

УДК [528.9:630]+371/315/7

DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-1-86-96

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОБИЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Евгений Викторович Лебзак

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры картографии и геоинформатики, e-mail: lebzak2012@yandex.ru

Светлана Сергеевна Янкелевич

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, проректор по учебной и воспитательной работе, тел. (383)343-39-57, e-mail: ss9573@yandex.ru

Статья посвящена разработке методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства, призванной обеспечить отказ от бумажных картографических материалов на этапе полевого контурного дешифрирования при проведении лесоустроительных работ. Цель исследования – разработка методических основ геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий. В статье приведен анализ современной методики составления картографической продукции при проведении лесоустройства, а также изучения российского и зарубежного опыта внедрения мобильных технологий в лесное хозяйство. Выявлены вероятные факторы, сдерживающие отказ от бумажных картографических материалов на этапе полевого контурного дешифрирования. Представлена разработанная схема создания картографической продукции при проведении лесоустройства с применением мобильных технологий. Описаны основные этапы разработанной методики, призванной обеспечить отказ от бумажных материалов на этапе полевого контурного дешифрирования и сбора тематической информации в полевых условиях, что существенно сократит финансовые, трудовые и временные затраты.

Ключевые слова: картографирование лесного хозяйства, лесная карта, лесная картография, лесоустройство, лесное хозяйство, геоинформационное картографирование, тематическая картография

Введение

Картографическая продукция задействована во многих производственных процессах лесного хозяйства [1]. Существует отдельное направление в картографической науке – лесная картография, рассматривающая вопросы создания планово-картографических материалов для лесохозяйственной отрасли [2]. Одна из основных задач лесоустройства – составление лесных карт, лесоустроительных планов и планшетов [3]. Все эти картографические материалы предназначены для решения задач лесохозяйственного производства, лесопользования и отраслевого управления, они составляются по результатам полевых лесоустроительных работ и являются частью проекта организации и развития лесного хозяйства лесохозяйственного предприятия [4].

На сегодняшний день в лесохозяйственной отрасли активно используются геоинформационные технологии для решения различных задач на разных уровнях управления – от прове-

дения таксационных работ и учета лесосек до принятия решений по охране и возобновлению лесов [5–8]. Картографическая продукция призвана обеспечить предприятия лесохозяйственной отрасли достоверной и всеобъемлющей информацией о лесных ресурсах, на ее основе создаются и систематически обновляются базы данных по лесному фонду, составляются документы по инвентаризации и учету лесов [9].

Внедрение геоинформационных технологий в лесохозяйственную отрасль, произошедшее в конце прошлого века, существенно изменило содержание и технологию проведения камеральных лесоустроительных работ [4], а также способы и методику обработки информации.

На сегодняшний день на этапе полевых работ в лесном хозяйстве все еще используются бумажные планово-картографические материалы. Это связано с отсутствием технологических решений по полному переходу на электронный документооборот. В современной научной литературе не встречаются методические разработки, подробно описываю-

щие процесс составления лесных карт в ходе лесоустроительных работ с применением мобильных ГИС.

В связи с этим возникает необходимость разработки новой методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства, способной обеспечить полный переход на электронный документооборот посредством внедрения в производственный цикл мобильных технологий.

Целью исследования является разработка методических основ геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий.

Реализация поставленной цели потребовала решения следующих задач:

- проведение анализа современных технологий составления лесных карт;
- изучение российского и зарубежного опыта внедрения мобильных технологий в полевое картографирование;
- разработка алгоритма геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий;
- описание основных этапов разработанной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий.

Материалы и методы

Для разработки современной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных техноло-

гий необходимо провести анализ существующих современных методик составления лесных карт, выявить их особенности, определить достоинства и недостатки каждой из них.

В настоящее время выбор методики и технологии создания картографической продукции для предприятий лесохозяйственной отрасли зависит от вида лесоустройства [10].

При проведении лесоустроительных работ впервые, перед составлением картографических материалов создается и утверждается проект квартальной и визирной сети [4, 9]. Источниками для составления карт в этом случае будут служить все доступные на картографируемую территорию планово-картографические материалы, такие как топографические карты, данные дистанционного зондирования Земли (космические и аэрофото- снимки, данные лазерного сканирования и т. п.), материалы землеустройства и т. п.

