

Экспертное заключение на технологию использования ГИС ТороL-L при лесоустроительных работах в филиале ФГУП "Рослесинфорг" "Центрлеспроект"

11.04.2011г

1. Общие сведения

Система ТороL_L – это специально разработанная для лесной отрасли информационная система, содержащая несколько тематических разделов (таксационные описания выделов, данные учета лесов и др.), а также геоинформационную систему ТороL, поддерживающую работу с картами (картографической информацией) во всех тематических разделах, где они используются.

ГИС ТороL является самостоятельной программой для работы с цифровой картографической информацией, имеющей собственный интерфейс.

Программный продукт ТороL_L, включая ГИС ТороL (в.6.8) в его составе, не требователен к ресурсам компьютера и может работать практически с любым РС IBM совместимым компьютером. Минимальная конфигурация компьютера:

Процессор: любой Pentium, или Celeron, или AMD с частотой от 400 МГц.

Память: от 64МВ

Видеокарта: любая

Диск: от 20 GB и более.

CD-ROM: любой, скорость большого значения не имеет.

Монитор: не менее 15"(дюймов) для плоского жидкокристаллического монитора и не менее 17" для монитора с электронно-лучевой трубкой.

Принтер: любой, кроме матричного.

1.1. Модель карты в ГИС ТороL

Географическая карта является моделью части земной поверхности (моделью местности, географического пространства), представленной в определенной системе координат и картографической проекции (например, для отечественных топокарт - в метрах прямоугольной системы координат проекции Гаусса-Крюгера). Существуют разные способы математического описания географической карты в ГИС. В ГИС ТороL используется так называемая топологическая модель описания географического пространства.

Отличие топологической модели описания карты от более простых моделей состоит прежде всего, в том, что соседние полигональные объекты разделяются линией их общей границы, вся граница может состоять из нескольких линий, отдельные линии границы идут от узла, где сходятся несколько линий, и до другого такого же узла. Линии и полигоны образуют множества связанных между собой объектов карты. Все эти объекты «знают» своих соседей. Полигоны не хранят координаты своих границ, но «знают», какие линии образуют их границу. Линии уже описываются координатами своих точек.

Хотя топологическая модель описания карты является более сложной, она обладает рядом достоинств:

- все полигоны образуют одну неразрывную поверхность, не могут «наползать» друг на друга или образовывать щели в промежутках;

- баланс площадей выполняется автоматически – сумма площадей выделов в ГИС равна площади квартала, в который они входят;

- при внесении изменений в границы полигонов эти изменения выполняются над единственной линией границы, а площади затронутых изменениями полигонов корректируются в ГИС автоматически (не требуется отдельно редактировать соседние полигоны).

1.2. Понятие слоя и блока в ГИС ТороL

Карты в ГИС всегда организованы послойно. Каждый **тематический слой** карты – множество объектов карты, сгруппированных по принципу тематической близости – слой гидрографии, слой дорог, слой лесных выделов, слой границ землевладений. Слои могут перекрывать друг друга, лежать выше или ниже.

В ГИС ТороL используется понятие **блока** – отдельного фрагмента карты, построенного в соответствии с правилами топологической модели карты, имеющего свои границы и собственное название каталога на диске. Блоки – повыведельные карты участков лесничеств (лесничеств) образуют слой карты повыведельного уровня. Блоки – поквартальные карты лесничеств (лесхозов) образуют слои карт поквартального уровня и т.д.

Блок карты (слой) в ГИС ТороL может содержать объекты четырех основных типов: **полигоны** (площадные объекты), **линии**, **точечные** объекты, **тексты** подписей на карте. Все объекты содержат специфичные для каждого типа объектов *атрибутивные описания*: идентификационный номер объекта, номер класса изображаемого объекта, цвет объекта на карте, условные знаки (символы) для изображения объекта на карте – для объектов всех типов, кроме текстовых, стиль и шрифт для текстов, топологические связи для линий и полигонов.

