

Буссольные ходы должны быть привязаны к точкам пересечения квартальных просек, но не к квартальным столбам, которые установлены со смещением относительно пересечения осей квартальных просек. В дальнейшем необходимо продумать систему фиксации положения пересечения осей квартальных просек на местности. Точная и проверенная квартальная сеть в природе, на векторной карте в ГИС «Лесные ресурсы», на космическом снимке должна быть основой геодезической привязки лесных объектов в геоинформационных системах в лесном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бровар Б. В., Демьянов Г. В. Состояние перспективы развития системы геодезического обеспечения страны в условиях перехода на спутниковые методы // Геодезия и картография. 1999. №1. С. 29–33.
2. Морозов В. П. Курс сфероидической геодезии. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1979. 296 с.
3. Ключин Е. Б., Киселев Н. Н. Инженерная геодезия. М.: Высшая школа, 2000. 464 с.

УДК 630*582

О. А. Атрощенко, профессор; А. А. Пушкин, аспирант

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЛЕСНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ

The technology of creation and operation of the computer-based forest mapping system is considered. The procedure of creation and editing of cartographical databases for geographical information systems is resulted.

Одним из наиболее необходимых элементов устойчивого функционирования современного лесохозяйственного производства являются системы, позволяющие оперативно обновлять лесные картографические материалы всех видов, повышать их точность, постоянно поддерживать в актуализированном состоянии базы данных геоинформационных систем. Таким программным комплексом является система автоматизированного картографирования.

Отличительной особенностью функционирования данной системы является возможность получения лесных электронных карт на основе материалов аэрофотосъемки лесов и топографических карт, а также использования уже созданных цифровых карт из ГИС «Лесные ресурсы».

Автоматизированная система лесного картографирования создается в ОС Windows NT/98 на платформе ArcView GIS 3.2 с рядом разработанных для нее приложений, а также специализированной ГИС «Лесные ресурсы» (ForMap 2.0). Среди различных пакетов ArcView является наиболее динамично развивающимся продуктом на рынке ГИС-технологий, имеет значительное количество внутренних (встроенных) и внешних (дополнительных) модулей, существенно расширяющих возможности стандартного пакета, характеризуется наличием возможности настройки системы под решение новых задач путем создания пользовательских приложений. Немаловажным преимуществом ArcView является возможность использования растровых данных в процессе анализа, отображения и редактирования картографической информации.

Исходными материалами для картографирования являются: аэрофотоснимки, топографические карты масштаба 1:10000, оригиналы планшетов базового лесоустройства или планшеты в векторной форме в ГИС «Лесные ресурсы». На Буда-Кошелевский лесхоз, на базе которого производится создание автоматизированной системы лесного картографирования, исходные материалы представлены в следующем объеме: аэрофотоснимки – 647 шт., топографические карты масштаба 1:10000 – 115 шт., лесоустроительные планшеты – 67 шт. Исходные картографические материалы могут быть представлены как в традиционной бумажной форме, так и в цифровом виде (векторное и растровое представление).

Основное назначение системы – создание и редактирование картографической базы данных геоинформационных систем, а также получение лесоустроительных планово-картографических материалов.

Комплекс задач по картографированию можно разделить на несколько этапов:

- 1) создание фотоплана и объекта в растровой форме с векторизацией границ квартальных просек;
- 2) подготовка картографической основы на объект;
- 3) создание картографической базы данных цифровых лесоустроительных планшетов;
- 4) получение векторных лесных карт путем векторизации лесоустроительных планшетов или конвертирования их из ГИС Formap 2.0 в ArcView GIS;
- 5) ситуационное совмещение (трансформация) полученных векторных карт с фотопланом и топографической основой;
- 6) оценка точности местоположения границ объектов и их редактирование, ввод на векторную карту необходимых картографических объектов с топографической основы (административные границы, дороги и др.);
- 7) экспорт цифровых лесных карт в ГИС «Лесные ресурсы»;
- 8) подготовка и печать лесоустроительных планово-картографических материалов.