В случае повторного проведения лесоустройства, в том числе непрерывного, в качестве основного источника информации используются лесоустроительные планшеты предыдущего лесоустройства [4]. Изменения вносятся на основании данных полевых работ и камерального дешифрирования материалов дистанционного зондирования. В ходе камерального этапа работ также проводится обновление топографической основы.

В таблице приведены особенности создания картографической продукции для лесохозяйственной отрасли при проведении различных видов лесоустроительных работ.

Особенности создания картографической продукции при проведении различных видов лесоустроительных работ

Вид лесоустройства	Характеристика лесоустройства	Особенности работ на местности	Особенности камеральных работ	Виды составляемых карт
Первичное	Впервые устраиваемые леса, освоение которых планируется в ближайшие 10–15 лет	Организация территории в натуре, прокладка квартальной и визирной сети, первичное разделение лесного фонда на выделы	Первичное деление лесного фонда на основе контурного дешифрирования и натурного обследования	Стандартный набор лесных карт
Повторное	В ранее устроенных лесах по истечении реви- зионного периода	Обновление существующей квартальной сети, таксация выделов, затронутых хозяйственной деятельностью	Актуализация таксационных выделов, не охваченных хозяйственной деятельностью, камеральное дешифрирование материалов космо- и аэрофото- съемки, планово-карто- графическая основа – планшеты предыдущего лесоустройства	Стандартный набор лесных карт

Окончание таблицы

Вид лесоустройства	Характеристика лесоустройства	Особенности работ на местности	Особенности камеральных работ	Виды составляемых карт
Непрерывное	Хозяйственным воздействием ежегодно затрагивается 1,5 % выделов и выше	Проводится после базового лесоустройства, ежегодная инвентаризация выделов лесного фонда, вовлекаемых в хозяйственную деятельность, а также пройденных пожарами, ветровалами и т. п.	Большая часть выделов не меняется, использование в качестве планово-картографической основы планшетов базового лесоустройства	Обновленные лесные карты (обычно черно-белый план лесонасаждений) в объеме полных листов, либо фрагментарно на изменившуюся часть территории с заданной периодичностью или по требованию заказчика

До внедрения в 1990-е гг. ГИС-технологий в процесс лесоустроительных работ [5] технология изготовления картографических материалов для лесохозяйственной отрасли включала в себя такие этапы, как изготовление карт вручную на бумажной основе и их дальнейшее тиражирование.

Современные методики составления картографической продукции при проведении лесоустроительных работ состоят из таких этапов, как сбор и подготовка исходных материалов, создание топографической основы, составление тематического содержания и тиражирование карт [3, 4, 6]. Из ранее существовавшей методики современные сохранили в себе только этап печати, который, кстати, также претерпел значительные технические изменения.

Следует подробнее рассмотреть методику составления картографических материалов для лесохозяйственной отрасли с использованием ГИС-технологий, которая чаще всего применяется в настоящее время отечественными лесоустроительными предприятиями.

Первый этап – подготовка исходных материалов. На данном этапе производится сканирование исходных картографических материалов, создается проект, отсканированные картографические материалы приводятся к единой системе координат и единому масштабу, а затем сопоставляются для получения единого изображения картографируемой территории.

Второй этап – векторизация картографических объектов. На данном этапе выполняется послойная векторизация основных элементов топографической основы и тематиче-

ского содержания. Проводится совмещение картографической и тематической баз данных. Выполняется контроль площадей объектов тематической и картографической баз данных.

Третий этап – внесение изменений или редактирование. На этом этапе происходит нанесение условных обозначений, создаются слои семантической информации (так называемые таксационные формулы), а также выполняется зарамочное оформление для будущих планшетов. Далее производятся печать пробных экземпляров планшетов, их контроль и корректировка. Выполняется формирование многолистного плана участкового лесничества из планшетов со схемой расположения листов плана, а также создается схема расположения планшетов.

Четвертый этап – создание тематических планов. Автоматизированное формирование при помощи SQL-запросов окрашенных планов лесничества по породам, классам пожарной опасности и т. п.

Пятый этап – печать.

В представленной выше методике не описан, по сути, самый начальный и довольно важный этап лесоустроительных работ – этап сбора тематической информации, в том числе и в полевых условиях. Прежде чем таксатор отправится в лес, для него подготавливаются планово-картографические материалы – ортофотопланы, в подавляющем большинстве случаев в бумажном виде. В ходе работ таксатор производит полевое контурное дешифрирование и наносит на ортофотоплан границы выделов либо корректирует их, а также литерирует [11]. Далее следует первый этап описанной выше методики.

