)	40°	30°	30°
	L(км)	7-20	5-8	2-5
Построение на местности	m_β	1.0''	1.5''	2.0''
	f_β (допустимая угловая невязка)	4.0''	6.0''	8.0''
	m_L / L (точность измерения линий)	1:300000	1:200000	1:200000
Оценка точности	m_S / S	1:200000	1:120000	1:70000

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ ОГС

Достоинства триангуляции

1. Способ подробно описан в нормативно-справочной литературе.

Недостатки триангуляции

- В треугольниках триангуляции, длины линий вычисляются с разной степенью точности. Поэтому в триангуляции происходит быстрое понижение точности определения длин линий при удалении их от исходного базиса;

2. Углы измеряются в условиях сильных рефракционных полей.

Поэтому измеренные углы могут искажаться на величины до 5 – 10”.

Достоинства трилатерации:

1. Точность измеренных длин линий одинаковая по всей сети;

2. Рефракция оказывает влияние на точность линейных измерений не более 30% от инструментальной точности тахеометра;

3. Измерение длин линий технологичнее угловых измерений.

Недостатки трилатерации:

1. Измеренные длины линий оцениваются по внутренней сходимости, а угловая невязка обеспечивает контроль угловых измерений и одно избыточное измерение;

2. В треугольниках трилатерации углы вычисляются с разной степенью точности. Следовательно, в трилатерации происходит понижение точности определения дирекционных углов при удалении от исходного базиса;

3. За счет угловых невязок в сетях триангуляции больше геометрических условий и, как следствие, сети триангуляции точнее трилатерации.

Достоинства линейно-угловых сетей:

1. Максимальное число избыточных измерений, следовательно, наивысшая точность сети.

Недостатки линейно-угловых сетей:

1. Наибольшая трудоемкость при выполнении полевых измерений.
2. Необходимость согласования точности угловых и линейных измерений

