

УДК 528.94:630 (084)

Н.В. Малышева¹, Т.А. Золина², Н.А. Владимирова³

ЛОКАЛЬНЫЙ КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ СЕРВИС ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ О ЛЕСАХ РОССИИ

Данные отраслевых статистических наблюдений включены в государственный лесной реестр, который представляет собой свод документированной информации о лесах, их использовании, охране, защите, воспроизводстве. До настоящего времени картографическое сопровождение государственного лесного реестра отсутствовало. Цель исследований — совершенствование информационного обеспечения управления лесным хозяйством на федеральном уровне за счет практического использования инструментария ГИС для создания карт по данным отраслевых наблюдений и веб-технологий для визуализации карт и доставки конечному пользователю.

Изложены методика и опыт разработки картографического сервиса для визуализации статистических данных о лесах России и просмотра веб-браузерами. Содержание (контент) картографического сервиса составляют: рабочие слои, содержащие данные государственного лесного реестра; разгруженная картографическая основа с единицами административно-территориального деления РФ и территориального управления лесами — лесничествами.

Экспериментальные работы включали подготовку карт в программной среде ArcGis for Desktop ver. 10 и конвертирование готовых макетов в формат SVG с помощью специальной надстройки для ArcGis — Mappetizer 11.2. Атлас сверстан из компонентов, включающих HTML-документы с внедренными в них векторными картами в формате SVG и изображениями, скрипты сценария.

Карты атласа сгруппированы в тематические разделы и подразделы, характеризующие леса и лесные ресурсы, использование лесов, охрану и защиту лесов, воспроизводство лесов. Специальный пользовательский интерфейс в веб-браузере позволяет просматривать и публиковать данные лесного реестра, подключать или отключать рабочие слои, реализовать запросы к пространственным и атрибутивным данным.

Со стороны пользователя атлас представляет собой наборы HTML-страниц, иерархически выстроенных в соответствии с логикой и последовательностью получения сведений о лесах — ресурсном потенциале территории, использовании, охране, защите и воспроизводстве. Пользователь последовательно подгружает эти страницы по заранее определенному сценарию, перелистывая их веб-браузером как обыкновенные страницы веб-сайта в интернете. Подготовленный электронный атлас может быть загружен на локальный компьютер, сервер и пригоден для публикации в Веб.

Предложенный подход продемонстрировал возможность публикации данных государственного лесного реестра в картографической форме без установки дорогостоящего программного обеспечения ГИС на сервер или на локальный компьютер пользователя.

Ключевые слова: лесное хозяйство, тематические лесные карты, интерактивные карты, электронный атлас, ГИС, веб-ГИС-технологии.

Введение. Данные отраслевых статистических наблюдений о лесах России включены в государственный лесной реестр, который представляет собой “систематизированный свод документированной информации о лесах, об их использовании, охране, защите, воспроизводстве, о лесничествах и лесопарках” (статья 91 Лесного кодекса Российской Федерации, 2006 г.). Ведение государственного лесного реестра осуществляют во всех регионах России органы исполнительной власти и органы местного самоуправления, а подведомственные организации Федерального агентства

лесного хозяйства (Рослесхоза) обобщают информацию на федеральном уровне.

Особенность массива данных государственного лесного реестра, сбор и обобщение которых требуют существенных затрат, — режимные ограничения на их открытую публикацию. Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 10.07.2013, часть данных по субъектам Российской Федерации относится к общедоступной открытой информации, а часть данных по лесничествам и лесопаркам предназначена для служебного пользования. Несмотря на

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, лаборатория аэрокосмических методов, канд. геогр. н., вед. науч. с.; *e-mail:* nat-malysheva@yandex.ru

² ФБУ “Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства” (ФБУ ВНИИЛМ), Федеральное агентство лесного хозяйства Министерства природных ресурсов Российской Федерации, ст. науч. с.; *e-mail:* tzolina@gmail.com

