

УДК [528.94]:630+004.9  
DOI 10.33764/2411-1759-2022-27-4-100-111

## Апробация методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий

Е. В. Лебзак<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\* e-mail: lebzak2012@yandex.ru

**Аннотация.** Одной из актуальных проблем российской лесной картографии является переход на электронный документооборот. Цель исследования заключается в апробации методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий. Были разработаны технологические решения, способствующие наиболее эффективному применению методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий. В ходе исследования в процессе создания лесной планово-картографической продукции были апробированы разработанные методика и технологические решения. В статье приведены основные результаты апробации, а также анализ выявленных при редакторском контроле ошибок и производительности труда. По результатам исследования был сделан вывод о достаточно высокой эффективности предложенной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий, которая включает способ формирования и отображения геознаний, так как позволяет расширить ассортимент планово-картографической продукции для решения задач предприятий лесного хозяйства, а также сократить временные и трудовые затраты на камеральном этапе лесоустройства и сократить общее затраченное на лесоустройство время почти на четверть.

**Ключевые слова:** лесная картография, мобильные технологии, геоинформационные технологии, апробация методики, картографирование геознаний

### Введение

Переход на электронный документооборот в настоящее время довольно актуальная тема в российской лесной картографии. В создании картографических произведений активно внедряются геоинформационные технологии, но и полный отказ от бумажных планово-картографических материалов в лесном хозяйстве на сегодняшний день невозможен по причине того, что нормативно-правовыми актами предусмотрено создание различных лесных карт и планов именно в бумажном виде. Предложенная методика геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий [1] подразумевает не только внедрение на полевом этапе лесоустроительных работ мобильной ГИС, но и расширение ассортимента лесных планово-картографических материалов за счет создания лесных тематических карт-схем, дополненных геознаниями. При этом необходимо оценить результаты внедрения данной методики и сделать выводы о ее эффективности.

Целью исследования является апробация разработанной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий [1]. Для достижения поставленной цели в процессе исследования были решены следующие задачи:

- предложены технологические решения создания лесной планово-картографической продукции;
- проанализированы результаты применения мобильных технологий при геоинформационном картографировании лесов для предприятий лесного хозяйства.

### Материалы и методы

Основным недостатком применяемых на сегодняшний день методик создания лесных планово-картографических материалов является использование бумажных материалов на полевом этапе лесоустройства [2]. Повсеместное внедрение мобильных технологий в процессе полевого этапа лесоустройства осложняется отсутствием методических и технологических решений.

Ранее была разработана методика геоинформационного картографирования лесного хозяйства [1], призванная обеспечить отказ от бумажных картографических материалов на этапе полевого контурного дешифрирования при проведении лесоустроительных работ. Среди особенностей разработанной методики следует отметить:

- применение мобильных ГИС на полевом этапе лесоустройства вместо бумажных планово-картографических материалов;

- векторизация и актуализация планово-картографических материалов предшествуют полевому этапу лесоустройства, по этой причине таксатор обеспечивается актуальной топографической информацией на местности;

- внесение изменений в совмещенную базу данных таксатор производит на местности, что позволяет сократить временные и трудовые затраты на камеральном этапе;

- исключение этапа подготовки исходных материалов при повторном лесоустройстве по предложенной методике;

- возможность создания лесных тематических карт-схем, дополненных геоизображениями, предназначенных для решения конкретных задач в сфере лесного хозяйства [1].

В ходе исследования были разработаны технологические решения, способствующие наиболее эффективному применению методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства на базе мобильных технологий, которые рассмотрены ниже.

Среди мобильных ГИС рекомендуется выбирать приложения, построенные на базе технологий ArcGIS и имеющие возможности сбора, редактирования и обработки пространственных данных [3, 4], например, разработку российской компании ООО «Дата Ист» – CarryMap Builder. Существенным преимуществом этого мобильного ГИС-продукта является открытый программный код, позволяющий существенно сократить затраты на проведение полевого этапа лесоустройства. Безопасность данных, загружаемых в это приложение, обеспечивается за счет хранения данных непосредственно на устройстве.

Для обеспечения наилучшей эффективности применения разработанной методики необходимо учитывать минимальные требо-

вания не только к программной, но и к аппаратной части программно-аппаратного комплекса.

Перед проведением полевого этапа лесоустроительных работ необходимо выбирать мобильное устройство, имеющее влаго- и ударозащитный корпус, позволяющее выполнять работы в условиях повышенной влажности, а также экстремально высоких и низких температур. Важным параметром при выборе устройства также является емкость аккумуляторной батареи, обеспечивающей его автономную работу. Заряда аккумулятора должно хватать на один рабочий день либо аккумуляторы должны быть сменными. Еще одним немаловажным аспектом является совместимость с устройством ввода информации – стилусом, который позволяет обеспечить наиболее точное и удобное нанесение объектов на картографическое изображение. Операционная система устройства и его технические характеристики должны удовлетворять минимальным требованиям выбранного мобильного ГИС-приложения.