Основной недостаток этой методики – использование бумажных материалов, основа для которых – ортофотопланы, которые сначала подготавливаются картографами и печатаются в нескольких экземплярах, а затем, после выполнения полевого этапа лесоустроительных работ, сканируются, векторизируются и корректируются. Все это требует существенных материальных, трудовых и временных затрат.

В некоторых российских организациях, выполняющих лесоустроительные работы, уже произошел переход от бумажных ортофотопланов к использованию мобильных ГИС-приложений на этапе полевых работ. Так, например, компания из г. Биробиджан ООО «ПИН» применяет отечественную мобильную ГИС «CarryMap Builder» при комплексном лесном проектировании [12,13]. Это значительно сокращает временные, трудовые и материальные затраты на этапе подготовительных работ и векторизации. Среди наиболее популярных мобильных ГИС для предприятий лесохозяйственной отрасли можно выделить «Formar», «Field-Mar», «ТОРОЛ-L», «ЛЕСФОНД» и «ЛесГИС».

За рубежом, особенно в странах Северной Америки и Западной Европы, вопрос перехода на электронный документооборот в лесохозяйственной отрасли полностью решен. Чаще всего для сбора пространственной информации и дальнейшего картографирования лесов применяют ГИС «Field-Mar», созданную Институтом исследования лесных экосистем (IFER) в Чехии и представляющей объединенные аппаратные и программные средства в единую мобильную технологию, ориентированную на сбор полевых данных с помощью мобильных устройств и электронного измерительного оборудования [14]. В случае зарубежных стран, готовым продуктом лесоустройства является набор цифровых и электронных лесных карт, которые используются в той же программной среде, что и были созданы [15, 16].

В процессе исследования был проведен анализ существующих мобильных ГИС-приложений, предназначенных для предприятий лесного хозяйства. По итогам исследования был сделан вывод, что похожие на первый взгляд программные продукты при подробном

рассмотрении оказываются совершенно разными – каждый из них имеет свои особенности, достоинства и недостатки, а если точнее, то каждый ориентирован на решение определенного круга задач. Одни созданы для использования при проведении лесоустройства, другие – с целью использования предприятиями лесохозяйственной отрасли для ведения хозяйственной деятельности. Причем материалы, создаваемые на этапе лесоустроительных работ в мобильных ГИС, предназначенных именно для целей лесоустройства, часто либо трудно совместимы, либо некорректно отображаются в программных продуктах, применяемых предприятиями, при ведении лесохозяйственной деятельности.

При выборе мобильной ГИС для целей лесоустройства следует учитывать наличие в ней всего необходимого функционала для проведения полевых работ, такого как ввод и хранение аэро- и космических снимков, ввод и обработка геодезических данных, совмещение и обработка геодезических, картографических и аэрокосмических материалов, совмещение цифровых планово-картографических материалов и лесотаксационных баз данных для проведения их актуализации, ввод данных с систем геопозиционирования или электронных тахеометров, подготовка совмещенных баз данных с возможностью пространственной визуализации запросов по лесотаксационным базам и выдачи документов пользователям согласно установленным формам, создание и тиражирование планово-картографических материалов лесоустройства и других лесных карт, подготовка и печать материалов по запросам и т. д.

Кроме того, использование мобильных технологий на полевом этапе позволяет получать дополнительные фото- и видеоматериалы, как показано на рис. 1.

Для предприятия, проводящего лесоустройство, важным критерием при выборе программного обеспечения и технологии составления картографических материалов является техническое задание [1], в котором заказчик лесоустроительных работ прописывает требования не только к содержанию картографических материалов, но и к форме представления и их формату.



Рис. 1. Виды данных, получаемые при использовании мобильной ГИС

На предприятиях, занимающихся проведением лесоустроительных работ в Сибирском федеральном округе, чаще всего готовые картографические материалы выдаются заказчику не только в виде печатных или цифровых карт, но и в виде совмещенной базы данных, чаще всего для использования в программном обеспечении MapInfo [1].

При внедрении в процесс лесоустройства нового программного обеспечения – узконаправленной геоинформационной системы, часто возникает проблема полного отсутствия или недостаточного количества сотрудников предприятия, имеющих навыки работы с этим программным обеспечением. Очевидным решением данной проблемы кажется обучение персонала работе с внедряемой геоинформационной системой, что потребует не только значительных финансовых затрат, но и временных, к тому же может привести к практически полной остановке производственного процесса компании, что недопустимо.

