

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И АДАПТАЦИЯ БАЗОВЫХ СРЕДСТВ ГИС ДЛЯ ЗАДАЧ ЛЕСОУСТРОЙСТВА УКРАИНЫ

Abstract. We propose to extend functionality of the general purpose GIS systems by the specialized tools for the purposes of addressing the issues of planning and mapping support for the forestry sector management. Below we have described the functional features of the system, updating cartographic information, and technology of geodatabase management.

Вступление

Современные геоинформационные системы (ГИС) ориентированы на обеспечение поддержки принятия оптимальных управленческих решений на основе анализа пространственных данных [1]. Такого рода данные составляют более половины объема всех информационных ресурсов в организациях, которые занимаются различными видами деятельности, требующими учета пространственного размещения объектов. Одной из областей широкого применения геоинформационных технологий является управление лесным хозяйством страны, где геоинформационные системы обеспечивают возможность эффективного управления, мониторинга лесных ресурсов, контроля в области использования, восстановления и оборота лесного фонда.

При создании ГИС для лесной отрасли в качестве базовых используются различные универсальные ГИС известных производителей США, Канады, России ..., такие как ArcGis, MapInfo, Панорама и другие. Но, вместе с тем, существуют и «чисто» - специализированные ГИС, которые разработаны для «уникальных» потребностей автоматизации процессов лесоустройства. Это такие системы, как Topol - L [2], ЛУГИС [3], «ЛесГИС» [3], ГИС «Лесные ресурсы» [4] и другие. Специализированные системы позволяют получать интегрированную картографическую и поведельную информацию для решения практических задач учета лесного фонда, текущего планирования рубок леса, лесовосстановления, противопожарных и лесозащитных мероприятий, создания различных тематических лесных карт, внесения текущих изменений в лесном фонде и др.

Данная статья посвящена решению таких задач, как планово-картографическое сопровождение лесоустройства, накопление, хранение и актуализация картографической информации.

Особенности тиражирования планово-картографических материалов лесоустройства

Современные стандарты производства и тиражирования планово-

картографических материалов лесоустройства в Украине и других странах постсоветского пространства определяют перечень требований к формированию основных видов карт-материалов: планшетов, тематических планов лесничеств, карт-схем лесхозов и областей. Это такие требования, как: нанесение условных знаков в соответствии с классификатором и технологической инструкцией; печать карт-материалов по типу атласа; разделение карты на отдельные листы (положение и количество листов определяется пользователем в интерактивном режиме); обеспечение возможности компоновки комбинированных листов из территориально удаленных частей тематических слоев с сохранением координатной привязки; определение границы изображения на отдельном листе контуром (пределом) размещенных в нем кварталов лесничества; формирование и вывод надписей в виде дроби: « $\frac{\text{показатель } 1}{\text{показатель } 2}$ » или « $\frac{\text{показатель } 1}{\text{показатель } 2 : \text{показатель } 3}$ », строки: «показатель 1» или «показатель 1 – показатель 2»; возможность изменения для отдельных надписей одного и того же тематического слоя типа вывода и точки размещения и др.

Анализ возможностей перечисленных выше специализированных ГИС [2-4] показал, что их применение без дополнительного расширения функциональности не обеспечит удовлетворение данных требований. С целью реализации специфики ведения по единой системе национального лесоустройства на всей территории Украины государственным проектным лесоустроительным производственным объединением (ПО) «Укрдержлеспроект» была создана специализированная система «ГИС–Леспроект» [5, 6]. Источником входных данных для системы являются результаты фотограмметрической обработки аэрофотоснимков.

Функциональные возможности системы «ГИС–Леспроект»

Система реализована как набор дополнительно разработанных компонент к стандартным средствам ArcGis фирмы ESRI США (ArcMap, ArcEditor, ArcSde ...), которые реализуют специализированные функции ГИС для ведения лесного хозяйства. Данный подход обеспечивает пользователю доступность как стандартных, так и специализированных функций полномасштабной ГИС.

