

УДК 528.236

В.И. Вострецов

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Вся природа и изящные небеса
символически отражают искусство гео-
метрии.

И. Кеплер

Рассматриваются вопросы координации пространства. Развитие новейшей технологии в геодезии потребовало уточнения координатной системы. Топографические съемки городов значительно упрощаются введением местной системы координат (СК-63).

К л ю ч е в ы е с л о в а: координация пространства; системы координат геодезические.

The problems of space coordination are being discussed. The development of new technology in geodesy has required the specifying of the coordinate system. Space topography of cities is being simplified by using of local system of coordinates.

K e y w o r d s: space coordination; geodetic coordinate systems.

Теоретические основы геодезии стали создаваться в Новое время трудами Ньютона, Клеро, Эйлера, Гаусса, Бесселя и др. Эти основы были направлены на геометризацию и координацию окружающего пространства [1].

Переход от Древнего к Новому времени связан с повышением размерности пространства вместо двухмерных трехмерные и четырехмерные системы координат (СК).

В конце 70-х годов XX в возникла необходимость в общеземной геоцентрической СК. Сейчас мы имеем несколько таких систем, широко используемых в научных целях и на практике. На рубеже эпох сохраняется главная задача высшей геодезии — координация глобального пространства на новом уровне и иными средствами.

В соответствии с ГОСТ Р-51794—2001 устанавливаются: системы координат входящие в состав систем геодезических параметров: «Параметры Земли — ПЗ», «Мировая геодезическая система», «Координатные основы Российской Федерации».

Параметры Земли

Теоретическое определение системы ПЗ основано на следующих положениях:

- а) начало системы координат расположено в центре масс Земли;
- б) ось Z направлена в Международное условное начало;
- в) ось X лежит в плоскости начального астрономического меридиана, установленного Международным бюро времени;
- г) ось Y дополняет систему до правой.

Положение точек в системе ПЗ могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат. Геодезические координаты относятся к общему земному эллипсоиду (ОЗЭ) с параметрами

$$a_{\text{ПЗ}} = 6378136 \text{ м} \quad \alpha_{\text{ПЗ}} = \frac{1}{298,25784}.$$

Мировая геодезическая система

Аналогична ПЗ и основана на тех же положениях. Геодезические координаты отнесены к ОЗЭ с уточненными параметрами

$$a_{\text{ПЗ}} = 6378137 \text{ м} \quad \alpha_{\text{ПЗ}} \frac{1}{298,257223563}.$$

Координатная основа Российской Федерации Представлена закрепленной системой координат в государственной геодезической сети (ГГС) и Балтийской системой высот. За фигуру относимости принят эллипсоид Корасовского. До 1.06.2002 г. в России и СНГ использовалась система координат 1942 г. (СК-42). Постановлением Совмина от 28.06.2002 г. № 568 вводится система СК-95.

В СК-95 используют эллипсоид Красовского и координаты Пулково. СК-95 установлена так, что ее оси параллельны осям геоцентрической системы координат. Значения координат ГГС Пулково в системах СК-95 и СК-42 совпадают.

В соответствии с положением о координатах системы плоские координаты в местных системах вычисляют в проекции Гаусса-Крюгера с местными координатными сетками. Система СК-63 получена на основе общегосударственной системы, но ее сетка сдвинута и развернута и является местной.

В России используют две общеземные системы координат ПЗ-90 и WGS-84.

Численные значения фигуры относимости

	$a, \text{ м}$	e
СК-42 (СК-95)	6378245	0.0066934216
WGS-84	6378137	0.0066943800
ПЗ-90	6378136	0.0066946619

Для целей земельного кадастра используют СК-42; СК-63; СК-95, региональные местные системы субъектов РФ и местные системы координат городов.

