

Современные проблемы и направления развития лесной картографии

*Е. В. Лебзак¹**

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация

* e-mail: lebzack2012@yandex.ru

Аннотация. Как и любое другое направление картографии, лесная картография развивается и меняется. Однако следует отметить, что в России форма представления, содержание и оформление лесной картографической продукции строго регламентировано различными нормативно-правовыми актами, что делает это направление картографии более консервативным. Целью исследования является выявление основных проблем и направлений развития лесной картографии. В статье приведено исследование современного состояния лесной картографии в России, рассмотрены современные зарубежные разработки, применяемые в лесной картографии, выявлены основные проблемы, которые возникают при создании лесной картографической продукции. В ходе исследования определены наиболее перспективные методы и технологии, внедрение которых позволит ускорить развитие отечественной лесной картографии, среди них следует отметить развитие методов ГИС-анализа, внедрение мобильных ГИС, создание цифровых двойников леса и дополнение лесной картографической продукции геопространственными знаниями.

Ключевые слова: лесная картография, геознания, мобильные ГИС, цифровой двойник леса

Modern problems and directions of development of forest cartography

*E. V. Lebzak¹**

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: lebzack2012@yandex.ru

Abstract. Like any other area of cartography, forest cartography is evolving and changing. However, it should be noted that in Russia the form of presentation, content and design of forest cartographic products are strictly regulated by various legal acts, which makes this direction of cartography more conservative. The purpose of the study is to identify the main problems and directions for the development of forest cartography. The article presents a study of the current state of forest cartography in Russia, considers modern foreign developments used in forest cartography, and identifies the main problems that arise when creating forest cartographic products. The study identified the most promising methods and technologies, the introduction of which will accelerate the development of domestic forest cartography, among them the development of GIS analysis methods, the introduction of mobile GIS, the creation of digital twins of the forest and the addition of forest cartographic products with geospatial knowledge.

Keywords: forest cartography, geoscience, mobile GIS, forest digital twin

Введение

Особенностью леса, как объекта картографирования является то, что он может являться как объектом природного, так и социально-экономического исследования [1]. В данном исследовании будет рассматриваться такое направление

картографической науки как лесная картография, целью которой является составление разнообразных лесных картографических материалов, таких как лесоустроительные планшеты и планы, тематические лесные карты-схемы и т.п.

Составление лесных планово-картографических материалов является обязательной частью любого проекта организации и развития лесного хозяйства лесохозяйственного предприятия. Эти картографические произведения составляются на камеральном этапе лесоустроительных работ на основе материалов, полученных в ходе полевого контурного дешифрирования [2].

Как и любое другое направление картографии, лесная картография развивается и меняется. Однако следует отметить, что в России форма представления, содержание и оформление лесной картографической продукции строго регламентировано различными нормативно-правовыми актами. Несмотря на это, в конце прошлого века именно лесохозяйственная отрасль одна из первых внедрила в свои производственные процессы ГИС-технологии [2-4]. Несмотря на регулирование со стороны государства, методы и технологические подходы лесной картографии развиваются и совершенствуются.

Целью исследования является выявление основных проблем и направлений развития лесной картографии.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- изучить современное состояние лесной картографии в России;
- рассмотреть современные зарубежные разработки, применяемые в лесной картографии;
- выявить основные проблемы, возникающие при создании лесной картографической продукции;
- определить наиболее перспективные методы и технологии, внедрение которых позволит ускорить развитие отечественной лесной картографии.

Теоретическая значимость исследования заключается в определении современных направлений развития лесной картографии.

Практическая значимость исследования состоит в том, что полученные в ходе исследования выводы могут быть использованы при разработке современной методики и технологии создания лесной картографической продукции.

Методы и материалы

Для того чтобы определить проблемы, возникающие при создании лесных карт, необходимо изучить современное состояние лесной картографии в нашей стране и за рубежом.

В настоящее время в России ведется множество исследований в сфере разработки методик создания различных видов лесных карт, основанных на применении ГИС-технологий и данных дистанционного зондирования Земли. Проводятся исследования в сфере лесохозяйственного картографирования, непрерывного картографирования лесов, мониторинга лесов на основе космоснимков, оперативного картографирования лесных пожаров, оценки повреждений лесонасаждений вредителями [4].

Методы современной отечественной лесной картографии неразрывно связаны с ГИС-технологиями [2-4]. Внедрение ГИС-технологий позволило повы-

сить оперативность и точность картографирования лесов и автоматизировать многие процессы в ходе составления карт, например, формирование различных видов лесных карт при помощи SQL-запросов. Однако на практике используются далеко не весь функционал ГИС, а в научных публикациях, касающихся лесного хозяйства, редко можно встретить современные изыскания с применением геоинформационных технологий [4]. Следует подробнее рассмотреть методику составления картографических материалов для лесохозяйственной отрасли с применением ГИС-технологий, которая чаще всего применяется в настоящее время в России. В табл.1 приведены основные виды работ, выполняемые при создании ГИС в ходе лесоустройства, и их содержание.

