УДК629.783:528

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ GPS И ГЛОНАСС ПРИ ОБНОВЛЕНИИ И КОРРЕКТИРОВКЕ БАЗОВЫХ ПЛАНОВ И КАРТ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Пресняков В.В., Тюкленкова Е.П., Синицина Г.Ю.

ФГБОУ ВПО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза, e-mail: officepguas.ru;

Проведён анализ применения современных спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС при обновлении и корректировке базовых планов и карт на территории Российской Федерации. Рассматриваются задачи, решаемые с помощью GPS-технологий. Отмечены факторы и основные источники ошибок, влияющие на степень точности вычисления координат. Так же рассмотрена методика обновления планов и карт с использованием материалов новой аэрофотосъемки. Обновление планов выполняют геодезическим или фотограмметрическим методом. Проведён анализ каждого метода. Рассмотрены факторы организации работ по корректировке планов и карт.

Ключевые слова: навигационные системы, обновление планов и карт, геодезический метод, фотограмметрический метод, аэрофотосъёмка, факторы снижения точности

APPLICATION SOVREMNNYH SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS GPS AND GLONASS UPGRADE AND ADJUSTMENT OF PLANS AND BASE MAPS IN THE RUSSIAN FEDERATION

Presnyakov V.V., Tyuklenkova E.P., Sinitsina G.Y.

Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: office@pguas.ru

An analysis of the use of modern satellite navigation systems GPS and GLONASS in updating and adjusting base maps and plans in the Russian Federation. We consider the problem solved with the help of GPS- technology. Marked factors and the main sources of errors affecting the degree of accuracy of calculation of the coordinates. Just discusses the methodology update plans and maps using new materials aerial photography. Update plans perform geodetic or photogrammetric method. The analysis of each method. Factors organization works on updating the maps and plans.

Keywords: navigation systems, updating plans and maps, geodetic method photogrammetric method, aerial photography, factors reducing accuracy

Управление земельно-имущественным комплексом крупнейшей мировой державы, каковой является Россия, постоянный мониторинг земель, требует наличия качественного планово-картографического материала. Эффективное обновление существующих карт невозможно без использования современных спутниковых систем с применением новейших компьютерных технологий, позволяющих оперативно вносить необходимые изменения на планы и карты, связанные с разрушительными природными явлениями и антропогенной деятельностью человека.

В 2001 году Постановлением Правительства Российской Федерации была принята долгосрочная целевая программа «Глобальная навигационная система», рассчитанная на период с 2002 по 2011 годы, с целью восстановления системы ГЛОНАСС и ее использование в различных отраслях народного хозяйства, наряду с существующими системами GPS (США) и европейской системой Галилео.

а) *б)*

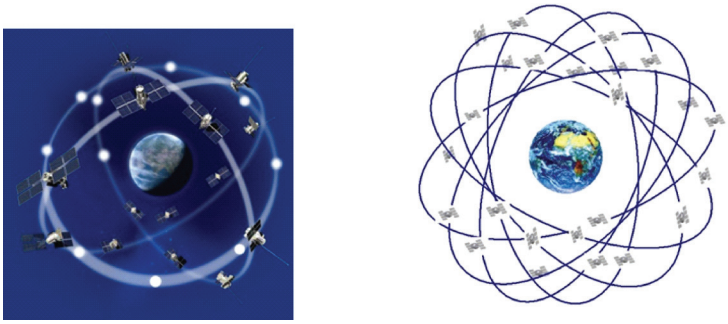

Рис. 1. Спутниковые навигационные системы GPS и ГЛОНАСС

Номинальные расстояния между соседними спутниками ГЛОНАСС в орбитальной плоскости по аргументу широты составляют 45°. Средняя скорость прецессии орбитальных плоскостей равна (–0.00059251) радиан/сутки. Орбитальные плоскости сдвинуты относительно друг друга по аргументу широты на 15°. Максимальные уходы спутников относительно идеального положения в орбитальной плоскости не превышают 5° за пятилетний период.

