DOI: 10.58168/MInBiFoA2026_130-136
УДК 630*91

ОЦЕНКА И КОРРЕКТИРОВКА СИСТЕМЫ НОРМАТИВОВ СОРТИМЕНТНОЙ И ТОВАРНОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ДЛЯ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РОССИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОФАКТОРНОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

EVALUATION AND ADJUSTMENT OF THE STANDARDS SYSTEM FOR ASSESSING THE ASSORTMENT AND COMMERCIAL STRUCTURE OF SCOTS PINE STANDS IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF RUSSIA USING MULTIVARIATE MATHEMATICAL MODELING

Орнатский А.Н., канд. биол. наук, заместитель директора по общим вопросам ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж, Россия
lesnik-rm@yandex.ru

Ornatsky A.N., Cand. Sci. (Biol.), Deputy Director for General Affairs, Federal State Budgetary Institution "All-Russian Scientific Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology", Voronezh, Russia
lesnik-rm@yandex.ru

Вариводина И.Н., канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела лесной генетики и биотехнологии, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж, Россия, varivodinna@rambler.ru

Varivodina I.N., Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor, Leading Researcher of the Department of Forest Genetics and Biotechnology, FGBU «All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology», Voronezh, Russia, varivodinna@rambler.ru

Гудкова К.А., младший научный сотрудник отдела лесной генетики и биотехнологии, ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж, Россия, blumks@yandex.ru

Gudkova K.A., Junior Researcher at the Department of Forest Genetics and Biotechnology, All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh, Russia, blumks@yandex.ru

Аннотация: В связи с введением цифровых систем учета состояния лесного фонда, количественных и качественных характеристик лесов и операций с древесиной задача повышения точности таксации лесных данных становится особенно актуальной. Целью исследования стала разработка универсальной системы многофакторных математических моделей для прогнозирования сортиментной и товарной структуры сосны с обеспечением

© Орнатский А. Н., Вариводина И. Н., Гудкова К. А., 2026

свойства аддитивности сортиментов. Полученная расчетная матрица может служить нормативной базой для паспортизации и материальной оценки сосновых насаждений лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона России.

Abstract: With the introduction of digital systems for recording forest fund status, quantitative and qualitative forest characteristics, and timber operations, the task of improving the accuracy of forest data taxonomy has become especially pressing. The aim of this study was to develop a universal system of multifactorial mathematical models for predicting the assortment and product structure of pine, ensuring additivity of assortments. The resulting calculation matrix can serve as a regulatory framework for the certification and material assessment of pine stands in the forest-steppe zone of the Central Black Earth Region of Russia.

Ключевые слова: лесной фонд, инвентаризация, таксация, сортимент, сосна, хлыст.

Keywords: forest fund, inventory, taxation, assortment, pine, tree trunk.

Введение. В связи с введением новых цифровых систем учета состояния лесного фонда, количественных и качественных характеристик лесов и операций с древесиной (Федеральная государственная информационная система лесного комплекса ФГИС ЛК, Государственная инвентаризация лесов ГИЛ) задача повышения точности таксации лесных данных при заготовке древесины и оценке причиненного ущерба становится особенно актуальной.

Цель исследования - совершенствование системы сортиментных и товарных нормативов для лесостепной зоны Центрально-Черноземного района европейской части Российской Федерации [1].

Материалы и методы исследования. Объектами исследования явились сосновые насаждения ООО «Грибановский лесхоз» (Воронежская область), насаждения сосны обыкновенной ТОГАУ «Серповский лесхоз» (Гавриловский район, Тамбовская область), насаждения сосны обыкновенной на землях лесного фонда Добровского и Донского лесничеств (Липецкая область).

В качестве исходных данных для выполнения НИР использовали результаты исследования диапазона диаметров толстомерных сортиментов до востребованных в лесохозяйственной практике ЦЧР для древостоев сосны обыкновенной ЦЧР; данные региональных особенностей формирования насаждений, их структуры и товарности; ранее разработанные нормативы для

таксации лесной продукции для лесов центральных и южных районов Европейской части РСФСР (Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) [1,3].