Для корректного отображения тематических слоев карт-материалов в системе «ГИС–Леспроект» сформирован Классификатор условных знаков объектов лесоустройства (УЗОЛ), совместимый с государственным классификатором топографической информации Украины, и программные средства использования классификации в среде ArcGIS. В частности, разработан механизм комбинации четырех и более знаков классификатора. Например, соединение таких знаков как, «контур выдела лесничества», «насаждения на сырых и мокрых местах», «главная порода», признак «не сомкнутые лесные культуры» и наличие «срубов».

Для создания атласов или альбомов карт ArcGIS предоставляет набор

инструментов для многостраничной компоновки (Data Driven Pages). Однако данный инструмент не обеспечивает выполнение необходимого условия размещения кварталов лесничества на получаемые при «раскрое» листы. А именно, для планшетов: квартал должен «попадать» на лист целиком; для планов: квартал может «попадать» на лист как целиком, так и частично. Кроме того здесь отсутствует возможность создания комбинированных листов с сохранением координатной привязки объектов. В «ГИС-Леспроект» реализован специализированный механизм раскроя, обеспечивающий дополнительные возможности. На рис.1 изображен пример «раскроя» лесничества на листы для формирования планшетов.

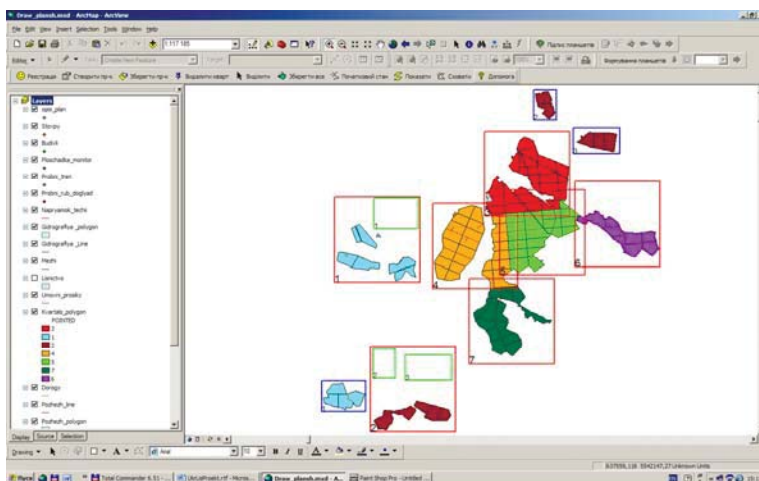


Рис. 1. Пример «раскроя» лесничества

Стандартные возможности ArcGis также не позволяют (при подготовке отдельных листов к печати) выполнять удаление «лишних» для конкретного листа фрагментов карты и не обеспечивают хранения внерамочного оформления листов (номер планшета, область, район, лесхоз, лесничество, масштаб, начальник партии, геодезист, инженер и др.). Эти функции реализованы в системе «ГИС-Леспроект».

Для отображения надписей на карт-материалах в ArcGis существует базовая возможность задания однотипного формата и размещения всех надписей для каждого тематического слоя (Layer Properties), что не всегда является достаточным. В системе «ГИС-Леспроект» предоставляется возможность выбора различных типов надписей для одного тематического слоя и изменение точек размещения для отдельных объектов слоя по выбору пользователя [7]. На рисунках 2 и 3 изображены примеры одного из планшетов и одного из листов тематического плана по главной породе соответственно, подготовленные к печати.

