

О ТОЧНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КООРДИНАТНОЙ ОСНОВЫ ГИС «ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ» ПО МАТЕРИАЛАМ НАЗЕМНЫХ И АЭРОФОТОСЪЕМОК

Географическая информационная система «Лесные ресурсы» представляет часть государственного земельного кадастра. Географические характеристики ГИС должны отвечать определенным картографическим критериям, а именно: а) координатная среда всех видов земельного кадастра должна быть единой, общегосударственной; б) точность координат контуров землевладений и основных контуров внутренней ситуации должна быть обоснована не только исходя из графической точности карт и планов, но и с учетом того, что цифровое представление об объектах картографирования содержит более точную и более полную информацию, чем графически отображается на топографических и специальных чертежах.

В начальный период создания ГИС «Лесные ресурсы» картографические данные о лесонасаждениях были представлены в местных координатах. На кафедре лесоустройства БГТУ под руководством проф. О. Атрощенко разработана компьютерная технология преобразования картографических материалов из местной системы в единую государственную (А. Пушкин, 2003 год). При перевычислениях координат требуется учитывать конкретные критерии необходимой и достаточной точности определения планового положения опорных геодезических пунктов в задачах кадастрового назначения. Необходимо также вносить в базу данных цифрового картографирования более точную и полную геометрическую и семантическую информацию об объекте, чем возможно графически отобразить на топографических и специальных чертежах, оформленных на бумажной основе.

В настоящее время при разработке критериев картографической точности материалов ГИС «Лесные ресурсы» требуется учитывать не только сложившуюся технологию создания и обновления лесоустроительных планшетов, но и перспективные компьютерные методы картосоставления. Последние должны предусматривать корректировку планового положения контуров в зависимости от неизбежных будущих уточнений планшетов и координат опорных пунктов высокоточными спутниковыми и наземными инструментальными методами съемок контуров.

Для совершенствования современной практики формирования координатной основы ГИС «Лесные ресурсы» по топографическим материалам необходимо закрепить в Инструк-

ции [1] нормативное условие, чтобы графическая точность лесоустроительных планшетов масштаба 1:10 000 соответствовала точности координатной основы топографических карт масштаба 1:10 000.

В настоящее время допуски на предельные погрешности планового положения контуров на лесных планшетах определяются пунктом 2.1.1 Инструкции [1]: допускаются смещения $\Delta_{ГВ}$ границ выделов на плане относительно твердых (опорных) точек контуров и просек до $\Delta_{ГВ} = 0,8$ мм (соответствующая погрешность на местности $\Delta_{ГМ} = 8$ м). Однако в Инструкции [1] не определены допустимые погрешности $\Delta_{ОТ}$ планового положения самих опорных точек. Соответствующий допуск записан в Инструкции [2] по топографическим съемкам:

$$\Delta_{ОТ} = 0,3 \times M,$$

где 0,3 – допустимая погрешность положения опорной точки съемочного обоснования в миллиметрах на плане масштаба 1:M относительно ближайших пунктов государственной геодезической сети.

При картографировании лесов в масштабе 1:10 000 значение $\Delta_{ОТ}$ на местности должно быть равно 3 м.

Рассмотрим точность исходных данных, которые на практике используются при составлении лесоустроительных планшетов и их плановой привязке к выбранной системе координат: 1) топографических карт; 2) данных межевания земель; 3) данных прежнего лесоустройства; 4) материалов специальных съемок контуров лесонасаждений.

