

УДК 528.94 : 630 (084)

Инструментарий ГИС для картографического сопровождения управления лесным хозяйством на федеральном уровне

*Н. В. Малышева, к. г. н.; Т. А. Золина –
Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства
и механизации лесного хозяйства, Московская обл., Пушкино,
nat-malysheva@yandex.ru*

Рассмотрены методика и результаты прикладных работ по созданию картографических ресурсов программными средствами ГИС – ArcGis Desktop: цифровых карт лесничеств и лесопарков России, лесорастительных зон и лесных районов России, визуализации данных государственного лесного реестра по субъектам и лесничествам.

Ключевые слова: ГИС (географические информационные системы), картографирование лесов, цифровые карты, электронные карты, государственный лесной реестр, веб-ГИС технологии.

ГИС-технологии – современный инструмент, который широко и успешно используется в различных сферах управления во всем мире. В условиях реформирования системы управления лесным хозяйством России после введения в действие нового лесного законодательства возросло значение стратегического планирования и оперативности управления. Выработке более обоснованных и взвешенных решений по управлению лесным хозяйством страны призвана способствовать визуализация в среде ГИС статистической отчетности по использованию, охране, защите и воспроизводству лесных ресурсов – представление этой отчетности в виде карт. Тематические карты являются важнейшим компонентом информационного обеспечения управления лесным хозяйством страны. Наши исследования направлены на создание картографических ресурсов и поиск путей их внедрения в деятельность органов управления лесами федерального уровня.

Цель проводимых нами в течение ряда лет научно-исследовательских работ – совершенствование информационного обеспечения управления лесным хозяйством федерального уровня за счет практического использования ГИС-технологий для создания карт (аналоговых, цифровых и электронных) по данным отраслевых статистических наблюдений.

После введения в действие Лесного кодекса Российской Федерации (2006) кардинально изменилась система управления лесами страны. Основными территориальными единицами управления в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов стали лесничества и лесопарки (ст. 23 Лесного кодекса РФ).

Принимая во внимание кардинальное реформирование системы сбора данных о лесах страны и необходимость информационной поддержки федерального звена управления отраслью, осуществлены работы по созданию картографической базы данных с границами лесничеств и лесопарков. Создание цифровой базы данных выполнено с использованием современных технических и динамично развивающихся программных средств – ArcGis Desktop-ArcMap,

на которые ВНИИЛМ имеет 2 лицензии. Наш научный коллектив имеет многолетний опыт работы в программной среде ГИС [1].

Формирование цифровой картографической базы лесничеств и лесопарков включало следующие этапы:

- ✓ Сбор, систематизацию и предварительную обработку источников данных. Преобразование источников в цифровую форму.

- ✓ Оцифровку и координатную привязку источников информации, представление данных в векторном формате, редактирование графической и атрибутивной информации, построение корректной топологической структуры.

- ✓ Формирование запросов к базе данных и их визуализация, оформление тематических карт для вывода их в электронной и/или аналоговой форме.

Особенности информационных источников, их детальность, качество и способ представления (цифровой или аналоговый) существенно влияют на использование тех или иных методических подходов к подготовке цифровой картографической базы данных. Информационными источниками для создания слоя с единицами административно-территориального управления служили карты на бумажных носителях, направленные субъектами Российской Федерации в Рослесхоз после структурной перестройки системы управления лесами. Поскольку эти картографические материалы были лишь приложением к тексту с перечнем лесничеств, направляемым субъектами Российской Федерации, требований к их качеству и способу представления не задавалось. Поэтому полученные материалы были разноплановыми. Зачастую они представляли собой графические схемы формата А4 или А3, на которых от руки фломастером или карандашом были нанесены границы образованных лесничеств. Встречались также настенные карты большого формата, окрашенные и ламинированные. Ввиду того, что картографические материалы отличались по исполнению, детальности, размерам и масштабам, мы применяли различные способы ввода данных в картографическую базу. Можно сказать, что при создании такой карто-

графической базы применялся индивидуальный подход по каждому субъекту Российской Федерации.

В качестве картографической основы использовался полигональный слой административно-территориального деления России в формате *.shp цифровой карты мира (DCW) масштаба 1:1 000 000, предоставленной для научно-исследовательских целей дистрибьютором ArcGis Desktop согласно лицензионному соглашению. Этот слой создан в определенной проекции и системе координат, поэтому можно построить новые полигоны территориальных единиц управления лесами в полигоны картографической основы, сохранив проекцию и систему координат исходного слоя, а затем соединить новые полигоны территориальных единиц управления воедино и сформировать цифровую карту, как по федеральным округам, так и по России в целом.

