ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

DOI 10.21178/2079-6080.2022.4.85
УДК 630

Алгоритм актуализации лесоустроительной информации и его апробация в Воронежской области

© А.В. Мироненко, С.М. Матвеев, В.А. Славский, А.Н. Водолажский, Д.А. Литовченко

Algorithm for updating forest management information and its testing in the Voronezh region

A.V. Mironenko, S.M. Matveev, V.A. Slavskiy, A.N. Vodolazhskiy, D.A. Litovchenko (Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov")

The forestry of Russia is in great need for digital technologies that can form and generalize existing databases. The current level of forestry software requires modernization, and the primary forest management documentation in most forestries is in dire need of updating. The importance and relevance of this work is reflected in the "Strategy for the development of the forest complex of the Russian Federation for the period up to 2030".

The studies were carried out on the territory of 4 forestries of the Voronezh region. The research methodology included the collection, systematization, grouping, analysis and updating of the silvicultural and taxation characteristics of the forest fund. During the field survey, eye-measuring taxation was carried out in 144 sections, which amounted to at least 5 % of the total area of the studied forest object. In addition, forestry activities carried out on the territory of forestries, which could affect the change in the composition and structure of plantations, as well as the redistribution of categories of forest fund lands, were taken into account. To accomplish the task of updating the forest inventory materials, a relational database of taxation descriptions of forestries was created by importing from a text format into a DBMS format using specially developed software. As a result, the main forest management forms characterizing the forest fund in the territory of the Voronezh region were obtained. Verification of the updated materials was carried out according to the field survey of forest areas. The developed mathematical model will make it possible to obtain updated taxation descriptions in the shortest possible time, in compliance with all recommendations for ensuring the required accuracy, since the actualization of the growing stock showed deviations from field survey data within ± 10 %.

Key words: digital technologies, software, forestry, assessment of forest resources

Алгоритм актуализации лесоустроительной информации и его апробация в Воронежской области

А.В. Мироненко, С.М. Матвеев, В.А. Славский, А.Н. Водолажский, Д.А. Литовченко

Лесное хозяйство России испытывает большую потребность в цифровых технологиях, способных формировать и обобщать существующие базы данных. Современный уровень программного обеспечения лесного хозяйства требует модернизации, а первичная лесоустроительная документация в большинстве лесничеств остро нуждается в обновлении. Важность и актуальность данной работы находит отражение в «Стратегии развития лесного комплекса РФ на период до 2030 года».

Исследования проведены на территории 4 лесничеств Воронежской области. Методология исследования включала сбор, систематизацию, группировку, анализ и актуализацию лесоводственно-таксационных характеристик лесного фонда. При натурном обследовании осуществлялась глазомерно-измерительная таксация в 144 выделах, что составило не менее 5 % от общей площади изучаемого лесного объекта. Кроме того, учтены лесохозяйственные мероприятия, проводимые на территории лесничеств, которые могли повлиять на изменение состава и структуры насаждений, а также перераспределение категорий земель лесного фонда. Для выполнения поставленной задачи по актуализации материалов лесоустройства создана реляционная база данных таксационных описаний лесничеств, посредством импорта из текстового формата в формат СУБД с помощью специально разработанного программного обеспечения. В результате получены основные лесоустроительные формы, характеризующие лесной фонд на территории Воронежской области. Проведена верификация материалов по данным натурного обследования лесных участков. Разработанная математическая модель позволит в кратчайшие сроки получить скорректированные таксационные описания, с соблюдением всех рекомендаций по обеспечению требуемой точности, поскольку запас древостоев показал отклонения от данных натурного обследования в пределах ± 10 %.

Ключевые слова: лесное хозяйство, таксация, таблицы хода роста, актуализация, оценка лесных ресурсов, моделирование

Мироненко Алексей Викторович – доцент каф. лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, канд. с.-х. наук

E-mail: alexeymironenko66@gmail.com

Матвеев Сергей Михайлович – заведующий каф. лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, д-р биол. наук, профессор

E-mail: lisovod@bk.ru

Славский Василий Александрович – профессор каф. лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, д-р с.-х. наук

E-mail: slavskiyva@yandex.ru

Водолажский Алексей Николаевич – доцент каф. лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, канд. с.-х. наук

E-mail: vod.a@list.ru

Литовченко Дарья Андреевна – доцент каф. лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, канд. биол. наук

E-mail: timashchuk90@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8

Введение

Основной первичной документацией, используемой в лесном хозяйстве на территории России, являются материалы лесоустройства (прежде всего таксационные описания лесного фонда). Лесоустройство представляет собой систему взаимосвязанных мероприятий, которые проводятся в целях получения актуальных и достоверных сведений о лесах и лесных ресурсах, об их местоположении, состоянии, количественных и качественных характеристиках. Эти сведения используются в качестве информационной основы для осуществления мероприятий по сохранению лесов, лесного планирования, для ведения государственного лесного реестра, оценки лесов, для обеспечения устойчивого управления лесами, многоцелевого, рационального, непрерывного, неистощительного использования лесов [2]. Следует отметить, что с 2007 по 2021 г. лесоустройство не являлось обязательным элементом системы лесоучетных работ. Отсутствие сбалансированной системы планирования и организации лесоустроительных работ привело к резкому снижению объемов их выполнения [17].

