

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ДЛЯ НОВОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В УСЛОВИЯХ КЫРГЫЗСТАНА**DEVELOPMENT OF OPTIMUM GEODETIC PROJECTIONS FOR THE NEW COORDINATE SYSTEM FOR KYRGYZSTAN**

Макалада GPS жана ГЛОНАССтын жардамы менен координаттын жаңы системасы үчүн Кыргызстандагы оптималдуу геодезиялык проекцияны аныктоо сунуш кылынган.

Ачык сөздөр: GPS жана ГЛОНАСС, координат, ITRF(WGS-84), Референц – эллипсоид, квазигеоид.

В данной статье предлагаются определения оптимальной геодезической проекции для новой системы координат в Кыргызстане с помощью GPS и ГЛОНАСС.

Ключевые слова: GPS и ГЛОНАСС, координат, ITRF(WGS-84), референц-эллипсоид, квазигеоид.

The determinations of coordinates in Kyrgyzstan with the aid of GPS and GLONASS are proposed in this article.

Keywords: GPS and GLONASS, reference ellipsoid, quasi-geoid.

В Кыргызстане как и в других республиках СНГ введена новая система координат СК-95. Система координат 1942 г. (СК-42) по точности, качеству, однородности координат значительно уступает новой системе координат СК-95. В отличие от СК-42, СК-95, пригодна для мобильного использования в спутниковой технологии и технике систем измерений GPS, ГЛОНАСС. Каркасная GPS-сеть Кыргызской Республики была создана с использованием GPS-техники и технологии в 1994-1996 г.г. в количестве пунктов [1,2].

Позднее, т.е. в 2005-2007 годах выполнено разукрупнение каркасной GPS сети Кыргызской республики за счет создания GPS сетей Нулевого порядка (6 пункт объекта 19.01.1619) и GPS-сетей Первого порядка (около 125 пунктов, имеющий надежную связь с ранее созданной GPS-сетью (17п) и нулевой GPS-сетью (6п). Общее количество пунктов каркасной GPS-сети вместе с пунктами каркасной GPS-сети г. Бишкек (где создана и работает постоянно-действующая опорная станция «Кыргызгеодезия») составляет ≈ 140 пунктов. Среднее расстояние между пунктами каркасной GPS-сети составляет ≤ 60 км-70 км.

Уравнивание осуществлялось сотрудниками Лейдмадрид по программе Бернес при участии коллег из Госкартографии. Завершение уравнивания GPS-сетей нулевого и первого порядка выполнено в 4-м квартале 2007г [4].

Уравненные координаты ≈ 140 пунктов, будут использованы для распространения новейших координат СК-95 ITRF(WGS-84) на все остальные пункты астрономо-геодезической сети (АГС) Кыргызской Республики:

- 1944п- 1,2 класса;
- 7354п-3,4 класса;
- 13111п-1,2 разрядов;

Путей распространения координат много, но с учетом сложившихся обстоятельств дефицита времени, кадров, компьютеров придется выбирать какой-то компромиссный

вариант на весь «переходный период», памятуя о том, что точность и надежности геодезических сетей городов и республики в целом - напрямую определяют качество и надежность многих других проектов, задач, связанных с земельным кадастром, навигацией, прогрессом.

Одномоментный переход на новую систему координат СК-95-затруднен по многим причинам и в частности, нужно подготовить по все каталоги координат высоты на всю территорию КР. Подготовка каталогов координат - ответственная трудоемкая работа, не может быть выполнена без уточнения нормальных высот пунктов АГС, которые ранее были получены в большей части из результатов геодезического нивелирования, поскольку 80% территории Кыргызской Республики - горы и кроме этого, в те времена геодезическое нивелирование осуществлялось «по объектно» [6].

Сегодня появилась возможность улучшить результаты геодезического нивелирования как за счет новых непосредственных GPS- определений (X,Y,Z,H), новых нивелирных работ с привязкой пунктов АГС, так и за счет большего использования пунктов АГС, имеющих отметки из геометрического нивелирования, используя «межобъектовый» принцип уравнивания геодезического нивелирования.

