

Система Геодезических Параметров Земли ПЗ-90

- ПЗ-90 считается геоцентрической системой отсчета в нашей стране. Основной целью ее создания являлось высокоточное обеспечение навигации, орбитальных полетов, и кроме этого решения практических вопросов по основным геодезическим, картографическим, прикладным работам.
- В 2000 году ПЗ-90 получает статус государственной системы координат с полным наименованием «Параметры Земли». Таким итоговым результатом стала большая многоэтапная работа, проделанная несколькими поколениями специалистов.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПЗ-90

В ноябре 1967 года был запущен первый спутник для навигации «Космос 192». Первые специализированные спутники геодезической направленности серии Гео-ИК начали работать в космосе со второй половины 80-х. С их помощью были получены характеристики и параметры Земли ПЗ-85 в дальнейшем и ПЗ-90, как геоцентрической СК. Система координат ПЗ-90 на территории нашей страны была закреплена 26 опорными пунктами с пространственными координатами.

С 1982 года начался проект по созданию космической навигационной системы ГЛОНАСС запуском ИСЗ серии «Космос». К концу 1995 завершилось ее формирование в количестве 24 спутников. Но из-за отсутствия финансирования в те годы запуски космических аппаратов с системой ГЛОНАСС вплоть до 2000-х не производились.