В зависимости от размеров исходного картографического источника использовалось несколько способов ввода данных, а именно: сканирование небольших схем формата А4–А3 или цифровая фотосъемка настенных карт большого формата. После сканирования отдельные фрагменты исходного источника сшивались по идентичным точкам на стыке этих фрагментов. Так формировалось растровое изображение картографического источника целиком. Затем растровый слой подгружался в ArcMap и использовался в качестве подложки векторного полигонального слоя административных единиц (областей, краев и пр.). Далее осуществлялась пространственная привязка по опорным точкам растрового изображения к векторному слою и трансформирование раstra. По границам лесничеств на трансформированном растровом изображении проводилось редактирование векторного слоя. В атрибутивные таблицы векторного слоя вносили названия новых лесничеств и их номера в соответствии с приказами Рослесхоза. В результате работы получена карта области с новыми административно-территориальными единицами управления. Инструментарий ГИС позволяет осуществлять преобразование проекций и пересчитывать географические координаты полигонов в

любые другие, в том числе прямоугольные, что весьма полезно в аналитической работе.

В результате выполненных нами работ создана картографическая база данных с генерализованными лесничествами по субъектам Российской Федерации и стране в целом, которая приведена в соответствие с новой системой административно-территориального управления лесами, утвержденной в 2007–2008 гг. В последующие годы, вплоть до 2014 г., эта картографическая база данных ежегодно обновлялась, т.е. осуществлялось своеобразное «дежурство» за изменениями границ административно-территориальных единиц управления лесами. Картографическая база данных лесничеств и лесопарков передана в Управление инвентаризации лесов, лесоустройства и лесного реестра Рослесхоза, который является заказчиком работ и распоряжается передачей ее сторонним пользователям. С 2010 г., согласно распоряжению заказчика работ, картографическая база данных используется в практической деятельности Российского центра защиты леса («Рослесозащита»).

Нормативно-правовая база, регламентирующая правила использования лесов, их охраны, защиты и воспроизводства, тесно связана с лесорастительным районированием (статья 15 Лесного кодекса РФ). Для оценки эффективности управления лесами регионов и планирования мероприятий по освоению лесов органам управления лесным хозяйством необходимо иметь карту лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации, так как многие виды деятельности и мероприятия по использованию, охране, защите и воспроизводству лесов дифференцированы в зависимости от лесорастительных условий, увязаны с лесорастительными зонами и лесными районами. Нами создана цифровая карта лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации программными средствами ArcGis Desktop. Тематическое содержание подготовлено по текстовым источникам информации – перечню лесорастительных зон и лесных районов, утвержденному федеральным органом исполнительной власти. В качестве картографической основы использованы шейп-файлы цифро-

вой карты мира (DCW) масштаба 1:1 000 000, предоставленной для научно-исследовательских целей дистрибьютором ArcGis Desktop согласно лицензионному соглашению.

Созданные цифровые карты лесничеств и лесопарков и лесорастительного районирования служат необходимой картографической основой для визуализации данных отраслевых статистических наблюдений, могут использоваться для пространственного анализа и оценки исполнения полномочий по использованию, охране, защите и воспроизводству лесов, переданных в ведение субъектов Российской Федерации. Так, например, в опытным порядке для сравнительной оценки эффективности исполнения полномочий по субъектам Российской Федерации в программной среде ГИС – ArcGis Desktop составлены карты с отображением целевых прогнозных показателей, наглядно демонстрирующие как объективность выводов, так и недостатки существующей отраслевой статистической отчетности [2, 3]. На основе достижения целевых прогнозных показателей выполнена интегральная оценка эффективности управления лесами и в картографической форме представлен рейтинг субъектов Российской Федерации.

Наши карты активно используются для аналитических оценок при подготовке ежегодных государственных докладов о состоянии и использовании лесов Российской Федерации, дополняют и иллюстрируют национальную отчетность Рослесхоза для международных организаций.

Многолетние исследования [1–5] направлены на демонстрацию преимуществ использования пространственной информации при принятии управленческих решений, внедрение картографической формы представления различных данных о лесах России в практику управления лесным хозяйством.

Прикладные исследования последних лет осуществлялись в русле нового научного направления, связывающего функциональные возможности традиционных ГИС и преимущества веб-технологий по публикации и представлению пространственных данных посредством простого пользовательского интерфейса в веб-браузере

[5]. На примере создания карт лесной тематики для интерактивного просмотра и реализации запросов пользователя представлены первые результаты применения в отрасли веб-ГИС-технологий.