³ ФБУ “Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства” (ФБУ ВНИИЛМ), Федеральное агентство лесного хозяйства Министерства природных ресурсов Российской Федерации, науч. с.; *e-mail:* nadiopt@gmail.com

то что федеральные органы исполнительной власти обязаны обеспечить размещение общедоступной информации в интернете, на сайте Рослесхоза представления данных государственного лесного реестра нет ни в картографической, ни в табличной форме. В последнее время ситуация начинает меняться, и на региональных сайтах стали появляться данные государственного лесного реестра в табличной форме. Положительный пример — региональный сайт Республики Бурятия со сводными данными о составе земель лесного фонда и ряде других показателей государственного лесного реестра [7].

Постановка проблемы. До настоящего времени картографическое сопровождение и визуализация данных, внесенных в государственный лесной реестр, отсутствовали. Разрешению этой проблемы способствуют работы по созданию простого картографического сервиса, реализованного в виде электронного атласа карт информационно-справочного типа.

Наши многолетние исследования [3—6] направлены на демонстрацию преимуществ использования пространственной информации для принятия управленческих решений, внедрение картографической формы представления различных данных о лесах России в практику управления лесным хозяйством на федеральном уровне. По нашему глубокому убеждению, подтверждение которому мы находим в зарубежных публикациях [8, с. 26], умение пользоваться пространственными данными — такой же базовый навык для современного человека, как умение читать и писать. А для людей, занятых управлением, представление данных на карте и простота получения ответов на вопрос “где?” дает возможность оптимизировать принимаемые решения и делать этот процесс осмысленно. В практической деятельности использование картографического сервиса для визуализации отраслевой статистической информации в виде картограмм и картодиаграмм, имеющих пространственную привязку к территориальным единицам управления, упрощает получение ответа на этот вопрос. Такой сервис реализован нами в виде электронного атласа карт информационно-справочного типа, составленных по данным государственного лесного реестра в среде ГИС.

При постановке работы мы руководствовались следующим:

— карты для информационно-справочных целей создаются квалифицированными специалистами, имеющими опыт и профессиональные навыки работы в среде ГИС, на основе цифровых баз данных. Они содержат всю необходимую конечному пользователю информацию;

— пользователь, не имеющий навыков работы в ГИС-среде и не обязанный их иметь, легко и без лишних усилий осваивает картографический сервис, воспроизводит карты с помощью стандартных инструментов — веб-браузеров и не связан программно с ГИС.

К картографическому сервису, ориентированному на визуализацию и публикацию данных государственного лесного реестра, со стороны пользователя задаются следующие требования:

— карты должны воспроизводиться на разных платформах, работать в популярных операционных системах (ОС) 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 реализации пользователем запросов как к пространственным, так и к атрибутивным данным; возможность работы со слоями; метричность; возможность переходить от более к менее детальной карте при увеличении или изменении масштаба;

— карты должны быть интерактивными и удобными в работе, т.е. содержать элементы управления и другие инструменты, применяемые в Веб-картографии.

Таким требованиям удовлетворяет технология веб-ГИС, которая возникла как традиционная ГИС-технология, предоставляющая пользовательский интерфейс в веб-браузере [8].

Цель выполненными нами прикладных исследований — совершенствование информационного обеспечения управления лесным хозяйством за счет практического использования инструментария ГИС и веб-технологий.

Реализация поставленной цели включала создание карт по данным отраслевых статистических наблюдений в программной среде ГИС и разработку интерфейса для визуализации карт веб-браузером и доставки конечному пользователю.

Материалы и методы исследований. Реализованный нами картографический сервис концептуально представляет собой простейшее веб-приложение. Он имеет, по существу, архитектуру клиент-сервера, в которой клиентом является веб-браузер, а сервером — локальный компьютер пользователя.

Технически веб-браузер — это клиент, который реализует спецификации HTML, скрипты на языке JavaScript, т.е. умеет обращаться к папкам локального компьютера, в которые помещены карты, легенды к ним, изображения, текст и т.д., а также интерпретировать и выполнять программный код.

