

ВЫБОР СИСТЕМЫ КООРДИНАТ И ПОВЕРХНОСТИ ОТНОСИМОСТИ ДЛЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ

Геодезические работы выполняются на физической поверхности Земли, которая является неправильной математической фигурой. Поэтому все результаты измерений необходимо перенести (редуцировать) на правильную математическую поверхность.

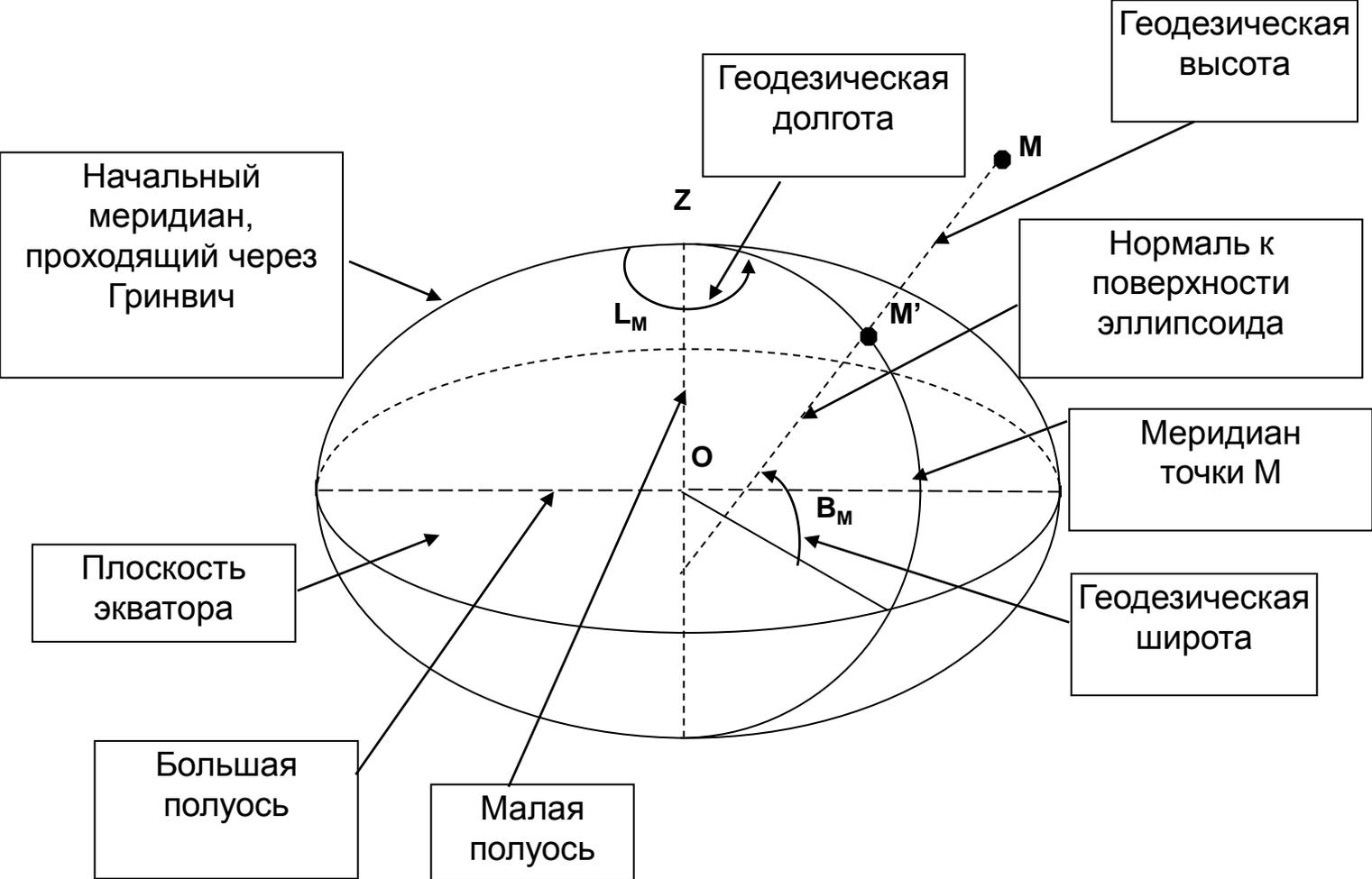
В качестве такой поверхности используется или общеземные эллипсоиды WGS-84, ПЗ90 (*наиболее приближены к физической поверхности всей планеты Земля*) или референц-эллипсоид Красовского (*наиболее приближен к физической поверхности России*) .