Возможным решением этой проблемы может быть использование какого-либо распространённого геоинформационного продукта, имеющего возможности для работы на мобильных устройствах и обладающего необходимым функционалом для проведения полевого контурного дешифрирования, напри-

мер, ArcPad. Данный программный продукт способен обеспечить эффективный сбор пространственной атрибутивной информации и полевое картографирование благодаря совместному использованию ГИС и GPS. В Беларуси уже существуют предложения и разработки, касающиеся применения ArcPad при актуализации лесного фонда [17], однако они не внедрены в производственный процесс.

Результаты и их обсуждение

В результате проведенного анализа существующей методики создания картографических материалов при проведении лесоустроительных работ, а также разработок в области применения мобильных технологий при проведении полевых работ была разработана методика составления картографических материалов при лесоустройстве с применением мобильных технологий. На рис. 2 показана схема, наглядно отображающая этапы предложенной методики.

Далее рассмотрим подробнее каждый из этапов разработанной методики.

Предварительный этап, целью которого является создание совмещенной базы данных, включает в себя следующие процессы:

– отбор исходных планово-картографических материалов для составления топо-

графической основы (топографические карты, материалы дистанционного зондирования, материалы предыдущего лесоустройства и т. д.);

– создание проекта в программном обеспечении MapInfo;

– добавление в проект слоев топографической основы («R» – дорожная сеть; «W» – объекты гидрографии; «O» – прочие объекты топографической основы);

– добавление в проект слоев тематического содержания («L» – выделы, просеки

рубленые, визиры, профили; «Zп» – условные знаки, «Net» – квартальная сеть);

– сканирование бумажных общегеографических и тематических планово-картографических исходных материалов;

– добавление в проект планово-картографических исходных материалов;

– геопривязка планово-картографических исходных материалов (в том числе масштабирование, ортотрансформирование);

– совмещение планово-картографических исходных материалов.