Результаты изменений картографической ситуации фиксируются на топографических съемках и аэрофотосъемках. Метод сбора данных с помощью GPS и ГЛОНАСС приемников принципиально не отличается от традиционных полевых геодезических работ, но имеет ряд несомненных преимуществ. Результаты изменений картографической ситуации постоянно фиксируются и отображаются в цифровом виде с помощью спутниковых технологий позиционирования.

В целях упрощения фотограмметрических преобразований снимков при обновлении картографических материалов, аэрофотосъемку выполняют с применением GPS-аппаратуры, которая является эффективным инструментом для решения проблем в картографии и геодезии.

Кроме того, GPS-технологии решают и еще одну важную задачу геоинформационной системы – создание координатной основы цифровой карты. Исходной координатной основой являются пункты ГГС (Государственной геодезической сети). Но в ходе создания карт, обработки материалов аэрофотосъемки, оцифровки имеющихся карт возникает задача уточнения исходной координатной основы или ее трансформации. Эти проблемы решались и решаются развитием и сгущением геодезических сетей на основе более высококлассных. Учитывая общую географическую ситуацию России, можно говорить о неэффективности применения традиционных методов геодезии на большей части российской территории. Применение GPS-технологий снижают затраты на проведение комплекса работ по созданию координатной основы будущей ГИС, а главное, повысить точность и надежность геодезической сети.

Современные спутниковые методы ГЛОНАСС/ GPS имеют такие преимущества как:

• передача с высокой оперативностью и точностью координат практически на любые расстояния;

• геодезические пункты можно располагать в благоприятных для их сохранности местах, так как не нужно обеспечивать взаимную видимость между пунктами и, следовательно, строить дорогостоящие геодезические знаки;

• простота и высокий уровень автоматизации работ;

• понижение требований к плотности исходной геодезической основы.

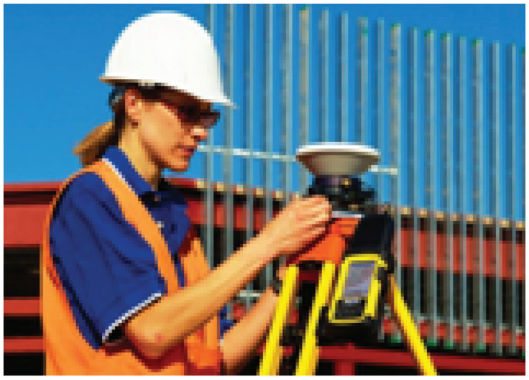

Рис. 2. Работа с GPS на станции

Применение спутниковых технологий позволяет решить важнейшие задачи, связанные с построением геодезических сетей:

• фундаментальную астрономо-геодезическую сеть. Она должна обеспечивать оперативное воспроизведение общеземной геоцентрической системы координат, стабильность системы координат во времени, метрологическое, обеспечение высокоточных космических средств измерений;

• высокоточную геодезическую сеть, обеспечивающая распространение на всю территорию страны общеземной геоцентрической системы координат и определение точных параметров взаимного ориентирования общеземной и рефренной систем координат;

• спутниковые геодезические сети 1-го класса.

В основе определения координат GPS-приемника лежит вычисление расстояния от него до нескольких спутников, расположение которых считается известным (эти данные находятся в принятом с GPS-спутника «альманахе»). Координаты подвижного абонента определяются с помощью стандартного навигационного GPS-приемника, встроенного в терминал пользователя. Навигационный приемник сигналов для системы GPS состоит из приемного модуля и малогабаритной антенны с малошумным усилителем. Приемный модуль выпускается как в виде автономного устройства со встроенными источниками питания, так и в виде отдельной платы, встраиваемой в абонентский терминал. Устройство использует собственную миниатюрную антенну и автономно вычисляет географические координаты и всемирное время (UTC) по на-

вигационным сигналам. Захватив сигнал, навигационный приемник автоматически вычисляет координаты объекта, скорость сигнала и всемирное время, и формирует отчет. Сведения о местонахождении объекта передаются по спутниковым каналам связи в диспетчерский пункт. Навигационные устройства могут различаться по количеству каналов приема, скорости обновления данных, времени вычислений, точности и надежности определения координат.

