

Об оперативном создании фотопланов сельских населенных пунктов

Б. Н. РОДИОНОВ



Борис Николаевич Родионов, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом аэросъемочного обеспечения мониторинга земель Российского института мониторинга земель и экологических систем

Проводимая в РФ инвентаризация земель преследует две основные цели: межевание земель с целью оформления правовых документов на землевладение; получение обновленной исходной информации для

42

кой съемки, аэрофотографической съемки или их сочетанием. Традиционные технологии съемок предусматривают получение данных, обеспечивающих создание стандартных топографических планов, в том числе большого объема данных, не используемых для межевания. Принимая во внимание актуальность инвентаризации земель, необходимо рационализировать технологию съемок так, чтобы была обеспечена их высокая оперативность при соблюдении требований нормативных документов.

Нами разработана технология создания фотопланов сельских населенных пунктов в масштабах 1 : 2000 и 1 : 1000, предназначенных для обмера и документирования границ частных землевладений при выдаче государственных свидетельств. В 1992 г. технология освоена Российским институтом мониторинга земель и экосистем.

Фотопланы выпускаются в административных границах отдельных населенных пунктов — деревень, сел, поселков различного типа, и получили название «сельские». Их геометрическая точность обеспечивает отождествление границ землевладения с объектами местности не хуже 0,2 м и определение площадей участков размером от 0,06 до 0,25 га с погрешностью в пределах 2÷1%. Для измерения и вычисления длин линий, дирекционных углов и площадей на сельских фотопланах строится местная система геодезических координат, которая при необходимости может быть привязана к государственной системе с помощью координатной сетки, имеющейся на топографической карте масштаба 1 : 10 000, с графической точностью последней.

Сельские фотопланы изготавливаются из аэрофотоснимков, полученных длиннофокусными аэрофотоаппаратами с больших высот. Границы отдельных землевладений наносятся на них по результатам полевого дешифрирования при участии представителей местных административных органов. Точность сельского фотоплана контролируется по данным полевых измерений, выполняемых в процессе дешифрирования.

Предусматриваются следующие виды выпускаемой продукции:

1) фотоплан без графической нагрузки, предназначенный для использования в качестве исходной информационной базы при решении различных задач в данном

системе государственного земельного кадастра.

Наиболее трудоемкой является задача межевания земель в населенных пунктах с учетом как требований к точности работ, так и числа субъектов межевания.

Согласно нормативному документу Роскомзема «Единая технология кадастровых и топографо-геодезических съемок для целей инвентаризации и ведения кадастра в городах и других поселениях в 1994—1995 гг.» установлено, что в крупных городах и промышленных центрах межевание должно выполняться с использованием планов масштабов 1 : 1000 и 1 : 2000, а в других населенных пунктах, включая и сельские, — 1 : 2000.

Обычно топографо-картографические работы, предназначенные для решения задач межевания в населенных пунктах, выполняются методами тахеометричес-

населенном пункте как в настоящее время, так и в перспективе;

2) фотоплан с графической нагрузкой, отображающей границы населенного пункта в целом и отдельных землевладений, а также основные элементы топографической ситуации на территориях общего пользования и земельного резерва;

3) графический план на прозрачной основе с нагрузкой по п. 2, а также с данными о площадях, длинах и дирекционных углах сторон границ и со сводной экспликацией;

4) графические планы на бумаге границ отдельных землевладений в масштабах 1 : 500÷1 : 1000 с данными по п. 3;

5) сопроводительная информация по установленным формам.

Документы по п. 1—3 выполняются в одном экземпляре на недеформирующейся основе в масштабе 1 : 2000 или 1 : 1000. Число экземпляров по п. 4 определяется заказчиком.

По желанию землевладельцев изготавливаются «фотопаспорты землевладения», являющиеся увеличенными до масштаба 1 : 1000 фрагментами фотоплана по п. 1.

Графические планы по п. 3 и 4 изготавливаются на основе фотоплана по п. 2 с помощью машинных средств картографической обработки с точностью масштаба оригинала. По отдельному заказу представляются информация на машинном носителе о координатах, длинах и дирекционных углах сторон границ и площадях землевладений, а также другие справочные сведения для хранения в локальных и централизованных базах данных кадастрового и иного назначения.

1. Технологическая схема создания сельских фотопланов и их использование для межевания в населенных пунктах. Процесс создания сельских фотопланов включает следующие этапы: аэрофотосъемку; фотограмметрическую подготовку для масштабирования аэрофотоснимков; фотомасштабирование аэрофотоснимков; оформление и выпуск сельских фотопланов.

Продолжительность цикла работ по созданию сельских фотопланов составляет 2—3 мес со дня производства аэрофотосъемки. Возможны разные варианты использования сельских фотопланов масштабов 1 : 2000—1 : 1000 в зависимости от местных условий, актуальности,

оперативности и целевого назначения содержащейся на них фотоинформации.