$$\frac{m_{\beta}}{\rho} = K \frac{m_L}{L}$$

$K = 1$ линейно – угловая сеть

$K \leq \frac{1}{3}$ метод триангуляции

$K \geq 3$ метод трилатерации

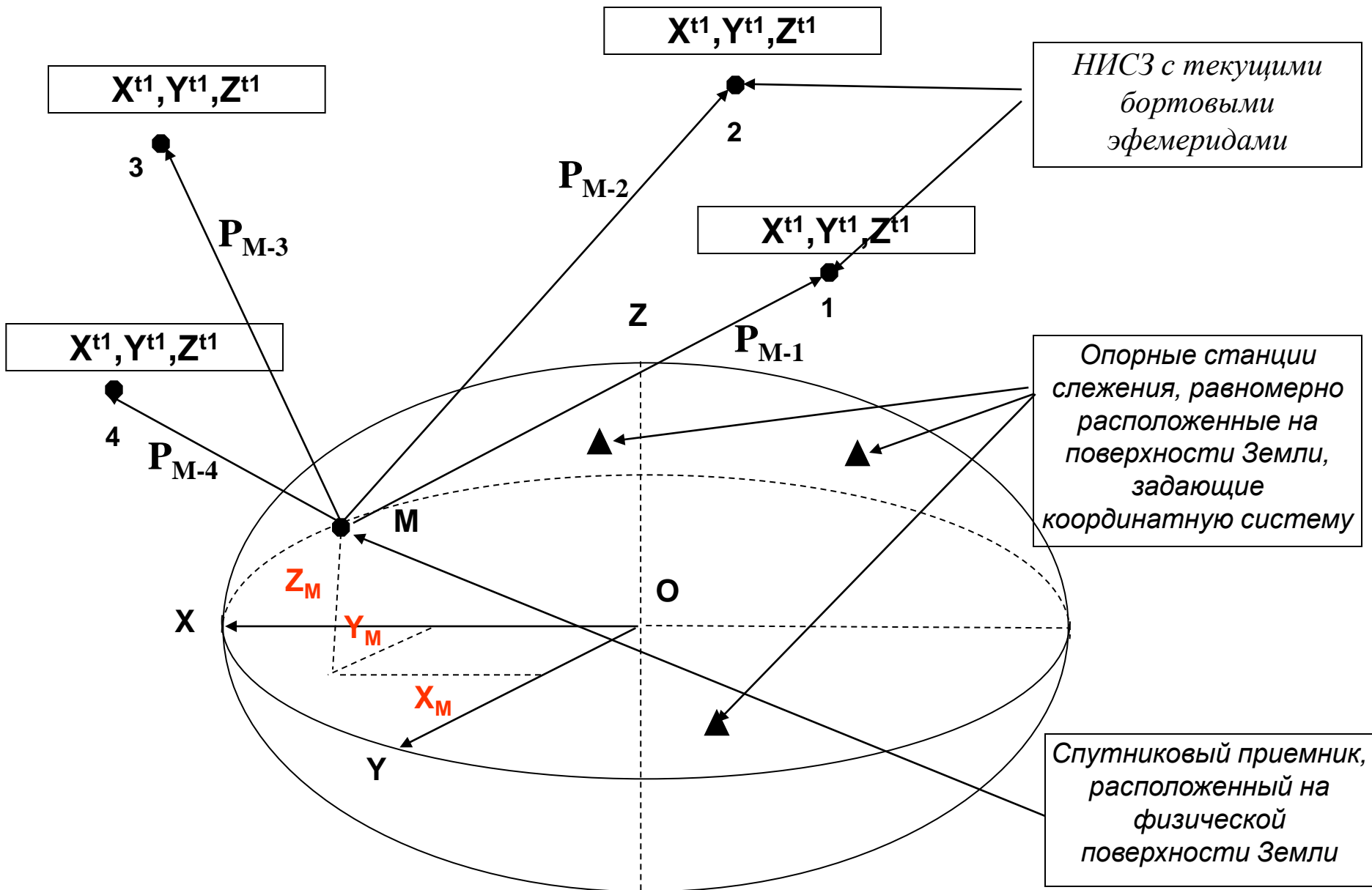
СПУТНИКОВЫЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Этот метод основан на измерении псевдодальностей от наземных приёмников до спутников, орбиты которых известны с высокой точностью.