Основными элементами эллипсоида являются:

1. Большая полуось;
2. Малая полуось (сжатие)

Используемый эллипсоид и система координат	Большая полуось (км)	Сжатие
Параметры Земли ПЗ-90, СК-95	6 378.136	1:298,257839303
Эллипсоид Красовского СК-42	6 378.245	1:298,3
Эллипсоид WGS-84	6 378.137	1:298,257223563

Геодезическая система координат



Геодезической широтой В точки М

называется острый угол В, образованный нормалью к поверхности эллипсоида в данной точке и плоскостью экватора (размерность градусы).

Диапазон изменения геодезической широты -90° до 90° ;

Геодезической долготой L точки М называется двугранный угол, образованный плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана данной точки (размерность градусы).

Диапазон изменения геодезической долготы 0° до 360° .

(0 – 180 восточное полушарие, 180 – 360 западное полушарие)

Геодезической высотой Н называется расстояние от физической поверхности Земли до поверхности эллипсоида вращения (линейная размерность).

Диапазон изменения геодезической высоты для планеты Земля -10994м. до 8848м.

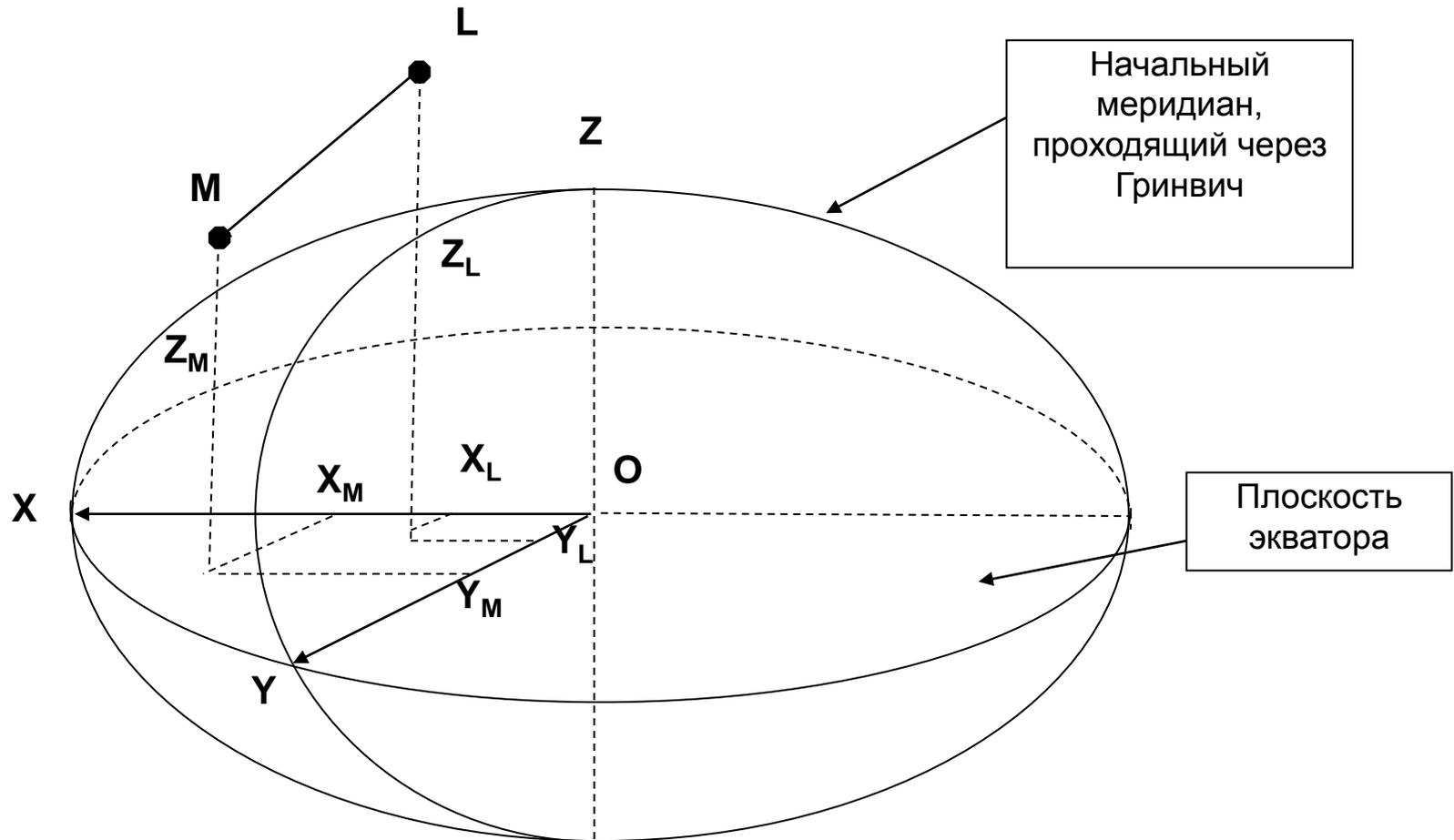
Достоинства координатной системы:

1. Получение без искажений параметров объекта недвижимости при больших площадных размерах (границы РФ; границы субъектов РФ)

Недостатки координатной системы:

1. Сложные и громоздкие формулы для вычислений параметров объектов недвижимости

Пространственная прямоугольная (геоцентрическая) система координат



Геоцентрической - система координат называется в том случае, когда центр эллипсоида совпадает с центром масс планеты Земля.

За начало системы координат принимается центр эллипсоида O .

Данная координатная система предназначена для геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

В пространственной прямоугольной системе направление оси Z совпадает с осью вращения эллипсоида, ось X лежит в плоскости Гринвичского меридиана, ось Y дополняет систему до правой.

Абсцисса X (расстояние от центра до проекции точки на ось X);

Ордината Y (расстояние от центра до проекции точки на ось Y);

Высота Z (расстояние от положения точки в пространстве до плоскости экватора).

Достоинства координатной системы:

1. Получение без существенных искажений параметров объекта недвижимости при больших площадных размерах (границы РФ; границы субъектов РФ);
2. Простые формулы для вычислений параметров объектов недвижимости;
3. Независимость вычисляемых параметров от удаления от центра координатной системы.

Недостатки координатной системы:

1. Невозможность использования для составления планов и карт территориального образования.
2. Вычисление длин линий между точками земной поверхности без учета кривизны Земли

Плоская прямоугольная система координат (в проекции Гаусса-Крюгера)

Данная координатная система используется при землеустроительной и кадастровой деятельности, для проектирования и строительства инженерных сооружений.

Координатная система получается в результате проведения на поверхности эллипсоида меридианов через 6 градусов (начиная с меридиана, проходящего через Гринвич) и развертывания полученных зон (60 зон) на плоскость.

Основными координатными линиями, являются:
осевой меридиан (линия абсцисс); проекция экватора (линия ординат).
Началом системы координат для каждой зоны является точка пересечения осевого меридиана с проекцией экватора.

Координаты это точки будут равны $x=0\text{км}$. $y=500\text{км}$.

Достоинства координатной системы:

1. Совпадение размеров объекта недвижимости на физической поверхности Земли и в проекции Гаусса-Крюгера при его расположении на осевом меридиане;
2. Простые формулы для вычислений размеров объектов недвижимости;
3. Удобная проекция для составления топографических планов и карт.

Недостатки координатной системы:

1. Увеличение размеров объекта недвижимости от реальных размеров при его удалении от осевого меридиана.
2. Сложности математической обработки при координировании вытянутых вдоль параллелей объектов недвижимости.

При использовании зональной проекции Гаусса-Крюгера различают **государственную, местную и условную** систему координат.