Необходимая для планирования и проектирования лесоустроительная информация катастрофически устаревает – по данным Рослесинфорга [1], на начало 2021 г. более 60 % материалов лесоустройства не обновлялись 20 лет и более. Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ), являющаяся важнейшим элементом системы лесоучетных работ в Российской Федерации [2, 8, 13, 14], не может полноценно заменить лесоустройство. Кроме того, порядок проведения ГИЛ не способствует динамичной реализации проекта, а методика исполнения нуждается в корректировке, с учетом российских условий. Подтверждением этого является результат завершившегося в 2020 году первого цикла ГИЛ – выполнена закладка 68287 пробных площадей вместо ранее запланированных 84700, т. е. на 20 % меньше [15].

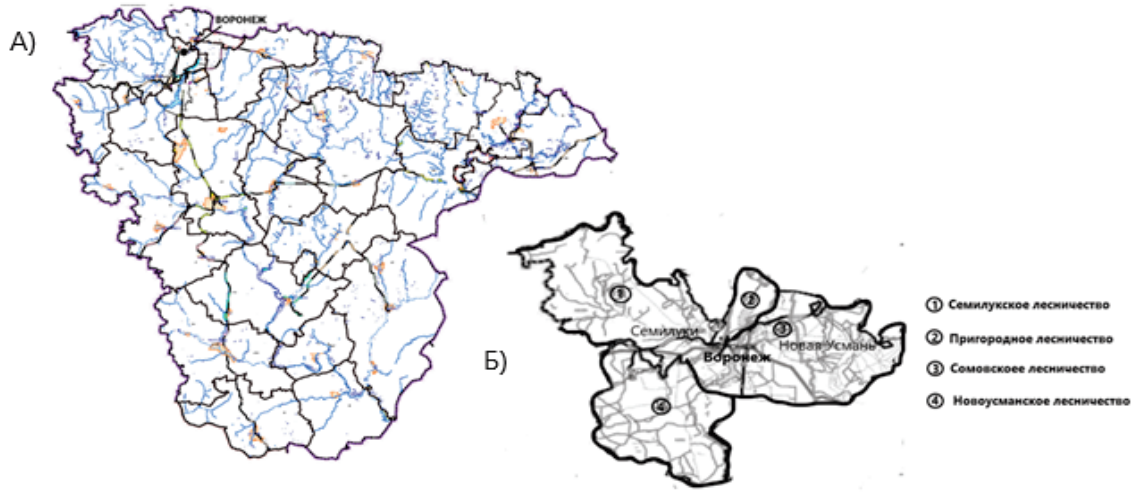
В связи с вышеизложенным, тема, представленная в данной научной публикации, является актуальной. Целью проведенного нами исследования являлась разработка алгоритма, позволяющего выполнить автоматизированную актуализацию лесоустроительной информации с высокой точностью.

Согласно лесоустроительной инструкции, при таксации лесов применяются следующие способы: наземные, дистанционные, рационального сочетания и актуализации [14]. Для актуализации таксационных описаний подбираются или составляются экстраполяционно-прогнозные модели, на основе которых осуществляется автоматический расчет таксационных показателей лесотаксационных выделов, не подвергшихся хозяйственной деятельности и каким либо негативным воздействиям.

Реализация задач, определенных действующей «Стратегией развития лесного комплекса РФ на период до 2030 года» [16], предусматривает активное внедрение цифровых технологий в лесном хозяйстве. В развитии этих технологий заинтересованы все его участники, от пользователей лесными ресурсами до государственных органов управления лесным фондом [10, 12]. Коллективом кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ВГЛТУ (г. Воронеж) разработан ряд автоматизированных систем, позволяющих оперативно решать научные и производственные задачи в области лесного хозяйства, экологии и природопользования [10, 11].

Объекты и методика исследований

Объектами исследования являлись насаждения лесного фонда расположенные в северной части Воронежской области на территории Пригородного, Семилукского, Новоусманского и Сомовского лесничеств (рис. 1).



А) Воронежская область; Б) Обследуемые лесничества

Рис. 1. Объекты исследования

В качестве исходной информации использованы материалы последнего лесоустройства (2012 г.), сведения о лесохозяйственных мероприятиях, проводимых с момента его проведения и Лесохозяйственные регламенты лесничеств [3–6].

Методология исследования включала сбор, систематизацию, группировку, анализ и актуализацию лесоводственно-таксационных характеристик лесного фонда. При натурном обследовании осуществлялась глазомерно-измерительная таксация с закладкой круговых реласкопических площадок в 144 выделах. Для обеспечения репрезентативности выборки объем выполненных работ должен составить не менее 5 % от общей площади изучаемого лесного объекта. Результаты заносились в реляционную базу данных для последующего автоматизированного контроля точности проводимой актуализации. В случае, если требовалось уточнение таксационных показателей, а также для верификации полученных данных, закладывались временные пробные площади размером 0,25 и 0,5 га.