1. Топографические карты содержат числовую и графическую информацию для определения объектов ГИС «Лесные ресурсы» в государственной системе координат. Графическая точность планового положения контуров на карте характеризуется средней погрешностью $m_{КП} \approx 0,5$ мм, предельной погрешностью $\Delta_{КП} = 2m_{КП} \approx 1$ мм. Поэтому графически определяемые координаты контуров характеризуются погрешностями $m_{ХУ}$ и $\Delta_{ХУ}$, которые зависят от масштаба карты соответственно приведенной формуле. Для карт основного масштаба 1:10 000 находим $m_{ХУ} \approx 5$ м и $\Delta_{ХУ} \approx 10$ м. Для карт более мелкого масштаба 1:25 000 $m_{ХУ} \approx 12$ м и $\Delta_{ХУ} \approx 25$ м. Следовательно, только топографические карты масштаба 1:10 000, давностью не старше 5–10 лет после их полевой корректуры, можно использовать для копирования контуров лесонасаждений и кварталных просек на планшет того же масштаба и

плановой привязки основных контуров планшета (границ и квартальных просек) в общегосударственных координатах.

2. Расчетная достоверность нанесения на планшеты границ лесонасаждений по материалам землеустройства основывается на анализе землеустроительной Инструкции [2] относительно требований к точности теодолитных съемочных ходов. В рассматриваемой Инструкции нет нормирования допустимой погрешности координат пунктов теодолитных ходов землеустроительного назначения. Для составления земельного кадастра допускается местная система прямоугольных координат. При допустимой длине теодолитных ходов до 10–15 км погрешности координат граничных линий относительно ближайших государственных геодезических пунктов могут достигать величин $m_{xy} \approx 3-4$ м. Результаты кадастровых съемок сельскохозяйственных земель выражаются координатами граничных точек и отображаются контурами землевладений на планах масштабов 1:10 000, 1:5000, 1:2000 и крупнее.

Рассмотренные картографические материалы по точности пригодны для составления лесоустроительных планшетов в части нанесения границ лесонасаждений с картографических чертежей, составленных в местной системе координат. Но исходные планы масштаба 1:5000 и 1:2000 необходимо трансформировать в масштаб 1:10 000. Первичный контроль графической точности контуров лесных угодий можно осуществить совмещением их контуров с изображениями на имеющихся фотопланах и топографических картах масштаба 1:10 000. Наиболее вероятное положение граничных линий на планшете-оригинале устанавливается с учетом их привязки к прямоугольной координатной сетке топографической карты. На планшете-оригинале такая сетка должна быть нанесена.

Окончательная проверка планового положения контуров должна выполняться различными геодезическими методами в лесонасаждениях. Результаты такой проверки необходимы для уточнения плановой привязки картографических фрагментов ГИС «Лесные ресурсы», а также для контроля точности материалов землеустройства.

3. Точность в плане планшетов прежнего лесоустройства оговорена Инструкцией [1]: контуры лесных массивов, квартальные просеки, опорные пункты и картографическая рамка могут характеризоваться смещениями почти до 0,8 мм. Названные смещения служат причиной последующего снижения картографической точности обновляемых планшетов до 1–1,6 мм, поскольку относительно смещенных на плане

опорных линий и их точек на него наносят прочие контуры, в свою очередь, с допустимыми погрешностями до 0,5–0,8 мм. В результате сложения таких погрешностей ожидаемые искажения местных прямоугольных координат точек контуров на планшете масштаба 1:10 000 могут достигать значений $\Delta_{xy} \approx 10-16$ м, что выше допуска (1) в 3–5 раз.

Как показала практика, действительные искажения геометрии и положения контуров на лесоустроительных планшетах нередко достигают намного больших величин. Причинами чрезмерных ошибок в положении и геометрии контуров на планшете служат не только выявленные ошибки инструментальных съемочных работ в лесонасаждениях, неточности камеральной обработки полевых материалов и дешифрирования аэрофотоснимков, но и технологические факторы. Поэтому и при использовании планшетов прежнего лесоустройства необходима детальная проверка планового положения контуров наземными геодезическими методами на местности и в камеральных условиях с использованием аэрофотоснимков давностью не более 5–6 лет.