Ранее за отсчетную поверхность в референцной системе координат 1942 г. был принят эллипсоид Красовского с параметрами: большая полуось 6378245м., сжатие 1:298,3.

Новый эллипсоид Красовского ориентирован в теле Земли таким образом, чтобы исходный пункт ГГС Пулково (центр сигнала А) имел те же геодезические координаты, что и в системе координат 1942 года (СК-42), а именно:

- Геодезическая широта 59°46'15"-359 ;
- Геодезическая долгота 30° 19'28" -318;
- Высота квазигеоида над эллипсоидом Красовского принята равной нулю.

Новая единая Государственная система геодезических координат 1995 г. Получена в результате совместного уравнивания трех самостоятельных построений (различных по классу- точности):

- Космическая геодезическая сеть (КГС),
- Доплеровская геодезическая сеть (ДГС) и АГС по их состоянию на период 1991- 1993 г.г.
- КГС- предназначена для задания геоцентрической системы координат;
- ДГС- предназначена для распространения общеземной геоцентрической системы геодезических координат.
- АГС- предназначена для задания референцией системы геодезических координат и доведения системы координат до потребителей.

Высоты пунктов АГС относительно референц-эллипсоида Красовского определены как сумма их нормальных высот и высот квазигеоида, полученных из астрономо-гравиметрического нивелирования.

В совместное уравнивание АГС бывшего СССР были включены независимо определенные геоцентрические радиус-векторы 35 пунктов КГС и ДГС (совмещенных с пунктами АГС, удаленных друг от друга на расстоянии до 1000 км), для которых высоты квазигеоида над общим земным эллипсоидом получены гравиметрическим методом, а нормальные высоты получены из геометрического нивелирования.

На их основе построена сеть из 134-х опорных пунктов ГГС, равномерно покрывающих всю территорию СНГ при среднем расстоянии между смежными пунктами 400-500 км (Измерение расстояний S=500-9000 км; определено с ошибкой не более 0.25-0.80 м).

Эти 134 опорных пункта использовались в качестве исходных при заключительном общем уравнивании АГС. [3].

Точностные характеристики общего уравнивания АГС не превышает:

- 0,02-0,04 м для смежных пунктов;
- 0.25-0,80 при расстояниях от 1 -9т.км;

За отсчетную поверхность общеземной государственной Геоцентрической системы координат (ПЗ-90) принят общий земной эллипсоид со следующими геометрическими параметрами:

- Большая полуось, $a=6378136\text{м}$, малая полуось, $b=6356751\text{м}$;
- Сжатие $\alpha=1:298,257839$

Центр общего земного эллипсоида совмещен с началом геоцентрической системы координат (с центром масс Земли). Плоскость начального (нулевого) меридиана совпадает с плоскостью XZ этой системы[8].

Между единой государственной системой геодезических координат 1995 года (СК-95) и единой государственной геоцентрической системой координат «Параметры Земли 1990 года (ПЗ-90) установлена связь, определяемая параметрами взаимного перехода центрами ориентирования.

Системы координат СК-95 установлены так, что её оси параллельны осям геоцентрической системы координат. Положение начала СК-95, СК-42 совпадают и приурочены к координатам пункта ГГС-Пулково. Переход от геоцентрических координат к СК-95 выполняется по формулам.

$$\begin{aligned} X_{\text{СК-95}} &= X_{\text{ПЗ-90}} - \Delta X_0 \\ Y_{\text{СК-95}} &= Y_{\text{ПЗ-90}} - \Delta Y_0 \\ Z_{\text{СК-95}} &= Z_{\text{ПЗ-90}} - \Delta Z_0 \end{aligned} \quad (1)$$

где $\Delta X_0, \Delta Y_0, \Delta Z_0$ - линейные элементы перехода от геоцентрической системы координат ПЗ-90 к системе СК-95, которые приведены ниже:

$$\begin{aligned} -\Delta X_0 &= +25,90\text{м} \\ -\Delta Y_0 &= -130,94\text{м} \\ -\Delta Z_0 &= -81,76\text{м} \end{aligned} \quad (2)$$

Положение пункта ГГС в принятых системах задаются следующими координатами:

- пространственными прямоугольными координатами x, y, z ;
- геодезическими (эллипсоидальными) координатами,
- плоскими прямоугольными координатами x, y , вычисляемыми в проекции Гаусса-Крюгера[6,7].