Каждый из приведенных выше этапов характеризуется определенным перечнем работ и программным обеспечением для их выполнения. Так, создание фотоплана предусматривает проведение следующих работ: 1) сканирование аэрофотоснимков; 2) трансформация изображений аэрофотоснимков в накидной монтаж; 3) графическая коррекция трансформированных изображений; 4) создание базы данных аэрофотоснимков в виде каталога изображений по картографическим трапециям; 5) трансформация полученного накидного монтажа в заданную систему координат и создание фотоплана.

Сканирование аэрофотоснимков осуществляется на сканере формата А3 (А4) в стандартных оболочках по работе с растровой графикой типа Photoshop, Photoplus и др. Для выполнения последующих операций все растровые изображения аэрофотоснимков должны удовлетворять определенным требованиям: формат – TIFF (Tagged Image File Format) без компрессии, тип изображения – градации серого (Gray Scale) с разрешением 300–400 dpi. Разрешение изображений, в зависимости от требований к точности, можно применять и другое. Однако важно, чтобы все отсканированные снимки имели одинаковое разрешение. В противном случае полученные растровые изображения будут иметь разный размер, что сделает последующую работу с ними невозможной.

Трансформация изображений аэрофотоснимков в накидной монтаж предусматривает их совмещение согласно отображенной на них ситуации. Совмещение снимков

осуществляется по трапециям международной разграфки: вначале совмещаются первые снимки маршрутов, входящие в трапецию по вертикали, а затем к ним последовательно присоединяются остальные аэрофотоснимки соответствующих маршрутов. После получения накладного монтажа по одной трапеции он создается по смежной аналогичным образом. Осуществляется трансформация при помощи координатной сетки, за пункты которой принимаются хорошо идентифицируемые на снимках объекты: пересечения дорог и квартальных просек, отдельно стоящие деревья и др. Координатная сетка создается на изображении аэрофотоснимка, к которому осуществляется присоединение, а на нее трансформируется аэрофотоснимок, который нужно присоединить. Такая технология позволяет добиться наиболее точного ситуационного совмещения изображений. Для проведения трансформации используется программное приложение TransImage, работающее на базе ArcView GIS.

С точки зрения технологии трансформация изображения является математическим преобразованием с шестью параметрами в следующей форме:

$$x_1 = Ax + By + C, \quad (1)$$

$$y_1 = Dx + Ey + F, \quad (2)$$

где x_1 – рассчитанное значение координаты x растрового изображения для пиксела; y_1 – рассчитанное значение координаты y растрового изображения для пиксела; x – номер столбца пиксела изображения; y – номер строки пиксела изображения; A – шкала x (размерность пиксела в единицах измерения растрового изображения по оси x); B , D – параметры вращения; C , F – параметры точки отсчета (координаты растрового изображения x , y для центра верхнего левого пиксела); E – обратная шкала y (размерность пиксела в единицах измерения растрового изображения по оси y).

При проведении трансформации изображений аэрофотоснимков программа создает так называемый файл привязки с расширением `tfw` и с именем, идентичным имени файла изображения. Все параметры трансформации хранятся в этом файле в строго определенном порядке.

Графическая коррекция трансформированных растровых изображений аэрофотоснимков заключается в выделении их рабочей площади. Это обусловлено тем, что аэрофотоснимок представляет собой центральную проекцию снимаемой местности, и масштаб от центра к периферии искажается. Кроме этого, значительные искажения по краям изображения возникают в результате сканирования и трансформации: появляется чернота и краевая размытость изображения. Все это обуславливает необходимость удаления искаженных участков по периметру с изображения аэрофотоснимка. Данная операция выполняется в пакете по работе с растровой графикой Photoshop.

Каталог изображений – это организованная коллекция пространственно распределенных геоданных, представленных растрами и доступных как единое логическое изображение. Таким образом, каталог содержит мозаичные изображения, которые, будучи собранными вместе, покрывают определенную область. Следует отметить, что создание каталога изображений не предусматривает создания нового файла изображения, а содержание каталога записывается в отдельном файле `dBASE`, который и определяет порядок вывода растровых изображений аэрофотоснимков на экран монитора. Каталоги изображений создаются в отдельности для каждой картографической номенклатурной трапеции, входящей в объект.