Структурно картографический сервис состоит из следующих элементов:

— цифровая картографическая основа (базовая карта) с границами субъектов Российской Федерации и границами лесничеств и лесопарков в системе координат WGS 1984;

— рабочие слои с данными государственного лесного реестра по субъектам РФ и лесничествам в составе субъектов, сгруппированными для решения поставленной задачи по федеральным округам;

— интерфейс в веб-браузере для визуализации и публикации карт, работы со слоями и реализации запросов.

Картографическая основа (базовая карта). Составная часть картографического сервиса — карты с данными государственного лесного реестра, которые предназначены для информационной поддержки на федеральном и региональном уровнях управления лесным хозяйством. Набор карт дает представление о ресурсном потенциале, составе земель лесного фонда, количественных и качественных характеристиках лесов по субъектам РФ и территориальным единицам управления лесами (лесничествам) в границах федеральных округов. Такие карты в соответствии с теоретическими построениями [2, 9] относят к картам информационно-справочного типа. справочный характер определяется их назначением для территориального анализа данных и перспективного планирования в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, для суждения об исполнении переданных полномочий по управлению лесами в субъектах Российской Федерации. Для отображения статистических характеристик в атласном картографировании традиционно используют картограммы и картодиаграммы. Классик отечественной картографии К.А. Салищев [9, с. 86] отмечал, что картодиаграммы отражают суммарную величину явления в границах отдельных территориальных единиц, поэтому необходимость в подробной картографической основе для картодиаграммы отпадает.

Для визуализации данных государственного лесного реестра использована разгруженная картографическая основа с минимумом элементов содержания:

— административное деление — полигональный слой субъектов Российской Федерации и полигональный слой территориальных единиц управления лесами (лесничеств и лесопарков);

— государственная граница, генерализованная береговая линия океанов, морей, озер — слой линейных объектов.

Цифровая основа с границами лесничеств и лесопарков создана нами в предыдущие годы по открытым источникам [4—6] — картографическим приложениям к Лесным планам субъектов Российской Федерации.

Рабочие слои с данными государственного лесного реестра. Рабочие слои содержат данные государственного лесного реестра по субъектам РФ и лесничествам в составе субъектов, которые пользователь воспроизводит и представляет на картах. Особенность использования этих данных состоит в том, что прежде чем их подгрузить в ГИС, требуется их преобразовать и перестроить для реализации реляционной модели базы данных. Из данных государственного лесного реестра нельзя напрямую сформировать базы геопространственных данных.

Набор инструментов интерфейса в веб-браузере предоставляет пользователю следующие возможности:

— публиковать и воспроизводить в картографической форме данные государственного лесного реестра;

— осуществлять навигацию и переключение между разделами, подразделами атласа и картами различной тематики;

— подключать или отключать отдельные рабочие слои;

— отображать карты в разном масштабе без потери качества изображения, поскольку масштабируется векторная графика;

— просматривать картографическую (с сохранением проекции) информацию и данные государственного лесного реестра по лесничествам и субъектам федерации;

— формировать запросы по отбору того или иного пространственного объекта (лесничества или субъекта РФ) или объекта с заданными количественными характеристиками и получать информацию по выбранному объекту;

— воспроизводить диаграммы в динамическом режиме на картографической основе и непосредственно на веб-странице с помощью инструмента “Запросы”;

— получать координаты объектов;

— распечатывать карты и атрибутивную информацию.

Интерфейс в веб-браузере использует инструменты Dojo и технологию AJAX для улучшения взаимодействия с пользователем, придания интерактивности HTML-страницам и анимации картодиаграммам. Эти инструменты можно установить на локальный компьютер или подгружать из Веб. Внешний вид и функции пользовательского интерфейса в веб-браузере Mozilla Firefox показаны на рисунке.

Картографическая основа и рабочие слои составляют содержание (контент) картографического сервиса, реализованного в виде электронного атласа.

