

УДК 625.72.002.5

**ОБСЛЕДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ УЧЕТ
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ПРИМЕНЕНИЕМ
GPS ПРИЕМНИКОВ**

Адашкевич В.И.¹, Вишняков Н.В.², Клибашев С.М.³

^{1,2} Белорусский национальный технический университет

³РУП «Белдорцентр»

(г. Минск, Республика Беларусь)

В настоящее время навигационные спутниковые системы ГЛОНАСС и GPS применяются для определения координат на местности при создании государственной системы отсчета координат и съёмочного обоснования. Предлагается расширить область их применения с использованием спутниковой геодезической аппаратуры на основе глобальной навигационной спутниковой системы в задачах паспортизации автомобильных дорог.

Анализ существующей ситуации в Республике Беларусь в области нормативных актов показал, что на данный момент времени отсутствуют технические нормативные правовые акты (далее ТНПА) по технологии применения спутниковой геодезической аппаратуры при паспортизации автомобильных дорог. Существующий ТНПА [1] лишь рекомендует применение GPS-оборудования для координатной привязки объектов автомобильных дорог, но не саму технологию паспортизации автомобильных дорог с применением данного оборудования.

Разработка эффективных методов измерений с использованием спутниковой геодезической аппаратуры на основе глобальной навигационной спутниковой системы в задачах паспортизации автомобильных дорог является актуальной, поскольку ее успешное решение и последующее развитие вносят важный вклад в обеспечение надежности, достоверности и безопасности производства. Решение этой задачи создает условия для повышения эффективности использования капитальных вложений в строительство, помогает

рационально планировать различные регламентные работы, а также приносит определенный социальный эффект.

При использовании спутниковых методов точность координатных определений в сочетании с оперативностью получения конечных результатов определяются степенью необходимой детальности исследований, а также экономическими возможностями организации данного вида работ. По результатам спутниковых измерений одновременно определяются точные значения координат как в плане, так и по высоте. Поэтому современные спутниковые методы координатных определений на основе применения глобальных навигационных систем GPS и ГЛОНАСС создают условия для создания плановой и высотной привязки объектов технического учета при паспортизации автомобильной дороги.

Внедрение новых методов и средств геодезических измерений должно сопровождаться и новой методикой обработки результатов измерений. Только комплексное решение задачи позволит добиться максимальной эффективности и будет отвечать современным требованиям.

На этапе подготовительных работ для определения доступных пунктов государственной геодезической сети (ГГС) при привязке базовых станций в ГИС-проекте была создана буферная зона вокруг автомобильной дороги Р-18.

Было рассмотрено 50 пунктов ГГС. Согласно [1], для достижения высокой точности измерений использовались короткие базисные линии¹ не более 20 – 30 км, было определено три основных пункта ГГС.

За опорный пункт привязки был принят пункт ГГС № 167 (base1), расположенный в районе населенного пункта Махировка. Отметка опорного пункта передавалась на остальные существующие пункты ГГС, таким образом, была создана опорная сеть, относительно которой производились измерения участков автомобильной дороги Р-18. При выборе основных пунктов ГГС для размещения базовой станции, учитывалась, обзорность пункта – отсутствие преград (лес, строения, ЛЭП и т.д.), тип пункта (открытый пункт, без пирамиды, с металлической пятой).

¹ Базисная линия – расстояние между двумя точками, наблюдающими одновременно одни и те же созвездия спутников.

Перед началом измерений каждого участка были произведены подготовительные работы для измерений, т.е. контрольный сбор данных при помощи базовой станции.

По предварительным данным, данные альманаха², были запланированы временные интервалы измерений для обеспечения высокой точности измерений: выбор хорошего окна, видимость достаточного количества спутников, и минимальные значение показателя качества съемки (DOP) (рис. 1, 2).

