

Московский Государственный Университет
Геодезии и Картографии
(МИИГАиК)

Кафедра прикладной геодезии

Спутниковые технологии в прикладной геодезии

Реферат на тему:
*«Системы координат, используемые при спутниковых навигационных
измерениях
(WGS-84, ПЗ-90, СК-42, СК-63, СК-95)»*

Выполнила:
Студ. ГФ5-4
Балакирева Е.А.

Проверил:
Яндров И.А.

Москва, 2008 год.

Оглавление.

Геодезическая система отсчета WGS-84.....	4
Система координат 1963 года (СК-63).....	6
Система координат 1942 года (СК-42).....	8
Системы координат 1995 года (СК-95) и ПЗ-90.....	11
Список используемых источников.....	14

Геодезическая система отсчета WGS-84

Глобальные системы координат широко используются в геодезии, картографии и навигации. Они обеспечивают взаимную привязку различных локальных и региональных систем отсчета. Замена множества локальных систем отсчета единой глобальной существенно упростило бы практическое использование карт, снимков и другой геодезической продукции. Традиционно в геодезии различают локальные плановые координаты и локальные высотные координаты. Мировая геодезическая система отсчета 1984 года (WGS-84) является четвертой из серии глобальных геоцентрических систем координат, созданных Министерством обороны США, начиная с 1960 года. Военно-топографическое агентство США выполнило преобразование около 100 локальных систем отсчета к WGS-84. С этой целью военно-топографическое агентство США выполнило локальную привязку многих геодезических реперов к соответствующим реперам, координаты которых были определены по наблюдениям. Сначала это были наблюдения спутников системы TRANSIT, а в последнее время - системы GPS.

Исходное определение и реализация WGS-84 удовлетворяют требованиям Министерства обороны США к картографированию территорий и геодезическим требованиям. Точность плановых координат в этой системе, равная 1-2 м, была более чем, достаточной для крупномасштабного картографирования. Точность высот зависела от того, как были определены превышения. Если для этой цели использовалось нивелирование I-го класса, высоты определялись очень точно (до см) по отношению к локальному уровню моря. При нивелировании превышения оценивались по высотам по отношению к эллипсоиду WGS-84, и использовались высоты геоида, определенные по модели WGS геоида. Для карт масштаба 1:20000 или меньше эта точность удовлетворительна, а для карт более крупного масштаба - нет. По этому очевидно, что основным источником ошибок являются ошибки модели геоида. Задание и реализация WGS-84 основывались на наблюдениях начала 80-х годов. С тех пор появились спутники GPS системы и многие исследователи предложили новые методы определения местоположения, точность которых существенно превышала точность WGS-84. Исследования, проведенные в Министерстве обороны США, показали, что, благодаря уточнению WGS-84, можно существенно уточнить методику определения

орбит спутников GPS. Это особенно важно для тех пользователей GPS, которые применяют недифференциальный метод GPS.

В 1993-1994 гг. появились новые требования к точности WGS-84 со стороны геодезических пользователей GPS. Было признано, что создание точной сети геодезических контрольных станций поможет решению задачи удовлетворения этим требованиям. По этой причине военно-топографическое агентство США систематизировала все требования к увеличению точности WGS-84 и в середине 1993 года осуществила специальную программу, имеющую целью улучшение WGS-84. Исходные требования к точности уточненной системы были на уровне дециметров. В июне 1994 г. была введена новая версия WGS-84, обозначаемая как WGS-84 (G730). В этой версии используются уточненные координаты пунктов слежения МО США за спутниками GPS, что привело к согласию системы координат WGS-84 с системой ITRF (Международная земная система координат - International Terrestrial Reference Frame) на уровне 10 см. Военно-топографическое агентство США также приступила к работе по уточнению модели гравитационного поля Земли и геоида. Разработана краткосрочная и долгосрочная стратегия, которая обеспечивает максимальное улучшение WGS-84 и минимизирует соответствующие расходы на ее выполнение.

Система координат 1963 года (СК-63)

В период ядерного противостояния рубежа 1950-60-х годов, для того, чтобы "запутать врагов" и не дать сведений для точного прицеливания баллистических и крылатых ракет, в СССР была придумана и массово внедрена в практику специальная искаженная система координат СК-63. С тех пор научились определять точные координаты из космоса, коммерчески доступна и относительно недорого точно привязанная съемка с разрешением 0.6 м, а мы, официально отменив СК-63 (но не открыв параметры искажений), продолжаем "путаться" с проекцией СК-63. Дело в том, что существуют и продолжают использоваться огромные фонды крупномасштабных карт в этой системе, кроме того, земельный кадастр многих регионов (Московской области, например) сделан в этой системе и многие данные, такие как границы лесов, например, требуются именно в этой системе.