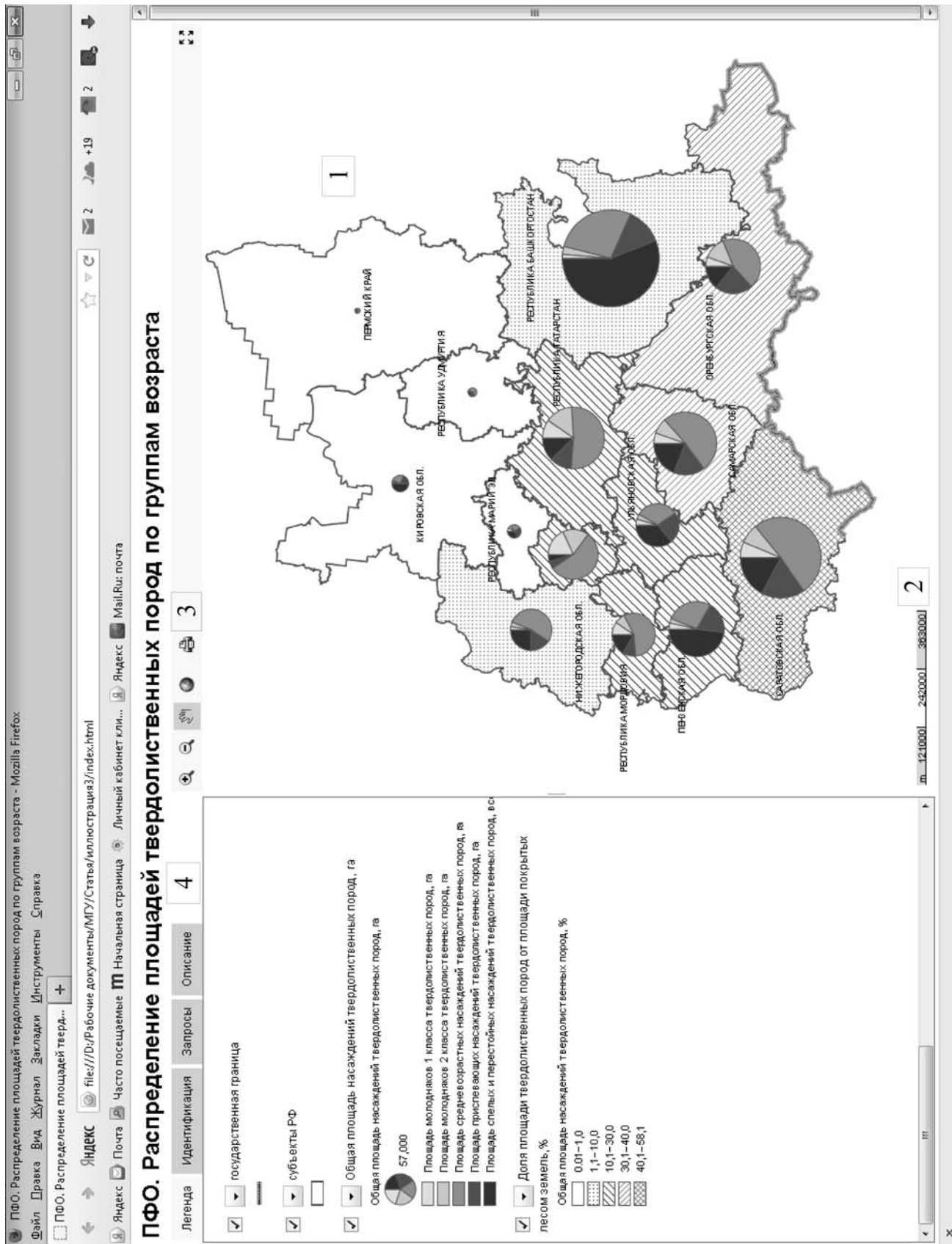
Результаты исследований и их обсуждение. Атлас включает четыре тематических раздела: леса и лесные ресурсы, использование лесов, охрана и защита лесов, воспроизводство лесов. Каждый раздел содержит следующие подразделы, более детально характеризующие лесные ресурсы и ведение лесного хозяйства по субъектам РФ и лесничествам в их составе:

1. Леса и лесные ресурсы:

- состав земель лесного фонда,
- целевое назначение лесов,
- общая площадь лесных насаждений,
- площадь хвойных насаждений,
- площадь твердолиственных насаждений,
- площадь мягколиственных насаждений,
- общий запас лесных насаждений,
- запас хвойных насаждений,
- запас твердолиственных насаждений,
- запас мягколиственных насаждений.

2. Использование лесов:

- общий объем заготовки древесины по хозяйствам,



Интерфейс картографического сервиса в веб-браузере Mozilla Firefox и основные инструменты: 1 — окно работы с картой, 2 — указатель линейного масштаба, 3 — инструменты управления (навигации) в окне работы с картой, 4 инструменты просмотра слоев и легенд к картам, идентификации и выбора объекта на карте, получения атрибутивных данных и составления запросов

- площади и объемы заготовки древесины арендаторами,
- площади и объемы заготовки древесины по договорам купли-продажи,
- площади и объемы заготовки недревесных и пищевых лесных ресурсов, лекарственного сырья,
- площади, используемые для ведения хозяйства в различных целях (дифференцированные по видам использования лесов).

3. Охрана и защита лесов:

- общая площадь погибших и поврежденных лесов,
- площадь погибших и поврежденных лесов в результате воздействия различных антропогенных и природных факторов (раздельно по видам воздействия),
- санитарно-оздоровительные мероприятия,
- противопожарные мероприятия.

4. Воспроизводство лесов:

- планируемые и фактические площади лесовосстановления,
- планируемые и фактические площади лесоразведения.

Экспериментальные работы по подготовке содержания картографического сервиса включали создание электронных карт в программной среде ArcGIS for Desktop ver. 10. Затем готовые макеты (фреймы) экспортированы с помощью специального расширения (надстройки) для ArcGIS for Desktop — Mappetizer 11.2, опробованной нами в прикладных исследованиях ранее [4—6]. Лицензия на использование программного продукта приобретена у разработчика — немецкой компании “Uismedia” [10]. Результат экспорта — простые папки с рядом файлов, которые можно подгружать в Веб, хранить на сервере или на локальном компьютере. Все видимые слои на карте, включая классы объектов разного типа — полигональные, линейные и точечные, содержащиеся в базе геоданных; shape-файлы, условные обозначения и символы, а также заголовки карт и сопроводительные надписи при экспорте сохраняются. Кроме того, важно, что сохраняются связи между пространственными и атрибутивными данными базы геоданных.

Программное средство позволяет конвертировать векторные данные макета (фрейма) в формат SVG. Затем эти файлы можно публиковать в Веб и воспроизводить веб-браузерами. Открытый стандарт Консорциума Всемирной паутины (W3C) — SVG (Scalable Vector Graphics — масштабируемая векторная графика) определяет XML-запись двумерной векторной графики и используется для отображения карт в различных веб-браузерах [8]. SVG-документы легко интегрируются с HTML. SVG-формат предпочтителен для публикации в Веб простых карт с отображением статистических характеристик [1] и минимумом элементов содержания, составленных на разгруженной картографической основе, к которым относятся карты составленного нами электронного атласа. Для кор-

ректного отображения карт веб-браузерами требуется их предварительно подготовить к экспорту, а именно проверить и откорректировать псевдонимы полей реляционных таблиц; оставить только те поля, которые будут публиковаться; проверить систему координат и проекцию фрейма (проекта) и т.д.

Атлас включает карты в формате SVG, XML-документы, файлы сценария на языке JavaScript для динамического создания веб-страниц HTML, автономные файлы для интерактивных заставок разделов и подразделов атласа (изображения в формате JPG), каскадированные таблицы стилей CSS и таблицы стилей XSL для воссоздания компоновки и внешнего вида текста, встроенные в HTML-страницы.