Таблица 1

Основные этапы работ, выполняемые при создании ГИС в ходе лесоустройства

Этапы работ	Содержание работ	Примечание
создание таксационной БД, ввод данных таксации	<ul style="list-style-type: none"> - выполняется подбор нормативно-справочной информации; - внесение в БД данных с карточек таксационного описания; - контроль таксационной БД; 	выполняется на основе материалов полевых работ
создание картографической БД, векторизация исходных планово-картографических материалов	<ul style="list-style-type: none"> - определение точных границ объекта, на который выполняется лесоустройство; - выбор системы координат; - выбор масштаба; - определение необходимых слоев и их создание; - векторизация отсканированных планово-картографических материалов; 	система координат чаще всего указана в техническом задании на лесоустройство, а масштаб зависит от разряда лесоустройства и регламентирован нормативно-правовыми актами
создание совмещенной БД	<ul style="list-style-type: none"> - совмещение таксационной и картографической БД; - выполнение контроля связанных полигонов; 	совмещение таксационной и картографической БД производится при помощи ГИС-идентификаторов
редактирование совмещенной БД	<ul style="list-style-type: none"> - актуализация БД на основе материалов ДЗЗ; - контроль содержания слоев; - подготовка к печати; 	материалы ДЗЗ, на основе которых производится актуализация совмещенной БД, указаны в техническом задании на лесоустройство
анализ данных	<ul style="list-style-type: none"> - выборки по запросам; - создание тематических карт; 	перечень создаваемых тематических карт и отчетов указан в техническом задании на лесоустройство
представление результатов анализа	<ul style="list-style-type: none"> - печать карт, отчетов, таксационных описаний 	требования к оформлению печатных материалов лесоустройства регламентированы действующими нормативно-правовыми актами

Основной недостаток этой методики – использование бумажных материалов на полевом этапе лесоустройства при проведении полевого контурного дешифрирования. При этом ортофотопланы сначала формируются картографами на основе базы данных предыдущего лесоустройства и аэро- или космоснимков и печатаются в нескольких экземплярах. Затем таксатор наносит на них границы выделов и прочие объекты. На камеральном этапе материалы полевого этапа лесоустроительных работ сканируются, векторизуются и корректируются картографами. 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 [5]. Мобильные технологии, шагнувшие далеко вперед, упростили многие сферы жизни человека, так, на их базе работают системы позиционирования, производится сбор пространственной информации, выполняется полевое картографирование и многое другое. В настоящее время во всем мире ведутся работы по внедрению в лесное хозяйство геоинформационных систем на базе мобильных технологий.

Рассмотрим также современные зарубежные разработки, применяемые в лесной картографии.

Уровень развития лесной картографии в разных странах совершенно различный и зависит в основном от таких факторов как:

- уровень развития картографии в целом;
- уровень развития технологий;
- развитость лесного сектора экономики;
- площади лесонасаждений.

В развитых странах, особенно Северной Америки и Западной Европы, вопрос перехода на электронный документооборот в лесном хозяйстве полностью решен. Готовым продуктом лесоустройства в этих государствах является набор цифровых и электронных лесных карт, которые используются в той же программной среде, где они и были созданы [6].

Геоинформационные системы повсеместно используются Лесной службой США при осуществлении практически всех видов деятельности. Так, например, в штате Луизиана международная компания «Louisiana-Pacific» применяет ГИС при планировании мероприятий землепользования и лесопользования в районах с уникальной лесной экосистемой. Решения о проведении рубок производятся на основе ГИС-анализа, алгоритмы которого построены на основании научных фактов. ГИС позволяет моделировать последствия рубок на более чем 100 лет вперед [7].

Помимо этого, новые лесные карты дополняют QR-кодами, которые обеспечивают доступ к подробной информации о национальном лесе или заповеднике, изображенном на карте, при помощи любого смартфона, имеющего доступ к сети Интернет. Недавно Лесной службой совместно с компанией Avenza Systems Inc. было выпущено мобильное приложение, которое позволяет полу-

чить бесплатный доступ к некоторым картам Лесной службы, однако карты из Национального лесного атласа доступны только за определённую плату [7].