Основой для создания геометрически правильных и достоверных картографических данных является использование координатной привязки и картографических про-

екций в геоинформационных системах. Картографические проекции – это математические способы изображения поверхности Земли на плоскости (карте). Любое изображение земной поверхности на плоскости имеет искажения, поэтому были разработаны картографические проекции, у каждой из которых свое назначение. В ArcView GIS 3.2 имеется широкий спектр выбора как стандартных международных проекций (UTM), так и специализированных малораспространенных проекций, задаваемых пользователем. Для территории СНГ и Республики Беларусь топографические карты составлены по шестиградусным зонам в проекции Гаусса–Крюгера. Поэтому для корректного отображения картографической информации первоначально все геоданные должны быть представлены в данной проекции. В последующем же, при необходимости, можно осуществлять переход к другим картографическим проекциям. В данной технологии предусмотрено создание проекции Гаусса–Крюгера в ArcView GIS с последующим преобразованием в международную проекцию UTM.

Все накладные монтажи, составленные по номенклатурным картографическим трапециям, трансформируются в заданную систему координат. Для этого в проекте ArcView задаются соответствующая координатная система и проекция. На составленном накладном монтаже находятся хорошо идентифицируемые точки, координаты которых можно определить по топографической карте. По найденным координатам эти точки добавляются в координатную систему проекта ArcView, образуя таким образом сетку трансформации. На созданную координатную сетку осуществляется трансформация всех каталогов изображений с получением общего фотоплана на заданную территорию.

Создание базы данных цифровых топографических карт масштаба 1:10000 для территории лесхоза производится аналогично созданию фотоплана и технологически менее трудоемко. Здесь выделяется идентичный перечень работ, однако совмещение изображений тут упрощается, поскольку осуществляется по картографической сетке, а не отображенной ситуации. База данных топографической основы имеет наименьшие погрешности в ситуационном размещении картографических объектов и координатной привязке, поэтому является эталонной для определения точности фотоплана и векторных лесных карт.

База данных цифровых лесоустроительных планшетов создается при отсутствии векторных лесных карт в ГИС «Лесные ресурсы» лесхоза. Создание данной базы включает в себя следующий перечень работ: 1) сканирование лесоустроительных планшетов; 2) трансформация полученных растровых изображений планшетов; 3) векторизация планшетов; 4) сшивка полученных векторных моделей планшетов в карту по лесничествам и лесхозу.

Сканирование лесоустроительных планшетов производится на планшетном сканере формата А0 целиком либо на сканере А3(А4) по фрагментам, с разрешением не менее 100 dpi в градациях серого изображения.

Трансформация растровых изображений лесоустроительных планшетов преследует цель устранения искажений, произошедших в результате сканирования, и выполняется способом укладки растра на координатную сетку. Координатная сетка представляет собой маркеры, которые располагаются через равные расстояния (10 см) по ширине и длине. Таким образом, все рабочее поле планшета делится на 25 дециметровых квадратов. В зависимости от способа сканирования – всего планшета целиком или по фрагментам – применяется различная технология трансформации. При проведении трансформации растрового изображения планшета, отсканированного по частям, вы-

полняется еще и монтаж отдельных фрагментов в целое изображение. Для выполнения данной операции служит программный пакет *Imt2dx*, который может быть использован и для трансформации растра планшета, сканированного целиком. Кроме этого, данная операция может быть выполнена в специализированном приложении трансформации растровой графики *TransImage*, работающем на базе *ArcView GIS 3.2*.

Картографические базы данных геоинформационных систем создаются и функционируют в формате векторной графики. Это обуславливается рядом причин, важнейшими из которых являются сравнительно небольшие объемы памяти компьютеров, занимаемые при этом способе картографической информацией, и вследствие этого более динамичный процесс отображения и редактирования векторных карт, а также сравнительно небольшие потребности в памяти компьютеров.