Со стороны пользователя атлас представляет собой наборы HTML-страниц, иерархически выстроенных в соответствии с логикой и последовательностью получения сведений о лесах — ресурсном потенциале территории, использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов. Пользователь с помощью веб-браузера последовательно подгружает эти страницы по заранее спланированному сценарию, перелистывая их как обыкновенные страницы веб-сайта в интернете.

Картографический сервис работает во всех популярных веб-браузерах, таких как Internet Explorer, начиная с версии 9; Mozilla Firefox (кроме версии 25.0), а также Google Chrome, Opera, которые воспроизводят векторные данные в SVG-формате. Вместе с тем наиболее устойчиво с SVG работает Mozilla Firefox, который имеет встроенную (нативную) поддержку формата. Этот браузер предпочтительнее использовать для управления картами атласа и сервисом в целом. Для работы с форматом в других браузерах необходимо подгрузить программный модуль — плагин (Google Chrome Frame или Adobe SVG viewer).

На сегодня атлас включает карты для всех субъектов Российской Федерации и территориальных единиц управления лесами (лесничеств и лесопарков), которые сгруппированы по федеральным округам. Статистические данные в атласе представлены преимущественно в виде круговых структурных диаграмм, поскольку именно этот способ наилучшим образом подходит для отображения диапазона варьирования и структурной соподчиненности исходных данных. Пользователи в практической деятельности часто сталкиваются с необходимостью получения конкретных числовых значений, которые отображаются круговыми или столбчатыми диаграммами. Изобразительные средства ArcGIS ограничены возможностью подписи секторов диаграммы в виде выносок, что загромождает поле карты. Инструменты веб-картографии, реализованные с помощью специальной программной надстройки Mappetizer, позволяют анимировать картодиаграммы. При наведении курсора на сектор диаграммы динамически подгружаются количественные данные, “всплывают” конкретные числовые значения, поэтому нет перегруженности карты множеством чи-

сел, таких как, например, запас древесины или площадь лесных земель, которые принято исчислять в млн м³ и млн га соответственно.

Подготовленный электронный атлас может быть загружен на локальный компьютер, сервер и пригоден для публикации карт в Веб. Подчеркнем, что из-за режимных ограничений только часть карт и статистической информации можно публиковать открыто, а именно данные государственного лесного реестра по субъектам Российской Федерации.

Выводы:

— предложенный подход к работе с отраслевой статистической информацией с помощью простого картографического сервиса в веб-браузере продемонстрировал возможность публиковать сведения государственного лесного реестра и получать справочные данные без установки дорогостоящего программного обеспечения ГИС на сервер или на локальный компьютер пользователя. Специалистам также нет необходимости задействовать ГИС на базе «облачных» технологий, подобных ArcGIS Online, которые в силу конфиденциальности доступа к данным могут не

приветствоваться или вообще быть запрещены для соблюдения политики корпоративной безопасности.

Современные пользователи хотят, чтобы веб-приложения были такими же простыми, быстрыми, легкими в освоении и использовании, как обыкновенная веб-страница [8]. Выполненная нами работа пример создания такого простого в освоении и использовании браузерного приложения;

— атлас подготовлен небольшим коллективом профессиональных картографов. Карты атласа сверстаны по разделам и подразделам из HTML-страниц, а специальное пользовательское браузерное приложение модифицировано под выполнение определенного сценария специалистом, имеющим только базовые представления о веб-программировании. С этим связаны перспективы и особенность современных разработок в области веб-ГИС, а именно разработчики программного обеспечения максимально упрощают возможность создания специализированных веб-приложений, а пользователи с помощью таких приложений максимально просто публикуют пространственные ресурсы в Веб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бардаш А.В. Создание картографических WEB-сервисов на основе SVG-технологий // Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных: Мат-лы научн. конф. по тематической картографии. Иркутск, 9—12 ноября 2010 г. Иркутск: Изд-во Института географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, 2010. С. 87—89.