Государственной называется такая система, в которой осевой меридиан зоны фиксируется относительно начального, Гринвичского меридиана (долготы осевых меридианов зон $\lambda_1=3^0$, $\lambda_2=9^0$, $\lambda_3=15^0$ ).

Для закрепления Государственной системы на местности строят государственные геодезические сети.

Местной называется такая система, в которой осевой меридиан зоны перенесен в пункт государственной геодезической сети, расположенный в произвольном месте территориального образования, (желательно в центральной части). В этом случае началом местной координатной системы будет являться этот исходный пункт.

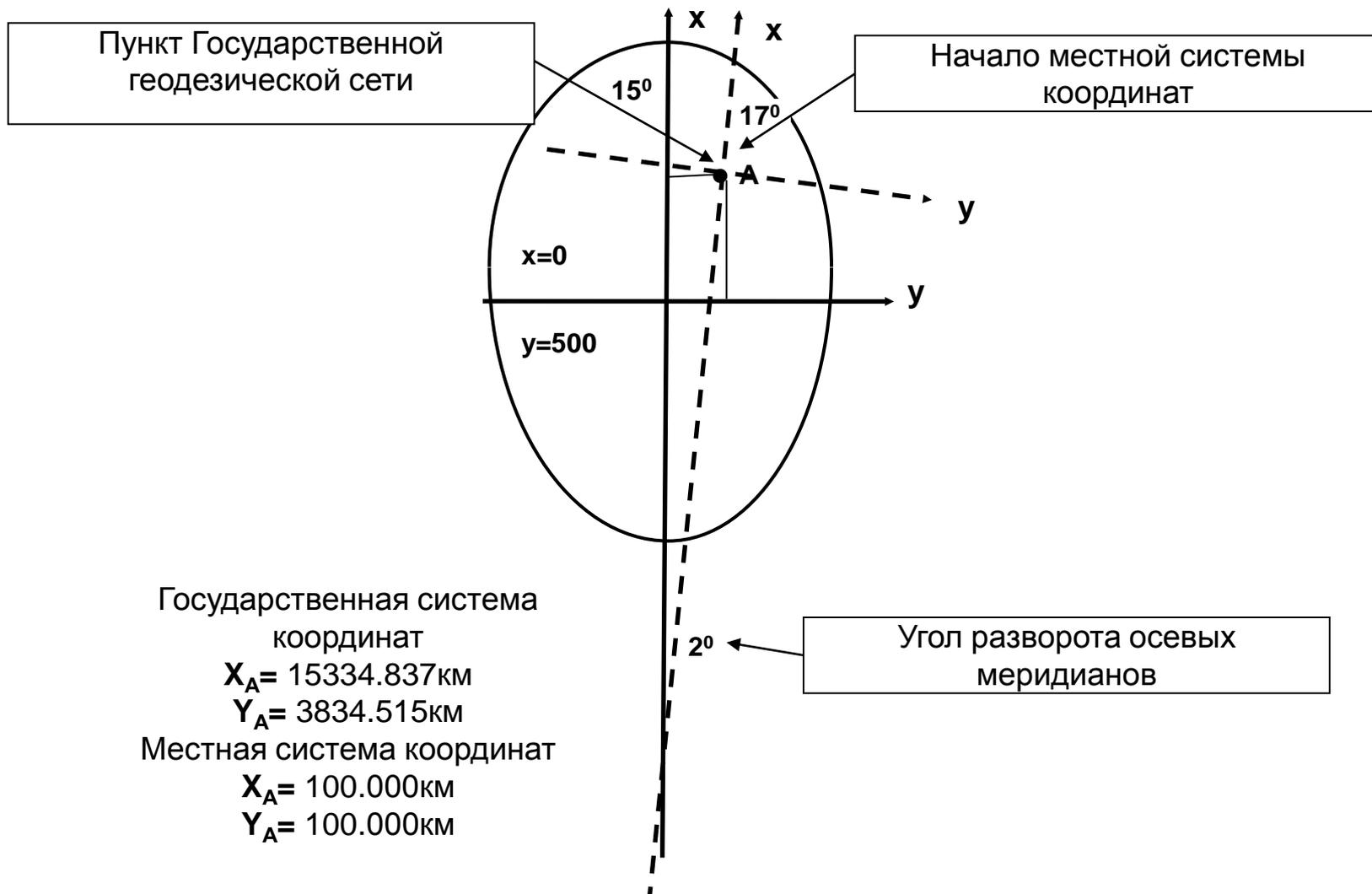
Связь государственной и местной систем координат осуществляется через ключи перехода, куда входят:

1. Разница долгот осевого меридиана, расположенного относительно Гринвича, и осевого меридиана, проходящего через начало местной системы координат;
 2. Разница координат исходного пункта в государственной и местной системах координат.
 3. Угол разворота осевого меридиана местной координатной системы относительно осевого меридиана относительно Гринвича;
 4. Разницей высот уровенных поверхностей для редуцирования линейных измерений
- Требование** к местной системе координат: координаты любых точек при необходимости должны быть пересчитаны в государственную систему координат. Для закрепления местной системы координат в границах территориального образования строят геодезическое обоснование в виде: городских геодезических сетей или опорных межевых сетей(ОМС).

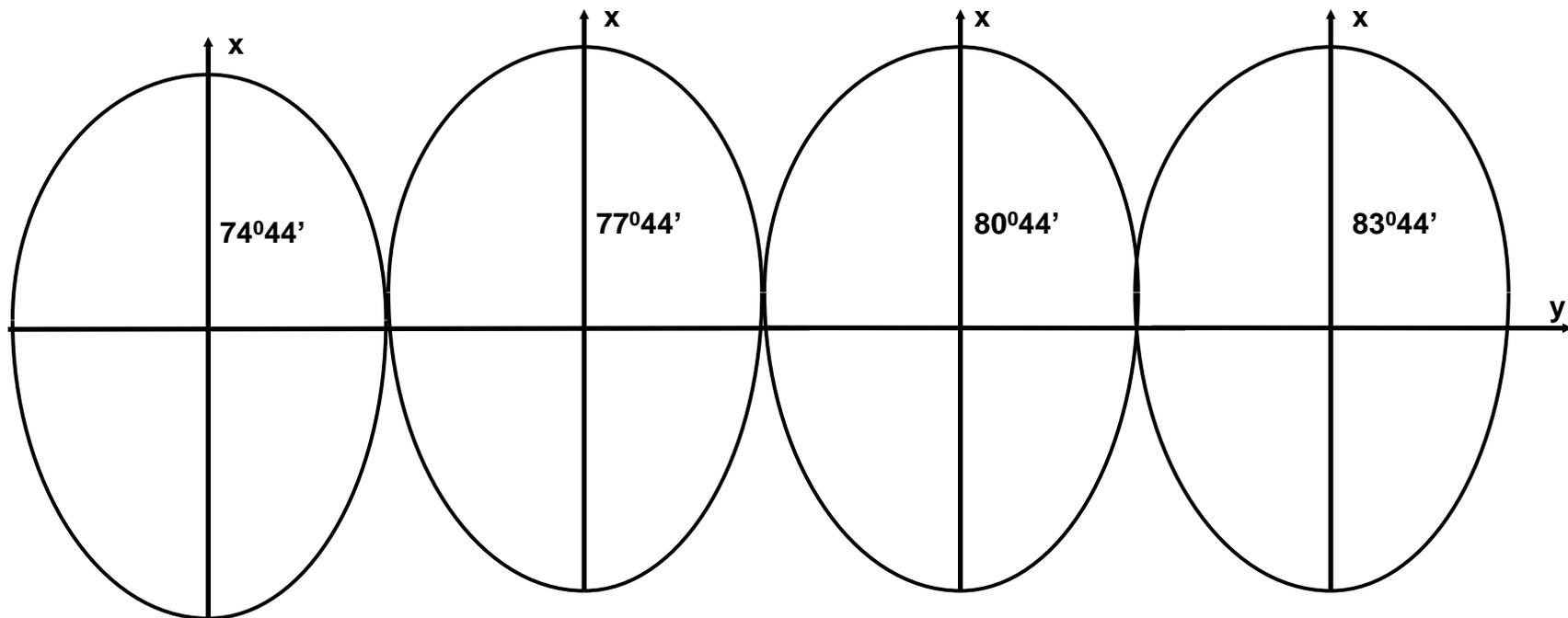
Условной называется такая система, в которой осевой меридиан располагается произвольным образом, в любом месте территориального образования.