Цель исследований – оценить возможность практического использования ГИС для создания карт и веб-сервисов для визуализации созданных карт, реализации конечным пользователем запросов к пространственным и атрибутивным (семантическим, тематическим) данным.

Для реализации поставленной цели необходимо подготовить карты в программной среде ГИС и разработать интерфейс для визуализации и доставки карт конечному пользователю. Пользователь задает целый ряд предпочтительных для него условий:

- ✓ карты должны воспроизводиться на различных платформах, работать в популярных операционных системах и не требовать установки программных средств ГИС;
- ✓ карты должны оставаться векторными и сохранять все свои характеристики: проекцию, масштаб, систему координат;
- ✓ должны сохраняться все преимущества карт, созданных в среде ГИС: возможность работы со слоями, возможность реализации пользователем запросов к пространственным и атрибутивным данным, метричность, возможность перехода от более детальной карты к менее детальной при увеличении и изменении масштаба, и наоборот;
- ✓ карты должны быть удобными в работе и интерактивными, т. е. содержать элементы управления и другие инструменты, применяемые в веб-картографии.

Первый опыт реализации избранного подхода получен при создании интерактивной карты лесничеств и лесопарков, лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации (рис. 1). Методика подготовки карты включала экспорт векторных данных, созданных в среде ArcGis Desktop, в форматы SVG с помощью специальной прикладной программы (надстройки для ArcGis Desktop – Mappetizer). SVG – открытый стандарт W3C (Консорциума Всемирной паути-

ны). В отличие от некоторых других форматов, SVG не является чьей-либо собственностью. SVG-документы легко встраиваются в HTML-документы [6]. Результат экспорта – простые папки с рядом файлов, которые можно подгружать в веб, хранить на сервере или локальном компьютере. При экспорте сохраняются все видимые слои на карте, включая классы различных типов объектов – полигональные, линейные и точечные, содержащиеся в базе геоданных, шейп-файлы, условные обозначения и символы, а также заголовки карт и сопроводительные надписи. Помимо этого, важно, что сохраняются связи между пространственными и атрибутивными данными базы геоданных.

В результате проведенных операций разработано картографическое приложение в виде интерактивной карты, предназначенной для просмотра и реализации запросов пользователем. Карта проста в использовании и пригодна для практической работы. Она позволяет:

- ✓ осуществлять навигацию по иерархической системе «Российская Федерация – федеральный округ – субъект Российской Федерации – лесничество – лесорастительная зона, лесной район» и переключение между картами субъектов Российской Федерации и федеральных округов;

- ✓ просматривать справочную информацию по лесничествам, лесопаркам, лесорастительным зонам и районам в границах федеральных округов и субъектов Российской Федерации;

- ✓ формировать запросы по отбору интересующего пользователя пространственного объекта и получать справочные данные по выбранному объекту;

- ✓ изменять масштаб карты без потери качества;

- ✓ получать координаты объектов;

- ✓ распечатывать карты (федеральных округов, субъектов Российской Федерации или отдельных лесничеств/лесопарков и пр.) и справочную информацию.

Пример управления интерактивными картами представлен на рис. 2. Предложенный подход отличает оперативность получения пользователем картографических и справочных данных. При этом не требуется установка каких бы то ни было специализированных ГИС-оболочек, обучение сотрудников или обновление компьютерной техники. Пользователь не задумывается о том, каким образом организованы данные или как построить логическое выражение для реализации запроса, что требуется при работе в среде ГИС. Интерактивная карта управляется любыми веб-браузерами, бесплатными или входящими в стандартный комплект поставки операционной системы. Пример реализации запроса к интерактивной карте лесорастительного районирования Приволжского федерального округа приведен на рис. 3.

В развитие избранного подхода выполнены прикладные исследования по созданию картографического сервиса в виде автономной (off-line) версии электронного атласа интерактивных карт по данным государственного лесного реестра. Карты, включенные в атлас, предназначены для формирования представления о ресурсной базе, составе земель лесного фонда, других количественных и качественных характеристиках для организации управления лесным хозяйством по субъектам Российской Федерации и лесничествам в составе этих субъектов в границах федеральных округов. Такие карты, согласно теоретическим построениям [7], относят к картам ин-



Рис. 1. Заставка интерактивной карты лесничеств и лесопарков Российской Федерации в среде веб-браузера Mozilla Firefox

формационно-справочного типа, и для отображения статистических характеристик в картографии традиционно используют картограммы и картодиаграммы. справочный характер определяется назначением карт для территориального анализа данных и перспективного планирования в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, для оценки эффективности исполнения субъектами Российской Федерации переданных полномочий по управлению лесами.