2. Берлянт А.М. Картография: Учебник для вузов. 3-е изд., доп. М.: КДУ, 2011. 464 с.

3. Мальшева Н.В. Картографическое обеспечение государственного учета лесного фонда с использованием ГИС // Лесное хозяйство. 2007. № 3. С. 40—42.

4. Мальшева Н.В., Владимирова Н.А., Золина Т.А., Райченко Н.Э. Картографическая база данных и интерактивная карта с границами лесничеств и лесопарков для федерального уровня управления лесным хозяйством // ArcReview. Современные геоинформационные технологии. 2010. № 3 (54). С. 21—22.

5. Мальшева Н.В., Золина Т.А., Владимирова Н.А. и др. Методика и практический опыт создания электронного атласа интерактивных карт информационно-справочного типа

по данным государственного лесного реестра // Лесохозяйственная информация. 2012. № 1. С. 3—9.

6. Мальшева Н.В., Золина Т.А., Владимирова Н.А., Райченко Н.Э. Создание интерактивных карт и электронного атласа для информационной поддержки управления лесным хозяйством России // Проблемы непрерывного географического образования и картографии. Харьков: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2013. Вып. 17. С. 31—34.

7. Официальный сайт Агентства лесного хозяйства Республики Бурятия. Открытые данные. URL: http://www.alh-rb.ru/deyatelnost/section.php?SECTION_ID=95 (дата обращения: 28.05.2014).

8. Пиньде Фу, Цзюлинь Сунь. Веб-ГИС: Принципы и применение. Редландз, Калифорния: Esri Press. 2013. (рус. перевод). 356 с.

9. Салищев К.А. Картоведение. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1982. 408 с.

10. Mappetizer Web mapping software. URL: <http://www.uismedia.de/mappetizer/en/index.html> (дата обращения: 28.05.2014).

Поступила в редакцию
02.06.2014

N.V. Malysheva, T.A. Zolina, N.A. Vladimirova

LOCAL CARTOGRAPHIC SERVICE FOR VISUALIZATION OF THE FOREST STATISTICS OF RUSSIA

Data of sectoral statistical observations are included into the state forest register which integrates documentary information about forests, their use, protection and reproduction. Up to now the state forest register lacks the cartographic support. Our study is aimed at the improvement of the information support of the federal-level forest management by 1) practical application of GIS instruments for mapping and 2) use of web-technologies for map visualization and delivery to end users.

Methods and experience of elaboration of a cartographic service for visualization of statistical data about the forests of Russia and their web-browsing are described. The content of the cartographic ser-

vice includes layers with the data of the state forest register and a shortcut cartographic base with administrative-territorial units of the Russian Federation and territorial forest management units (forest districts).

Maps were processed using ArcGis for Desktop ver. 10; prototypes were converted into SVG format by means of a special ArcGis add-in (Mappetizer 11.2). The atlas includes HTML-documents with embedded vector maps in SVG-format and pictures, as well as the scripts of scenario.

Maps of the atlas are grouped into thematic sections and subsections, describing forests and forest resources, forest conservation and protection and forest reproduction. User interface in web-browser provides for viewing and printing the forest register data, switching on and off data layers, realize queries to spatial and attributive data.

For users the atlas is a set of HTML-pages, hierarchically organized according to the sequence of acquiring information about forests (resource potential of a territory, forest use, conservation, protection and reproduction). A user could load these pages according to the predefined scenario turning them by web-browser similar to the Internet web-site pages. The computer atlas could be loaded on a local computer or server and is suitable for web publication.

The suggested approach demonstrates that it is possible to produce cartographic representation of the state forest register data without installing expensive GIS software on the user's server or local computer.

Key words: forestry, thematic forest maps, interactive maps, computer atlas, GIS, web-GIS-technologies.