4. До настоящего времени аэрофотосъемка остается основным методом картографирования лесов Беларуси в масштабе составления лесоустроительных планшетов 1:10 000. Аэрофотосъемка лесонасаждений должна проводиться через интервалы времени около 10 лет. Черно-белые и спектрально-зональные аэрофотоснимки и фотопланы характеризуются высоким разрешением (до долей метра), по ним строятся стереоскопические модели лесонасаждений, и поэтому возможно получение метрических таксационных характеристик древостоев, распознавание пород деревьев, определение фитопатологического состояния и др.

Аэрофотоснимки размером 40×40 см, полученные цифровыми аэрофотокамерами, обладают высоким разрешением, хорошими изобразительными свойствами и начинают применяться при съемках лесов Беларуси. Такие снимки используются также для детальной расшифровки материалов дистанционного зондирования Земли со спутников.

Высокое разрешение аэрофотоснимков и фотопланов позволяет осуществлять их плановую привязку к геодезической сети с необходимой точностью около 3 м на местности за счет определения прямоугольных координат надежно опознаваемых точек. Но плановая привязка фотопланов производится упрощенным методом – графическим совмещением контуров фотоплана с соответствующим контуром на топографической карте или планшете прежнего лесоустройства.

В будущем координаты пунктов съемочного обоснования должны определяться преимущественно методами спутникового позиционирования, обеспечивающими точность координат не грубее 1–2 м относительно пунктов государственной сети на расстояниях до 20–30 км. Спутниковые методы можно комбинировать с полигонометрическими, в частности с теодолитными ходами, для детального установления границ лесонасаждений в единой государственной системе координат. При реализации метода потребуется разработка методик выбора местоположения дополнительных (вспомогательных) опорных пунктов вне зоны затенения радиосигналов кронами деревьев.

Роль, которая принадлежит современным космическим системам дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), общеизвестна. Картографические документы, полученные по результатам съемок со спутников, представляют важнейшие виды информационных продуктов как общего, так и специального назначения. На их основе создаются картографические материалы в традиционном графическом исполнении или в виде цифровых моделей рельефа и контуров местности. К ним относятся цифровые топографические карты и планы. Для создания картографически точной ГИС «Лесные ресурсы» необходимо использовать данные, полученные методами ДЗЗ. Многие системы ДЗЗ оптического диапазона оснащены целевыми фотоприемниками. Соответствующие снимки характеризуются четким изображением и высоким разрешением (до 2–5 м). Аппаратура для съемок высокого разрешения неизбежно изготавливается длиннофокусной, соответственно получается узкая полоса захвата фотографирования. Следует учесть, что над территориями многих стран, в их числе Беларусь, в благоприятное для съемок время (весенне–летне–осеннее) число безоблачных дней

ограничено до 30–40, что ухудшает условия для осуществления сплошного (без разрывов между маршрутами съемки) космического мониторинга земной поверхности в оптическом диапазоне.

До запуска на орбиту белорусского спутника ДЗЗ данные космических съемок были доступны белорусским потребителям с российских спутников, но с ограничениями. В России до настоящего времени основные источники детальной космической информации для картографирования представлены съемками со спутников серии «Ресурс-Ф», а также типа «Комета». Видеоинформация с ИСЗ системы «Ресурс-Ф» представляет собой космические фотоснимки при малых углах наклона оси визирования оптических систем. При практически вертикальном фотографировании снимки достаточно просто преобразуются в фотопланы и топографические карты, упрощаются методики обновления карт. Требованиям точности лесного картографирования и обновления карт масштаба 1:10 000 в должной мере удовлетворяют средства ДЗЗ высокого разрешения. К ним относятся панорамная камера высокого КВР-1000 КА «Комета» с фокусным расстоянием 1000 мм, которая обеспечивает разрешение 2–3 м на черно-белых снимках местности, 4–5 м на спектральных снимках.

Литература

1. Инструкция о порядке создания и размножения лесоустроительных планово-картографических материалов – Мн.: Изд. ГЛПО «Белгослес», 1999.
2. Инструкция по установлению, восстановлению, закреплению границ земельного участка. – Мн.: Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии при Совете Министров Республики Беларусь. – 2002.