К объектам всех типов, кроме текстов, может быть присоединена внутренняя база данных ГИС (типа DBF), к внутренней базе данных может быть подключена одна или несколько внешних баз данных (также типа DBF).

1.3. Общая организация хранения информации в формате ТороL_L

1.3.1. Таксационная информация

Таксационная информация в формате ТороL_L реализована в виде набора файлов данных для каждого лесничества, использует формат DBF (dBASE IV) с кодировкой OEM866. Модель данных близка к реляционной. Информация представлена четырьмя основными таблицами: общее описание выдела, описание ярусов и пород, описание дополнительных макетов, сведения об ошибках в описаниях выделов. Количество описаний пород в выделе не ограничено. Таблицы связаны между собой через вычисляемое ключевое поле-идентификатор NNN, содержащее номера лесничества, квартала и выдела. Максимальные номера для лесничества – 99, для квартала – 9999, для выдела – 999. Все площадные показатели могут храниться с точностью до 0,01 га.

Кодированные значения показателей расшифровываются через справочники, размещенные в каталогах НСИ разных уровней в зависимости от области применимости конкретного справочника. Справочники также являются файлами DBF (dBASE IV) с кодировкой OEM866. Программа ТороL_L включает специальный редактор для подготовки и коррекции справочников и описаний полей БД.

Программа ТороL_L содержит средства для импорта таксационных данных из системы СОЛИ / СУБД-L и экспорта данных (всей БД или выборки) обратно в систему СОЛИ. Имеются также настраиваемые средства для формального и логического контроля таксационной информации.

1.3.2. Картографическая информация

Картографическая информация в формате ТороL_L реализована в виде блоков карты ГИС ТороL по лесничествам. Основным блоком является блок повыведельной карты. Кроме самой повыведельной карты блок содержит также атрибутивную информацию описаний выделов, хранящую общий с таксационной базой вычисляемый идентификатор выдела NNN, площадные параметры выдела и его частей: их геометрические (ГИС) и учетные площади. Эти параметры

используются для выявления внесенных изменений в контуры выделов и соответствующего пересчета площадных характеристик выделов.

Картографическая информация в формате ТороL_L может содержать также другие блоки – картографические слои: блок границ кварталов и линейных объектов, блок окружных границ лесничества и др. Главными из них являются блок границ кварталов и линейных объектов и блок окружных границ, если они заданы в виде геодезических ходов.

2. Технология создания электронных лесных карт

Основные технологические операции создания электронных лесных карт (согласно руководства по составлению лесных электронных карт «Запсиблеспроект»):

- 1) Создание повыведельной карты на лесничество;
- 2) Совмещение карты с таксационной информацией;
- 3) Создание графических материалов в электронном виде.

2.1. Технологические приемы создания электронных лесных карт в системе ТороL_L:

2.1.1. Подготовка картографической основы и растровой топоосновы

- Работы начинаются с выбора системы или группы систем координат для проекта. Для удобства использования информации в формате ТороL_L на региональном уровне желательно, чтобы весь регион был выполнен в единой системе координат (в одной зоне СК-42). Для большинства относительно небольших регионов Европейской части России это возможно. Однако для больших регионов севера и востока России по соображениям точности картографирования приходится использовать несколько систем координат в одном регионе (картографировать в нескольких зонах СК-42).
- В соответствии с выбранными системами координат для каждой из них выполняется расчет сеток углов рамок топокарт для тех масштабов, которые будут использоваться при лесоустройстве. Обычно рассчитываются сетки для нескольких масштабов карт. При использовании в проекте карт, созданных в системе координат СК-63, приходится дополнительно рассчитывать сетки углов рамок топокарт для каждой из зон искажений, которая может встретиться в регионе.
- Листы бумажных топографических карт сканируются и, в случае пофрагментного сканирования (в несколько приемов), части карты (фрагменты) сшиваются между собой в полный номенклатурный лист. Эта операция может выполняться до выбора проекции и расчета математической основы.
- Номенклатурные листы топокарт монтируются в вычисленную картографическую основу трансформированием в ГИС по точкам в углах рамок топокарт. Затем части карт вне внутренних рамок маскируются, в результате чего карты образуют единое пространство растровой топоосновы. Такой монтаж выполняется для нескольких растровых слоев 2-3 различных масштабов.