Результаты исследования

Для получения основных лесоустроительных форм, характеризующих лесной фонд, нами разработан и апробирован алгоритм, позволяющий с приемлемой точностью актуализировать основные показатели лесного фонда с момента последнего лесоустройства. Для решения поставленной задачи необходимо произвести уточнение таксационных характеристик тестовых участков, составляющих не менее 5 % от исследуемой территории. Предусмотрено разделение процесса автоматизированной актуализации таксационных показателей древостоев на два этапа:

- определение прироста по высоте, диаметру, запасу с использованием математических моделей, полученных по таблицам хода роста [7] для каждого бонитета и преобладающей древесной породы;

- сбор сведений о проведённых в лесничествах мероприятиях за период актуализации и внесение соответствующих изменений в характеристики лесного фонда.

В процессе выполнения работ производится контроль планово-картографического материала путём сравнения границ лесотаксационных участков прошлого лесоустройства с

современным состоянием – с использованием спутниковых снимков. При необходимости осуществлялась корректировка границ выделов, которая в основном сводилась к разделению площади выдела на несколько частей, если за период актуализации произошло изменение категории земель в пределах его границ.

Для выполнения поставленной задачи создана реляционная база данных таксационных описаний лесничеств посредством импорта из текстового формата в формат СУБД с помощью специально разработанного программного обеспечения. Далее, используя SQL-запросы, определён перечень сочетаний преобладающих пород и бонитетов, для каждого из которых получены регрессионные уравнения, отражающие динамику хода роста средней высоты, диаметра и запаса. Результаты математического моделирования заносились в таблицу базы данных со структурой, пример которой приведён в таблице 1.

Таблица 1

Фрагмент таблицы параметров регрессионных уравнений динамики хода роста древостоев, полученных по таблицам хода роста [7]

Элемент леса	Бонитет	Показатель	Параметры модели		
			a	b	c
С	1А	Н	–0,001937	0,533422	0,131469
С	1А	D	–0,001619	0,574046	–1,323277
С	1А	М	–0,049875	14,465185	–157,804200
С	1	Н	–0,001661	0,467682	–0,017682
С	1	D	–0,001409	0,507572	–1,380320
С	1	М	–0,038581	11,381818	123,842160
С	2	Н	–0,001487	0,416194	–0,362268
С	2	D	–0,001143	0,430794	–1,099201
С	2	М	–0,029640	8,905095	–98,289710
С	3	Н	–0,001330	0,370684	–1,110190
С	3	D	–0,000875	0,357907	–1,095105
С	3	М	–0,022018	6,800899	79,562438
ДНН	3	Н	–0,002170	0,429053	0,238333
ДНН	3	D	–0,001996	0,511402	–1,411667
ДНН	3	М	–0,028409	6,411667	24,366667
Б	1А	Н	–0,003189	0,619561	1,163333
Б	1А	D	–0,002898	0,729598	–2,781667
Б	1А	М	–0,03750	9,013485	48,166667
Б	1	Н	–0,002811	0,550500	1,083333
Б	1	D	–0,002436	0,605735	–2,058333
Б	1	М	–0,032045	7,583182	–40,100000
ОС	1А	Н	–0,002788	0,575576	2,026667

Примечание. Н – средняя высота древостоя, м; D – средний диаметр ствола, см; М – запас древостоя, м^3/га; ДНН – дуб нагорный низкоствольный; С – сосна; Б – берёза; ОС –осина; a, b, c – коэффициенты уравнения $y = a + b \cdot x + c \cdot x^2$, где x – это возраст древостоя, y – таксационный показатель древостоя (Н – средняя высота, D – средний диаметр, М – запас)

Точность полученных моделей динамики таксационных показателей определялась на основе коэффициента детерминации R^2, который во всех случаях был не ниже 0,98. Анализ уровня значимости параметров уравнений выявил, что для отображения динамики таксационных характеристик наилучший результат показал полином 2-й степени, хотя известно, что временны́е ряды динамики таких показателей, как средний диаметр и средняя высота, имеют S-образный характер и для их моделирования понадобилась бы более сложная модель. Однако в нашем случае, при отсутствии перестойных древостоев на исследуемых участках, мы имели дело с короткими временны́ми рядами, где точность параболы оказалась приемлемой для преобразования таблиц хода роста в матрицу коэффициентов с целью их использования в алгоритме актуализации.

Специально разработанная нами «Программа актуализации таксационных показателей насаждений методом математического моделирования» позволила автоматизировать процесс перерасчёта таких показателей, как возраст, класс возраста, группа возраста, высота, диаметр, запас на выделе с момента последнего лесоустройства (рис. 2).