Применение мобильных ГИС в процессе проведения полевого этапа лесоустройства позволяет производить сбор дополнительных фото- и видеоматериалов, фиксировать особенности исследуемой территории, ее основные характеристики и т. п., что может упростить процесс камеральной обработки собранных материалов [3, 4]. Мобильное устройство также позволяет зафиксировать координаты объектов.

При выборе мобильного программного обеспечения, работающего на базе технологий ArcGIS [5, 6], таблицы совмещенной таксационной и картографической базы данных должны быть представлены в формате .shape.

Оптимизировать производственные затраты предлагается посредством отказа от пробной печати планово-картографических материалов лесоустройства. Редакторский контроль можно выполнять на основе планово-картографических материалов в каком-либо растровом формате представления данных, например, .jpg, .pdf и т. п.

Так как одной из особенностей предложенной методики [1] является возможность составления лесных тематических карт-схем,

дополненных геознаниями, создаваемых на основе материалов лесоустройства и предназначенных для решения конкретных задач лесного хозяйства, то были разработаны технологические решения, касающиеся этапа формирования геознаний.

Алгоритм, обеспечивающий формирование геознаний на основе сопоставления информации и экспертных знаний, должен быть реализован в том же программном обеспечении, что и совмещенная база данных, при помощи SQL-запросов.

При составлении различных по тематике лесных карт-схем, дополненных геознаниями, алгоритм получения геознаний будет разным [7–9], зависящим, прежде всего, от задач, которые будут решаться по картографическому производству, а также от исходной от информации и экспертных знаний. То есть для каждой карты, содержащей геознания, алгоритм получения геознаний должен разрабатываться индивидуально [9].

Для оценки эффективности предложенной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий была проведена ее апробация.

### *Результаты и их обсуждение*

Апробация предложенной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий и технологических решений проводилась в процессе лесоустроительных работ, выполняемых ООО НПО «Экологическая безопасность» в 2020 г. на территории лесов г. Новосибирска.

Техническое задание на проведение лесоустроительных работ предусматривает их выполнение по заранее определенной методике, поэтому апробация выполнялась на одном и том же участке двумя способами: по ранее используемой методике, а также по разработанной. В процессе исследования был выбран участок, имеющий типичные таксационные характеристики для данного вида лесов и площадь 245 га. На территорию городских лесов нормативно-правовыми актами [10–12] преду-

смотрено проведение лесоустройства 1-го разряда.

Перечень исходных материалов определен техническим заданием на выполнение лесоустроительных работ, а также нормативно-правовыми актами [13]. В качестве общегеографической основы использовались топографические карты территории г. Новосибирска масштаба 1 : 25 000. Обновление элементов общегеографической основы выполнялось по космическим снимкам высокого разрешения. Так как согласно техническому заданию проводились повторные лесоустроительные работы, то в качестве одного из источников тематической информации была использована совмещенная база данных предыдущего лесоустройства.

На предварительном этапе работ таблицы совмещенной таксационной и картографической базы данных, предусмотренные предложенной методикой, были созданы в ГИС MapInfo Professional.

Так как исходные планово-картографические материалы (топографические карты и космические снимки) представлены в цифровом виде, то этап сканирования был исключен. Исходные материалы были добавлены в проект и выполнена их геопривязка. В результате было получено геоизображение, содержащее слои с топографическими картами, космическими снимками высокого разрешения и совмещенной базой данных предыдущего лесоустройства – всеми источниками, которые будут использоваться при обновлении элементов общегеографической основы и при проведении полевого контурного дешифрирования.

Далее на основе космических снимков и топографических карт была проведена актуализация элементов общегеографического содержания, содержащихся в слоях совмещенной базы данных предыдущего лесоустройства.

Объекты тематического содержания, такие как выделы, квартальная сеть, просеки и т. п., были перенесены в проект из совмещенной базы данных предыдущего лесоустройства без изменений, так как они уточняются на полевом этапе лесоустройства.

Полевое контурное дешифрирование начинается с подготовительных работ, а именно с установки на мобильное устройство выбранного программного обеспечения, в нашем случае – CarryMap Builder. Затем был выполнен экспорт подготовленных исходных материалов в формат .share и их загрузка на планшетный компьютер.

В ходе полевого контурного дешифрирования, таксатор, на основе предложенной методики, проводит уточнение границы объектов тематического содержания и их таксационные характеристики, которые были внесены в таблицы совмещенной базы данных. На рис. 1 показан процесс добавления границ выдела в базу данных.