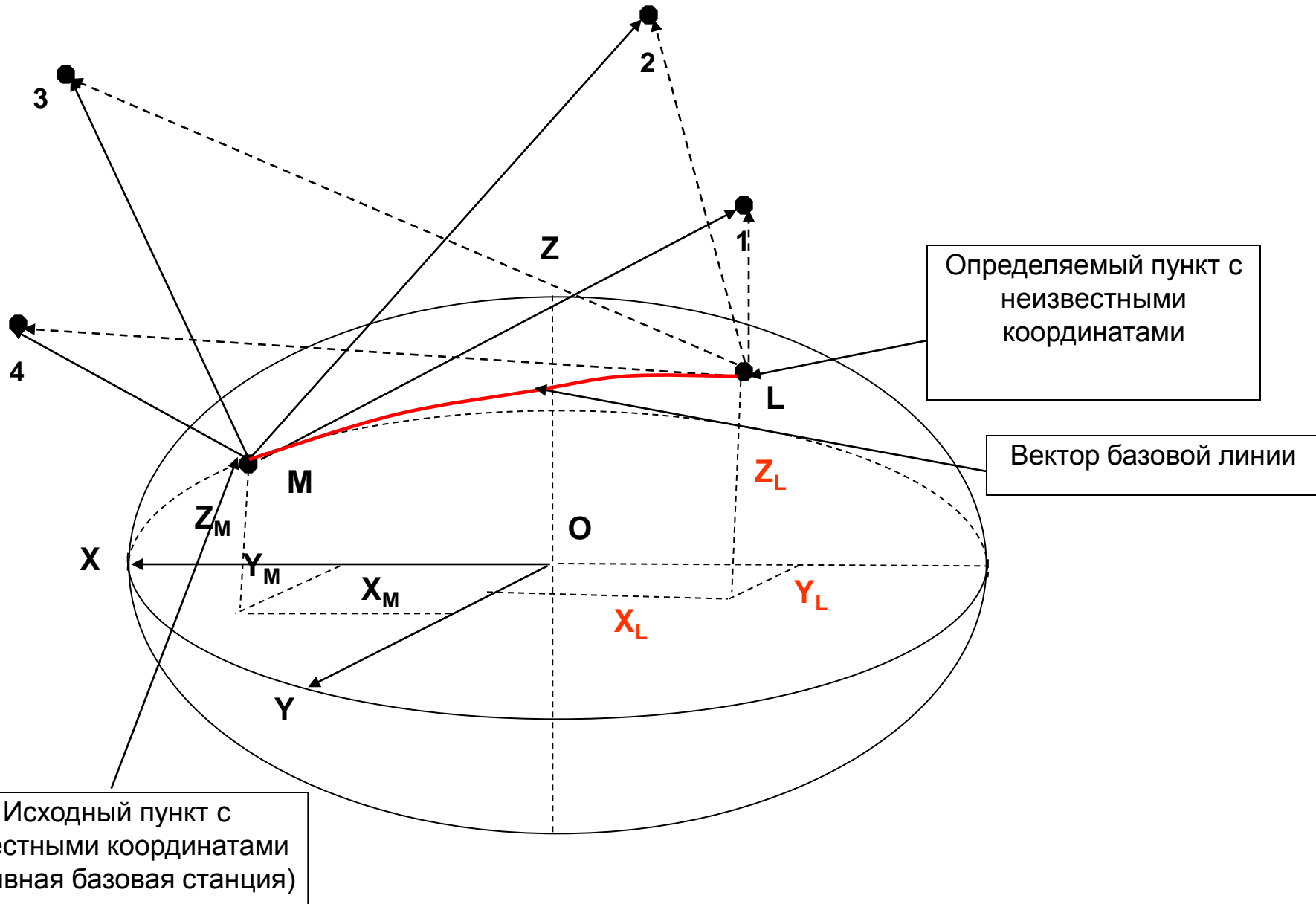
Существуют следующие спутниковые технологии:

1. **Абсолютный** (*точечное позиционирование, используется один приемник, точность метода приблизительно 15 метров*);
2. **Дифференциальный** (*используются не менее двух приемников для позиционирования в режиме реального времени для решения различных задач навигационного характера, дециметровая точность метода – в настоящее время сантиметровая*);
3. **Относительный** (*используются не менее двух приемников для решения геодезических задач, миллиметровая точность метода. Один приемник может быть использован в виде активной базовой станции*).