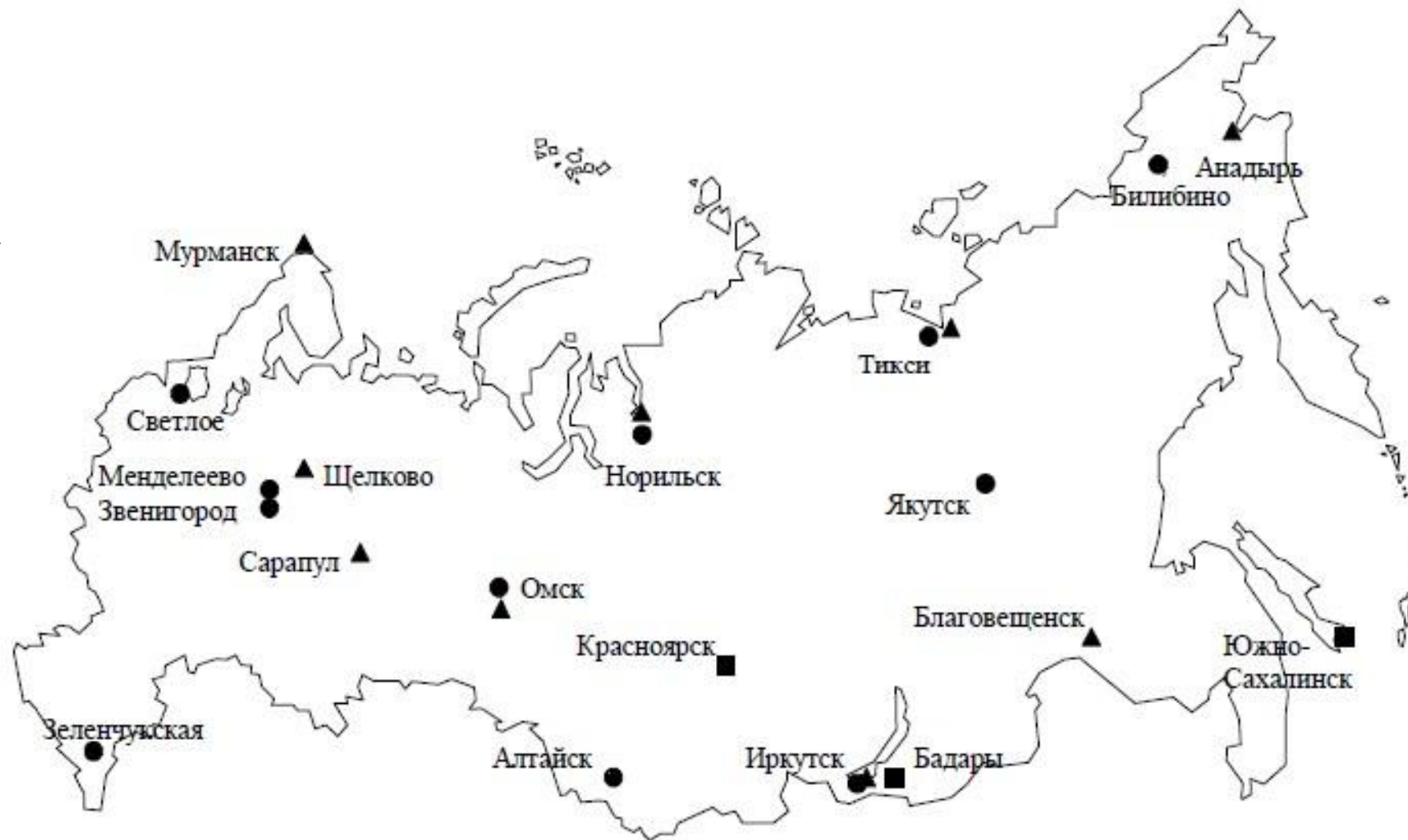


Рис.3. Схема местоположения пунктов КГС (Анадырь), IGS (Билибино), DORIS (Южно-Сахалинск) на территории России.

Именно ПЗ-90 стала первой геоцентрической СК, в которую вошли данные Космической Геодезических Сетей на дату 1990 года. В последующие пятнадцать лет были проведены две ее модернизации. Постоянная необходимость повышения точности геодезического обеспечения навигации, космических полетов требует совершенствование и периодического уточнения параметров и величин математической, физической формы Земли и ее гравиметрического поля.

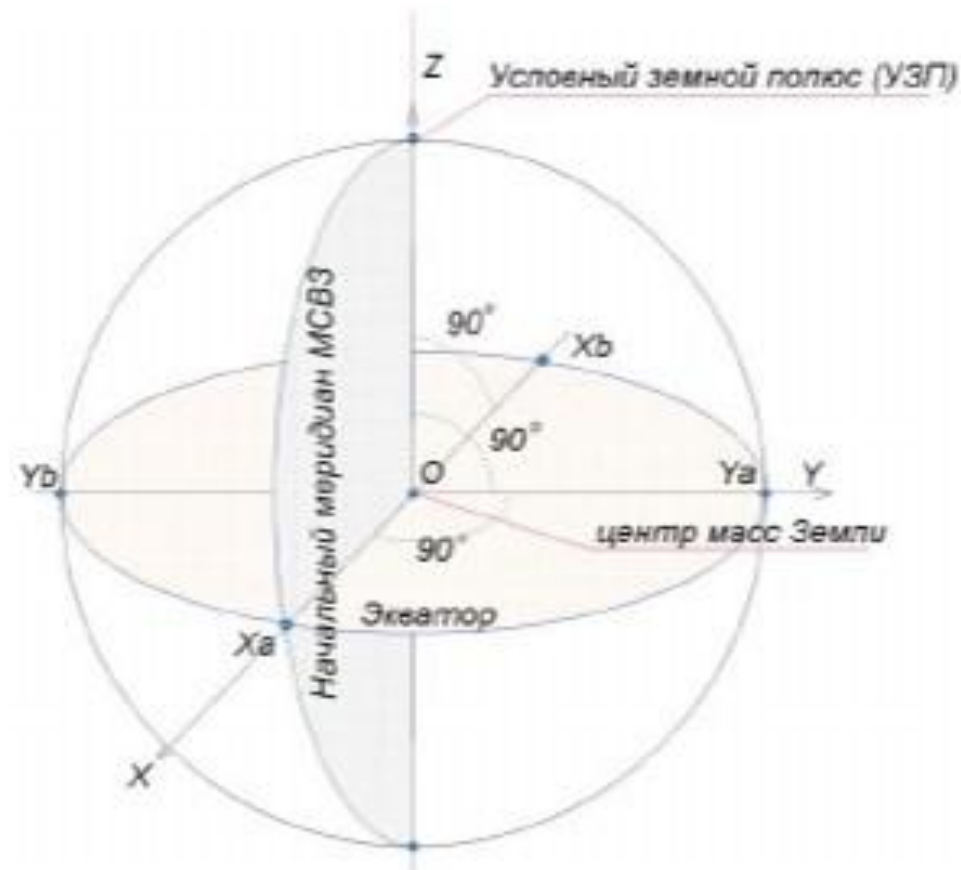
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЗ-90

Первая модернизация ПЗ-90 произведена на дату 2002 года. При этом применялся большой объем полученной информации с космического геодезического комплекса Гео-ИК, полученной при наблюдениях и измерениях с 1991 по 2002 годы аппаратурой навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС. Наименование системы координат остается прежним «Параметры Земли». Изменения связаны лишь с добавлением после точки года, на дату которого применялись измерения. Аббревиатура выглядит следующим образом ПЗ-90.02.