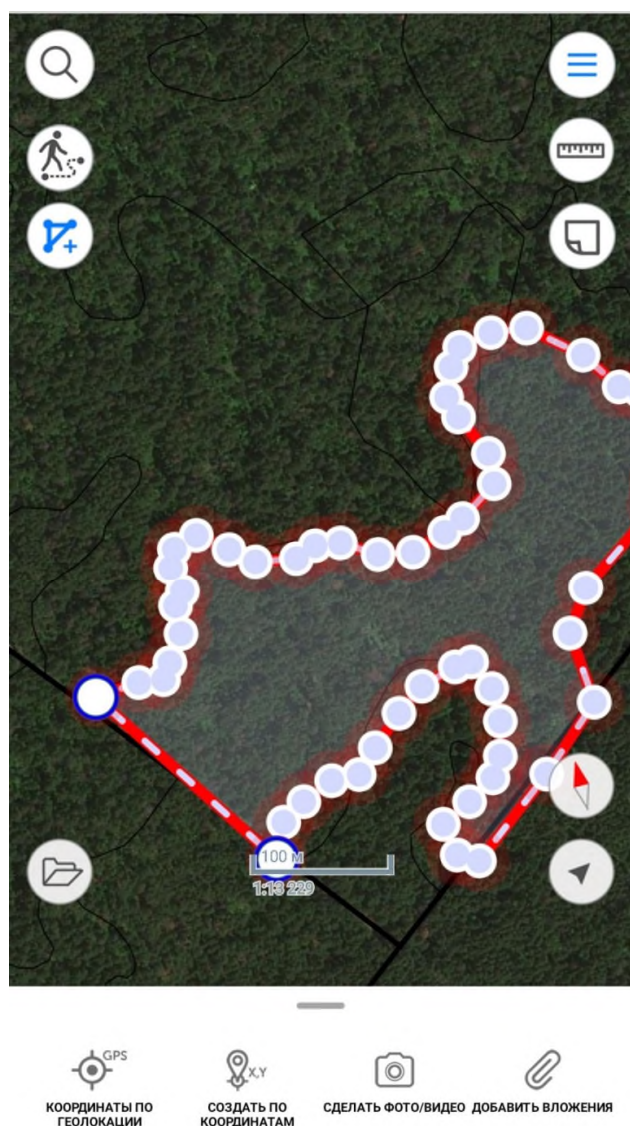


Рис. 1. Добавление границ выдела в приложении CarryMap Builder

Таким образом, было проведено полевое контурное дешифрирование всего участка, выбранного для апробации предложенной методики. Затем была сформирована совмещенная база данных.

На рис. 2 представлены фрагменты геоизображений исходной и актуализированной картографической части совмещенной базы данных.

Материалы, полученные в ходе полевого контурного дешифрирования, были экспортированы в ГИС MapInfo Professional. Выбор этой ГИС обоснован техническим заданием на лесоустроительные работы. Также был проведен контроль точности нанесения объектов тематического содержания и их корректура, контроль площадей, проверка топологии и правильности внесения таксационных характеристик. Кроме того, на данном этапе были нанесены условные обозначения в слое с условными знаками. Далее был проведен редакторский контроль и корректура, в ходе которой выполнялась фиксация всех выявленных ошибок, а также время на их устранение для проведения последующей оценки эффективности предложенной методики.

На этапе формирования планово-картографических материалов сначала были сформированы шаблоны зарамочного оформления лесоустроительных планшета и планов. Их содержание и оформление регламентировано нормативно-правовыми актами [13].

Далее была выполнена предварительная «разбивка» картографического изображения на лесоустроительные планшеты и листы планов, которая призвана наиболее оптимальным образом расположить участки картографируемой территории на отдельных планшетах и листах планов.

На рис. 3 и 4 представлены схемы расположения планшета и листов планов. Принцип деления территории на лесоустроительные планшеты основан на том, что один планшет содержит, как правило, территорию одного квартала. Участок, выбранный для апробации предложенной методики, занимает территорию одного лесного квартала и при формировании лесоустроительных планшета, соответственно, разместился на одном планшете.





Рис. 2. Фрагменты геоизображений до и после актуализации картографической части совмещенной базы данных:

а) исходное геоизображение; б) геоизображение после актуализации совмещенной базы данных