Система координат СК-63 была отменена Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР от 25 марта 1987 года, однако разрешено использование созданных в ней топографо-геодезических и картографических материалов и данных, но без создания в этой системе новых материалов и данных. Совместное решение Роскартографии и Роскомзема, утверждённое 25 января 1993 года устанавливает порядок обеспечения координатами геодезических пунктов в системе координат СК-42 организаций Роскомзема. Использование координат геодезических пунктов в условной системе координат 1963 года разрешено в порядке исключения, для завершения начатых работ в этой системе координат на конкретных участках территории. Указания Роскартографии от 5 декабря 2003 года предписывают инспекциям госгеонадзора принять меры по запрещению применения отмененной СК-63 при выполнении топографо-геодезических и картографических работ. Так что система уже отменена, и никто не должен требовать координаты в ней. Но, нужно знать, чем она отличается от СК-42. По математической сущности это та же система Гаусса-Крюгера, только номенклатура базовых карт масштаба

1 : 100 000 построена по-другому. Страна была разбита на частично перекрывающиеся области неправильной формы размером в несколько регионов, которым присвоены буквенные обозначения. Эти области отмечены на специальных бланковых картах. В пределах области карты пронумерованы двумя цифрами - № горизонтального ряда (нумерация идет снизу вверх) и № вертикальной колонки (нумерация идет слева направо), которые и записываются в номенклатурный номер после буквы, что и составляет номенклатуру 1 : 100 000 карт. Для карт производных масштабов далее следует остальная часть номенклатурного номера, которая строится также, как в СК-42. Топографические карты СК-63 легко отличить от карт СК-42: на их полях нет никаких надписей, кроме номеров смежных листов. Номенклатурный номер на карте может выглядеть так: Р-47-083-Бв1.

Проекция топографических карт масштаба 1 : 10 000 в СК-63 использует 3-градусные зоны вместо стандартных 6-градусных. Соответственно искусственный сдвиг начала координат на запад имеет величину 250 000 м . Номер зоны определяется по второму числу номенклатуры, зоны отсчитываются локально слева направо в пределах буквенной области, осевые меридианы зон сдвинуты на запад на полградуса. Кроме них в каждой области имеются индивидуальные искажения: осевой меридиан сдвинут относительно базового сдвига на полградуса еще на несколько угловых минут на запад или восток, такой же случайный сдвиг на несколько минут есть и по широте, и, наконец, начало отсчета координат сдвинуто относительно экватора еще на несколько километров (обычно больше 10 км , также переменная величина). Из-за всех этих искажений, не зная их точных величин, воспроизвести систему СК-63 не удастся.

Система координат 1942 года (СК-42)

В 1930 году под общим руководством Ф.Н. Красовского вычислительное бюро Главного геодезического управления приступило к уравниванию 8 полигонов 1 класса для Европейской части СССР. Позднее к этим полигонам был присоединен Уральский полигон. Вычисления велись относительно эллипсоида Бесселя методом развертывания, за начальный пункт принимался пункт Саблино. Основная особенность и главный недостаток метода развертывания состоит в том, что результаты измерений, выполненные на земной поверхности и редуцированные к уровню моря при дальнейшей обработке считались выполненными на поверхности референц-эллипсоида без каких либо поправок за несовпадение поверхности эллипсоида и уровенной поверхности нулевой высоты.

Работы по уравниванию триангуляции были завершены в 1932 году и принятая система координат получила название системы 1932 года. В те же годы в ЦНИИГАиК под руководством Ф.Н. Красовского и А.А. Изотова начались работы по выводу референц-эллипсоида, наилучшим образом подходившего для территории СССР. Под руководством и участием М.С. Молоденского велись работы по определению высот геоида по данным астрономо-гравиметрического нивелирования.

В 1942 году начались работы по переуровнению АГС. Совместным решением Главного управления геодезии и картографии (ГУГК) и Военно-топографического управления Генерального Штаба Министерства Обороны (ВТУ ГШ МО) от 4 июня 1942 года в качестве референц-эллипсоида при уравнивании был принят эллипсоид (в последующем получившего имя Красовского) со следующими параметрами:

большая полуось $a = 6378245,0$ м

обратное сжатие $a = 298,3$,

Систему координат, в которой велись вычисления, было решено именовать системой координат 1942 года. Установление системы координат 1942 года предполагало также вывод значений исходных геодезических дат в исходном пункте геодезической сети Пулково. В состав исходных геодезических дат входят геодезические широта и долгота исходного пункта на референц-эллипсоиде Красовского, геодезический азимут исходного направления, составляющие уклонения отвесной линии и высота квазигеоида над эллипсоидом Красовского в исходном пункте. Эти данные в совокупности определяют пространственную ориентировку осей референц-эллипсоида в теле Земли при выполнении следующих теоретически строгих условий:

- малая ось эллипсоида параллельна направлению к положению среднего полюса;
- плоскость нулевого меридиана параллельна плоскости начального астрономического меридиана;
- поверхность референц-эллипсоида имеет в среднем наименьшие уклонения от поверхности геоида на всей территории расположения обрабатываемой геодезической сети.