Современные GPS-устройства обычно оснащены 6-8 приемниками, что позволяет отслеживать, практически, все навигационные спутники, находящиеся в зоне радиовидимости объекта. Скорость обновления навигационных данных – 1 с. Время обнаружения зависит от числа одновременно наблюдаемых спутников и режима определения местоположения. Определение навигационных параметров может производиться в двух режимах – 2D (двумерном) и 3D (пространственном). В режиме 2D устанавливаются широта и долгота (высота считается известной). При этом достаточно присутствия в зоне радиовидимости 3 спутников. Время определения координат в режиме 2D обычно не превышает 2 мин. Для определения пространственных координат абонента (режим 3D) требуется, чтобы в соответствующей зоне находились не менее 4 спутников. Гарантируются время обнаружения не более 3-4 мин и погрешность вычисления координат – не более 100 м.

На степень точности вычисления координат влияет ряд факторов, зависящих от процедуры их определения – факторы снижения точности. При вычислении координат учитываются следующие стандартные факторы снижения точности.

Геометрический фактор снижения точности определяет степень влияния погрешностей псевдодальности (характеризующей меру удаленности пользователя от GPS-спутника) на точность вычисления координат. Зависит от положения спутника относительно GPS-приемника и от смещения показания GPS-часов. Различие значений псевдодальности и фактической дальности связано со смещением показаний часов GPS-спутника и потребителя, с задержками распространения и другими ошибками.

Горизонтальный фактор снижения точности показывает степень влияния точности определения горизонтали на погрешность вычисления координат.

Фактор снижения точности определения положения – это безразмерный показатель, описывающий, как погрешность псевдодальности влияет на точность определения координат.

Относительный фактор снижения точности, по сути, равен фактору снижения точности, нормализованному на период 60 с.

Временной фактор снижения точности описывает степень влияния погрешности показаний часов на точность определения координат.

Вертикальный фактор снижения точности показывает степень влияния погрешности в вертикальной плоскости на точность определения координат.

Кроме того, основными источниками ошибок, влияющими на точность навигационных вычислений в GPS-системе, являются:

1. Погрешности, обусловленные режимом селективного доступа.
2. Погрешности, связанные с распространением радиоволн в ионосфере.
3. Погрешности, связанные с распространением радиоволн в тропосфере.
4. Эфемеридная погрешность. Ошибки обусловлены расхождением между фактическим положением GPS-спутника и его расчетным положением, которое устанавливается по данным навигационного сигнала, передаваемого с борта спутника.
5. Погрешность ухода шкалы времени спутника вызвана расхождением шкал времени различных спутников.
6. Погрешность определения расстояния до спутника является статистическим показателем.

Точность определения координат связана не только с прецизионным расчетом расстояния от GPS-приемника до спутников, но и с величиной погрешности задания месторасположения самих спутников. Для контроля орбит и координат спутников и предназначены наземные станции слежения, системы связи и центр управления, подчиняющиеся Министерству Обороны США.

Методика обновления планов и карт с использованием материалов новой аэрофотосъемки осуществляется в определенном порядке. С помощью космической навигационной аппаратуры GPS получают пространственное положение снимка в геодезической системе координат на момент съемки.

Решение прямой фотограмметрической засечки возможно при условии, что элементы ориентирования снимка известны. Причем, как правило, известны элементы внутреннего ориентирования снимка. А элементы внешнего ориентирования снимка можно определить различными способами. Их делят на две группы.

В первую группу входят способы определения элементов внешнего ориентирования снимков в полёте с помощью специальных приборов. Во вторую группу входят способы

для определения элементов внешнего ориентирования снимков по опорным точкам.

Метрическая и смысловая информация, содержащаяся на фотопланах, ортофотопланах и графических планах, с течением времени устаревает. Старение происходит в результате наводнений, землетрясений и других естественных или антропогенных изменений объектов земной поверхности. Для поддержания информации на современном уровне на картографические материалы наносят появившиеся изменения. Процесс внесения изменений в содержание планов называют обновлением или дежурным сопровождением. При обновлении наносят вновь появившиеся объекты и удаляют исчезнувшие элементы ситуации. Обновление планов выполняют геодезическим или фотограмметрическим методом.