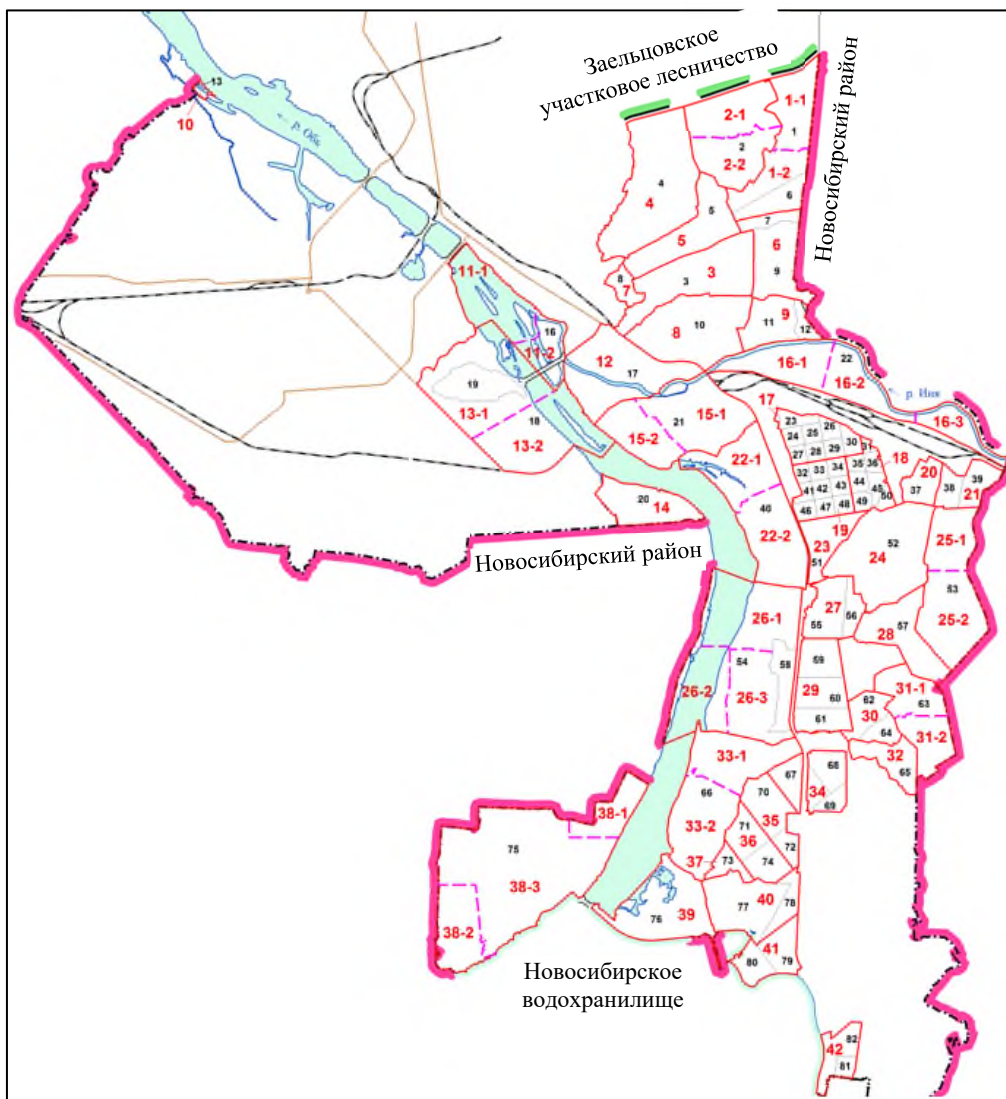


Рис. 3. Схема расположения лесоустроительных планшето

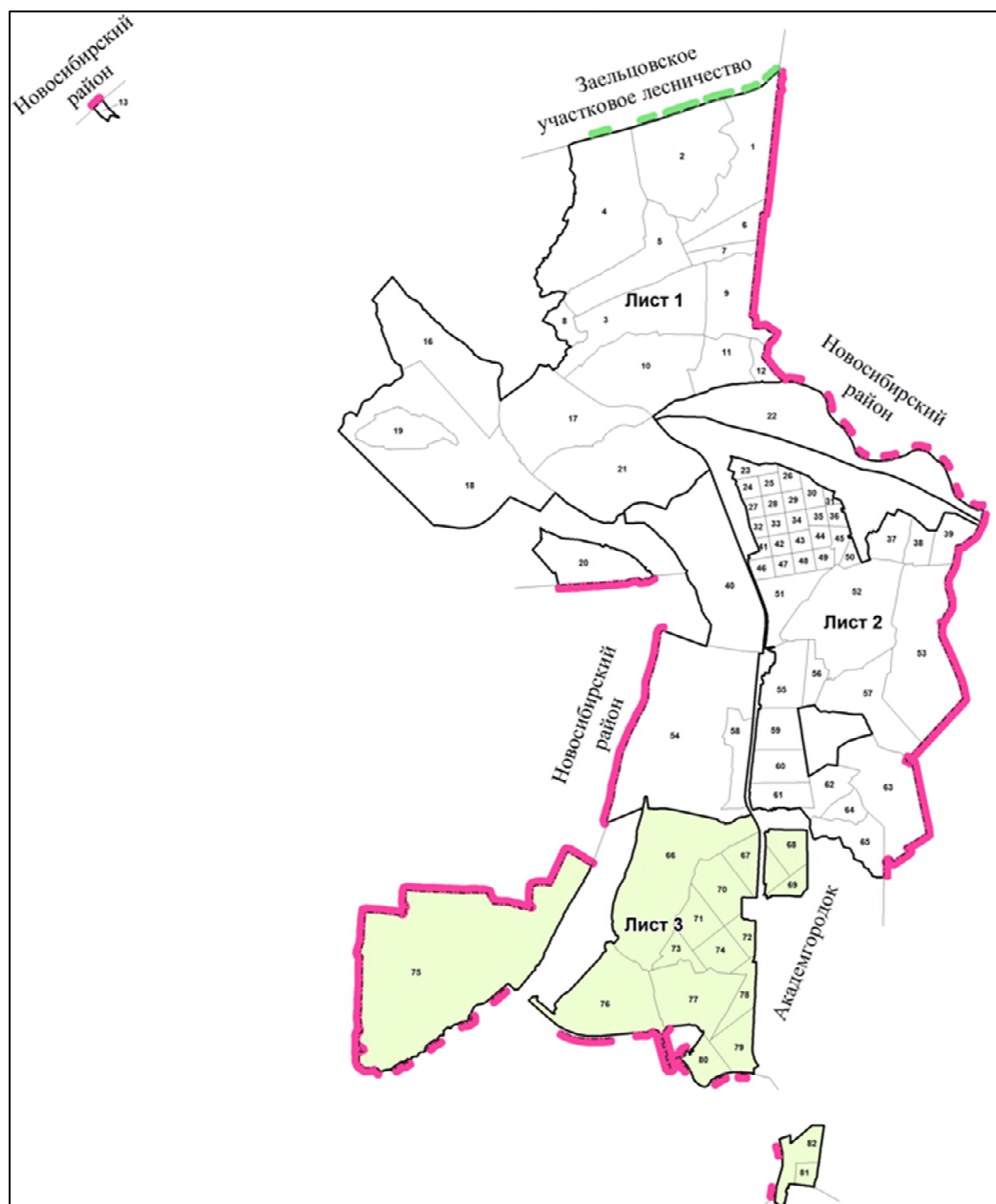


Рис. 4. Схема расположения листов планов

Все слои совмещенной таксационной и картографической базы данных были разделены на лесоустроительные планшеты и листы планов, границы которых были определены ранее при помощи SQL-запросов.

Содержание и оформление каждого лесоустроительного планшета и листа плана проверялось и корректировалось для достижения наилучшей наглядности и читаемости картографического изображения.

Для проведения редакторского контроля и корректуры все сформированные планово-картографические материалы были экспорти-

рованы в растровый формат .jpg для наибольшей наглядности.

Формирование предусмотренных техническим заданием тематических лесных карт-схем выполнялось автоматически при помощи функционала MapInfo Professional.

В ходе апробации предложенной методики была составлена лесная тематическая карта-схема хозяйственно-возможного сбора пищевых лесных ресурсов, которая входит в перечень планово-картографических материалов, предусмотренных техническим заданием, но при этом она дополнена геознаниями.

Предложенная методика [1] подразумевает создание базы геознаний при составлении тематических лесных карт-схем, дополненных геознаниями. Сначала был проведен анализ задач, которые будут решаться по разрабатываемой карте-схеме, – определение запасов дикорастущей промысловой продукции, их видов и возможных мест сбора. На их основе были определены геознания, которые необходимо отобразить на создаваемой карте, которые формируются на основе исходных данных, информации и экспертных знаний, например [14].

Далее был разработан алгоритм формирования геознаний, который соотносит информацию о типах растительности и особенностях территории с экспертными знаниями о типичных местах произрастания пищевых лесных ресурсов. Для автоматизации процесса получения геознаний алгоритм был реализован в виде SQL-запросов, при помощи которых были получены геознания, которые впоследствии были нанесены на карту при

помощи способа ареалов. На рис. 5 представлен фрагмент составленной тематической лесной карты-схемы хозяйственно-возможного сбора пищевых лесных ресурсов, а ее условные обозначения – в табл. 1.

Основной особенностью формирования тематических карт-схем при их составлении по предложенной методике является то, что геознания в этом случае формируются автоматически в среде ГИС при помощи разработанного алгоритма.

Для оценки эффективности предложенной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий и результатов ее апробации, при проведении редакторского контроля заполнялась таблица, в которой фиксировались все выявленные ошибки на экспериментальном участке, в материалах, составленных как по предложенной, так и по традиционной методике. В табл. 2 и 3 представлены ошибки, выявленные в ходе редакторского контроля.