Реальная строгость выполнения перечисленных условий определяется точностью всех использованных астрономо-геодезических данных и не зависит от конкретного выбора исходного пункта. Значения исходных геодезических дат устанавливают систему отсчета координат, но не определяют внутреннюю точность самой геодезической сети. Точность взаимного положения геодезических пунктов в сети также не зависит от местоположения исходного пункта, а также от значений исходных геодезических дат. Подобное установление по существу референцных систем координат было единственно возможным в то время при использовании традиционных астрономо-геодезических измерений, выполняемых на земной поверхности. Исходные геодезические даты лишь частично определяют пространственное положение референцной системы в теле Земли через взаимное положение поверхности референц-эллипсоида и геоида для данной территории. Однако положение центра референц-эллипсоида относительно центра масс Земли остается неизвестным без привлечения дополнительной информации. Например, высот геоида над общим земным эллипсоидом или координат некоторого количества пунктов, известных в референцной и общеземной геоцентрической системе координат.

При установлении системы координат 1942 года в уравнивание вошли 87 полигонов АГС, покрывавших большую часть Европейской территории СССР и узкой полосой распространяющих координаты до Дальнего Востока. Обработка выполнялась на эллипсоиде Красовского с использованием метода проектирования. Метод проектирования в отличие от метода развертывания предполагал редуцирование данных геодезических измерений с земной поверхности через поверхность уровня моря на поверхность референц-эллипсоида. Определение высот квазигеоида и составляющих уклонов отвесных линий, необходимых для такого редуцирования, выполнялось с использованием гравиметрических данных: сначала для повышения точности интерполяции астрономо-геодезических уклонов отвеса и для расчета приращений высот квазигеоида, а затем с развитием гравиметрического метода высоты квазигеоида и составляющие уклонов отвесных линий определялись независимо от астрономо-геодезических данных.

Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 года № 760 на основе результатов выполненного уравнивания была введена единая система геодезических координат и высот на территории СССР - система координат 1942 года. Дальнейшее распространение системы координат 1942 года на территорию СССР проводилось последовательно несколькими крупными блоками полигонов триангуляции и полигонометрии 1 класса. При присоединении каждого очередного блока координаты пунктов на границах блоков уравненной сети принимались за жесткие. Для сгущения АГС, сформированной в виде системы полигонов, выполнялось их заполнение сплошными сетями триангуляции 2 класса. Реальная схема полигонов рядов триангуляции 1 класса часто существенно отличалась от приведенной на этом рисунке. Сплошные сети триангуляции 2 класса уравнивались в пределах отдельных полигонов с использованием уравненных координат пунктов триангуляции 1 класса в качестве исходных.

На смену СК-42 в результате совместного уравнивания трех самостоятельных, но связанных между собой, геодезических построений различных классов точности: КГС, ДГС, АГС по их состоянию на период 1991-93 годов, принялась новая система координат СК-95.

Системы координат 1995 года (СК-95) и ПЗ-90

Единая государственная система геодезических координат 1995 года (СК-95) введена Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. N 586 "Об установлении единых государственных систем координат" для использования при осуществлении геодезических и картографических работ начиная с 1 июля 2002 года. За отсчетную поверхность в СК-95 принят референц-эллипсоид Красовского с параметрами:

- большая полуось 6378245 м;

- сжатие 1:298,3.

Главные оси отсчетного эллипсоида параллельны пространственным осям системы координат ПЗ-90. Положение начала СК-95 задано таким образом, что значения координат пункта ГГС Пулково в системах СК-95 и СК-42 совпадают.

Указанным Постановлением Правительства Российской Федерации Роскартографии было поручено осуществить организационно-технические мероприятия, необходимые для перехода к использованию системы координат 1995 года. До завершения этих мероприятий Правительство Российской Федерации постановило использовать единую систему геодезических координат 1942 года. Целесообразность введения системы координат 1995 года состоит в повышении точности, оперативности и экономической эффективности решения задач геодезического обеспечения, отвечающего современным

требованиям экономики, науки и обороны страны. Полученная в 1995 году в результате совместного уравнивания координат пунктов космической геодезической сети (КГС), доплеровской геодезической сети (ДГС) и астрономо-геодезической сети (АГС) система координат 1995 года закреплена пунктами государственной геодезической сети (ГГС).

Система координат 1995 года строго согласована с единой государственной геоцентрической системой координат ПЗ-90. Система координат ПЗ-90 закреплена пунктами космической геодезической сети. Точность отнесения системы к центру масс Земли характеризуется средней квадратической ошибкой порядка 1 м. За отсчетную поверхность в государственной геоцентрической системе координат (ПЗ-90) принят общий земной эллипсоид со следующими геометрическими параметрами:

- большая полуось 6378136 м;

- сжатие 1:298,257839.

Центр этого эллипсоида совмещен с началом геоцентрической системы координат, плоскость начального (нулевого) меридиана совпадает с плоскостью XZ этой системы.

Задача перехода к СК-95 от результатов спутниковых определений в большинстве случаев может быть решена с использованием программно-математического обеспечения, закупаемого вместе со спутниковой аппаратурой для полевой и камеральной обработки. Применительно к полевой обработке спутниковых определений, продаваемыми коммерческими пакетами программ, процедура обеспечения требуемого автоматического преобразования координат (как к государственной, так и к любой местной системе координат) называется калибровкой.

Список используемых источников

1. <http://www.spbtgik.ru/book/2128.htm>
2. <http://ru.wikipedia.org>
3. <http://www.astronet.ru/>