Для проведения векторизации лесоустроительных планшетов используется программное приложение *Topdigit*, работающее на базе *ArcView GIS 3.2*. Цифровая векторная карта представляет собой многослойную структуру. Так, лесная цифровая карта ГИС «Лесные ресурсы» содержит следующий минимальный список картографических слоев: выделы, границы кварталов, ручьи, канавы, каналы, дороги асфальтированные, дороги грунтовые, промышленные объекты, административные границы, реки, озера, подписи выделов, подписи кварталов, другие подписи. Совокупность всех вышеперечисленных слоев и составляет общий вид карты. Вследствие этого векторизация также осуществляется послойно, то есть каждый слой представляется отдельным файлом. Кроме этого, все оцифрованные объекты одного слоя должны иметь одинаковый тип. Всего при векторизации выделяют три типа объектов: площадные или полигональные, линейные и точечные. Полигональные объекты представлены в слоях таксационных выделов, рек, озер, промышленных объектов. К линейным объектам относятся границы кварталов, ручьи, канавы, каналы, асфальтированные и грунтовые дороги. В качестве точечных объектов векторизируются подписи всех типов, изображения населенных пунктов, геодезические реперы.

Следует отметить, что создание картографической базы данных может также производиться путем векторизации необходимых объектов с фотоплана и топографической основы при условии, что аэрофотоснимки были предварительно дешифрованы.

После получения отдельных векторных моделей по планшетам производится их сведение в формат общей цифровой карты. Технология данного процесса предусматривает три этапа работ: 1) создание координатной сетки трансформации; 2) трансформация векторной модели; 3) объединение трансформированных векторных изображений.

Для выполнения первой операции применяется приложение *ArcView GIS 3.2 Survey*, для второй – приложение *TransVector*, а для третьей – приложение *Topdigit*.

Сшивка векторных моделей осуществляется последовательно по всем слоям. Однако создание координатной сетки трансформации для каждого слоя в отдельности не требуется, а созданная координатная сетка используется для трансформации всех слоев векторной модели, что значительно снижает трудоемкость процесса.

При наличии на заданной территории карт в ГИС «Лесные ресурсы» необходимость создания базы данных лесоустроительных планшетов и последующей их векторизации отпадает, а цифровые карты импортируются из ГИС *Formap 2.0* в *ArcView GIS*. Импорт осуществляется послойно, и каждый слой должен быть представлен в формате *DXF*. Для выполнения данной операции используется внутренний модуль *CAD Reader* в *ArcView GIS*. После загрузки слоев картографической базы данных в формате *DXF*

производится их преобразование во внутренний формат SHP (шейп-файл) в ArcView GIS.

Ситуационное совмещение векторных карт с растровым фотопланом производится с целью оценки точности расположения квартальной сети, а также внутриквартальной ситуации. Данная операция производится путем трансформации векторной карты по знаковым точкам на фотоплан. При наличии значительных расхождений местоположения квартальной сети на векторной карте и фотоплане устанавливаются причины погрешностей: ошибки исходных лесоустроительных планшетов или неточности сканирования, векторизации и сшивки векторных моделей. После этого векторную карту необходимо отредактировать до полного совмещения ее картографических объектов с объектами на фотоплане.

Совмещение векторных карт с топографической основой производится для уточнения местоположения других картографических объектов: железных дорог, линий электропередач, административных границ, а также для добавления необходимых объектов на векторную карту.

Следует отметить, что фотоплан и топографическая основа находятся в реальной системе координат и при проведении трансформации на них векторных карт происходит автоматическая их координатная привязка.