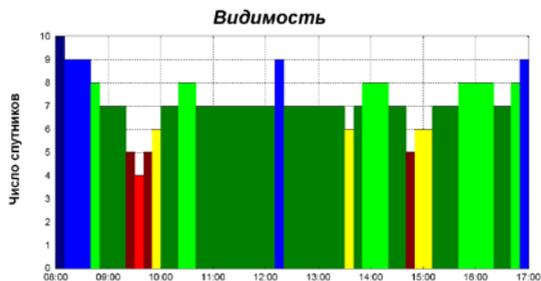


Рис. 1. Видимость числа спутников на момент производства измерений

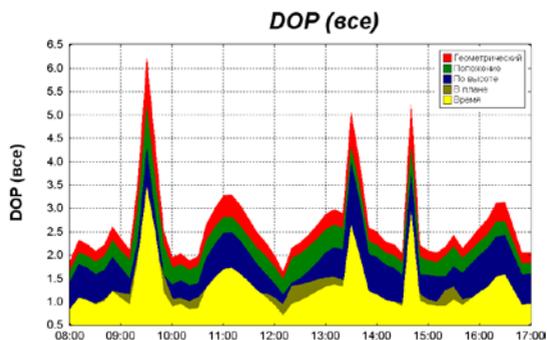


Рис. 2. Значение DOP на момент производства измерений (чем меньше значение DOP, тем точнее измерение)

² GPS-спутники передают два вида данных – альманах и эфемериды. Альманах содержит параметры орбит всех спутников. Эфемериды содержат очень точные корректировки параметров орбит и часов для каждого спутника, что требуется для точного определения координат.

Анализ графиков видимости спутников и значений DOP дал возможность спланировать временные интервалы измерений для обеспечения высокой точности измерений.

На этапе подготовительных работ были определены используемые методы относительных спутниковых определений и применимость их в различных условиях при паспортизации автомобильной дороги Р-18.

Основные методы, используемые при измерениях, были выбраны – статический (для разбивки базисного хода вдоль дороги), кинематический (для координирования оси дороги) и кинематический в режиме «стой-иди» (для детальной съемки объектов и определение геометрических параметров конструктивных элементов дороги).

Так как измерение навигационными приёмниками координат осуществляется по временным интервалам, то на этапе планирования работ был определен интервал временем сбора данных для статической съёмки, кинематической съёмки и кинематический в режиме «стой-иди».

Для продольного координирования участка автомобильной дороги при кинематическом методе измерения была принята скорость движения автомобиля 72 км/ч при времени интервала сбора данных 1 секунда. При дальнейшем анализе и обработки полученных данных, выявилось их избыточность, которая заключалась в больших объёмах данных и сложности обработки. При необходимости можно изменять как скорость при производстве измерений, так и интервал сбора данных.

Производство измерений

Измерения осуществлялись в 2 этапа:

1) разбивка базисного хода и координирования оси автомобильной дороги;

2) детальная съёмка объектов и определение геометрических параметров конструктивных элементов дороги.

Для разбивки базисного хода и координирования оси автомобильной дороги с последующей постобработкой использовались два способа измерения: кинематический и статический.

Кинематический метод использовался непосредственно для координирования оси участка автомобильной дороги.

Статический метод использовался для разбивки базисного хода вдоль дороги и привязки точек базисного хода к существующим

пунктам ГГС и для передачи отметок последующим пунктам установки базовой станции.

Кинематическим методом производились измерения в прямом и обратном направлении по оси дороги.

Базовая станция на момент измерения находится на репере. Расстояние от базовой станции до подвижного приёмника не превышало 20 км, что обеспечивало, совместную работу с подвижным приёмником одного и того же созвездия спутников и допустимую точность измерения.

Процесс измерений:

- 1) установка на пункте ГГС базовой станции;
- 2) измерения в прямом направлении на расстояние до 20–30 км (не выходя за пределы буферной зоны) и съёмка следующего пункта ГГС;
- 3) измерения в обратном направлении;
- 4) данный процесс повторяется при измерении следующего участка.

Обработка полученных данных

Обработка измеренных данных осуществлялась непосредственно после измерений на персональном компьютере.

В проекте строго оговаривались свойства проекта: систем координат, зона, трансформированная система координат, модель геоида. От этого зависит точность решения задач неоднозначности, что в свою очередь обеспечивает заявленную точность измерений производителем.