В ГИС каждый отдельный растр связан с векторной системой координат, в которой выполнен ГИС-проект, поэтому изображается в правильном масштабе и в требуемом месте географического пространства. Обычно это реализуется описанием в векторной системе координат прямоугольной области, в которую встраивается растр. Так как каждый растр привязывается отдельно, растры карт могут иметь различный исходный масштаб и быть отсканированы с разным

разрешением. Общее число растров в ГИС-проекте ТороL теоретически не ограничено, а на практике может быть очень велико. Это связано с тем, что ТороL, в отличие от растровых графических редакторов типа PhotoShop, не хранит все растры в памяти компьютера, а лишь формирует образ видимой на экране области для текущего масштаба в окне.

2.1.2. Обработка имеющихся л/у планшетов и геоданных

- Лесоустроительные планшеты прошлого лесоустройства сканируются и, в случае сканирования по частям, сшиваются в целые планшеты.
- Геоданные из журналов геоходов, если их использование в проекте предусмотрено, вводятся в текстовые файлы.
- Растры лесоустроительных планшетов приводятся к теоретической форме (квадрата 50x50 см) и натуральному размеру в метрах на местности путем трансформирования в ГИС. Файлы геоданных окружных границ обрабатываются в программе ТороL_L путем наложения на лесоустроительные планшеты, выявляются и устраняются ошибки в геоданных. Исправленные геодезические данные окружных границ сохраняются в текстовые файлы и, возможно, блоки окружных границ.
- Формирование окружных границ лесничеств
- Лесоустроительные планшеты прошлого лесоустройства по опорным точкам трансформируются в ГИС на слой топографической основы. В результате создается отдельный слой планшетов в системе координат топоосновы.
- При наличии данных о границах землепользований от органов землеустройства в виде бумажных карт, они также сканируются и собираются в номенклатурные листы.
- Растровые образы карт землепользований приводятся к системе координат топоосновы трансформированием в ГИС также, как топокарты. Затем области вне внутренней рамки маскируются, в результате чего карты образуют единое пространство растрового слоя границ землепользований.
- Подготовленные геоходы накладываются на ранее созданные растровые слои топоосновы и л/у планшетов, образуя векторные блоки окружных границ. При выполнении этого этапа также должны использоваться имеющиеся данные о границах землепользований, полученные в территориальных органах Росреестра.
- Все границы увязываются между собой в единый слой окружных границ проекта. При необходимости на его основе формируются новые исправленные геоданные окружных границ.

2.2. Подготовка таксационных описаний для ввода в атрибутивную информацию в формате ТороL_L

- При необходимости выполняется подготовка НСИ аналогично ранее используемой системе СОЛИ, но в удобном пользовательском интерфейсе.
- Данные таксации вводятся с карточек таксации в систему специальным редактором и проходят там первичный контроль. Возможен поточный ввод данных текстовых файлов, подготовленных в ранее использовавшейся системе СОЛИ.
- Возможен импорт атрибутивной информации, созданных ранее в системе СОЛИ. После импорта таксационные данные проходят следующую ступень контроля, уже в системе ТороL_L.
- Средства контроля показывают выявленные проблемы и позволяют откорректировать данные в интерфейсе программы самими таксаторами.