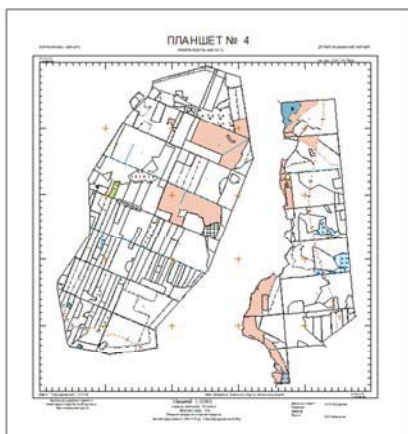


Рис. 2. Макет планшета

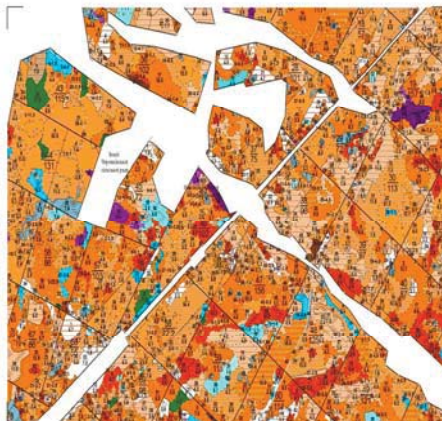


Рис. 3. Пример тематического плана

Задачи и решения актуализации картографической информации для обеспечения непрерывности процесса лесоустройства

Для обеспечения актуализации плано-картографического сопровождения лесоустройства Украины в ПО «Укрдержлеспроект» принято хранение данных с регулярным интервалом времени один год. В течении этого периода возможно изменение как таксационных так картографических характеристик объектов тематических слоев лесничества, как единицы хранения информации. В системе «ГИС-Леспроект» реализована функция внесения изменений в картографическую БД [8]. В традиционных технологиях [9] исходным материалом для внесения изменений в картографическую базу данных являются: база векторных данных лесоустройства прошлых лет; растровые планшеты предыдущего лесоустройства с внесенными вручную изменениями (проектирование отводов леса, изменения, возникшие в результате хозяйственной деятельности или стихийных явлений, и т.д.); ведомости картографических изменений границ выделов за указанный период и др. С этой же целью применяют также данные аэрофотосъемки (например, в виде растров) и т.д.

Стандартные средства ArcGis (ArcView/ArcEditor) позволяют выполнять различные действия по изменению геометрических характеристик объектов отдельных тематических слоев карты. Однако, здесь отсутствует возможность синхронного изменения «логически» связанных слоев. Объектом операций по изменению геометрии может выступать как лесничество в целом, так и его отдельные составляющие. Это могут быть кварталы, плоскостные выделы (озера, реки, автодороги, ...) и линейные выделы (дороги, реки-линейные, ...) и др. Так, например, при выполнении Пользователем деления квартала или нескольких смежных кварталов необходимо одновременное выполнение

автоматического или полуавтоматического деления входящих в него объектов связанных тематических слоев (дорог, озер, коммуникаций и др.). Система «ГИС-Леспроект» дополняет стандартные возможности ArcGis такими функциями, как: синхронизация внесения изменений в таксационную и картографическую БД; обеспечение удаления выбранного участка лесничества; передача выбранного участка лесничества в состав другого лесничества; замена номеров кварталов, выделов; замена типа границы выдела (инструментальный или глазомерный); разбивка полигональных элементов лесничества, в том числе, состоящих из нескольких полигонов разрежаемого слоя (одного объекта слоя, состоящего из нескольких многоугольников). Обычно, это используется для преобразования «сборных» кварталов и «сборных» урочищ лесничества.

Реализация описанных функций потребовала решения проблемных вопросов, связанных с необходимостью учитывать топологические связи между пространственными объектами различных слоев. С этой целью была создана условная классификация пространственных объектов лесничества: пространственные операции выполняются не над отдельными классами объектов лесничества, а над их группами; топологические связи, также, устанавливаются не между отдельными классами пространственных объектов, а между их группами; классы пространственных объектов лесничества делятся на группы по одному или нескольким признакам; классы пространственных объектов, входящих в одну группу, имеют некоторые общие признаки. Это могут быть такие признаки, как: простые пространственные объекты не могут иметь в своем составе других объектов (например, дороги); сложные пространственные объекты (например, кварталы) имеют в своем составе другие объекты; по характеру локализации объекты делятся на полигональные, линейные/полилинейные и точечные; существуют пространственные объекты, для которых имеются номера объектов высшего уровня (например, в атрибутивной таблице слоя выделов для каждого выдела хранится номер квартала, которому он принадлежит); возможно наличие пространственных объектов, находящихся на границе сложного полигонального объекта (например, столбы на границе лесничества) и др.