Методика подготовки электронного атласа включала следующие этапы:

- ✓ Обработка данных государственного лесного реестра, содержащихся в формах отраслевой отчетности, для загрузки в программную среду ГИС.

- ✓ Подготовка картографической основы с лесничествами и лесопарками в границах субъектов Российской Федерации по федеральным округам.

- ✓ Совмещение картографической основы с атрибутивными таблицами, содержащими сведения государственного лесного реестра, и формирование баз геопространственных данных.

- ✓ Подготовка и оформление макетов карт средствами ArcGis Desktop с использованием баз геопространственных данных.

- ✓ Экспорт макетов карт (фреймов) в формат SVG. Верстка и отладка электронного атласа.

Опытные работы выполнены в программной среде ArcGis Desktop версия 10. Готовые макеты карт конвертированы в формат SVG, пригодный для интерактивной работы веб-браузерами. Конвертирование макетов карт осуществлено с помощью специальной надстройки для ArcGis Desktop – Mappetizer, предназначенной для веб-картографирования и опробованной в предшествующих проектах [4, 5]. Прикладная программа приобретена у разработчика – немецкой компании Uismedia. В документации к этому программному продукту указано, что все популярные браузеры, такие как Internet Explorer (начиная с версии 9), Mozilla Firefox, Opera, Google Chrome, воспроизводят векторные данные в SVG-формате. Вместе с тем, наиболее устойчиво с SVG работает браузер Mozilla

Firefox, который имеет встроенную поддержку формата. Этот браузер предпочтительно использовать для управления картами подготовленного нами электронного атласа.

Электронный атлас включает наборы интерактивных карт, объединенные в тематические разделы и подразделы и иерархически выстроенные. Для формирования целостного представле-



Рис. 2. Загрузка интерактивных карт лесорастительных зон и лесных районов в среде веб-браузера Mozilla Firefox

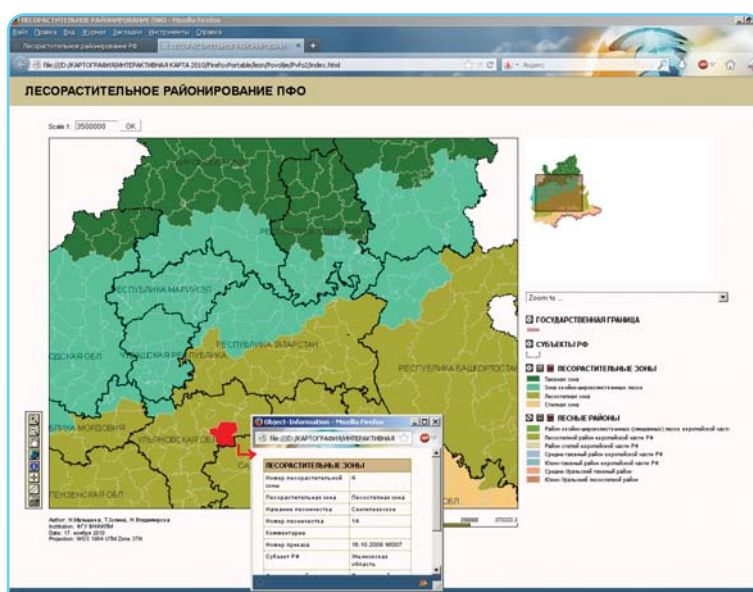


Рис. 3. Пример реализации запроса к интерактивной карте лесорастительных зон и лесных районов в среде веб-браузера Mozilla Firefox

ния о характеристиках лесов и организации управления лесным хозяйством регионов карты сгруппированы в 4 тематических раздела: леса и лесные ресурсы; использование лесов; охрана и защита лесов; воспроизводство лесов. Каждый раздел атласа содержит подразделы, представляющие количественные и качественные характеристики лесов, особенности их охраны, защиты и воспроизводства.

Структура подразделов атласа идентична структуре веб-сайта и представляет собой иерархическую систему HTML-страниц с внедренным в них SVG-кодом и скриптами JavaScript. Со стороны пользователя карты атласа выглядят как HTML-страницы, которые перелистываются в веб-браузере по сценарию, определенному разработчиками.