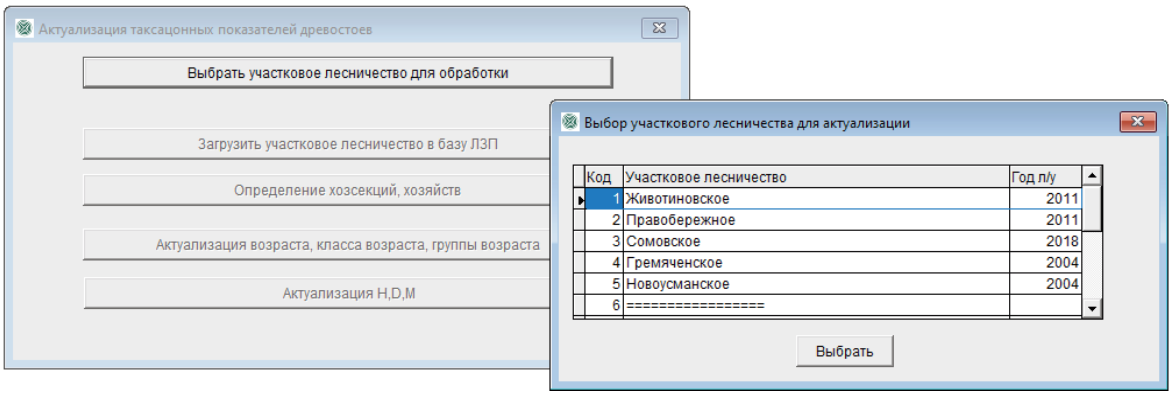


Рис. 2. Экранная форма программы актуализации таксационных показателей

Весь комплекс расчётов включал 5 этапов:

- выбор участкового лесничества;
- загрузка перечня выделов в базу данных по заранее подготовленному шаблону;
- определение хозсекции и хозяйства для каждого выдела;
- актуализация возраста, класса возраста и группы возраста каждого выдела;
- актуализация средней высоты, среднего диаметра, запаса на 1 га.

Поскольку таксационные описания участковых лесничеств не содержат сведений о принадлежности выдела к той или иной категории земель лесного фонда, дополнительно разработаны специальный алгоритм и программное обеспечение для определения категории по содержимому реквизита «Состав».

Для корректного автоматизированного расчёта текущего класса возраста и группы возраста в реляционную базу данных включена справочная таблица, где для каждой древесной породы указывались: возраст рубки (для Воронежской области), продолжительность класса возраста, наименование хозсекции и наименование хозяйства.

При актуализации высоты, диаметра и запаса для каждого выдела рассчитывался прирост за период актуализации по таблицам хода роста. Затем полученный прирост прибавлялся к таксационному показателю на начало периода. При определении запаса на 1 га дополнительно учитывалась полнота (формулы 1–3).

$$Н_А = Н_{А–n} + (Н_{А(ТХР)} – Н_{А–n(ТХР)}), \quad (1)$$

где $Н_А$ – актуальная средняя высота, м;
$Н_{А–n}$ – средняя высота в таксационных описаниях n лет назад, м;
$Н_{А–n(ТХР)}$ – средняя высота по таблицам хода роста n лет назад, м;
$Н_{А(ТХР)}$ – средняя высота по таблицам хода роста на текущий год, м.

$$Д_А = Д_{А–-n} + (Д_{А(ТХР)} – Д_{А–n(ТХР)}), \quad (2)$$

где $Д_А$ – актуальный средний диаметр, см;
$Д_{А–n}$ – средний диаметр в таксационных описаниях n лет назад, см;
$Д_{А–n(ТХР)}$ – средний диаметр по таблицам хода роста n лет назад, см;
$Д_{А(ТХР)}$ – средний диаметр по таблицам хода роста на текущий год, см.

$$М_А = М_{А–n} + (М_{А(ТХР)} – М_{А–n(ТХР)}) \times Р, \quad (3)$$

где $М_А$ – актуальный запас на 1 га, м^3;
$М_{А–n}$ – запас на 1 га в таксационных описаниях n лет назад, м^3;
$М_{А–n(ТХР)}$ – запас на 1 га по таблицам хода роста n лет назад при полноте 1,0, м^3;
$М_{А(ТХР)}$ – запас на 1 га по таблицам хода роста на текущий год при полноте 1,0, м^3;
Р – полнота древостоя из таксационных описаний.

Следует отметить, что полнота для расчёта актуального запаса проверялась и корректировалась согласно проведённым за период оценки мероприятиям. Учитывался процент выборки при рубках ухода и санитарных рубках. И поскольку год проведения мероприятий был известен, в таких выделах актуализация проводилась в два этапа: до проведения мероприятия (в формуле 3 использовалась полнота из таксационных описаний) и после проведения мероприятия (уточнённая полнота). Значения таксационных показателей рассчитывались автоматизированным способом, используя в алгоритме справочную таблицу 1.

Вторая часть работ по актуализации лесного фонда включала сбор сведений о проведённых в лесничествах мероприятиях за период актуализации и внесение соответствующих изменений в обновлённые таксационные характеристики лесного фонда. При выполнении этого этапа осуществлялся сбор материалов, содержащих список проведённых в участковых лесничествах мероприятий: рубки ухода, выборочные и сплошные санитарные рубки, создание лесных культур, списание лесных культур, перевод несомкнувшихся лесных культур в покрытую лесом площадь и др. Также учитывалось воздействие природных явлений, приводившее к изменению категории земель лесных участков или их характеристик, например, пожары, ветровалы, буреломы и др. Для каждого мероприятия (или природного явления) в реляционной базе данных указывался год проведения, площадь, запас, процент выборки. Одновременно производился контроль совпадения категорий земель выделов путём наложения геопривязанных планово-картографических материалов прежнего лесоустройства на спутниковые снимки. На рисунках 3 и 4 приведены формы программного модуля для ввода и корректировки сведений об изменениях в лесном фонде, а также результаты перечислительной таксации на пробных площадях.