2.3. Подготовка аэрофотоплана или космофотоплана

- Дешифрованные аэрофотоснимки сканируются и, в случае сканирования по частям, их части сшиваются.
- Растры аэрофотоснимков трансформируются в ГИС и накладываются на совмещенные слои крупномасштабной топографической основы и планшетов прошлого лесоустройства. Растры космических сканерных снимков трансформируются в ГИС подобным образом, но с использованием других алгоритмов трансформирования.
- В отдельном векторном блоке прорисовываются границы сохраняемых (отдешифрованных, полезных) частей перекрывающихся растров для последующего устранения перекрытых областей.
- Выполняется маскирование растров снимков полигонами для устранения перекрытий и сокращения занимаемой растрами памяти. Такая обработка растров также упрощает дальнейшую работу со слоем аэрофотоплана, так как не требуется выстраивать определенную последовательность прорисовки растров.
- В результате для объекта формируется сплошное растровое покрытие аэрофотоплана или космофотоплана.

2.4. Создание повыведельной векторной карты

- Настраиваются параметры автоматической коррекции в процессе оцифровки. Установки зависят прежде всего от масштабов используемых в топооснове карт и точности снимков.
- Копируется ранее подготовленная окружная граница на оцифровываемый исполнительный объект в блок. Оцифровка выполняется по участковым лесничествам или иным объектам.
- Выполняется оцифровка квартальных границ, просек, трасс, дорог, других линейных объектов и объектов гидрографии.
- Выполняется оцифровка границ таксационных выделов. Результат работ - комплексный слой векторных границ в блоке, включающий внешние и квартальные границы, трассы и просеки, гидрографию и границы таксационных выделов.
- Выполняется в блоке создание полигонов выделов и их литерацию, проверяется корректность оцифровки выделов и исправляются выявленные ошибки. Настраиваются параметры видимости линий и точек во всех блоках и сохраняются в качестве собственных условных знаков объектов.
- Выполняется комплексный контроль оцифровки и литерации путем поквартальной окраски повыведельной контурной сети и аналитической проверки правильности кодирования границ.
- Устанавливается связь между повыведельной таксационной информацией и повыведельной картографической информацией блока.

2.5. Контроль баланса площадей

- Контроль баланса проверяет соблюдение правил округления всех площадей, соответствие сумм площадей по кварталам и выделам учетным площадям, степень расхождения учетных площадей с данными о площадях в ГИС.
- Для выделов также проверяется соответствие по содержанию и площадям между таксационной и картографической базами данных, призванное выявить ошибки литерации выделов в обоих информационных слоях.
- Внутри блока карты проверяется баланс площадей между частями выдела и выделом в целом. Так как линейные выделы в атрибутивной информации не имеют прямого соответствия линейным объектам карты, взаимный

контроль соответствия для них выполняется с учетом категорий земель выделов.

- Если в результате проверки были выявлены ошибки соответствия атрибутивной и картографической информации, расхождения в балансе площадей либо несоответствия в параметрах линейных объектов, программа покажет страницу протокола операции.

Примечание. Модуль контроля баланса и увязки площадей в лесничестве является универсальным инструментом, который с пользой можно применять как при решении задач в лесном хозяйстве – при работе с переданной им информацией, так и в лесоустройстве – при создании баз данных для контроля оцифровки и увязки площадей.

2.6. Подготовка и печать лесных карт

- Лесоустроительные планшеты выполняются на стандартных листах формата А2 в цвете. Подписи номеров выделов и площадей, а также все условные знаки линий формируются автоматически.
- Подготовка к печати планов лесонасаждений заключается в размещении рамки, картуша, легенды, текстовом оформлении плана. Раскраска также выполняется автоматически по данным таксации. Печать обычно выполняется на листах формата А3 с использованием опорной сетки TopoL.
- Схемы и карта лесничества формируются на основе планов лесонасаждений с дополнением ситуации вне лесного фонда на основе среднемасштабных карт картографической основы.
- Результатом работ на этом этапе является полный **комплект отпечатанных лесных карт**: лесоустроительные планшеты, планы лесонасаждений и другие карты на их основе, карты лесов лесничества и другие карты на их основе.