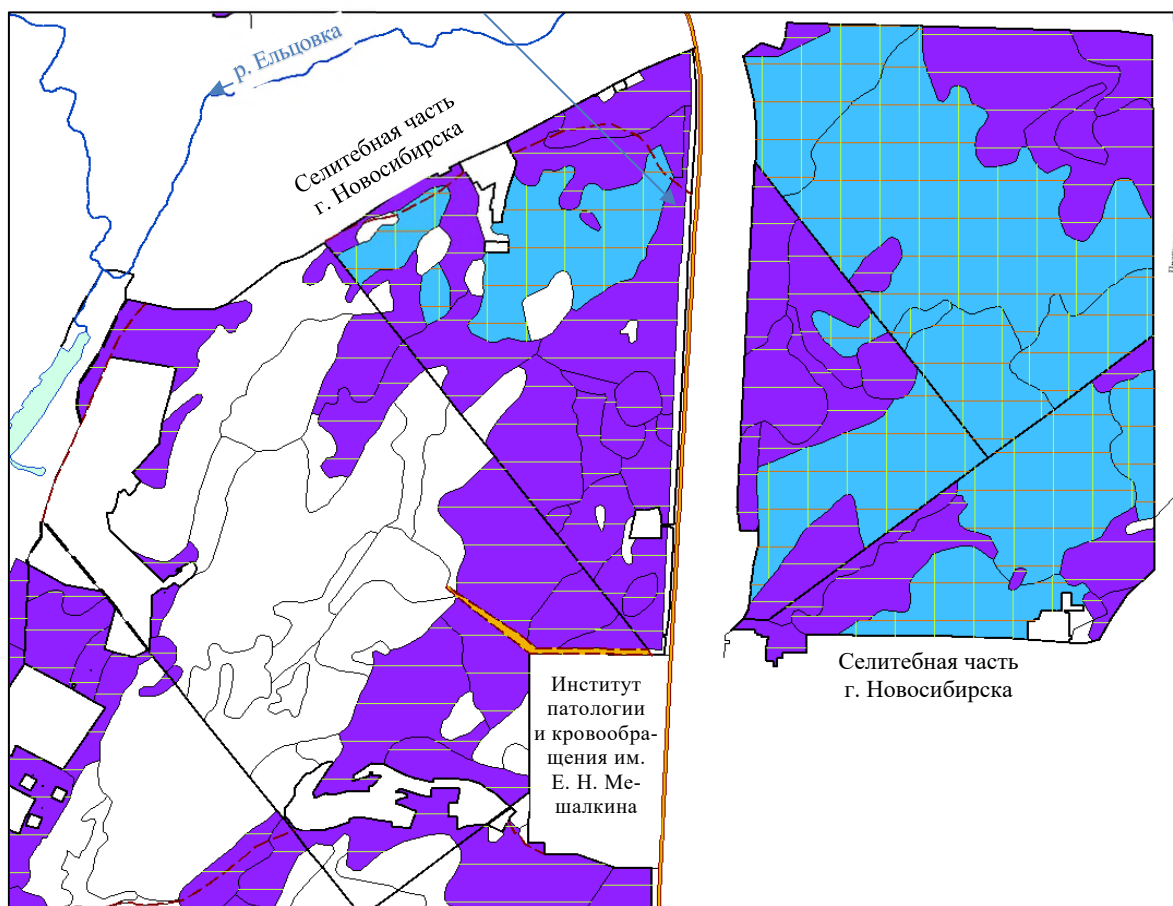


Рис. 5. Фрагмент тематической лесной карты-схемы хозяйственно-возможного сбора пищевых лесных ресурсов

Таблица 1

Система условных обозначений тематической лесной карты-схемы  
хозяйственно-возможного сбора пищевых лесных ресурсов






| Наименование    | Изображение   |  |   |
|-----------------|---|--|---|
|                 | I   | II   | III   |
| Смородина       |  |  |   |
| Грибы трубчатые |   |  |  |
| Черника         |  |  |   |
| Брусника        |   |  |   |

Таблица 2

Ошибки, выявленные при проведении редакторского контроля,  
планово-картографических материалов, созданных по традиционной методике

| Вид ошибки     | Квартал | Выдел |
|----------------|---------|-------|
| Семантическая  | 67      | 45    |
| Семантическая  | 67      | 20    |
| Графическая    | 67      | 11    |
| Топологическая | 67      | 13    |
| Топологическая | 67      | 32    |
| Таксационная   | 67      | 6     |
| Графическая    | 68      | 1     |
| Графическая    | 68      | 5     |
| Семантическая  | 68      | 11    |
| Топологическая | 68      | 7     |
| Графическая    | 69      | 12    |
| Топологическая | 69      | 12    |
| Семантическая  | 69      | 14    |

Таблица 3

Ошибки, выявленные при проведении редакторского контроля,  
планово-картографических материалов, созданных по предложенной методике

| Вид ошибки     | Квартал | Выдел |
|----------------|---------|-------|
| Топологическая | 67      | 11    |
| Графическая    | 67      | 45    |
| Топологическая | 67      | 14    |
| Топологическая | 67      | 21    |
| Топологическая | 67      | 31    |
| Графическая    | 67      | 18    |
| Графическая    | 67      | 7     |
| Топологическая | 67      | 37    |
| Графическая    | 67      | 8     |
| Топологическая | 68      | 4     |
| Графическая    | 68      | 5     |
| Топологическая | 68      | 7     |
| Топологическая | 68      | 2     |
| Топологическая | 68      | 10    |
| Графическая    | 68      | 8     |
| Топологическая | 68      | 2     |
| Топологическая | 69      | 12    |
| Топологическая | 69      | 5     |
| Топологическая | 69      | 13    |
| Топологическая | 69      | 14    |



По результатам анализа отчетов о выявленных при проведении редакторского контроля ошибках можно сделать вывод о том, что при применении предложенной методики существенно меняется не только количество выявленных ошибок, но и их характер. При редакторском контроле плано-картографических материалов на участок, где проводилась апробация, при применении предложенной методики общее количество выявленных ошибок выше на 54 % по сравнению с традиционной методикой. Однако при применении предложенной методики были полностью ис-

ключены семантические и таксационные ошибки, но рост числа графических и топологических ошибок составил 50 и 250 % соответственно.