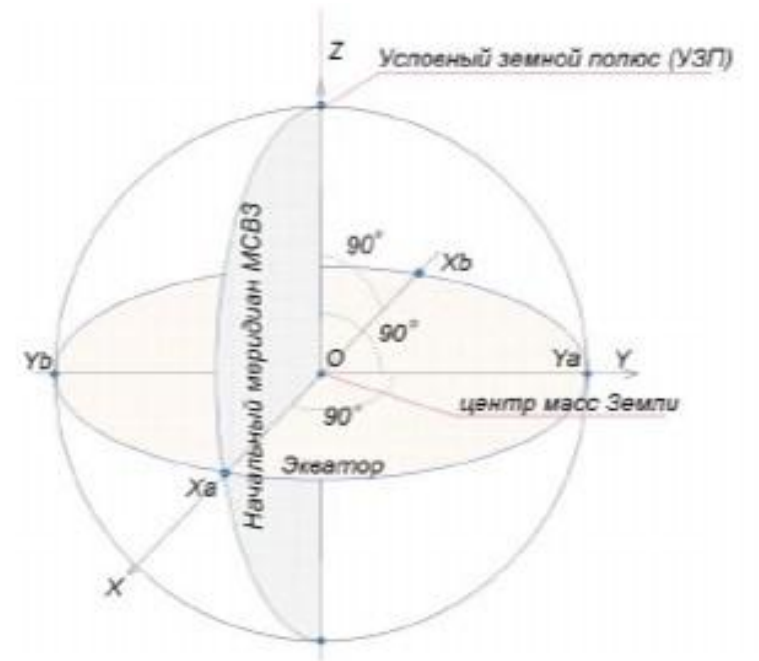
В июне 2007 года решением Правительства РФ была введена в правовое поле ГСК ПЗ-90.02, с помощью которой были улучшены технические характеристики спутниковой навигационной аппаратуры ГЛОНАСС и соответственно повышена точность геодезического обеспечения всех решаемых задач по навигации, баллистике и полетам КА.

ПЗ-90.02 все также считается геоцентрической СК. В ее составе находятся прямоугольная (X, Y, Z) и геодезическая (B, L, H) системы координат.

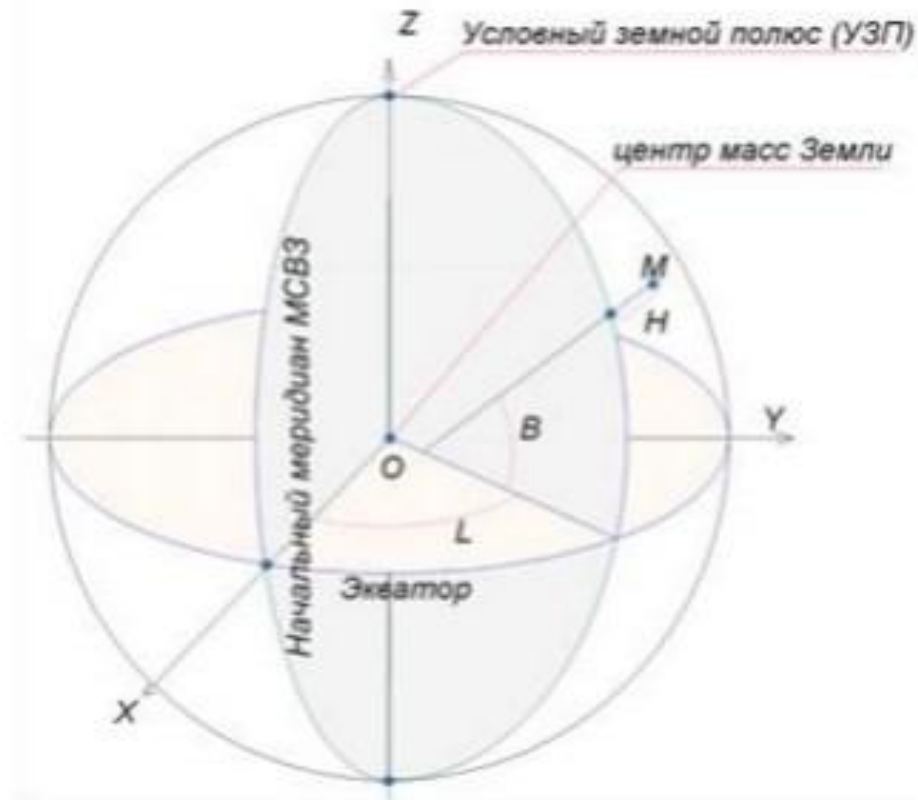
Положение прямоугольных осей координат располагается относительно условного центра масс Земли гравитационной модели с нулевыми значениями координат в ней, совмещенными с центром эллипсоида ПЗ90 (см. Рис.1).