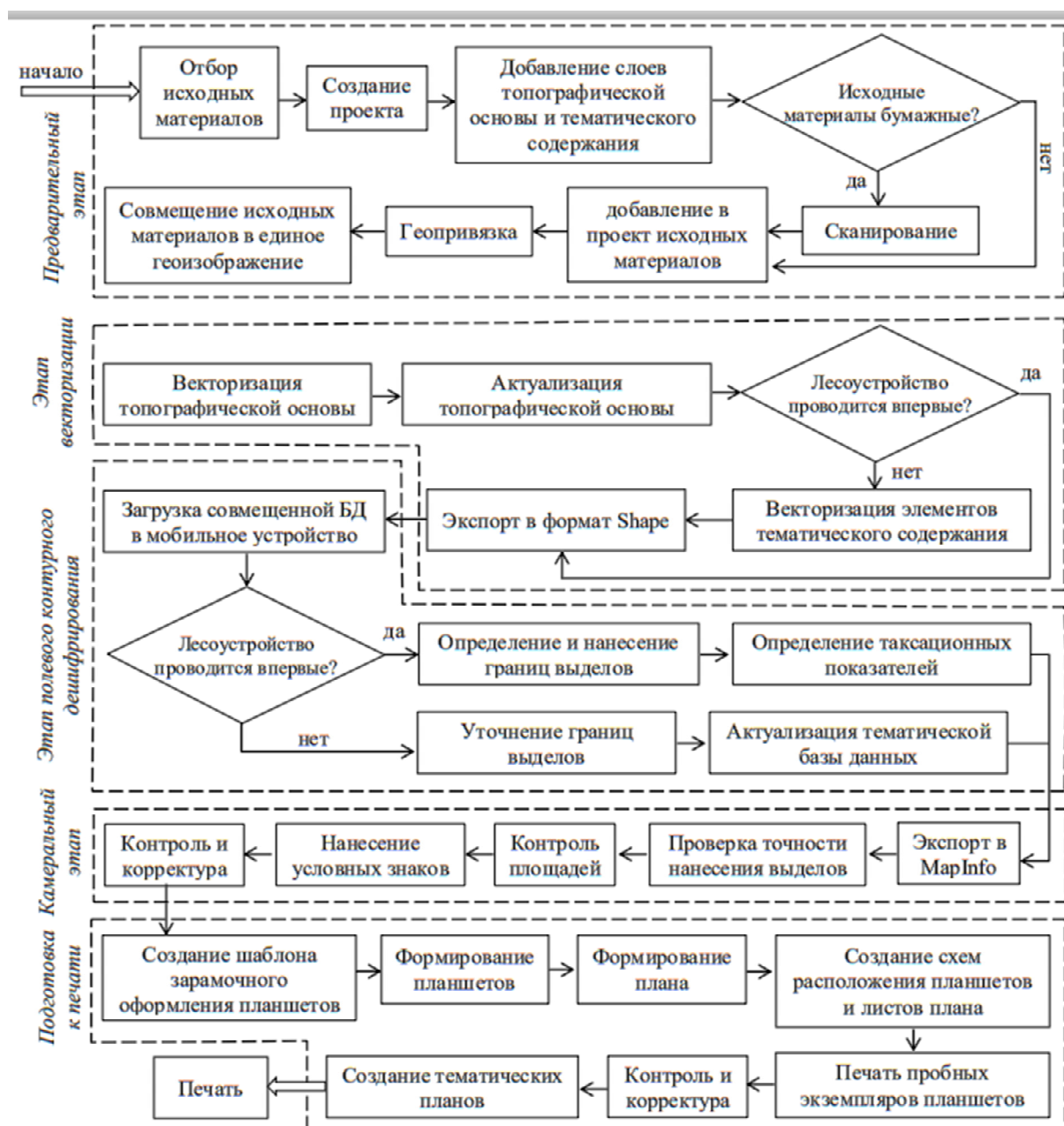


Рис. 2. Схема процесса создания картографических материалов при проведении лесоустроительных работ с использованием мобильных технологий

Далее рассмотрим подробнее каждый из этапов разработанной методики.

Предварительный этап, целью которого является создание совмещенной базы данных, включает в себя следующие процессы:

- отбор исходных планово-картографических материалов для составления топографической основы (топографические карты, материалы дистанционного зондирования, материалы предыдущего лесоустройства и т. д.);

- создание проекта в программном обеспечении MapInfo;

- добавление в проект слоев топографической основы («R» – дорожная сеть; «W» – объекты гидрографии; «O» – прочие объекты топографической основы);

- добавление в проект слоев тематического содержания («L» – выделы, просеки рубленые, визиры, профили; «Zn» – условные знаки, «Net» – квартальная сеть);

- сканирование бумажных общегеографических и тематических планово-картографических исходных материалов;

- добавление в проект планово-картографических исходных материалов;

- геопривязка планово-картографических исходных материалов (в том числе масштабирование, ортотрансформирование);

- совмещение планово-картографических исходных материалов.

Этап векторизации, нацеленный на создание совмещенной базы данных для дальнейшего ее заполнения и обновления на мобильном устройстве, состоит из следующих процессов:

- векторизация топографической основы;
- актуализация топографической основы на основе материалов дистанционного зондирования;

- векторизация тематического содержания на основе материалов предыдущего лесоустройства;

- экспорт базы данных в формат Shape.

Этап полевого контурного дешифрирования предполагает определение или актуализацию границ таксационных выделов и таксационных показателей лесонасаждений в полевых условиях с использованием мобильного оборудования. Программное

обеспечение ArcGIS mobile предварительно устанавливается на мобильное устройство. Разработанная на предыдущем этапе совмещенная база данных загружается на устройство и открывается в программе ArcGIS mobile. Далее, в случае первичного лесоустройства, таксатор при помощи стилуса наносит контуры границ таксационных выделов и заполняет базу данных таксационных показателей для каждого выдела. При повторном дешифрировании таксатор уточняет границы выделов и актуализирует таксационные показатели в базе данных.

Камеральный этап нацелен на создание базы данных, предназначенной для дальнейшего формирования и печати картографической продукции по результатам лесоустройства. Начинается данный этап с экспорта базы данных в геоинформационную систему MapInfo. Далее следует проверка точности нанесения таксационных выделов и контроль площадей. Затем наносятся условные обозначения, такие как границы лесничеств, границы участков лесничеств, условные просеки, границы защитных зон, подписи названий лесничеств, участков лесничеств, смежных лесничеств и урочищ. Проводится редакторский контроль и корректура.

