

УДК 622.834:528:74

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ КООРДИНАТ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СПУТНИКОВОЙ ГЕОДЕЗИИ

Котовщикова В. А., студентка гр. ГМс-141, II курс
Научный руководитель: Корецкая Г. А., старший преподаватель
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Необходимость использования различных систем координат в спутниковой геодезии становится понятной, если учесть, что для вычисления орбит спутников, прогнозирования их движения используются одни системы координат, для определения координат пунктов в процессе наблюдения используются другие координаты, а для использования полученных координат при решении различных прикладных задач геодезии требуются совершенно иные системы. Кроме того, нужна соответствующая теория времени, поскольку решение задач спутниковой геодезии производится по наблюдениям объектов, часто движущихся с огромными скоростями.

Инерциальными системами координат называют системы, оси которых фиксированы в пространстве, либо изменяющие своё положение с течением времени по хорошо известным законам относительно других фиксированных осей. Свободная материальная точка в такой системе движется равномерно и прямолинейно. Эти системы лучше всего подходят для изучения движения искусственных спутников Земли (ИСЗ).

Системы координат, вращающиеся вместе с Землёй, называют земными. Инерциальные системы, не участвующие в суточном вращении Земли называют небесными или звёздными. Системы, начало которых совпадает с центром масс Земли, называют геоцентрическими. Земные геоцентрические системы называют также общеземными или глобальными, мировыми референсными (опорными), или условными земными. Если за начало отсчёта принимается точка на земной поверхности, в которой ведут геодезические наблюдения, то система координат принимает название топоцентрической [1].

Основой систем геодезического, картографического и навигационного обеспечения являются геодезические (земные) системы координат: географическая (рис.1, а), геодезическая (рис. 1, б), плоская условная система прямоугольных координат (рис. 2), полярная система координат (рис. 3) и система плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера [2].

При решении инженерно-геодезических задач на небольших участках земной поверхности, площадь которых не превышает 400 кв. км, применяют плоскую прямоугольную геодезическую и полярную системы координат. В

этом случае пренебрегают сферичностью Земли, и участок съёмки принимают за плоскость (рис. 3).

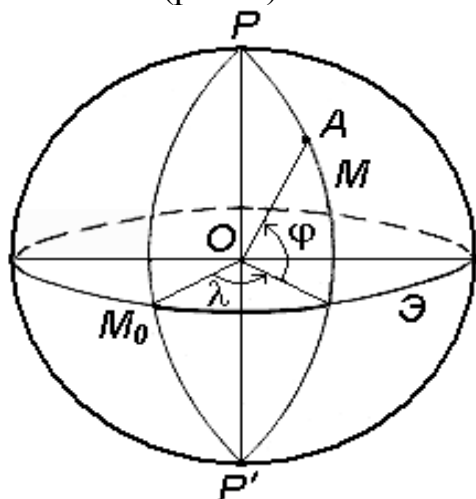


Рис. 1. Система географических координат

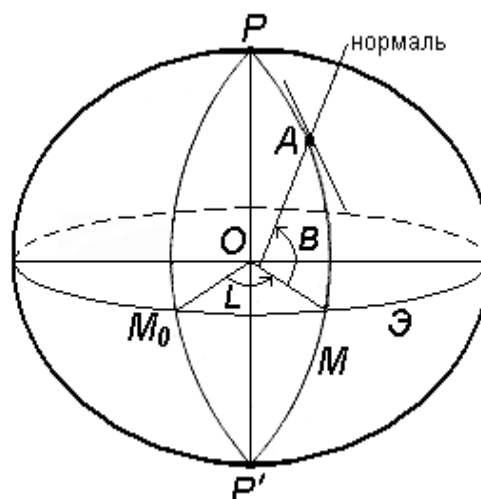


Рис. 2. Система геодезических координат

Географическая широта φ – угол, образованный отвесной линией в данной точке и экваториальной плоскостью. Географическая долгота λ – двугранный угол между плоскостями меридиана данной точки с плоскостью начального меридиана.

Геодезическая широта B – угол, образованный нормалью к поверхности эллипсоида в данной точке и плоскостью его экватора. Широта отсчитывается от экватора к северу или югу от 0° до 90° и соответственно называется северной или южной широтой. Геодезическая долгота L – двугранный угол между плоскостями геодезического меридиана данной точки и начального геодезического Гринвичского меридиана (M_0).

При выполнении съемочных и разбивочных геодезических работ применяют полярную систему координат (рис. 4). Для определения положения точек в данной системе используют линейно-угловые координаты: угол β , отсчитываемый по часовой стрелке от полярной оси OP до направления на горизонтальную проекцию точки A' , и полярное расстояние r от полюса системы O до проекции A' .