Совмещенная информация таксационных описаний выделов и повыделной карты в формате передачи в лесничество является входными данными, используемыми на этапе подготовки и печати лесных карт.

ГИС TopoL имеет встроенный кодификатор векторных объектов, содержащий коды групп для полигональных, линейных и точечных объектов карты. Таблица стилей текстов существует отдельно.

Для упорядочения кодов разработан кодификатор объектов лесных карт, группирующий и структурирующий коды групп для классификации объектов.

2.7. Подготовка выходных таксационных описаний и материалов для разработки проектов освоения лесов

- Таксационные описания с увязанными площадями выделов экспортируются из программы TopoL_L в систему СОЛИ.
- В системе СОЛИ проводится необходимая работа по вычислению расчетных и итоговых данных, подготовке печатных таксационных описаний и других документов.
- Готовится текстовая часть к проекту.
- Выполняется печать таксационных описаний и других документов, входящих в состав проекта.

2.8. Импорт - экспорт карт в ГИС TopoL_L

Наиболее подходящим форматом для импорта – экспорта лесных карт является формат **ArcView ShapeFile**. В этом формате без особых проблем передается как контурная информация, так и связанная с ней иная информация.

Проблема состоит в передаче оформленных для печати карт, так как практически все имеющиеся на рынке ГИС используют отличные друг от друга технологии оформления карт и подготовки их к печати. Различаются модели данных ГИС, организация библиотек условных знаков, способы настройки параметров визуализации.

Можно «вбить» все векторные условные знаки в само векторное изображение, тогда эту карту, возможно, удастся открыть и распечатать в другой ГИС в виде, близком к исходному. Но эти данные не будут годиться для создания полноценной геоинформационной системы.

Возможна передача данных исходя из их содержательного значения с присоединенными к векторным объектам атрибутивной информации. В этом случае включение их в другую ГИС становится реальным, но оформлять карты для печати придется средствами принявшей данные ГИС.

Другой путь – разработка конвертора для передачи данных из ГИС TopoL в нужную ГИС.

Из выше изложенного, а также из многолетней практики работы «Центрлеспроект» следует, что программный продукт TopoL_L имеет все необходимые функции для создания электронных лесных карт и их печати. Интерфейс его прост и удобен для пользователей. Кроме вышеизложенных, система имеет много других возможностей, полезных как для лесоустроителей, так и для работников лесного хозяйства. Это и внесение текущих изменений в картографическую информацию с одновременным изменением атрибутивной информации, отбор выделов по заданным условиям, формирование учета по лесничеству, вычисление МДОЛ и т.д.

Программа постоянно развивается и совершенствуется в свете новых задач, решаемых «Центрлеспроект». Так, например, для формирования новых границ лесничеств разработан автоматизированный метод переноса повыдельной информации (поквартально) из одного лесничества в другое с одновременной перенумерацией кварталов, причем без потери атрибутивных сведений.

Нужно отметить, что чешская фирма TopoL Software, s.r.o (разработчики ГИС TopoL) постоянно создает новые версии TopoLa. Эти версии имеют более современный интерфейс и предусматривают, в частности, конвертирование данных из одной картографической проекции в другую, прием данных других форматов, что очень важно для пользователей.

Кроме того, есть варианты, в которых возможно проведение аналитического ортотранформирования аэрофотоснимков, где используются точные фотограмметрические алгоритмы трехмерного трансформирования. Для их использования необходима цифровая модель рельефа (ЦМР / DMT) на отснятую территорию. Решить задачу ортотранформирования может специальная программа от TopoL Software – PhoTopol, а подготовить ЦМР в формате TopoL можно в варианте программы TopoL 3D. Эта же программа позволяет использовать цифровой стереоэффект при обработке аэрофотоснимков. Стереоэффект достигается программными средствами на экране компьютерного монитора и использованием специальных стереочков.

Главный инженер



А.Ю.Соколов