СК-42 создавалась в виде однородной высокоточной ГГС. Для распространения уравнивание велось нанизыванием по мере ее продвижения на восток. Заполняющие сети вставлялись в жесткие каркасы полигонов 1 кл. В результате ошибки в сторонах 2 кл. вблизи пунктов 1 кл. превышают 0,5 м, т.е. они не могут являться исходными для привязки.

Второй аспект — это применение проекции Гаусса для прямоугольных координат. В отличие от большинства зарубежных стран, где масштаб $m = 0,9996$ в России равен 1.

Это упрощает формулы проекции, но приводит к значительным искажениям на краю 6° зоны (до 0,3 м длиной 100 м).

Временно введенная СК-63 была прогрессивной для своего времени, т.к. основывалась на 3° зонах. Однако ее внедрение ограничивалось отсутствием вычислительной техники.

Вычисление редуционных поправок было затруднено в связи с закрытостью перехода от СК-42 и СК-63.

СК-95 введена с 1 июля 2002 г. Ее носителем является ГГС, сеть переуровнена. Точность взаимного положения пунктов СК-95 составляет 1:500000.

В настоящее время во всех субъектах РФ введена система по принципу СК-63. Возможность работать без введения редукции обеспечивают местные

системы. Они созданы так, что осевой меридиан зон в проекции Гаусса проходит через центр города, и выполненные измерения редуцируют на средний уровень города. Проф. Маслов предложил использовать компенсационный метод учета редуций, который сравним с масштабом искажений на осевом меридиане $m < 1$. Выбор начала отсчета местной системы для каждого района должен обеспечить максимальное соответствие старых и новых координат.

Международная опорная система координат *JCRS*.

Главная опорная система координат была прежде представлена фундаментальными звездными каталогами. С 1999 г. намечается переход на новую опорную систему (Международная небесная система), опирающуюся на наблюдения внегалактических источников радиоизлучения.

Опорными объектами новой системы являются проекции 212 точечных внегалактических источников радиоизлучения, выбранных из 600 наблюдавшихся. Иными словами, положение звезд отнесены к положению радиоисточников.

Новое методическое решение координатной проблемы заключается в установлении системы координат и в ее последующем поддержании.

Выбранные радиоисточники представляют группу опорных точек, положение которых используется для того, чтобы фиксировать направление осей триады, которая должна с этой поры поддерживаться неизменной (инвариантной).

Оси ортогональной триады имеют фиксированное направление, определяемое положениями внегалактических радиоисточников, которые находятся в покое по отношению к Вселенной.

В теоретическом обосновании методики построения СК нашлось место для абсолютно неподвижного пространства, которое представлено не вращающейся безотносительно к чему бы то ни было.

В принципе, произвольные направления могли бы быть выбраны в качестве осей, поэтому фундаментальные плоскости, с которыми связаны координаты, потеряли бы свое доминирующее значение.

Нет нужды связывать начало прямых восхождений с какой либо датированной эпохой. Т.е. нульпунктом для отсчета которой служит уже не точка весеннего равноденствия, а точка с координатами $\alpha = 0$, $\delta = 0$. Она не совпадает с местом какой-либо звезды или радиоисточника.

Новая опорная система отсчета представлена не кругом и нульпунктом, а триадой, направление одной из которых указано точкой, а две другие направлены в точки с координатами $\alpha = 6^h$, $\delta = 0$, $\delta = 90^\circ$ в каталоге *FK5* на эпоху наблюдений 1991.

Из соображений преемственности предпочтение было отдано триаде, определяемой средним экватором и динамическим равноденствием с сохранением возможного поворота к каким либо другим предпочтительными ориентирами.

Процедура поддержания постоянного направления осей триады основана на предположении о случайном характере движения радиоисточников. Считается, что малое перемещение можно приравнять к нулю.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тетерин Г.Н. Координация пространства — условия зарождения; формирование и развитие // Совершенствование инженерно-геодезических работ : сб. Новосибирск, 1989. Т. 40.
2. ГОСТ Р-51794—2001.

© Вострецов В.И., 2008