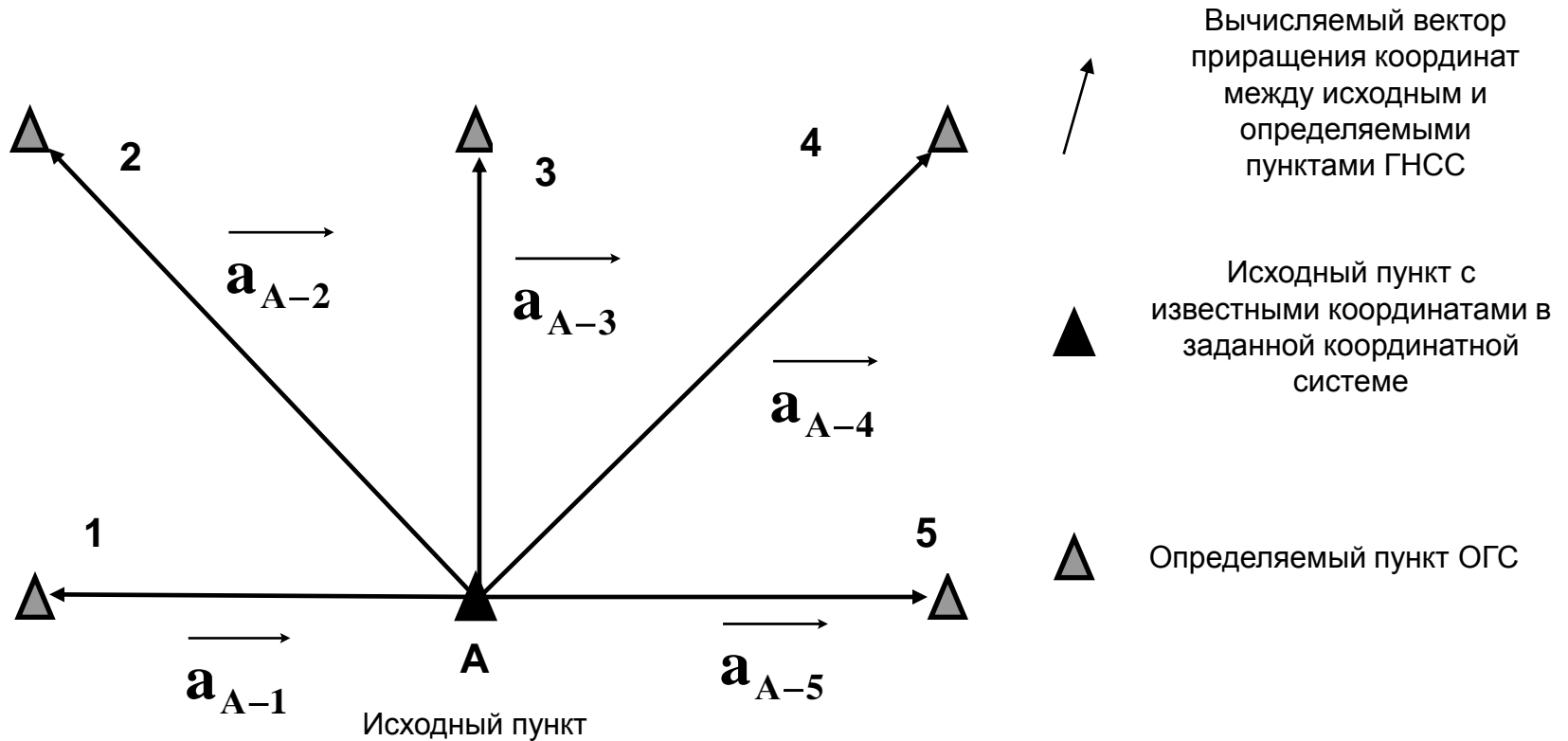
АБСОЛЮТНЫЙ СПОСОБ СПУТНИКОВЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ



ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОГО СПОСОБА



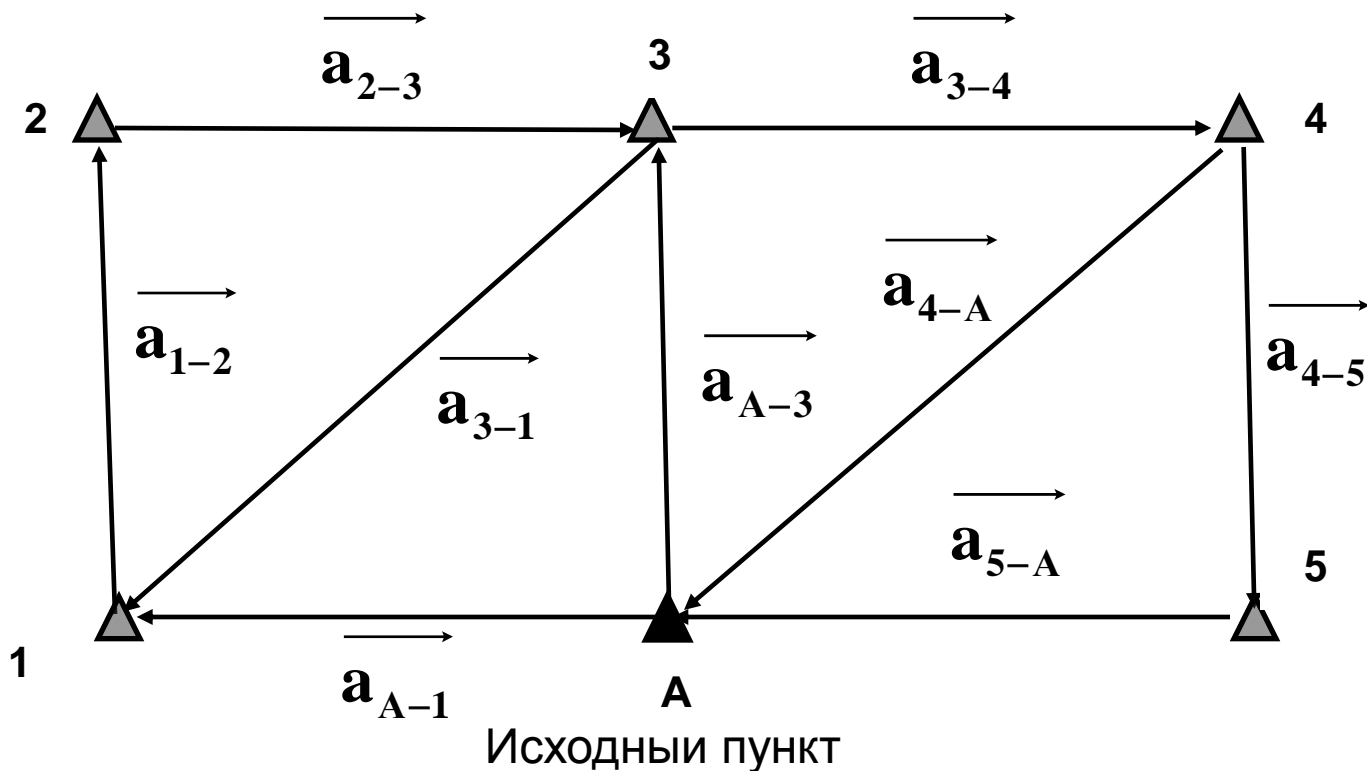
Первая ступень ОГС в виде лучевой ГНСС



Недостатком этого способа является отсутствие контроля вычисляемых координат определяемых пунктов.

Число определений равно $n=5$, один приемник все время находится на исходном пункте (способ активной базовой станции)

Первая ступень в виде сетевого варианта спутниковой сети (ГНСС)



Недостатком этого способа является более высокая трудоемкость полевых спутниковых определений ($n=9$).

Невозможно использовать один приемник при работе активной базовой станции

Достоинством – контроль качества спутникового позиционирования

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СПУТНИКОВЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ

сумма векторов по замкнутой геометрической фигуре должна быть равна нулю

$$\vec{a}_{A-1} + \vec{a}_{1-3} + \vec{a}_{3-A} = \mathbf{W}_1;$$

$$\vec{a}_{1-2} + \vec{a}_{2-3} + \vec{a}_{3-1} = \mathbf{W}_2;$$

$$\vec{a}_{A-3} + \vec{a}_{3-4} + \vec{a}_{4-A} = \mathbf{W}_3;$$

$$\vec{a}_{A-4} + \vec{a}_{4-5} + \vec{a}_{5-A} = \mathbf{W}_4.$$

Для замкнутых геометрических построений должно выполняться условие

$$\mathbf{W}_I \leq 2 * m_{GPS};$$

$$m_{GPS} = a + b * S_{KM}$$

m_{GPS}

Инструментальная точность спутниковых определений

ДОСТОИНСТВА СПУТНИКОВЫХ СЕТЕЙ (ГНСС)

1. Автономность определения координат в заданной территориальной зоне для абсолютного метода определений
(вне зависимости от существующего геодезического обоснования);
2. Независимость от погодных условий (*туман, задымленность*);
3. Отсутствие необходимости обеспечивать взаимную видимость между определяемыми и исходными пунктами спутниковой сети
(исключается постройка высоких геодезических знаков);
4. Высокая точность определения векторов базовых линий в относительном методе;
5. Независимость точности уравниваемых элементов спутниковой сети от конструкции геодезического построения

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СПУТНИКОВЫХ СЕТЕЙ

1. Использование в качестве исходной математической поверхности для GPS-определений эллипсоида WGS-84;
2. Необходимость обеспечения видимости с наземных приемников на ИСЗ;