Геодезический метод заключается в том, что в поле план на бумажной основе сличают с натурой. Положение вновь появившихся объектов определяют путем простых геодезических измерений (линейных промеров, линейных засечек и т. п.) от имеющихся на местности и плане контурных точек. При большом количестве изменений выполняют измерения геодезическими инструментами, или GPS. Затем по результатам измерений на электронный план наносят появившиеся объекты. Материалы геодезических измерений, выполняемых при отводе земель, инвентаризации, кадастровых работах, купле-продаже и т. п., также используют при корректировке базовых планов. Геодезический метод обеспечивает высокую точность, используется при малых локальных изменениях ситуации на местности.

Фотограмметрический метод заключается в том, что обновляемый план камерально сличают с материалами новой аэрофотосъемки, на которых определяют изменения, дешифрируют вновь появившиеся объекты и после полевой проверки наносят изменения на план. Данный метод применяют для обновления планов на большие территории. Технологическая последовательность основных производственных процессов при обновлении планов следующая: выполнение периодической АФС; подготовительные работы; камеральное дешифрирование, визуальное выявление изменений; полевое дешифрирование, обследование камерально дешифрированных объектов; определение координат опорных точек; нанесение изменившейся ситуации на план фотограмметрическими способами.

Конкретный вариант организации работ по корректировке планов определяется многими факторами: техническим обеспечением, экономичностью, оперативностью выполнения работ, наличием программного обеспечения.

Современные цифровые способы фотограмметрической обработки снимков сокращают сроки работы по обновлению планов, позволяют экономично и качественно выполнить ввод изменившейся ситуации на обновляемый план. Наиболее простой способ представляет собой «врезку» фрагмента снимка с изменившейся ситуацией. По периметру фрагмента идентифицируют несколько точек дешифрированного снимка и плана, используемых в качестве опорных. Площадь фрагмента выбирают так, чтобы местность, изображенная на нем, была плоской. Точность координат идентифицированных (опорных) точек определяется точностью, с которой они внесены в базовый электронный план. Погрешность опознавания на снимке не должна быть, более 0,1 мм. При значительных изменениях ситуации, когда невозможно надежно опознать на обновляемом плане опорные точки по периметру фрагмента снимка, применяют методы фототриангуляции. Используя идентифицированные точки как концы базисов, вычисляют коэффициент масштаба для данного фрагмента снимка. Изображение фрагмента снимка, приведенное к масштабу обновляемого плана, занимает положение в геодезическом пространстве на электронном плане.

Степень старения карт и планов может быть установлена по данным регистрации ежегодного изменения земельного фонда в пределах изучаемой территории, а также с помощью методик оценки старения картографических материалов. Выявить происшедшие изменения можно визуально или автоматически с помощью специализированных компьютерных программ. В компьютер, с хранящейся информацией, вводят материалы новой аэрофотосъемки. Оператор контролирует и уточняет результаты, по которым дается заключение о необходимости корректировки существующего картографического материала.

Список литературы

1. Официальный сайт Федерального Космического Агентства [Электронный ресурс]. – URL:http://www.federalspace.ru/ (Дата обращения 17.02.2014).

2. Пресняков В.В., Тюкленкова Е.П., Галкина М.С. Влияние функционального зонирование территорий на кадастровую оценку земель на примере рабочего поселка Башмаково Пензенской области // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – URL: http://www, science-education.ru/113-11673. Электронный журнал ВАК РАЕ. – 8 с.

3. Пресняков В.В., Тюкленкова Е.П., Пронина М.О. Применение материалов дистанционного зондирования при создании орто-фотопланов на примере Каменского района Пензенской области // Современные проблемы науки иобразования. – 2013. – №5. – 2013. – URL: http//www.science-education.ru/111-10754.

4. Обиралов А.И., Лимонов А.Н., Гаврилов Л.А. Фотограмметрия: учебник. – М.: КолосС, 2002. – 240 с.

5. Назаров А.С. Фотограмметрия: учебник. – ТерраСистемс, 2006.

6. Пресняков В.В., Тюкленкова Е.П. Аэрогеодезия и фотограмметрия: учебник [электронный ресурс] – Пенза: ПГУАС, 2011.