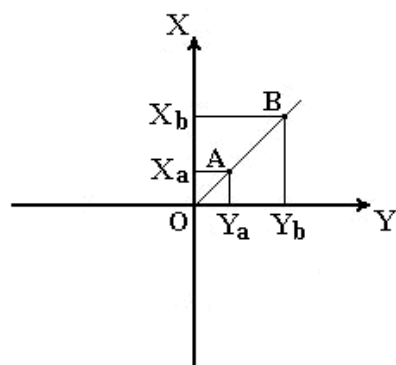


Рис. 3. Система плоских

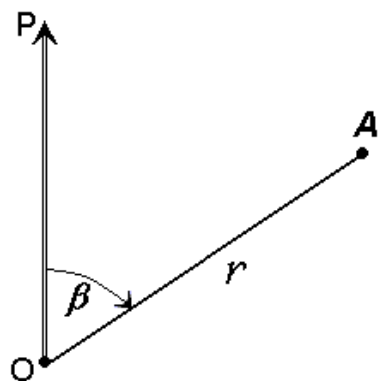


Рис. 4. Полярная система координат

прямоугольных координат

Для изображения на плоскости поверхности Земли с учётом её кривизны применяется равноугольная картографическая проекция Гаусса – Крюгера, в которой математическая поверхность Земли проектируется на плоскость по участкам – зонам, на которые вся земная поверхность делится меридианами через 6° или 3° , начиная с начального меридиана (рис. 5). В пределах каждой зоны строится своя прямоугольная система координат. С этой целью все точки данной зоны проецируются на поверхность цилиндра (рис. 6, а).

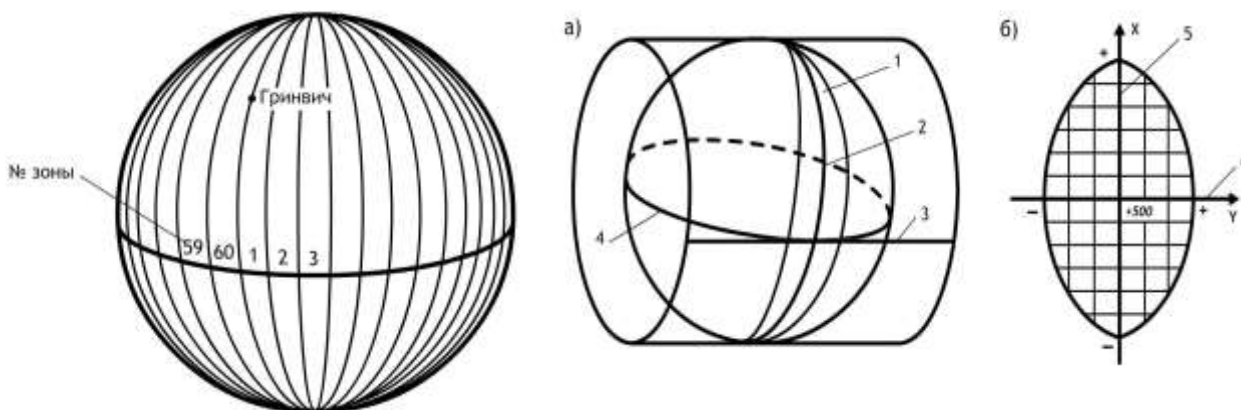


Рис. 5. Деление математической поверхности Земли на шести-градусные зоны

Рис. 6. Равноугольная картографическая проекция Гаусса – Крюгера (а) и зональная система координат (б):

1 – зона, 2 – осевой меридиан зоны, 3 – проекция экватора на поверхность цилиндра, 4 – экватор, 5 – ось абсцисс, 6 – ось ординат

Как и любой вид хозяйственной и научной деятельности, геодезия и картография и темпы их развития зависят от уровня технических средств и степени востребованности общества в геодезической и картографической продукции.

На современном этапе оба этих фактора определяются созданием глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). С одной стороны, создание ГНСС привело к качественному (революционному) повышению точности и оперативности геодезических измерений. А с другой стороны, широкое внедрение ГНСС технологий практически во все виды хозяйственной и научной деятельности общества обуславливают необходимость создания системы координат, оптимальным образом соответствующей эффективному применению ГНСС технологий.

В спутниковой геодезии используют геоцентрические и топоцентрические пространственные системы прямоугольных координат. Начало координат геоцентрической системы совпадает с центром масс земного эллипсоида.

Земная система используется для определения положения точки на земной поверхности координатами X, Y, Z (рис. 7) и звёздная (небесная) для

определения положения спутников координатами α (геоцентрическое прямое восхождение спутника), δ (геоцентрическое склонение спутника) (рис. 8).