Помимо количества выявленных ошибок, при оценке эффективности предложенной методики необходимо учитывать производительность труда и время, затраченное на каждом этапе лесоустроительных работ, в том числе при устранении выявленных ошибок. В табл. 4 представлен отчет о времени, затраченном на каждом этапе апробации предложенной методики.

Таблица 4

Отчет о времени, затраченном на каждом этапе апробации

| Методика     | Время, затраченное    |  |                           | Всего, мин |
|--------------|-----------------------|--|---------------------------|------------|
|              | на полевом этапе, мин | на камеральную обработку материалов, мин | на устранение ошибок, мин |            |
| Традиционная | 300                   | 180                                      | 30                        | 510        |
| Предложенная | 350                   | 45                                       | 15                        | 410        |

Результаты апробации разработанной методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий свидетельствуют о том, что время, затраченное на этапе полевого контурного дешифрирования, увеличивается примерно на 17 %. Однако время, затраченное на камеральную обработку материалов полевого этапа и формирование плано-картографических материалов лесоустройства, уменьшается в 4 раза. В целом общие временные затраты при внедрении предложенной методики сокращаются примерно на 24 %, что свидетельствует о ее наибольшей эффективности по сравнению с традиционной методикой.

Помимо этого, на этапе полевого контурного дешифрирования таксатор может добавлять фото- и видеоматериалы, треки и прочую информацию в мобильную ГИС *СартуМар Builder*. Все эти материалы могут быть использованы на камеральном этапе в качестве дополнительной уточняющей информации.

### Заключение

В ходе исследования была достигнута цель – проведение апробации разработанной методики и технологических решений созда-

ния лесной плано-картографической продукции.

Разработаны технологические решения, способствующие наиболее эффективному применению методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства на базе мобильных технологий

В ходе апробации на отдельном участке было проведено полевое контурное дешифрирование с применением мобильных технологий. По материалам полевого этапа лесоустройства была сформирована совмещенная база данных, составлены лесоустроительные планшеты и планы лесонасаждений, а также предусмотренные техническим заданием на лесоустроительные работы тематические лесные карты-схемы, при формировании одной из которых была разработана и применена база геознаний. Был проведен анализ результатов апробации. Проанализированы выявленные при редакторском контроле ошибки и производительность труда по сравнению с традиционной методикой для каждого вида картографической продукции и этапа ее составления.

По результатам исследования можно сделать вывод о достаточно высокой эффективности предложенной методики геоинформационного картографирования лесного хозяй-

ства с применением мобильных технологий, так как ее использование позволяет за счет сокращения временных и трудовых затрат на камеральном этапе лесоустройства сократить общее затраченное на лесоустройство время почти на четверть. Внедрение предложенной методики, включающей способ формирования и отображения геознаний на

лесных картах и технологических решений в процесс производства лесной планово-картографической, позволит расширить ассортимент составляемой планово-картографической продукции для решения задач предприятий лесного хозяйства и частично осуществить переход на электронный документооборот.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лебзак Е. В., Янкелевич С. С. Разработка методики геоинформационного картографирования лесного хозяйства с применением мобильных технологий // Вестник СГУГиТ. – 2022. – Т. 27, № 1. – С. 86–96.
2. Архипов В. И., Черниковский 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.
3. Заблочный 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).
4. de Abreu Freire 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.
5. Креснов В. Г. Применение ГИС в лесоустройстве и лесном хозяйстве // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2005. – № 1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-gis-v-lesoustroystve-i-lesnom-hozyaystve> (дата обращения: 01.05.2022).
6. 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).
7. Майоров А. А. Геознание как новая форма знания // Международный электронный научный журнал. – 2016. – № 4 (22). – С. 23–31.
8. Карпик А. П., Лисицкий Д. В., Осипов А. Г., Савиных В. Н. Геоинформационно-когнитивная репрезентация территориальных ресурсов // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 4. – С. 120–129.
9. 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.
10. Об утверждении методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов» [Электронный ресурс] : Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 10.10.2011 № 472 (в редакции Рослесхоза от 07.05.2013 № 135). – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902325555> (дата обращения: 28.04.2022).
11. Об утверждении лесостроительной инструкции [Электронный ресурс] : Приказ от 12 декабря 2011 г. № 516. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902319946> (дата обращения: 28.04.2022).
12. Об утверждении состава лесохозяйственных регламентов, порядка их разработки, сроков их действия и порядка внесения в них изменений [Электронный ресурс] : Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 04.04.2012 № 126. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902341885> (дата обращения: 28.04.2022).
13. Инструкция о порядке создания и размножения лесных карт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_13663.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_13663.htm) (дата обращения: 28.09.2021).
14. Dushkova D., Haase D. Methodology for development of a data and knowledge base for learning from existing nature-based solutions in Europe. The CONNECTING Nature project // MethodsX. – 2020. – No 7. – P. 1–12.