1. Наиболее оперативное решение практических задач межевания возможно тогда, когда фотопланы с чистым фотоизображением (без графической нагрузки) передаются пользователям непосредственно на места, в низшее звено сельской администрации (сельсоветы). Практика показывает, что персонал этого звена хорошо разбирается в содержании аэрофотоизображения своих земель и с энтузиазмом использует фотопланы для решения конкретных вопросов. В настоящее время почти в каждом сельсовете имеется должность землеустроителя. После небольшого инструктажа местные землеустроители выполняют по фотопланам простейшие обмеры, вычисляют площади и составляют графические планы отдельных земельных владений в населенном пункте.

2. На основе сельских фотопланов создаются планово-картографические материалы, при этом выполняются стандартные технологические операции: полевое дешифрирование границ земельных владений и топографической ситуации в пределах земель населенных пунктов; изготовление графических планов населенных пунктов в масштабе 1 : 2000; вычисление площадей земельных владений и сельхозугодий, составление экспликаций; подготовка графической и текстовой документации для свидетельств на земельные владения.

Одновременно с дешифрированием при участии представителей местной администрации решаются некоторые вопросы межевания.

3. Благодаря применению машинных средств автоматизирована часть работ, среди них:

цифрование графического содержания отцифрованных фотопланов и отображенных на них элементов межевания;

компьютерная обработка данных, включая редактирование содержания плана, измерение длин линий и азимутов границ земельных владений, вычисление площадей, составление экспликаций и легенд планов отдельных земельных владений;

вычерчивание планов;

построение координатной сетки.

4. Самостоятельным этапом, выполняемым параллельно с работами по п. 2 и 3, является привязка фотопланов к геодезическим системам координат. Могут быть применены традиционные

способы привязки опознаков: геодезической к пунктам государственной опоры и камеральной к топографическим картам масштаба 1 : 10 000.

Выполняется геодезическая привязка с использованием систем спутниковой навигации. Продолжительность цикла работ по п. 2 или 3 и 4 для отдельного населенного пункта среднего размера (50 дворов) составляет 2 мес.

II. Некоторые сведения о технологических процессах.

1. *Аэрофотосъемка.* Используются самолеты ТУ-134 СХ с комплектом аэрофотоаппаратов: АФА-42/100 — основной и АФА-41/200, АФА-ТЭ/350, АФА-ТЭ/140 — дополнительные. Параметры основной (площадной) аэрофотосъемки: высота полета 10 000 м; скорость самолета 750 км/ч; фокусное расстояние АФА 1000 мм; масштаб фотографирования 1 : 10 000; формат снимка 30×30 см, продольное и поперечное перекрытия 60×30 %; продольный и поперечный базисы фотографирования 1200×2100 м; средняя производительность аэрофотосъемки 950 км²/ч; средняя разрешающая способность аэрофотоснимков при компенсации сдвига изображения 25 лин/мм; среднее разрешение на местности 0,2 м.

Самолетовождение осуществляется с использованием спутниковой навигационной системы «Транспак», обеспечивающей прокладку маршрутов с точностью 30—50 м.

Изготовление сельских фотопланов.

2. *Фотограмметрическая подготовка* содержит следующие процессы:

разметку на аэронегативах границ населенных пунктов по данным местных земельных органов;

опознавание на карте-основе масштаба 1 : 10 000 точек изображения аэронегативов для получения базисов масштабирования;

измерение длин базисов на карте-основе и аэронегативах и определение частных масштабов;

оценку разномасштабности и вычисление среднего коэффициента увеличения.

3. *Фотомасштабирование* выполняется на фотоувеличителе по заданному среднему коэффициенту увеличения.

4. *Корректурa масштабированных аэрофотоснимков.* С использованием карты-основы контролируются средний

масштаб и разномасштабность увеличенных аэрофотоснимков. Контроль выполняется по точкам, не участвовавшим в определении коэффициентов увеличения. Контролируется также разномасштабность соседних увеличенных фрагментов фотоплана по сводкам.

5. *Оформление и комплектация фотопланов.* На фотоплан наносятся координатная сетка, подписи, схемы расположения листов фотоплана для данного населенного пункта, осуществляется выходной контроль. Фотопланы комплектуются по населенным пунктам и сельсоветам. Все данные по п. 2—5 отражаются в формуляре.

6. *Полевой контроль точности сельских фотопланов.* В зависимости от принятой схемы использования сельских фотопланов выполняется выборочный (п. I.1) или сплошной (п. I.2) контроль точности их масштаба. Он заключается в измерении контрольных базисов на фотоплане и на местности.

7. *Изготовление контурных планов и вычисление площадей.* При отсутствии машинных средств картографической обработки выполняются копирование контурной информации с отдешифрированных фотопланов и вычисление площадей землевладений и угодий вручную и с помощью планиметров. При наличии машинных средств графическая информация с отдешифрированных фотопланов может быть введена в ЭВМ с помощью дигитайзера или сканера. Далее выполняются процедуры по п. I.3.

III. *О точности сельских фотопланов, создаваемых по данной технологии.* Обобщающим показателем точности фотопланов является точность их масштаба. Так как сельские фотопланы изготавливаются из нетрансформированных масштабированных аэрофотоснимков, то погрешности масштабирования последних и являются погрешностями фотопланов.