После GPS-обработки базовых линий получаем результаты (координаты точек, перевычисленных относительно базовых станций в различных системах координат: плоскость, реф-эллипсоид, WGS-84.

При использовании спутниковой навигационной системы GPS координаты земных объектов получаются в системе координат WGS-84. При выполнении геодезических работ обычно используются местные системы координат. При обработке результатов спутниковых измерений при координировании объектов на автомобильной дороге возникает необходимость точно определить высоты пунктов на основе которых создавался базисный ход, поэтому система координат WGS-84 не полностью отвечает поставленным задачам. В связи с этим был рассмотрен процесс определения средних квадратических ошибок определения топоцентрических координат.

Камеральные работы показали трудности обработки большого количества данных. Т. е. при большой длине объекта необходимо разбивать на более короткие участки, и затем передавать полученные координаты базовых точек из проекта в проект, что увеличивает время вычисления. Или использовать больший временной интервал измерений, что уменьшит количество измеренных данных, но при этом увеличится расстояние между соседними точками измерения по участку дороги, т. е. их дискретность.

Программный пакет Trimble Geomatics Office позволяет полученные результаты перевычислений экспортировать в AutoCad с атрибутами (*.dxf); Arcview shape файлы-точки (*.dbf, *.shp, *.shx); Arcview shape точки, линии (*.dbf, *.shp, *.shx); Имя x(север), y(восток), отметка, все атрибуты; Имя, широта, долгота, высота, все атрибуты (Реф-эллипсоид); Файлы MapInfo (*,mif, *.mid); Файлы Microstation (*.dgn).

После получения координат точек в системе координат WGS-84 они были преобразованы в местную систему координат. Далее по пикетажному журналу и вычисленным координатам точек был сформирован план и профиль автомобильной дороги Р-18. В зависимости от технических ведомостей, были по координатам рассчитаны геометрические параметры того или иного объекта.

Заключение

В основу разработки метода измерений положены современные возможности определения координат объектов автомобильной дороги на основе применения топоцентрических прямоугольных координат с применением глобальных спутниковых навигационных систем. При этом в процессе реализации упомянутого комплекса решаются следующие задачи:

1. Разработка методики обработки результатов спутниковых измерений с целью определения координат объектов автомобильной дороги, используя топоцентрическую систему координат.

2. Точностные исследования разработанной методики обработки результатов спутниковых измерений показали, что средние квадратические ошибки определений координат объектов зависят только от точности определения приращений координат и не зависят от точности определения абсолютных координат и от точности знания аномалий высот в районе выполненных работ.

3. Предложенный метод спутниковых измерений при паспортизации автомобильных дорог позволит существенно сократить время полевых работ и повысить качество измерений.

Новые принципы установления и дальнейшего развития системы топоцентрических прямоугольных координат при паспортизации автомобильных дорог на основе современных спутниковых технологий обуславливают необходимость изменения структуры геодезического обеспечения.

Результаты экспериментальных производственных работ, подтверждают высокую эффективность применения GPS-методов при паспортизации автомобильных дорог.

Литература

ДМД 02191.2.021-2008 «Рекомендации по применению GPS-оборудования для координатной привязки объектов автомобильных дорог». – Минск, 2008.

УДК 625.75:536.2

ОБОСНОВАНИЕ ПРИЧИНЫ РАЗРУШЕНИЯ ДОРОЖНОГО ЦЕМЕНТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

Бабаскин Ю.Г., канд. техн. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение

Эксплуатационное состояние цементобетонных покрытий характеризуется количеством и качеством дефектов, возникших в дорожном покрытии в результате воздействия климатических и эксплуатационных факторов. Учитывая, что цементобетон – это материал с кристаллизационными связями, которые при разрушении не восстанавливаются, то любой вид дефекта ведет к разрыву этих связей, а ремонт может быть обеспечен только путем герметизации трещин и разработкой композиционных материалов, способствующих адгезионному сцеплению старого бетона и нового ремонтного материала.