Пользователи имеют возможность визуализировать данные государственного лесного реестра и управлять содержанием карт атласа, а именно:

- ✓ осуществлять навигацию и переключение между разделами, подразделами атласа и картами различной тематики;
- ✓ подключать или отключать отдельные слои, представляющие данные государственного лесного реестра в виде картограмм или круговых картодиаграмм;
- ✓ просматривать картографическую и атрибутивную информацию по лесничествам и субъектам Российской Федерации, формировать запросы по отбору того или иного простран-

ственного объекта (лесничества или субъекта Российской Федерации) и получать данные государственного лесного реестра по выбранному объекту;

- ✓ визуализировать диаграммы в динамическом режиме, воспроизводить исходную атрибутивную информацию, по которой они построены, непосредственно на карте и с помощью инструмента «Запросы»;
- ✓ изменять масштаб карт без потери качества;
- ✓ получать координаты объектов и измерять расстояние между ними.

На сегодняшний день атлас включает карты по двум пространственным уровням – по всем субъектам Российской Федерации и территориальным единицам управления лесами (лесничествам и лесопаркам), сгруппированным по федеральным округам.

Веб-приложение в виде электронного атласа интерактивных карт способствует созданию дешевого рабочего ГИС-пространства, экономит денежные средства, так как нет необходимости задействовать дорогостоящее программное обеспечение серверных ГИС.

В настоящее время сформировалось новое направление развития ГИС, связанное с веб-приложениями [8]. При выполнении завершённых исследований наглядно показана полезность симбиоза ГИС и веб-технологий для решения отраслевой задачи – создания интерактивных карт лесной тематики и электронного атласа.

Список литературы

1. Малышева, Н. В. Картографическое обеспечение государственного учета лесного фонда с использованием ГИС / Н. В. Малышева // Лесн. хоз-во. – 2007. – № 3. – С. 40–42.
2. Малышева, Н. В. Как оценить эффективность управления лесами в регионах? Поиск показателей и опробование инструментария / Н. В. Малышева // Устойчивое лесопользование. – 2011. – № 2(27). – С. 21–29.
3. Малышева, Н. В. ГИС – полезный инструмент для оценки качества управления лесами / Н. В. Малышева // ArcReview – Современные геоинформационные технологии. – 2010. – №3(54). – С. 19–21.
4. Картографическая база данных и интерактивная карта с границами лесничеств и лесопарков для федерального уровня управления лесным хозяйством / Н. В. Малышева, Н. А. Вла-

димирова, Т. А. Золина, Н. Э. Райченко // ArcReview – Современные геоинформационные технологии. – 2010. – №3 (54). – С. 21–22.

5. Создание интерактивных карт и электронного атласа для информационной поддержки управления лесным хозяйством России/ Н. В. Малышева, Т. А. Золина, Н. Э. Райченко, Н. А. Владимирова // Проблемы непрерывного географического образования и картографии : сб. науч. ст. – Вып. 17. – Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина. – 2013. – С. 31–34.

6. SVG. Материал из Википедии – свободной энциклопедии
<http://ru.wikipedia.org/wiki/Svg>

7. Берлянт, А. М. Картография : учеб. для вузов. – 3-е изд., доп. / А. М. Берлянт. – М. : КДУ, 2011. – 464 с.

8. Фу, П. Веб-ГИС. Принципы и применение [пер. с англ.] / Пиньде Фу, Цзюлинь Сунь. – Редландз, Калифорния : Esri Press, 2013. – 356 с.

GIS Instruments for Cartographic Support of Forestry Management at Federal Level

Nataliya V. Malysheva, Tatiana A. Zolina – All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, Pushkino, Moscow region, nat-malysheva@yandex.ru

Key words: *GIS (Geographical Information Systems), forest mapping, digital mapping, electronic maps, state forest register, Web-GIS technologies.*

GIS serves as the widely use instrument for man activity management in different spheres including the information support of forestry all over the world. The technique and experience on creation of cartographic resources such as digital map of forest management units around Russia, digital map of forest vegetation zones and forest districts, electronic and digital maps based on forest register by ArcGis Desktop are reviewed.

The new line of investigation linking the advantages of GIS and Web presented in example of developed browser-based application. The aim of the accomplished research is to improve the forest management trough practical application of GIS for visualization of forest state statistical data and Web services for delivering the forest maps to an end-user. The first outcomes of Web-GIS technologies synergy for forest application are described on the example of forest maps intended for interactive visualization and queries.