Важное значение имеет вопрос экспорта цифровых карт в ГИС Formar 2.0. Это, в первую очередь, обусловлено тем, что ГИС «Лесные ресурсы» является специализированным программным продуктом, предназначенным для учреждений и управлений лесного хозяйства, а также предприятий лесной промышленности. Поэтому здесь представлен значительный перечень специализированных программных функций для управления лесными ресурсами: планирование лесохозяйственных мероприятий (рубок леса, лесовосстановления, охраны лесов), составление специализированных форм лесохозяйственной отчетности, создание лесных тематических карт, печать лесоустроительных картографических материалов. Все это обуславливает необходимость использования созданных цифровых карт в ГИС «Лесные ресурсы». Для экспорта карт из автоматизированной системы лесного картографирования используется конвертирование их слоев из формата SHP в формат DXF. Конвертирование осуществляется в два этапа: на первом этапе используется приложение ArcView GIS Convertation, преобразующее формат SHP в исходный формат DXF, на втором – специализированная программа-конвертер, преобразующая исходный формат DXF в обменный формат DXF ГИС «Лесные ресурсы».

С точки зрения структуры, автоматизированная система лесного картографирования включает две базы данных: картографическую и атрибутивную. Картографическая база данных включает: базы данных аэрофотоснимков, топографических карт, цифровых лесоустроительных планшетов и векторных карт, а атрибутивная база данных содержит повыведельную информацию данных лесоустройства, характеристику объектов линейного протяжения (дорог, квартальных просек и др.). Векторная цифровая карта лесхоза содержит дополнительные картографические слои: границы сельскохозяйственных пользователей, административные границы, дороги всех видов, населенные пункты.

Печать планово-картографических материалов может осуществляться как из ArcView GIS 3.2, так и из ГИС «Лесные ресурсы», в которых возможна печать лесоустроительных планшетов, тематических карт, планов мастерских участков и обходов лес-

ников. Кроме этого, в ArcView GIS 3.2 представлена возможность создания широкого спектра издательских шаблонов картографической продукции согласно [5].

Представленная технология позволяет оперативно получать актуализированные планово-картографические материалы, а также создавать картографические базы данных геоинформационных систем на более высоком качественном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. ArcView GIS. Руководство пользователя.
2. ARCREVIEW. – М., 2001. – №4.
3. Майкл Н. Де Мере. Географические информационные системы. – М.: ООО СП Дата+, 1999.
4. Южанинов В. С. Картография с основами топографии. – М.: Высшая школа, 2001.
5. Инструкция о порядке создания и размножения лесоустроительных планово-картографических материалов. – Мн., 1999.

УДК 630*562; 630*23

П. Ф. Асютин, доцент

ПРОДУКТИВНОСТЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ И ФОРМОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Dates about connection between form variety, productivity and stability of spruce stands are resulted.

Для успешного целевого выращивания ельников следует учитывать формовое разнообразие ели, отличающееся различной продуктивностью, хозяйственной ценностью, требовательностью к почвенно-грунтовым условиям и засухоустойчивостью.

Объектами исследований послужили высокобонитетные чистые и смешанные еловые древостои на широко распространенных в Минском и Могилевском лесхозах дерново-палево-подзолистых пылевато-суглинистых почвах. Эти почвы, развивающиеся на лессовых и лессовидных породах, обладают высоким плодородием, имеют специфическую палевою окраску подзолистого горизонта, хорошо аэрируемы и достаточно увлажнены.

На объектах исследования пробных площадей изучалось разнообразие ельников по цвету женских шишек (стробиллов). Выделялись две формы – красношишечная и зеленошишечная.

Из литературы [2] известно, что красношишечная ель лучше переносит засуху, она более быстрорастущая, ее стволы более полнодревесные, а физико-механические свойства древесины более высокие. Отмечается также, что в оптимальных условиях роста на богатых почвах, наоборот, ель зеленошишечная обладает лучшим ростом и техническими качествами [3].

Важное значение в формовой разнообразии ели имеет также строение и цвет коры. В основу учета форм ели по коре нами положена классификация И. Д. Юркевича, Д. С. Голода и др. [5].

В. П. Гавришь [6] считает, что гладкокорая ель является менее долговечной, она схожа с пихтой, обладает малой плотностью и высокой акустической константой. Он называет такую ель резонансной. А. С. Яблоков [7] рекомендует для выращивания