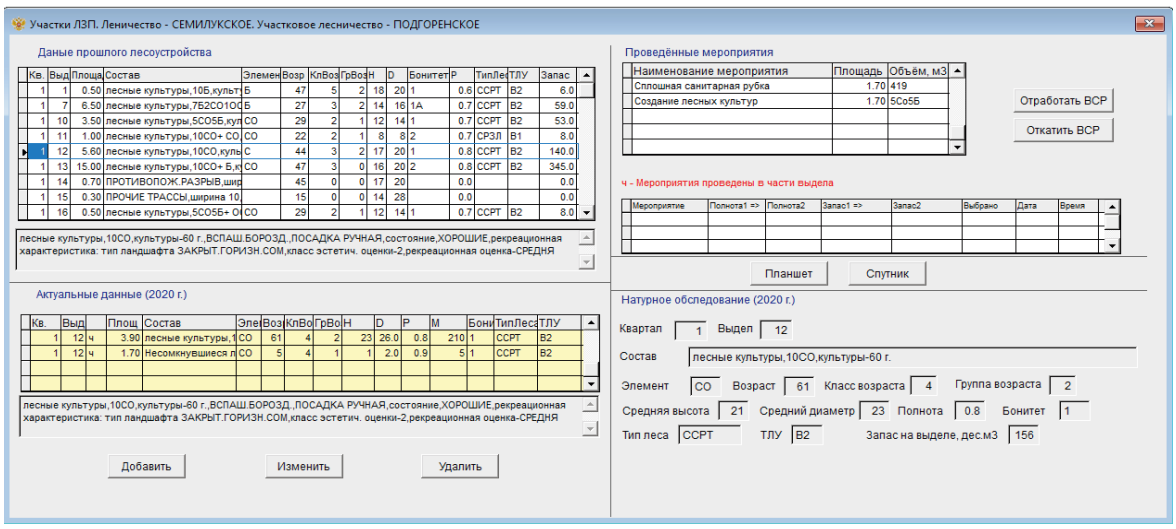


Рис. 3. Экранная форма ввода и корректировки сведений о проведённых мероприятиях и результатах перечислительной таксации

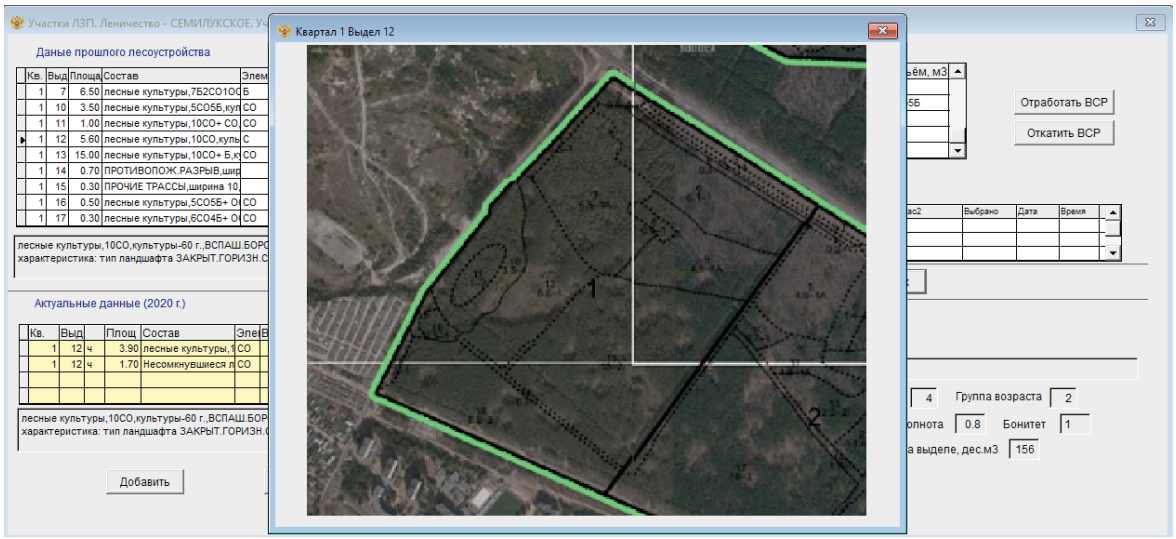


Рис. 4. Экранная форма контроля совпадения границ выделов с текущими данными спутниковых снимков

В соответствии с лесоустроительной инструкцией, результаты актуализации должны удовлетворять установленным критериям точности. Контроль качества обновлённого материала путём сравнения полученных результатов с данными перечислительной таксации проведен на 144 выделах, расположенных на территории рассматриваемых нами лесничеств. Для этой цели были заложены пробные площади или проводилась глазомерно-измерительная таксация. Результаты натурного обследования заносились в реляционную базу данных для последующего автоматизированного контроля точности результатов актуализации. По условиям задачи, площадь выделов, в которых производилось натурное обследование, должна составить не менее 5 % от общей площади исследуемого объекта.