Для землеустроительной и кадастровой деятельности такая система не используется, поскольку два территориальных образования в условной системе координат не возможно связать друг с другом.

Образование местной системы координат с ключами перехода



Образование местной (региональной) системы координат (МСК НСО)



Новосибирская область находится в широтном диапазоне от 75 до 85 градусов и ограничена меридианами с долготами 75 и 85 градусов.

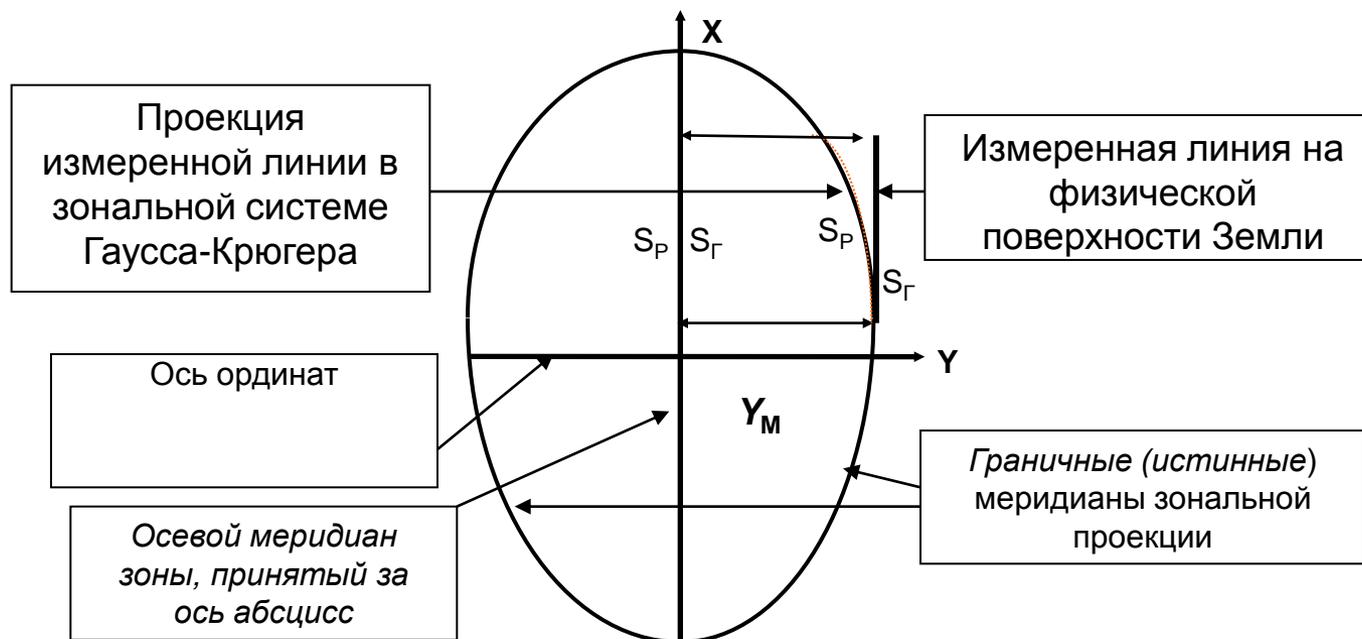
Долгота города Новосибирска $82^{\circ}55'$.