Этап формирования, оформления и подготовки к печати картографических материалов лесоустройства включает следующие производственные процессы:

- создание шаблона зарамочного оформления планшетов;

- формирование лесоустроительных планшетов;

- формирование плана лесничества;

- создание схемы расположения планшетов;

- создание схемы расположения листов плана;

- печать пробных экземпляров планшетов;

- контроль и корректура;

- создание тематических планов лесничества (окрашенных по целевому назначению, классам пожарной опасности, запасу дико-растущей промысловой продукции и т. д.).

Заключительный этап – *печать картографических материалов лесоустройства*.

Заключение

В ходе исследования был выполнен анализ современной методики составления лесных карт, изучен российский и зарубежный опыт внедрения мобильных технологий в процесс создания картографической продукции при лесоустройстве. Выявлены основные препятствия, стоящие на пути полного отказа от бумажной картографической продукции в процессе проведения лесоустроительных работ в России:

– картографические материалы, создаваемые при помощи мобильных ГИС, плохо совместимы с ГИС, применяемыми при ведении лесохозяйственной деятельности;

– выбор мобильных ГИС ограничен техническим заданием;

– отсутствие или недостаточное количество сотрудников предприятия, имеющих навыки работы в таких узкоспециализированных ГИС.

Вероятно, ввиду совокупности всех этих факторов, большинство отечественных предприятий, занимающихся лесоустройством, применяют морально устаревшую методику и бумажные ортофотопланы на этапе полевого контурного дешифрирования.

В ходе исследования достигнута его цель – разработаны методические основы геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий, позволяющие отказаться от бумажных пла-

ново-картографических материалов на полевом этапе лесоустроительных работ и существенно сократить как финансовые, так и трудовые затраты.

Необходимо отметить основные отличия разработанной методики от той, которая применяется в настоящее время:

– векторизация и актуализация исходных планово-картографических материалов проводится до полевого этапа лесоустройства, поэтому на местности таксатор использует актуальную информацию;

– изменения в картографическую и таксационную базы данных вносятся непосредственно на местности, что позволяет сократить временные и трудовые затраты на камеральном этапе;

– при повторном лесоустройстве с использованием предложенной методики исключается предварительная подготовка исходных материалов;

– использование мобильных ГИС на полевом этапе лесоустройства вместо бумажных ортофотопланов.

Идея применения мобильных ГИС на полевом этапе лесоустройства не нова, однако разработанная в ходе исследования методика подробно описывает этапы составления лесных карт в процессе лесоустроительных работ, что позволит при её внедрении оптимизировать производственные процессы лесоустроительного предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Креснов В. Г. Применение ГИС в лесоустройстве и лесном хозяйстве //ГЕО-Сибирь-2005. Науч. конгр. : сб. материалов в 7 т. (Новосибирск, 25–29 апреля 2005 г.). – Новосибирск : СГГА, 2005. Т. 3, ч 1. – С. 3–9.
2. Пилипко Е. Н. Геоинформационные системы в лесном деле: учеб.-методическое пособие. – Вологда : ИЦ ВГМХА, 2018. – 104 с.
3. Пахучий В. В. Ведение лесного хозяйства на базе ГИС : учеб. пособие. – Сыктывкар : СЛИ, 2013. – 56 с.
4. Черниховский Д. М. Создание лесных карт с помощью ГИС-технологий : метод. пособие для студентов техникумов и вузов по специальности 26.04 «Лесное и садово-парковое хозяйство». – СПб. : Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, 2003. – 57 с.
5. Малышева Н. В., Золина Т. А. Инструментарий ГИС для картографического сопровождения управления лесным хозяйством на федеральном уровне [Электронный ресурс] // Лесохозяйственная информация. – 2014. – № 2. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentariy-gis-dlya-kartograficheskogo-soprovozhdeniya-upravleniya-lesnym-hozyaystvom-na-federalnom-urovne> (дата обращения: 05.10.2021).
6. Блохин Д. Ю. ГИС-технологии в лесном хозяйстве и лесной промышленности [Электронный ресурс] // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2006. – № 13. – Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/gis-tehnologii-v-lesnom-hozyaystve-i-lesnoy-promyshlennosti> (дата обращения: 11.09.2021).

7. Николаева О. Н., Трубина Л. К., Муллаярова П. И., Татаренко В. И. Цифровое картографическое обеспечение для управления городскими зелеными насаждениями // Вестник СГУГиТ. – 2019. – Т. 24, № 4. – С. 132–141. doi: 10.33764/2411-1759-2019-24-4-132-141.