Результаты натурной таксации сравнивались с данными, полученными методом актуализации, и отклонения выражались в процентах. Так как основными показателями,

определяемыми с помощью моделей актуализации, были средняя высота, средний диаметр и запас насаждения, то именно для них и была проведена оценка точности применяемых моделей. Такие показатели, как состав древесных пород лесного насаждения, класс бонитета, полнота, тип леса, тип лесорастительных условий, характеристика подроста и подлеска, в соответствии с лесоустроительной инструкцией не корректируются. Для метода актуализации допустимые отклонения составляют по высоте 15 %, по диаметру – 20 %, по запасу насаждения – 30 %. При этом недопустимо превышение указанных значений более чем в 32 % проверенных лесотаксационных выделов, а также наличие двойных и превышающих их отклонений, не более чем в 6 % случаев [14]. В таблице 2 приведены результаты проверки соответствия указанным требованиям отклонений, полученных при сравнении данных актуализации и натурной глазомерно-измерительной таксации по лесотаксационным выделам исследуемых насаждений на примере Семилукского лесничества.

Таблица 2

Отклонения значений таксационных показателей, полученных по моделям актуализации, от результатов натурной глазомерно-измерительной таксации и их соответствие установленным предельным отклонениям

Номера выделов по порядку	Отклонение актуализированных данных от натурных, %			Наличие превышений допустимых отклонений			Наличие превышений допустимых отклонений в 2 и более раз		
	По средней высоте	По среднему диаметру	По запасу	По средней высоте	По среднему диаметру	По запасу	По средней высоте	По среднему диаметру	По запасу
1	10,0	8,3	0	0	0	0	0	0	0
2	17,6	20,0	25,6	1	0	0	0	0	0
3	5,9	10,0	40,0	0	0	1	0	0	0
4	–17,6	–30,0	31,6	1	1	1	0	0	0
5	4,8	13,0	43,1	0	0	1	0	0	0
6	5,3	8,3	9,7	0	0	0	0	0	0
7	12,5	22,2	55,6	0	1	1	0	0	0
8	12,5	22,2	75,0	0	1	1	0	0	1
9	13,0	11,1	28,2	0	0	0	0	0	0
10	16,7	6,7	57,1	1	0	1	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	–15,4	–20,9	–30,0	1	1	0	0	0	0
13	–15,4	–20,0	–20,0	1	0	0	0	0	0
14	13,0	12,0	6,1	0	0	0	0	0	0
15	4,3	8,3	1,6	0	0	0	0	0	0
16	4,3	12,0	11,8	0	0	0	0	0	0
17	10,0	8,3	30,8	0	0	1	0	0	0
18	8,3	7,1	6,5	0	0	0	0	0	0
19	9,1	16,7	–2,4	0	0	0	0	0	0
20	5,9	11,1	12,0	0	0	0	0	0	0
21	0	16,7	–15,2	0	0	0	0	0	0

Номера выделов по порядку	Отклонение актуализированных данных от натурных, %			Наличие превышений допустимых отклонений			Наличие превышений допустимых отклонений в 2 и более раз		
	По средней высоте	По среднему диаметру	По запасу	По средней высоте	По среднему диаметру	По запасу	По средней высоте	По среднему диаметру	По запасу
22	–4,0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	–7,7	16,7	–1,9	0	0	0	0	0	0
24	–7,7	0	3,3	0	0	0	0	0	0
25	0	8,3	–18,8	0	0	0	0	0	0
26	–10,3	–13,3	0	0	0	0	0	0	0
27	-11,1	0	–38,1	0	0	1	0	0	0
28	0	13,0	–9,7	0	0	0	0	0	0
29	–7,1	–9,7	–6,1	0	0	0	0	0	0
Среднее значение	2,0	5,4	10,2	-	-	-	-	-	-
Наличие превышений в общем количестве выделов, %				17,2	13,8	27,6	0	0	3,4

Примечание. В последних шести колонках показателем «0» обозначено отсутствие рассматриваемых превышений, показателем «1» – наличие таких превышений.

Из представленных материалов следует, что отклонения актуализированных данных от результатов проверки натурной таксацией колеблются от 0 до 17,6 % – по средней высоте, до 30 % – по среднему диаметру и до 75 % – по запасу насаждений. При этом отклонения наблюдаются как со знаком плюс, так и со знаком минус, что свидетельствует о случайном, а не систематическом характере ошибки. В среднем отклонения по высоте составляют 2,0 %, по диаметру – 5,4 %, по запасу – 10,2 %. Превышение установленных лесоустроительной инструкцией предельных отклонений в 29 исследуемых выделах отмечено по средней высоте в пяти случаях, по среднему диаметру – в четырех, и по запасу насаждений – в восьми случаях, что составляет, соответственно, 17,2 %, 13,8 % и 27,6 %. Выявленные отклонения не превышают установленного норматива в 32 % от общего количества проверенных лесотаксационных выделов.

Проверка на двойное и более превышение допустимых отклонений показала, что для средних высот и диаметров таких случаев не отмечается, а для запаса насаждений с подобным превышением имеется только один выдел из 29 обследованных, что составляет 3,4 % и не превышает установленного предела в 6 %.

Делая вывод по соответствию точности разработанных нами моделей актуализации установленным в лесоустроительной инструкции требованиям, можно отметить, что полученные в результате актуализации значения таксационных показателей не имеют отклонений от данных натурной глазомерно-измерительной таксации в этих же лесотаксационных выделах, которые превышали бы установленные критерии точности таксации методом актуализации. Следовательно, использование разработанного алгоритма актуализации и математических моделей обоснованно и правомерно.