Разница в долготах составляет 49

МЕСТНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ ГОРОДА НОВОСИБИРСКА



Важнейшее свойство проекции Гаусса-Крюгера



*Расположение измеренной линии в зональной проекции
Гаусса-Крюгера*

СВОЙСТВА ЗОНАЛЬНОЙ ПРОЕКЦИИ ГАУССА-КРЮГЕРА

1. На осевом меридиане линия, измеренная на физической поверхности Земли, совпадает со своей проекцией в зональной проекции Гаусса-Крюгера;
2. При удалении линии от осевого меридиана на величину Y_M , в измеренное значение необходимо ввести поправку, вычисляемую по следующей формуле

$$S_p = S_r + \Delta Y; \quad \Delta Y = S_r * \frac{Y_M^2}{2 * R^2}, \quad (1)$$

После введения поправки за редуцирование возникнет противоречие между длинами линий, измеренными на физической поверхности земли, и длиной линии в зональной проекции Гаусса-Крюгера.

Причём, это противоречие будет тем больше, чем дальше располагается линия от осевого меридиана.

Следовательно, значение площади земельного участка, вычисленного по редуцированным длинам линий, будет превышать его значение на физической поверхности земли.

Поставим условие, чтобы поправки за редуцирование в относительной мере не превышали двойной точности определения длины линии в наиболее слабом месте первой ступени геодезического обоснования

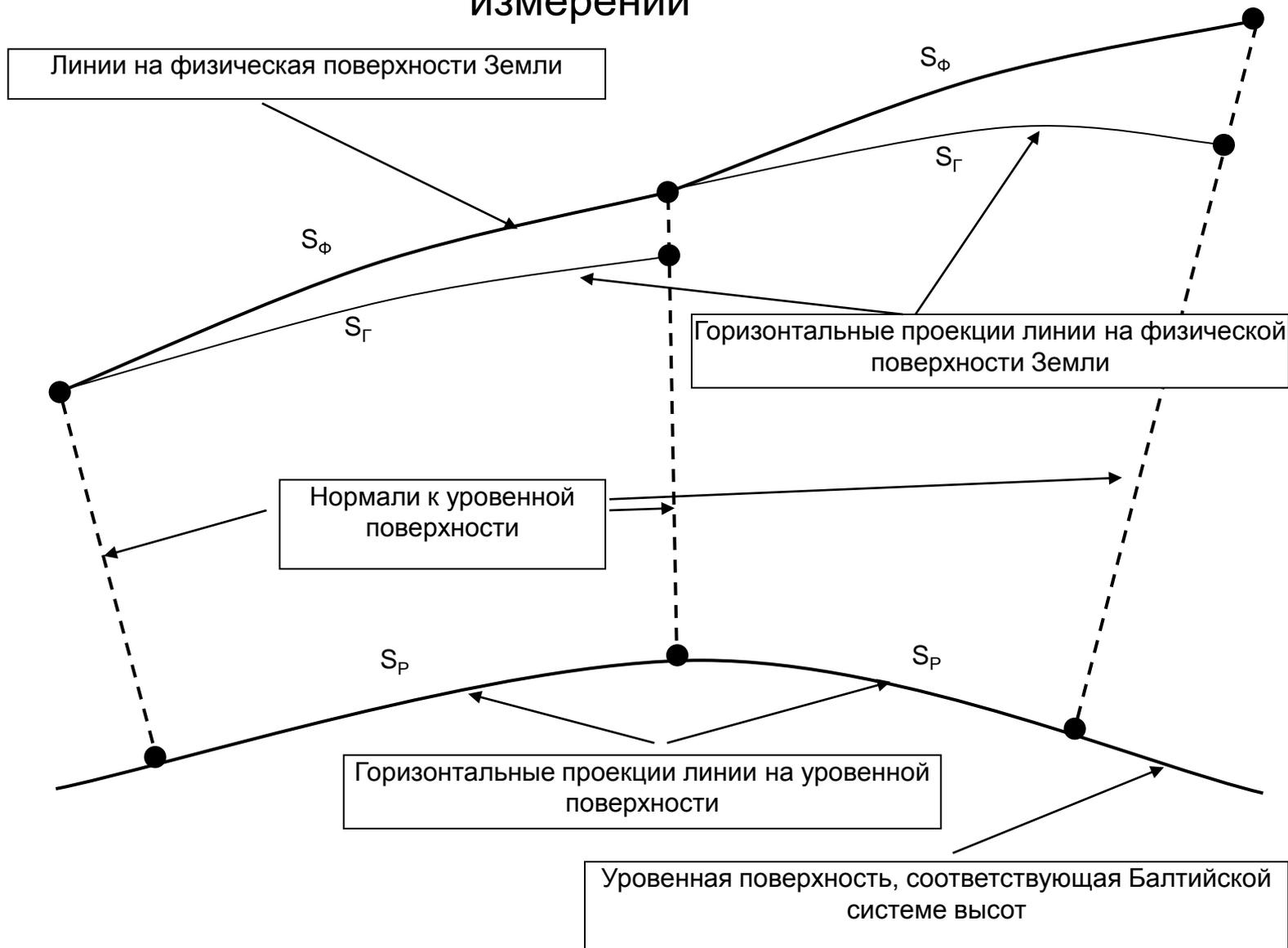
$$\frac{\Delta Y}{Sr} = \frac{1}{2T} \text{ или } \Delta Y = \frac{Sr}{2T}. \quad (2)$$