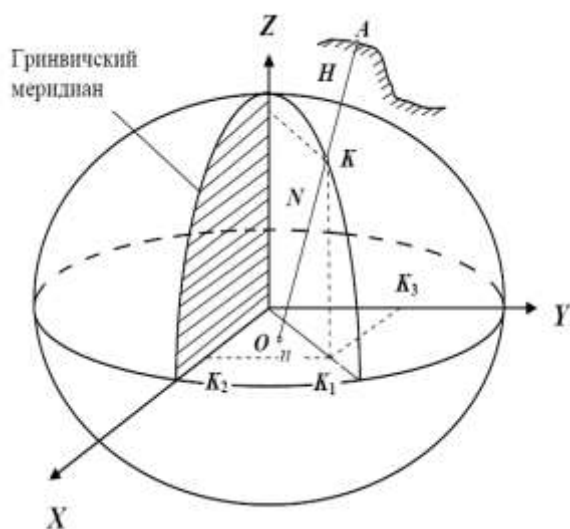


Рис. 7. Пространственная земная система прямоугольных координат

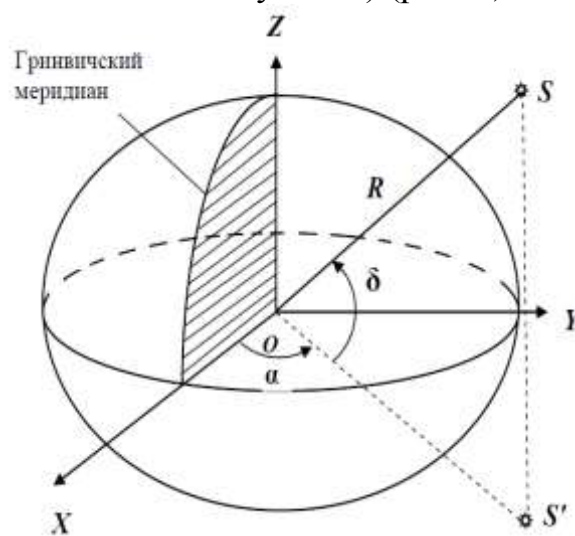


Рис. 8. Пространственная звёздная (небесная) система координат

При наблюдении спутников с поверхности Земли используют топоцентрическую систему, в которой координаты пункта наблюдения служат началом топоцентрической системы. Оси топоцентрической системы (x, y, z) параллельны осям геоцентрической системы (рис. 9).

В настоящее время для вычислительных геодезических работ используются три эллипсоида с системами координат:

- СК–42 (система координат Гаусса-Крюгера 1942 г.);
- WGS–84 (Всемирная геодезическая сеть 1984 г., в которой функционирует глобальная спутниковая навигационная система ГНСС GPS) [3];
- ПЗ–90 (Параметры земли 1990 г., используемой в ГЛОНАСС) [4].

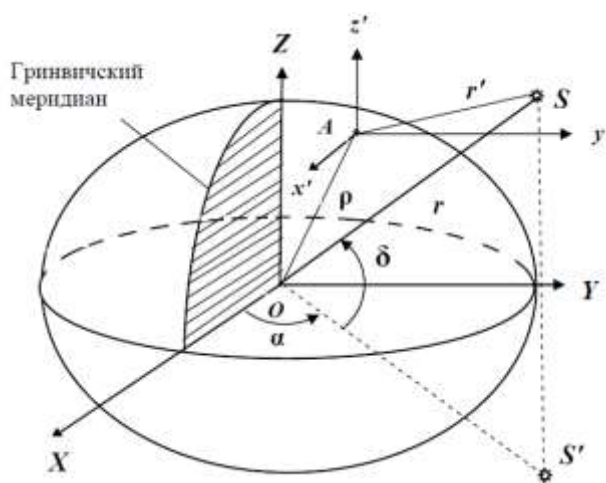


Рис. 9. Топоцентрическая система прямоугольных координат

На современном этапе «оптимальная» геодезическая система координат должна отвечать двум основным требованиям:

- система координат должна обеспечивать эффективное применение современных технологий глобальных навигационных спутниковых систем;
- система координат должна обеспечивать максимально возможную реализацию потенциала геодезических и картографических данных, созданных к настоящему времени на основе применения традиционных средств и методов.

В 1999 году Федеральное агентство геодезии и картографии приступило к планомерному развитию государственной геодезической сети (ГГС) качественно нового уровня на основе методов спутниковой геодезии и спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

В 2000 году Постановлением Правительства Российской Федерации на территории России введена Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК–95). Точность системы геодезических координат СК–95 характеризуется средними квадратичными погрешностями взаимного положения смежных пунктов, равными 2–4 см при расстоянии между ними до нескольких десятков километров и 0,3–0,8 м при расстояниях от 1 до 9 тыс. км [3]. Однако до сих пор не проведены соответствующие топографо-геодезические и других работы, поэтому по-прежнему используется единая система геодезических координат 1942 года (СК–42).

Параметры системы координат СК–95 приведены в полное соответствие с системой координат ПЗ–90, используемой в ГЛОНАСС.

Ведение системы координат СК–95 обеспечит эффективное использование спутниковых средств и методов в геодезических измерениях и позволит определить для всей территории страны единые параметры перехода к системам координат ПЗ–90 и WGS–84, в которых функционируют спутниковые системы ГЛОНАСС/GPS.

Список литературы:

1. Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 т. Т. 1 / К. М. Антонович. – М.: ФГУП «Картоцентр», 2005. – 344 с.
2. Корецкая, Г. А. Спутниковые навигационные системы в маркшейдерии: учеб. пособие / Г. А. Корецкая; КузГТУ. – Кемерово, 2012 – 93 с.
3. Руководство по Всемирной геодезической системе 1984 – (WGS-84). Международная организация гражданской авиации. М.: 2002. –149 с
4. Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съёмке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС И GPS. – М. : ЦНИИГАиК, 2002. – 73 с.