8. Мохирев А. П., Резинкин С. Ю., Медведев С. О., Брагина Н. А. Использование географических информационных систем при оценке плотности дорог лесозаготовительных районов // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 181–191. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-3-181-191.

9. Инструкция о порядке создания и размножения лесных карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_13663.htm (дата обращения: 28.09.2021).

10. Архипов В. И., Черниховский Д. М., Березин В. И., Белов В. А. Современная технология таксации лесов дешифровочным способом «От съемки – к проекту» // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 208. – С. 22–42.

11. Арбузов С. А., Хлебникова Е. П., Никитин В. Н. Автоматизированная идентификация и определение породного состава древесных растений по материалам цифровой многозональной аэросъемки лесных массивов // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 68–76. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-4-68-76.

12. Заблоцкий В. Р. Мобильные ГИС – новое направление развития геоинформационных систем [Электронный ресурс] // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – Т. 11, № 1. – С. 22–23. – Режим доступа: <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=6200> (дата обращения: 11.09.2021).

13. Заблоцкий А. М., Шошина К. В., Алешко Р. А. Разработка мобильного приложения для таксатора [Электронный ресурс] // Молодой ученый. – 2015. – Т. 13, № 1. – С. 12–15. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/93/20827/> (дата обращения: 26.09.2021).

14. Букша И. Ф., Букша М. И. Применение мобильной ГИС-технологии Field-Map в лесном и садово-парковом хозяйстве [Электронный ресурс] // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – № 5. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mobilnoy-gis-tehnologii-field-map-v-lesnom-i-sadovo-parkovom-hozyaystve> (дата обращения: 07.10.2021).

15. de Abreu Freireira C. E., Painhoa M. Development of a Mobile Mapping Solution for Spatial Data Collection using Open-Source Technologies // Procedia Technology. – 2014. – No. 16. – P. 481-490.

16. Крахнера F., Schepaschenko D., Fuss S. Mapping certified forests for sustainable management – A global tool for information improvement through participatory and collaborative mapping // Forest Policy and Economics. – 2017. – No 83. – P. 10–18.

17. Зорин В. П. Система и методы инвентаризации лесного фонда на основе информационных технологий, обеспечивающих устойчивое управление лесами [Электронный ресурс] // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2016. – № 1 (183). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-i-metody-inventarizatsii-lesnogo-fonda-na-osnove-informatsionnyh-tehnologiy-obespechivayuschih-ustoychivoe-upravlenie-lesami> (дата обращения: 07.10.2021).

Получено 13.10.2021

© Е. В. Лебзак, С. С. Янкелевич, 2022

METHODOLOGICAL ASPECTS OF GEOINFORMATION MAPPING OF FORESTRY USING MOBILE TECHNOLOGIES

Evgenii V. Lebzak

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics, e-mail: lebzak2012@yandex.ru

Svetlana S. Yankelevich

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Vice-rector for Educational Work, phone: (383)343-39-51, e-mail: ss9573@yandex.ru

The article is devoted to the development of a methodology for geoinformation mapping of forestry, designed, to ensure the elimination of paper cartographic materials at the stage of field contour identification during forest management work. The purpose of the study is to develop methodological foundations of geoinformation mapping of forestry using mobile technologies. The article provides an analysis of current methods

of mapping products during forest management, as well as a study of domestic and foreign experience in the introduction of mobile technologies in forestry. The probable factors constraining the rejection of paper cartographic materials at the stage of field contour identification were found. The developed scheme for creating cartographic products during forest management using mobile technologies is presented. The main stages of the developed methodology are described, which is designed to ensure the rejection of paper materials at the stage of field contour decryption and collection of thematic information in the field, which will significantly reduce financial, labor and time costs.

Keywords: forestry mapping, forest map, forest cartography, forest management, forestry, geoinformation mapping, thematic cartography