В этой проекции Кыргызстан изображается на одном месте масштаба 1:1000000. Но для решения инженерно - геодезических задач на данную территорию потребуется подготовить и издать 3072000 планшетов масштаба 1:500 с графической точностью 0,05м, такую точность геодезические сети республики обеспечивают. Однако проекция Гаусса-Крюгера дает больше линейных и угловых искажений, особенно на краях 6° и 3° зон, порядка 0,20 мм на 1 км. Поэтому предлагается использовать вторую проекцию с малыми пренебрегая искажениями для решения инженерно-геодезических задач в народном хозяйстве с точной математической связях с государственной проекцией Гаусса-Крюгера [5].

По нашему мнению такой проекцией может стать конформная стереографическая проекция в определении Гаусса. Она может в двое меньше искажать, чем государственная проекция Гаусса-Крюгера.

Тогда все инженерно-геодезические сети сгущения могут использоваться без редуцирования их на плоскость и наоборот, что дает значительный экономический эффект. Связь с GPS и ГЛОНАСС устанавливаются рабочими формулами и программами по современным параметрам Земли ПЗ-90 как по прямоугольным, так и по геодезическим координатам с необходимой точностью.

Список литературы

1. Генике А.А. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии[Текст] / А.А. Генике, Г.Г. Побединский. - М.: Картгеоцентр – Геодезиздат, 1999.-245 с.
2. Грудинская Г.П. Распространение радиоволн[Текст] / Г.П.Грудинская. - М.: Высшая школа, 1975.-144 с.
3. Beutler C, Rotliacher M., Springer T., KoubaJ., NeilanR.E. Международная служба GPS (IGS). Междисциплинарная служба в поддержку наук о Земле[Текст] / Перевод проф. А. А. Генике. - М.: Картгеоцентр. – Геодезиздат, 2008.-246 с.
4. Марков С. А. Принципы работы системы GPS и ее использование[Текст] / С.А. Марков. -Киев.: КНУСА, 2007.-264 с.
5. Зенин В. Н. Разработка специально геодезической проекции для инженерных и городских геодезических работ[Текст]: автореф. дис. на соиск.канд. технических наук / В.Н.Зенин. -М.: 1970.-12 с.
6. Абжапарова Д. А. Математическая обработка инженерных геодезических сетей в стереографической проекции Гаусса [Текст] / Д.А.Абжапарова // Вестник СГГА.-2014.- Вып. 2(26).-С.27-32.
7. Абжапарова Д. А. Разработка оптимальной проекции и системы координат для инженерно-геодезических работ Кыргызстана [Текст] Д.А.Абжапарова // Вестник ОшГУ.- 2012.-Вып.5.-С.209-213.
8. Куштин И.Ф.Геодезия [Текст] /И.Ф.Куштин, В.И.Куштин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. - 908 с.
9. Куштин И. Ф. Сфероидическая геодезия[Текст] /И.Ф.Куштин.– Ростов-на-Дону: РИСИ, 1982. – 245с.
10. Яковлев Н.В. Высшая геодезия[Текст] /Н.В.Яковлев. – М.: Недра, 1989. – 445 с.
11. Зенин В.Н. Разработка специальной геодезической проекции для инженерных и городских геодезических работ[Текст]: / Автореф. Дисс. на соиск....канд.техн. наук. //В.Н.Зенин. – М.: 1970. – 12 с.
12. Голубев В.В. Теория математической обработки геодезическихизмерений[Текст] /В.В.Голубев. – М.: Недра, 2009. – 246 с.