Таким образом, в системе «ГИС-Леспроект» с помощью библиотек ArcObjects реализованы средства, приспособленные для редактирования данных объектов лесоустройства. Следует отметить, что в данной системе спроектирован и реализован механизм внесения изменений не только в картографическую БД, но и БД макетов карт-материалов данного лесничества, созданную в предыдущий период времени. А именно, обеспечивается: автоматическое изменение таксационных и других семантических характеристик выделов на основе изменений в таксационной БД; автоматизированное внесение изменений в разбивки лесничеств на листы; автоматизированное изменение информации для формирования надписей карт-материалов.

Такие функции системы «ГИС-Леспроект», как формирование карт-материалов и внесение текущих изменений реализованы для БД лесничеств файлового типа. Это обусловлено значительным уменьшением стоимости проекта в связи с установкой на ПК Пользователей только базового пакета ArcGis. Однако, для того, чтобы накопленные пространственные данные было легко использовать при решении многих практических задач (поиск данных, выбор и совмещение тематических информационных слоев, подключение дополнительных информационных источников, использование разнообразных инструментов пространственного анализа и др.) целесообразно применение геобазы данных серверного типа.

Специализированные программные средства создания и ведения геобазы лесоустройства Украины

В системе «ГИС-Леспроект» разработана структура объектно-реляционной геобазы данных серверного типа [10], которая базируется на иерархическом подчинении субъектов лесоустройства и состоит из таблиц данных лесничеств, таблиц геометрических данных и таблиц со служебной информацией для подготовки карт-материалов к печати.

Таблицы данных – это своего рода справочники, такие как перечень областей, областных управлений, лесхозов, лесоустройств, лесничеств, кварталов и выделов лесничеств.

Таблицы геометрических данных в зависимости от характеристик объекта привязаны соответственно к выделу, кварталу или лесничеству. Таким образом, в данных таблицах каждая запись в зависимости от вида геометрии характеризует выдел, квартал или лесничество, для которого в свою очередь определен год лесоустройства, лесхоз, областное управление и область. Геометрические таблицы создаются для таких объектов, как овраги, полигональные выделы, условные просеки, столбы, реки, противопожарные разрывы, границы областей и административных районов, направления течения, автодороги и др.

Такая структура геобазы данных позволяет организовать генерацию запросов с помощью технологии ADO (ActiveX Data Objects). В результате получают классы геометрического описания местности (FeatureClass), которые можно ставить в соответствие тематическим слоям, добавлять эти слои к картам и сохранять в формате шейп-файлов. В системе «ГИС-Леспроект» разработан и реализован механизм автоматизированной генерации запросов. Пользователь может получить: данные для всего лесничества или некоторых его слоев; данные по части лесничества (указанные кварталы, выделы); «склеенные» данные для всего лесхоза или всей области по тематическим слоям. Создание специализированного и одновременно простого интерфейса Пользователя в среде ГИС в значительной степени упрощает процесс построения запросов и повышает функциональность системы.

Целесообразность использования при создании геоинформационной

базы данных лесоустройства программных средств MS SQL Server, ArcSDE (Spatial Database Engine) и ArcGis Server компании Esri определяется их функциональными возможностями. Так, благодаря многопользовательской клиент/серверной архитектуре ArcSDE позволяет мгновенно выполнять сложные пространственные запросы, а общее число клиентов, одновременно обращающихся с запросами, практически не влияет на производительность. Кроме того, ArcSDE использует сжатый бинарный формат для хранения географических данных и может работать с пространственными модулями некоторых СУБД, предназначенными для хранения и управления геометрическими характеристиками объектов. В этих случаях геометрия также становится прямо доступной через соответствующую реализацию SQL для определенной СУБД. Важно отметить, что геометрические данные базы хранятся не в собственной структуре, а в стандартных таблицах серверной СУБД, благодаря чему Пользователи могут обращаться к базе геоданных как посредством ArcSDE, так и с помощью любой стандартной методологии доступа к СУБД. Кроме того, для обеспечения выполнения функций системы по созданию карт-материалов указанная компонента предоставляет возможность импорта и экспорта пространственной и совмещенной семантической/атрибутивной информации из файловой БД в SDE геобазу и обратно, а также позволяет сохранять аэрофотоснимки, снимки со спутника и др.