Подставим полученное выражение в исходное уравнение (1)

$$\frac{S_{\Gamma}}{2T} = S_{\Gamma} \frac{Y_m^2}{2R^2}; \quad Y_m = \frac{R}{\sqrt{T}} = \frac{6370\text{км}}{\sqrt{200000}} = 14.2\text{км}.$$

Следовательно, для города Новосибирска проблема редуцирования будет отсутствовать при максимальном удалении линии от осевого меридиана в 14км.

Условие для выбора поверхности для редуцирования линейных измерений



Поскольку горизонтальные проекции линий расположены на различной высоте относительно уровенной поверхности в их значения необходимо ввести поправку вычисляемую по формуле

$$S_p = S_r - \Delta H, \quad \Delta H = \frac{H_M}{R} S_r, \quad (3)$$

После введения поправки за редуцирование возникнет противоречие между длинами линий, измеренными на физической поверхности земли, и на уровенной поверхности.

Следовательно, значение площади земельного участка, вычисленного по редуцированным длинам линий, будет меньше его значения на физической поверхности земли.

Поставим условие, чтобы поправки за редуцирование в относительной мере не превышали двойной точности определения длины линии в наиболее слабом месте первой ступени геодезического обоснования

$$\frac{\Delta H}{S_r} = \frac{1}{2T} = \frac{1}{400000}, \quad \Delta H = \frac{S_r}{400000}. \quad (4)$$

Подставляя полученное выражение в исходное уравнение (3)

$$\frac{S_{\Gamma}}{400000} = \frac{H_{\text{M}}}{R} S_{\Gamma}, \quad H_{\text{M}} = \frac{R}{400000} = \frac{6370000}{400000} = 15.9\text{м}$$

Следовательно, для города Новосибирска проблема редуцирования будет отсутствовать при максимальных высотах линий относительно уровенной Поверхности в 16 метров.

Значение площади города Новосибирска в различных координатных системах

Государственная

Истинная площадь (*пространственная прямоугольная система координат*) – 503,86км.²

Площадь в плоской прямоугольной системе координат – 505,76 км.² Относительная величина – 1/300 (*шестиградусная зона*)

Площадь в плоской прямоугольной системе координат (*трехградусная зона*) - 504,69 км² - 1/3000 (*трехградусная зона*)

Местная

Площадь (осевой меридиан в центре территориального образования) – 503,86 км.²

Точность вычисления площади из первой ступени 5068м²

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ КООРДИНАТНЫЕ СИСТЕМЫ

- Границы Российской Федерации – Геодезическая система координат;
 - Границы субъектов РФ – Геодезическая или пространственная прямоугольная система координат (в зависимости от размеров и заданной точности);
 - Границы населенных пунктов и недвижимое имущество – местная с расположением осевого меридиана в центральной части территориальной зоны;
 - Межселенные территории – Государственная координатная система;
 - Линейные объекты вытянутые вдоль меридиана – местная прямоугольная система с расположением осевого меридиана в центральной части территориальной зоны;
 - Линейные объекты вытянутые вдоль параллелей – пространственная прямоугольная координатная система
- 1 января 2017 года введение на территории РФ пространственной пр