### Об авторах

Евгений Викторович Лебзак – аспирант кафедры картографии и геоинформатики.

Получено 06.06.2022

© Е. В. Лебзак, 2022

## Evaluation of forestry geoinformation mapping method with the application of mobile technologies

E. V. Lebzak<sup>1</sup>\*

<sup>1</sup> Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

\* e-mail: lebzak2012@yandex.ru

**Abstract.** One of the urgent problems of Russian forest cartography is the transition to electronic document management. The purpose of the study is to test the methodology of geoinformation mapping of forestry using mobile technologies. Technological solutions have been developed that contribute to the most effective application of the methodology of geoinformation mapping of forestry using mobile technologies. In the course of the study, the developed methodology and technological solutions were tested in the process of creating forest planning and cartographic products. The article presents the main results of the evaluation, as well as the analysis of the errors and labor productivity identified during editorial control. According to the results of the study, it was concluded that the proposed methodology of geoinformation mapping of forestry with the use of mobile technologies, which includes a method for forming and displaying geo-knowledge, since it allows expanding the range of planned cartographic products for solving the tasks of forestry enterprises, as well as reducing time and labor costs at the desk stage of forest management and reducing the total time spent for forest management by almost a quarter.

**Keywords:** forest cartography, mobile technologies, geoinformation technologies, approbation of methodology, mapping of geo-knowledge

### REFERENCES

1. Lebzak, E. V., & Yankelevich, S. S. (2022). Development of a methodology for geoinformation mapping of forestry using mobile technologies. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 27(1), 86–96 [in Russian].
2. Arkhipov, V. I., Chernikhovskiy, D. M., Berezin, & V. I., Belov, V. A. (2014). Modern technology of forest taxation by decoding method "From shooting to project". *Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii [Izvestia of the St. Petersburg Forestry Academy]*, 208, 22–42 [in Russian].
3. Zablotsky, V. R. (2014). Mobile GIS – a new direction in the development of geoinformation systems. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya [International Journal of Experimental Education]*, 11(1), 22–23. Retrieved from <http://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=6200> (accessed September 11, 2021) [in Russian].
4. de Abreu Freire, C. E., & Painhoa, M. (2014). Development of a Mobile Mapping Solution for Spatial Data Collection using Open-Source Technologies. *Procedia Technology [Procedia Technology]*, 16, 481–490.
5. Kresnov, V. G. (2005). Application of GIS in forest management and forestry. *Interexpo Geo-Sibir-2005: no. 1 [Interexpo Geo-Siberia-2005: No. 1]*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-gis-v-lesoustroystve-i-lesnom-hozyaystve> (accessed October 01, 2021) [in Russian].
6. Malysheva, N. V., & Zolina, T. A. (2014). GIS toolkit for cartographic support of forestry management at the federal level. *Lesohozyajstvennaya informatsiya [Forestry Information]*, 2. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentariy-gis-dlya-kartograficheskogo-soprovozhdeniya-upravleniya-lesnym-hozyaystvom-na-federalnom-urovne> (accessed October 05, 2021) [in Russian].
7. Maiorov, A. A. (2016). Geoznanie kak novaya forma znaniya. *Mezhdunarodnyi elektronnyi nauchnyi zhurnal [International Electronic Scientific Journal]*, 4(22), 23–31 [in Russian].
8. Karpik, A. P., Lisitsky, D. V., Osipov, A. G., & Savinykh, V. N. (2020). Geoinformation and cognitive representation of territorial resources. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(4), 120-129 [in Russian].
9. Antonov, E. S., Lisitsky, D. V., & Yankelevich, S. S. (2021). Theoretical and methodological representation of the direct transition from geoinformation to geoscience. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26(2), 82–90 [in Russian].
10. Order of the Federal Forestry Agency of November 10, 2011 No. 472 (as amended by the Federal Forestry Agency No. 135 of May 07, 2013). On Approval of methodological recommendations for the State Forest Inventory. Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/902325555> (accessed April 28, 2022) [in Russian].
11. Order of December 12, 2011 No. 16. On approval of the Forest Management Instruction. Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/902319946> (accessed May 28, 2022) [in Russian].

12. Order of the Federal Forestry Agency of April 4, 2012 No. 126. On approval of the composition of forestry regulations, the procedure for their development, their validity periods and the procedure for making changes to them. Retrieved from <https://docs.cntd.ru/document/902341885> (accessed April 28, 2022) [in Russian].

13. Instructions on how to create and reproduce forest maps. Retrieved from [http://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_13663.htm](http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_13663.htm) (accessed April 28, 2022) [in Russian].

14. Dushkova, D., & Haase, D. (2020). Methodology for development of a data and knowledge base for learning from existing nature-based solutions in Europe. The CONNECTING Nature project. *MethodsX*, 7, 1–12.

#### **Author details**

*Evgenii V. Lebzak* – Ph. D. Student, Department of Cartography and Geoinformatics.

Received 06.06.2022

© *E. V. Lebzak*, 2022