В Финляндии в данный момент все тематические лесные карты создаются при помощи ГИС-технологий. Научно-исследовательский институт леса Финляндии разработал на базе геоинформационных технологий метод под названием «Норе Мар», основанный на анализе и группировке качественных данных методами количественного анализа. Применение этого метода дает возможность представлять в удобной для стратегического планирования форме картографического изображения данные, которые являются либо слишком подробными, либо слишком обобщенными. «Норе Мар» чаще всего применяют при разработке планов освоения лесов. На рис. 1 представлен пример использования метода «Норе Мар» при планировании лесохозяйственных мероприятий [8].

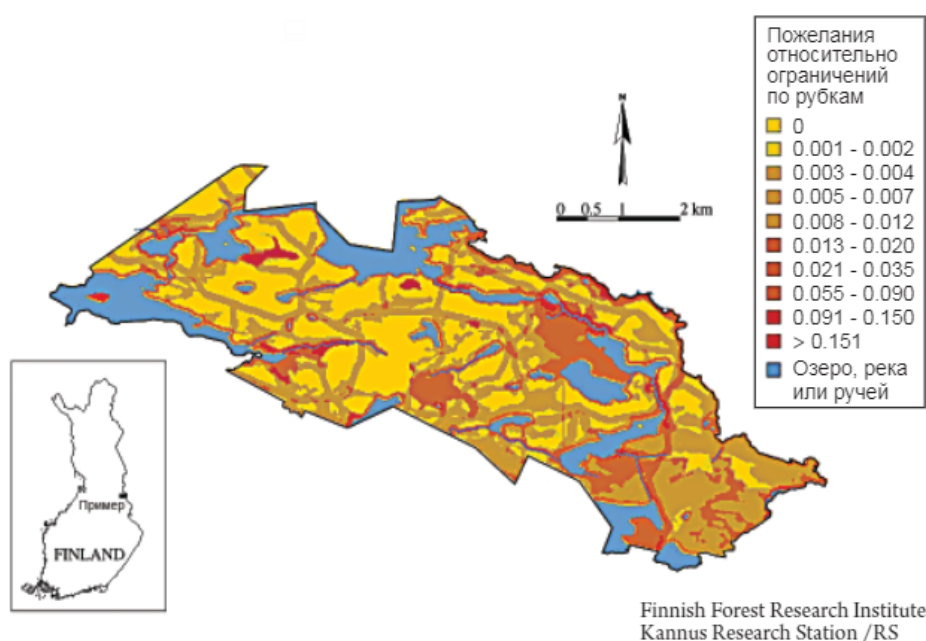


Рис. 1. Пример использования метода «Норе Мар» при планировании лесохозяйственных мероприятий

В 2021 году Европейским космическим агентством был введен в эксплуатацию цифровой двойник леса, который может стать простым в использовании, но при этом очень эффективным инструментом мониторинга лесонасаждений, моделирования и оценки способов их сохранения, возобновления и использования. Этот проект, возглавляемый Центром технических исследований Финляндии (VTT) и поддерживаемый Румынскими институтами исследований и управления лесами, Хельсинкским университетом и частными компаниями из Германии, Польши и Финляндии, является первым в области цифровых двойников лесов. Однако в ближайшие годы применение цифровых двойников будет набирать обороты во всех сферах жизнедеятельности и производства, при этом лесное хозяйство не станет исключением [9-10].

Одним из новых направлений в тематической картографии является отображение геознаний, которыми могут дополняться практически любые карты [11-12]. Геознания позволяют расширить сферы применения и круг задач, решаемых по картам [12].

Практическое применение и отображение геознаний на картах при помощи ГИС-технологий возможно при создании в базы геознаний, основной идеей которой является переложение опыта эксперта в какой-либо области на формальный язык [12].

Совместное использование базы данных и базы знаний в среде ГИС позволяет не только создавать картографические произведения, дополненные геознаниями, но и создавать новые знания на основе экспертных знаний и базы данных.

Результаты и их обсуждение

В ходе исследования были выявлены основные проблемы, которые возникают при создании лесной картографической продукции в России. Основная проблема – трудности перехода на электронный документооборот, которые, прежде всего, связаны с отсутствием технологических и методологических решений, которые бы способствовали отказу от бумажных материалов. Однако полный переход на электронный документооборот в лесном хозяйстве на всех этапах на сегодняшний день в нашей стране невозможен, так как законодательством предусмотрено создание лесных планово-картографических материалов в бумажном виде.

Также были определены наиболее перспективные методы и технологии, внедрение которых позволит ускорить развитие отечественной лесной картографии.

Одним из таких направлений является внедрение мобильных ГИС в процесс лесоустроительных работ, которое позволит отказаться от бумажных планово-картографических материалов на этапе полевого контурного дешифрирования. Для этого необходима разработка современной методики создания лесной картографической продукции с применением мобильных технологий. Внедрение мобильных технологий в процесс лесоустройства на полевом этапе позволяет значительно ускорить и упростить процесс камеральной обработки материалов, созданных на этапе полевых работ, по причине исключения этапа векторизации, а также снизить материальные и трудовые затраты в целом.