- Ось координат Z в соответствии с рекомендациями международной службы вращения Земли (IERS) ориентирована из их начала и в направлении условного земного полюса на дату 1984 года.
- Ось координат X образуется пересечением плоскостей начального меридиана, установленного все той же IERS, и экватора.
- Ось координат Y дополняет положение геоцентрической прямоугольной СК до правого.



Система геодезических координат (B, L, H) однозначно ориентирует ее относительно правильной поверхности эллипсоида ПЗ90. При этом полюса в ней представлены особыми двумя точками, в которых геодезическая долгота (L) имеет нулевое значение и в них сходятся все меридианы (см. Рис.2



Данные ПЗ-90 в виде фундаментальных геодезических констант, параметров и величин земного эллипсоида согласуются с ИКД ГЛОНАСС. Числовые значения последней версии ПЗ-90.11 представлены в таблице

Средняя угловая скорость вращения Земли (ω_3) относительно точки весеннего равноденствия	$7,292115 \cdot 10^{-5}$ радиан/с
Геоцентрическая константа гравитационного поля Земли с учетом атмосферы (GM)	$398600,4418 \cdot 10^9 \text{ м}^3 / \text{с}^2$
Геоцентрическая константа гравитационного поля атмосферы Земли (GM_a)	$0,35 \cdot 10^9 \text{ м}^3 / \text{с}^2$
Скорость света в вакууме (c)	299792458 м/с
Большая (экваториальная) полуось общеземного эллипсоида ПЗ-90 (a_e)	6378136 м
Величина полярного сжатия общеземного эллипсоида ПЗ-90 (α)	1 / 298,257839303
Величина нормального гравитационного ускорения на экваторе общеземного эллипсоида (γ_a)	978032,84 мГал
Поправка в ускорение нормальной силы тяжести за притяжение атмосферы на уровне моря ($\delta\gamma_{атм}$)	- 0,87 мГал
Зональный гармонический коэффициент второй степени (J_2^0)	$1082625,75 \cdot 10^{-9}$
Зональный гармонический коэффициент четвертой степени (J_4^0)	$- 2370,89 \cdot 10^{-9}$
Зональный гармонический коэффициент шестой степени (J_6^0)	$6,08 \cdot 10^{-9}$
Зональный гармонический коэффициент восьмой степени (J_8^0)	$1,40 \cdot 10^{-11}$
Нормальный потенциал на поверхности общеземного эллипсоида ПЗ-90 (U_0)	$62636861,4 \text{ м}^2 / \text{с}^2$

Последняя версия ГСК «Параметры Земли» с аббревиатурой ПЗ-90.11 и все ее данные ведены для практического применения с января 2017 года. Помимо нее, как основной системы отсчета при навигации всех летательных, космических, морских и сухопутных аппаратов, была учреждена другая геоцентрическая система координат ГСК-2011. Основным ее предназначением считается использование в секторах гражданской направленности.

Все усовершенствования и уточнения в единую государственную ГСК «Параметры Земли» были проведены в 2011 году со значительным количеством использования измерений GPS/ГЛОНАСС на пунктах космической геодезической сети (КГС) и сети IGS. Впервые для установления и модернизации серии ГСК была задействована спутниковая система DORIS.