Как известно, основное влияние оказывают так называемые искажения за перспективу и рельеф. Первые тем меньше, чем больше фокусное расстояние аэрофотоаппарата, а вторые обратно пропорциональны высоте фотографирования. При выполнении аэрофотосъемки с приведенными выше параметрами исходные снимки практически адекватны ортофотоснимкам. Углы наклона аэрофотоаппарата при полете на высоте 10 000 м в условиях спокойной атмосферы не бывают больше 1°. В пределах отдельных

населенных пунктов в средней полосе России редко встречаются превышения рельефа более 20 м. Для этих условий на листе сельского фотоплана (50×60 см) масштаба 1 : 2000 разномасштабность не должна превышать 40 единиц знаменателя масштаба, т. е. 2 %. Полевой контроль фотопланов (по базисам, измеренным на местности и на фотопланах), проведенный в населенных пунктах Ступинского района Московской области и Ростовского района Ярославской области, показал, что средние квадратические значения остаточной разномасштабности составляют 0,7 и 0,5 %. Полученная оценка является обобщенной и сквозной, т. е. характеризует влияние не только упомянутых фотограмметрических искажений, но и других погрешностей, включая ошибки опознавания точек, измерения линий, деформацию бумаги и фотоматериалов, дисторсию объектива.

IV. *Результаты производственного применения технологии создания сельских фотопланов.* В 1992—1994 гг. по изложенной технологии была проведена аэрофотосъемка в масштабе 1 : 10 000 в Московской, Ярославской, Рязанской, Самарской, Владимирской и других областях на общей площади 110 000 км². Съемкой охвачены более 10 000 сельских населенных пунктов и более трех десятков крупных и средних городов (Ярославль, Ростов, Егорьевск, Орехово-Зуево и др.). В тех же полетах (т. е. без дополнительных затрат на аренду самолетов) проведена аэрофотосъемка в масштабе 1 : 40 000 по схеме «снимок—планшет» для обновления планов землепользований в масштабе 1 : 10 000 по технологии ВИСХАГИ.

К настоящему времени выпущено 6300 листов фотопланов масштаба 1 : 2000 на 3500 населенных пунктов; они переданы областным, районным и местным органам Роскомзема и эффективно используются для межевания и выдачи правовых документов на землевладения.

В Московской области сельские фотопланы используются для изготовления планово-картографических материалов на земли населенных пунктов по полному технологическому циклу (п. I.2—I.4). В Переславль-Залесском районе Ярославской области по сельским фотопланам выполнен отвод земель вновь организованным фермерским хозяйствам.

Следует подчеркнуть, что благодаря высокой производительности самолетов ТУ-134 СХ удалось выполнить практически весь объем аэрофотосъемки, предусмотренный договорами с заказчиками. При этом стоимость аэрофотосъемки с применением ТУ-134 СХ оказалась на 20 % ниже, чем при использовании самолетов АН-30.

V. Перспективы развития предлагаемой технологии. 1. Выполнение аэрофотосъемки с приведенными выше параметрами позволяет существенно рационализировать обычную технологию изготовления фотопланов в масштабе 1 : 10 000. Полученные ортофотоснимки нуждаются только в масштабировании с коэффициентом, близким к 1. Один планшет покрывается четырьмя снимками форматом 30×30 см. Они монтируются по опорным точкам, взятым с обновляемых фотопланов. При необходимости сгущения опоры выполняется плоскостное фототриангулирование (в простейшем случае с помощью лучевых восковок).

2. Применение систем спутниковой навигации дает возможность определять координаты центров проекции с погрешностью 2—5 м («Транспак») и 0,1—0,2 м (фазовые системы). Чтобы эти координаты отнести к точкам аэрофотоснимков (местности), необходимо с адекватной точностью наносить на них точку надира. Для этого требуется знать угловые элементы внешнего ориентирования аэрофотоаппарата с погрешностями порядка 1' при высоте фотографиярования 10 000 м и 2' — при высоте 5000 м.

Такие точности могут быть достигнуты при использовании современных инерциальных курсовертикалей. При совместном применении систем спутниковой навигации и инерциальных курсовертикалей отпадает необходимость геодезической привязки фотопланов масштабов 1 : 5000—1 : 10 000. На начальном этапе межевания в сельских населенных пунктах указанная точность достаточна для формирования единой цифровой модели планово-картографической основы земельного кадастра.

3. Высотная аэрофотосъемка с применением длиннофокусных аэрофотоаппаратов, выполняемая для целей межевания в населенных пунктах, отвечает наиболее строгим требованиям в отношении стабильности полета, выдерживания заданной высоты, перекрытий и др. Поэтому целесообразно в полетах для указанных целей проводить аэрофотосъемку и для решения других задач Роскомзема и ведомств: обновления планов землепользования, почвенно-геоботанического картографирования, мониторинга земель и др. Это осуществимо благодаря тому, что на самолетах ТУ-134 возможна одновременная установка трех аэрофотоаппаратов с разными параметрами, многозональной сканирующей системы и радиолокационной станции бокового обзора. При должном выборе параметров съемочной аппаратуры возможна комплексная многоцелевая съемка местности, что позволит сократить затраты на летно-съемочные работы и повысить их эффективность.