Заключение

В ходе выполненных работ актуализировано 8477 выделов в 6 участковых лесниче-

ствах общей площадью 15638,6 га. Получены основные лесоустроительные формы, характеризующие лесной фонд на территории Воронежской области: породный состав и возрастная структура, распределение площади по категориям земель, распределение покрытых лесной растительностью земель по классам бонитета, по полнотам, по типам лесорастительных условий и типам леса и другие формы, содержащие характеристики лесного фонда. Результатом работы явилось обновление таксационных описаний.

При оценке точности проведения работ по актуализации лесного фонда получены отклонения по средней высоте ± 2 %, по среднему диаметру ± 6 % (при этом в некоторых случаях отклонение достигало 22 %). Однако при изучении причин отклонений установлено, что при формировании новых таксационных описаний применялось округление средних диаметров и высот до требуемой точности, согласно Лесоустроительной инструкции, что в ряде случаев показывало немного бóльшие отклонения от данных натурной таксации. Актуализация запаса выявила отклонения от данных натурного обследования в пределах ± 10 %.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ ФЗУР-2022-0009) «Разработка превентивной технологии контроля лесной пожарной опасности с использованием дистанционного зондирования с помощью БПЛА».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Годовой отчет о состоянии и использовании лесов в Российской Федерации в 2022 году. Леса и лесные ресурсы Российской Федерации : офиц. сайт. – URL: http://www.rosleshoz.gov.ru (дата обращения: 04.11.2022).

2. Заявка 2019665166 Российская Федерация. Имитационная модель оценки эффективности применения различных способов исчисления расчётной лесосеки лесничества : № 2019666280 : заяв. 22.11.2019 : опуб. 06.12.2019, : приоритет 22.11.2019 ; заявитель ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова» ; пат. поверенный Мироненко А.В., Матвеев С.М., Водолажский А.Н., Литовченко Д.А. – 10 с. : ил.

3. Заявка 2019665011 Российская Федерация. Программа исчисления расчётной лесосеки для осуществления выборочных рубок спелых и перестойных лесных насаждений на основе таксационных описаний лесничества : № 2019665894 : заяв. 22.11.2019 : опуб. 02.12.2019 : приоритет 22.11.2019 ; заявитель ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова» ; пат. поверенный Мироненко А.В. – 7 с. : ил.

4. Лесной кодекс Российской Федерации. Текст: электронный. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/ (дата обращения: 04.11.2022).

5. Лесохозяйственный регламент Новоусманского лесничества Воронежской области. – URL: https://docs.cntd.ru/document/550190844 (дата обращения: 04.11.2022).

6. Лесохозяйственный регламент Пригородного лесничества Воронежской области. – URL: https://docs.cntd.ru/document/550241765 (дата обращения: 04.11.2022).

7. Лесохозяйственный регламент Семилукского лесничества Воронежской области. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3601201809130002?index=0&rangeSize=1_(дата обращения: 04.11.2022).

8. Лесохозяйственный регламент Сомовского лесничества Воронежской области. – URL: https://docs.cntd.ru/document/550319516 (дата обращения: 04.11.2022).

9. Лозовой, А.Д. Лесная вспомогательная книжка : лесотаксац. справ. работнику лесн. хозяйства Центр.-Черноозем. региона России / А.Д. Лозовой. – DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.01 // М-во образования Рос. Федерации, Администрация Воронеж. обл., Воронеж. гос. лесотехн. акад. – Изд. 3-е. – Воронеж : Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2004 (Тип. ГСЛП Воронежлеспроект). – 390 с.

10. Мартынюк, А.А. О концептуальных подходах к новой редакции лесного кодекса Российской Федерации / А.А. Мартынюк // Лесохозяйственная информация. – 2020. – № 2. – С. 5–24.

11. Мартынюк, А.А. О федерализации полномочий по проведению лесоустройства в Российской Федерации / А.А. Мартынюк // Технологические инициативы в учете леса и земель лесного фонда. – М. : Рослесинфорг, 2019. – С. 133–137.

12. Мироненко, А.В. Программное обеспечение для оценки и учета лесных ресурсов / А.В. Мироненко, С.М. Матвеев, В.А. Славский, А.И. Ревин // Лесопромышленный комплекс: инновации, проблемы и направления развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции «Современные машины, оборудование и IT-решения лесопромышленного комплекса: теория и практика», Воронеж, 17 июня 2021 г. ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – С. 250–255.

13. Приказ Рослесхоза от 10 ноября 2011 года № 472 «Об утверждении методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов» (с изм. на 15 марта 2018 года): офиц. сайт. – URL: https://docs.cntd.ru/5 (дата обращения: 04.11.2022).

14. Приказ Минприроды России от 29.03.2018 № 122 (ред. от 12.05.2020) «Об утверждении Лесоустроительной инструкции»: офиц. сайт. – URL: https://docs.cntd.ru/document/542621790 (дата обращения: 04.11.2022).

15. Славский, В.А. Некоторые аспекты закладки постоянных пробных площадей при проведении государственной инвентаризации лесов / В.А. Славский, С.М. Матвеев // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11, № 1 (41). – С. 56–63.

16. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 года № 312-р) : офиц. сайт. – URL: https://docs.cntd.ru/document/573658653 (дата обращения: 04.11.2022).

17. Рослесинфорг : офиц. сайт. — URL: https://roslesinforg.ru/ (дата обращения: 10.11.2022).

REFERENCES

1. Godovoj otchet o sostojanii i ispol’zovanii lesov v Rossijskoj Federacii v 2022 godu. Lesa i lesnye resursy Rossijskoj Federacii : ofic. sajt. URL: http://www.rosleshoz.gov.ru (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)

2. Zajavka 2019665166 Rossijskaja Federacija. Imitacionnaja model’ ocenki jeffektivnosti primenenija razlichnyh sposobov ischislenija raschjotnoj lesoseki lesnichestva, № 2019666280, zajav. 22.11.2019, opub. 06.12.2019, prioritet 22.11.2019, zajavitel’ FGBOU VO «VGLTU im. G.F. Morozova», pat. poverennyj Mironenko A.V. , Matveev S.M. , Vodolazhskij A.N., Litovchenko D.A. 10 p., il. (In Russian)

3. Zajavka 2019665011 Rossijskaja Federacija. Programma ischislenija raschjotnoj lesoseki dlja osushhestvlenija vyborochnyh rubok spelyh i perestojnyh lesnyh nasazhdenij na osnove taksacionnyh opisanij lesnichestva, № 2019665894, zajav. 22.11.2019, opub. 02.12.2019, prioritet 22.11.2019, zajavitel’ FGBOU VO «VGLTU im. G.F. Morozova», pat. poverennyj Mironenko A.V., 7 p., il. (In Russian)

4. Lesnoj kodeks Rossijskoj Federacii. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)

5. Lesohozjajstvennyj reglament Novousmanskogo lesnichestva Voronezhskoj oblasti. URL: https://docs.cntd.ru/document/550190844 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)

6. Lesohozjajstvennyj reglament Prigorodnogo lesnichestva Voronezhskoj oblasti. URL: https://docs.cntd.ru/document/550241765 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)

7. Lesohozjajstvennyj reglament Semilukskogo lesnichestva Voronezhskoj oblasti. URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/3601201809130002?index=0&rangeSize=1 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)
8. Lesohozjajstvennyj reglament Somovskogo lesnichestva Voronezhskoj oblasti. URL: https://docs.cntd.ru/document/550319516 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)
9. Lozovoj A.D. Lesnaja vspomogatel'naja knizhka : lesotaksac. sprav. rabotniku lesn. hozjajstva Centr.-Chernozem. regiona Rossii M-vo obrazovanija Ros. Federacii, Administracija Voronezh. obl., Voronezh. gos. lesotehn. akad. Izd. 3-e. Voronezh, 2004, 390 p. (In Russian)
10. Martynjuk A.A. O konceptual'nyh podhodah k novoj redakcii lesnogo kodeksa Rossijskoj Federacii. DOI: 10.24419/LHI.2304-3083.2020.2.01. *Lesohozjajstvennaja informacija*, 2020, no. 2. pp. 5–24. (In Russian)
11. Martynjuk A.A. O federalizacii polnomochij po provedeniju lesoustrojstva v Rossijskoj Federacii Tehnologicheskie iniciativy v uchete lesa i zemel' lesnogo fonda. Moscow, 2019, pp. 133–137. (In Russian)
12. Mironenko A.V., Matveev S.M., Slavskij V.A., Revin A.I. Programmnoe obespechenie dlja ocenki i ucheta lesnyh resursov. *Sovremennye mashiny, oborudovanie i IT-reshenija lesopromyshlennogo kompleksa: teorija i praktika. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Voronezh, 17 ijunja 2021 goda.* Voronezh, 2021, pp. 250–255. (In Russian)
13. Prikaz Rosleshoza ot 10 nojabrja 2011 goda № 472 «Ob utverzhdenii metodicheskih rekomendacij po provedeniju gosudarstvennoj inventarizacii lesov» (s izm. na 15 marta 2018 goda): ofic. sajt. URL: https://docs.cntd.ru/5 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)
14. Prikaz Minprirody Rossii ot 29.03.2018 № 122 (red. ot 12.05.2020) «Ob utverzhdenii Lesoustroitel'noj instrukcii»: ofic. sajt. URL: https://docs.cntd.ru/document/542621790 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)
15. Slavskij V.A., Matveev S.M. Nekotorye aspekty zakladki postojannyh probnyh ploshhadej pri provedenii gosudarstvennoj inventarizacii lesov. *Lesotehnicheskij zhurnal*, 2021, vol. 11, no. 1 (41), pp. 56–63. (In Russian)
16. Strategija razvitija lesnogo kompleksa Rossijskoj Federacii do 2030 goda (rasporjazhenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 11 fevralja 2021 goda № 12-r) : ofic. sajt. URL: https://docs.cntd.ru/document/573658653 (data obrashhenija: 04.11.2022). (In Russian)
17. Roslesinforg: ofic. sajt. URL: https://roslesinforg.ru/ (data obrashhenija: 10.11.2022). (In Russian)

Статья поступила в редакцию 15.11.2022