Выводы

Создание системы «ГИС-Леспроект» как специализированного дополнения к полнофункциональной масштабируемой геоинформационной платформе ArcGis позволяет в полной мере использовать как стандартные, так и специализированные функции ГИС. Применение Классификатора условных знаков объектов лесоустройства, совместимого с государственным классификатором топографической информации Украины, обеспечивает создание «читаемых» карт-материалов.

Разработка гибкого инструментария для выполнения разбивки лесничества на листы позволяет Пользователю создавать наиболее приемлемую конфигурацию раскроя. Дополнительные функции системы «ГИС-Леспроект» по подготовке листов к печати обеспечивают возможность исключения «лишней» для каждого конкретного листа картографической информации. Использование разработанной подсистемы формирования надписей позволяет применять в случае необходимости для одного тематического слоя различные виды надписей, скомбинированных из нескольких атрибутивных показателей, а также изменять и сохранять их положение для отдельных объектов слоя.

Реализация возможности внесения изменений в архивную картографическую базу данных файлового типа и вспомогательную информацию для формирования карт-материалов обеспечивает поддержку картографической БД в актуальном состоянии при выполнении

незначительного объема работ.

Применение геобазы данных для хранения картографических характеристик лесничеств и разработанной подсистемы доступа к информации обеспечивает возможность выполнения пространственного анализа для решения задач лесоустройства на основе актуальных данных.

Планируется развитие системы в направлении создания геопортала, как средства обеспечения публичного доступа к информационным ресурсам.

13. Берлянт А.М. и др. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. - М.:ГИС-Ассоциация, 1999. - 204 с.
14. Геоинформационная система (ГИС) ТороL-L [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lesis.ru>.
15. Мартынов А.Н. Основы лесного хозяйства и таксация леса. – СПб.: Изд-во «Лань», – 2008. – 372 с.
16. ГИС «Лесные ресурсы» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belinvestles.by/GIS.html>.
17. Білецький Б.О. Практичне застосування ГІС-технологій для планово-картографічного супроводження лісовпорядкування (на прикладі системи «ГІС-Ліспроєкт») / Б.О. Білецький, В.А. Литвинов, В.П. Беспалов, С.Я. Майстренко, Т.О. Загребя, К.В. Хурцилава // Математичні машини і системи. - 2013. - №3. - С. 76-86.
18. Білецький Б.О. «ГІС-Ліспроєкт» основні технологічні особливості, етапи розробки та перспективи розвитку / Б.О. Білецький, В.П. Беспалов, С.Я. Майстренко, Т.О. Загребя // Матеріали 8-ї науково-практичної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ. – 2012. – червень. - С.144-147.
19. Білецький Б.О. Автоматизація процесу формування підписів на картографічних документах лісовпорядкування / Б.О. Білецький, В.П. Беспалов // Матеріали 8-ї науково-практичної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ. – 2012. – червень. - С. 157-159.
20. Білецький Б.О. Підсистема внесення змін до (актуалізації) змісту бази даних лісовпорядкування / Б.О. Білецький, К.В. Хурцилава // Матеріали 8-ї науково-практичної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ. – 2012. – червень. - С.153-156.
21. Тикунов В.С. Основы геоинформатики: В 2 кн. Кн. 2: Учеб. пособие для студ. вузов – М.: Издательский центр “Академия”, 480 с.
22. Білецький Б.О. Концептуальна будова серверної геобазы даних / Б.О. Білецький, Т.О. Загребя // Матеріали 8-ї науково-практичної конференції з міжнародною участю «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ. – 2012. – червень. - С.148-152.

Поступила 14.9.2015р.