REFERENCES

1. Kresnov, V. G. (2005). Application of GIS in forest management and forestry. *Interexpo Geo-Sibir [Interexpo Geo- Siberia]*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-gis-v-lesoustroystve-i-lesnom-hozyaystve> [in Russian] (accessed October 01, 2021).
2. Pilipko, E. N. (2018). *Geoinformacionnye sistemy v lesnom dele [Geoinformation systems in forestry]*. Vologda: VGMHA Publ., 104 p. [in Russian].
3. Pakhuchy, V. V. (2013). *Vedenie lesnogo hozyajstva na baze GIS [Forest management on the basis of GIS]*. Syktyvkar: SLI Publ., 56 p. [in Russian].
4. Chernikhovsky, D. M. (2003). *Sozdanie lesnyh kart s pomoshch'yu GIS-tekhnologij [Creation of forest maps using GIS technologies]*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State Forestry Academy Publ., 57 p. [in Russian].
5. Malysheva, N. V., & Zolina, T. A. (2014). GIS toolkit for cartographic support of forestry management at the federal level. *Lesohozyajstvennaya informaciya [Forestry Information]*, 2. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentariy-gis-dlya-kartograficheskogo-soprovozhdeniya-upravleniya-lesnym-hozyaystvom-na-federalnom-urovne> [in Russian] (accessed October 05, 2021).
6. Blokhin, D. Yu. (2006). GIS-technologies in forestry and forest industry. *Aktual'nye problemy lesnogo kompleksa [Actual Problems of the Forest Complex]*, 13. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/gis-tehnologii-v-lesnom-hozyaystve-i-lesnoy-promyshlennosti> [in Russian] (accessed September 11, 2021).
7. Nikolaeva, O. N., Trubina, L. K., Mullayarova, P. I., & Tatarenko, V. I. (2019). Digital cartographic support for the management of urban green spaces. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 24(4), 132–141. doi: 10.33764/2411-1759-2019-24-4-132-141 [in Russian].
8. Mohirev, A. P., Rezinkin, S. Yu., Medvedev, S. O., & Bragina, N. A. (2020). The use of geographical information systems in assessing the density of roads in logging areas. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(3), 181–191. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-3-181-191 [in Russian].
9. Instructions on how to create and reproduce forest maps. Retrieved from http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_13663.htm [in Russian] (accessed September 28, 2021).
10. Arkhipov, V. I., Chernikhovsky, D. M., Berezin, V. I., & Belov, V. A. (2014). Modern technology of forest taxation by decoding method "From shooting to project". *Izvestiya Sankt-Peterburgskoj lesotekhnicheskoy akademii [Izvestia of the St. Petersburg Forestry Academy]*, 208, 22–42 [in Russian].
11. Arbuzov, S. A., Khlebnikova, E. P., & Nikitin, V. N. (2020). Automated identification and determination of the species composition of woody plants based on the materials of digital multi-zone aerial survey of woodlands. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(4), 68–76. doi: 10.33764/2411-1759-2020-25-4-68-76 [in Russian].
12. Zablotsky, V. R. (2014). Mobile GIS – a new direction in the development of geoinformation systems. *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya [International Journal of Experimental Education]*, 1(11), 22–23. Retrieved from <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=6200> [in Russian] (accessed September 11, 2021).
13. Zablotsky, A. M., Shoshina, K. V., & Aleshko, R. A. (2015). Development of a mobile application for a taxi driver. *Molodoj uchenyj [Young scientist]*, 1(13), 12–15. Retrieved from <https://moluch.ru/archive/93/20827/> (accessed: 26.09.2021) [in Russian].
14. Buksha, I. F., & Buksha, M. I. (2013). Application of mobile GIS technology Field-Map in Forest and garden and parking facilities. *Naukovij visnik NLTU Ukraini [Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine]*, 5. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-mobilnoy-gis-tehnologii-field-map-v-lesnom-i-sadovo-parkovom-hozyaystve> [in Russian] (accessed October 07, 2021).

15. de Abreu Freire, & C. E., Painhoa, M. (2014). Development of a Mobile Mapping Solution for Spatial Data Collection using Open-Source Technologies. *Procedia Technology*, 16, 481–490.

16. Kraxner, F., Schepaschenko, D., & Fuss, S. (2017). Mapping certified forests for sustainable management - A global tool for information improvement through participatory and collaborative mapping. *Forest Policy and Economics [Forest Policy and Economics]*, 83, 10–18.

17. Zorin, V. P. (2016). System and methods of forest inventory based on information technologies that ensure sustainable forest management. *Trudy BGTU [Works of BSTU]*, 1(183). Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-i-metody-inventarizatsii-lesnogo-fonda-na-osnove-informatsionnyh-tehnologiy-obespechivayuschih-ustoychivoe-upravlenie-lesami> [in Russian] (accessed October 07, 2021).

Received 13.10.2021

© E. V. Lebzak, S. S. Yankelevich, 2022