Новейшая зарубежная технология, которая уже в ближайшем будущем будет повсеместно внедряться в лесохозяйственную деятельность – цифровые двойники (Digital Twin technology). Цифровым двойником можно назвать подробную, обновляемую в режиме реального времени трёхмерную модель какого-либо объекта или группы объектов, дополненную всеми возможными данными (от изображений и трёхмерных облаков точек до прошлых отчетов и анализов), предназначенную для ситуационного моделирования, отработки сценариев и оценки последствий и эффектов [9-10].

Цифровые двойники представляют интерес для лесного хозяйства, так как способны представлять большой объём актуальной информации о состоянии

лесных ресурсов, их виде, высоте и многом другом, как по лесонасаждению в целом, так и по каждому дереву отдельно.

Еще одно перспективное направление – дополнение лесных карт геознаниями, позволяющее создавать карты для решения самых разнообразных задач. Применение геопространственных знаний и методов интеллектуального управления поможет повысить эффективность управления лесохозяйственным комплексом, так как наглядное отображение геопространственных знаний может служить основанием для принятия тех или иных управленческих решений.

Лесные карты, дополненные геознаниями, могут применяться на разных уровнях управления лесохозяйственной отраслью, а также предприятиями лесопользования и арендаторами отдельных лесных участков, как для решения рутинных производственных задач, так и при принятии важных стратегических решений.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что современная отечественная лесная картография хоть и жестко регулируется законодательством, однако способна активно развиваться совместно с прочими направлениями картографической науки. Направления её развития во многом схожи с теми, которые прослеживаются в тематической картографии в целом.

Заключение

В процессе исследования достигнута его цель – выявлены основные проблемы и направления развития лесной картографии. Было исследовано современное состояние лесной картографии в России, рассмотрены зарубежные разработки, применяемые в лесной картографии, а также выявлены основные проблемы, которые возникают при создании лесной картографической продукции. В ходе исследования определены наиболее перспективные методы и технологии, внедрение которых позволит ускорить развитие отечественной лесной картографии, среди них следует отметить развитие методов ГИС-анализа, внедрение мобильных ГИС на полевом этапе лесоустройства, создание цифровых двойников леса и дополнение лесных планово-картографических материалов геопространственными знаниями.

Полученные результаты исследования могут послужить основой для разработки современной методики и технологии создания лесной картографической продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прохорова Е. А. Социально-экономические карты: учеб. пособие. – М.: КДУ, 2010. – 424 с.
2. Черниковский 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». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургская государственная лесотехническая академия, 2003. – 57 с.
3. Блохин Д. Ю. ГИС-технологии в лесном хозяйстве и лесной промышленности // 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).

4. 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.
5. Заблоцкий В. Р. Мобильные ГИС – новое направление развития геоинформационных систем // 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).
6. Plochmann R. Forest Policy Challenges in Formatting, Management Guidelines in Central Europe // XIX World Congress Proceedings. Division 4. Montreal, 1990. Pp. 150–158.
7. Forest Service U.S. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fs.usda.gov/> (дата обращения 01.04.2022).
8. Пюкяляйнен Й., Курттила М. Развитие лесного планирования в Финляндии: Методы и опыт / Й. Пюкяляйнен, М. Курттила ; пер. с фин. В. Минеева. – Йювяскюля: Научно-исследовательский институт леса Финляндии Йоэнсуу, 2009. – 44 с.
9. Protecting Our Planet with Digital Twins [Электронный ресурс] // Geospatial World Weekly: geospatial media platform. – 22.11.2021. – Режим доступа: <https://mailchi.mp/geospatialworld.net/gw-weekly-22-nov-21-emea-1598298?e=c0c1b57b90> (дата обращения 01.04.2022).
10. Rauhakallio P. 6 reasons why energy transmission & distribution utilities need Digital Twin technology [Электронный ресурс] // Geospatial World Weekly: geospatial media platform. – 20.09.2021. – Режим доступа: <https://www.geospatialworld.net/article/6-reasons-why-energy-transmission-distribution-utilities-need-digital-twin-technology/> (дата обращения 01.04.2022).
11. Майоров А. А. Геознание как новая форма знания // Международный электронный научный журнал. – 2016. – № 4 (22). – С. 23–31.
12. Антонов Е. С., Лисицкий Д. В., Янкелевич С. С. Теоретико-методологическое представление прямого перехода от геоинформации к геознаниям // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 82–90.

© Е. В. Лебзак, 2022