На основе перечетных ведомостей отвода лесосек проведен подеревный глазомерный учет выхода сортиментов из деревьев древостоя. При этом были изучены заготовленные (срубленные) деревья в натуре, что позволило провести учет целевых сортиментов, получающихся из немногих вырубаемых деревьев древостоя. Сортиментная структура древостоев получается суммированием результатов всех ступеней толщины по одноименному сортименту, а запас дровяной древесины определяется как сумма её из деловых и дровяных стволов по ступеням толщины. Товарная структура древостоев вычисляется через запасы ступеней толщины для мелкотоварной древесины. Полученные данные отражают региональные особенности формирования насаждений (санитарное состояние, рубки ухода, природно-климатические условия, тип леса и др.) [2,4,7].

Материалом для многофакторного математического моделирования сортиментной структуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) методом нелинейной регрессии послужили сортиментные таблицы сосны обыкновенной, охватывающие 8 разрядов высот (Iб-Va) и ступени толщины 8-80 см с шагом 4 см. Для каждой ступени учитывали объём ствола в коре, выход деловой древесины по категориям крупности (крупная, средняя-1, средняя-2, мелкая), качественные сортименты (пиловочник, шпальник, строительные брёвна, балансы, рудстойка), технологическое сырьё, дрова и отходы. Абсолютные объёмы аппроксимировали моделью Шумахера-Холла; структуру сортиментов – долевыми моделями Хёрля, где p – доля сортимента от итогового объёма деловой древесины. На основе полученных уравнений таблицы уплотнены и расширены до шага 2 см в диапазоне 6 - 108 см (8 разрядов × 52 ступени).

Результаты исследования. При анализе существующих нормативных документов для таксации лесной продукции выявлено, что особую роль при

определении выхода товарной древесины как из отдельных деревьев, так и для древостоев в целом, играют нормативы таксации сортиментной и товарной структуры древостоев [1]. В этой связи, проведена проверка их соответствия требованиям действующих ГОСТов на круглые лесоматериалы хвойных пород.

Таксация лесной продукции и лесосек в РФ регулируется следующими нормативными документами: 1) Лесным кодексом (ст. 23.3, 23.4, 69.1) [3]; 2) Приказом Минприроды России от 17.10.2022 N 688 "Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек и о..." [5]; 3) Приказом Минприроды России от 01.12.2020 № 993 "Об утверждении Правил заготовки древесины..."[6].

Оценку нормативов для таксации лесной продукции Центрально-Черноземной части России на соответствие действующим ГОСТам на круглые лесоматериалы проводили с использованием ГОСТ 9463-2025 «Лесоматериалы круглые хвойных пород. Технические условия» [2]. В стандарте установлены технические условия на круглые лесоматериалы хвойных пород, приведена четырехсортная классификация круглых лесоматериалов в зависимости от размеров, количества и наличия основных сортообразующих пороков, установлена классификация по назначению лесоматериалов хвойных пород. Все круглые лесоматериалы (за исключением хлыстов) в соответствии с ГОСТ 9463-2025 подразделяют в зависимости: от древесной породы; установленного назначения; крупности; качества древесины на сорта.

При моделировании сортиментной структуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) методом нелинейной регрессии базовые модели объёма показали высокую точность: коэффициент детерминации для общего объёма ствола, итога деловой древесины и отходов (рис. 1) составил 0,97-0,999 ($p < 0,001$). Долевые модели в пересчёте на абсолютные объёмы воспроизводят табличные данные с $R^2 = 0,80$-$0,99$ для пиловочника, шпальника, крупной деловой древесины, строительных брёвен и рудстойки; для средних категорий деловой древесины точность ниже (0,3-0,7), что связано с зависимостью

предельной ступени толщины сортимента от разряда высот (рис. 2). Установлено, что ряд сортиментов (средние и мелкая деловая, балансы, рудстойка, строительные брёвна) присутствует лишь в ограниченном интервале диаметров, поэтому в модель введена верхняя граница ступени толщины.

Показано также, что коэффициент детерминации, рассчитанный в пространстве долей, неустойчив к единичным выбросам и может многократно занижать оценку качества модели: после верификации исходных данных и расчёта R^2 в абсолютных объёмах внутри интервала существования сортимента для пиловочника значение возросло с 0,05 до 0,97. Это указывает на необходимость валидации сортиментных моделей именно в кубометрах, а не в долях.

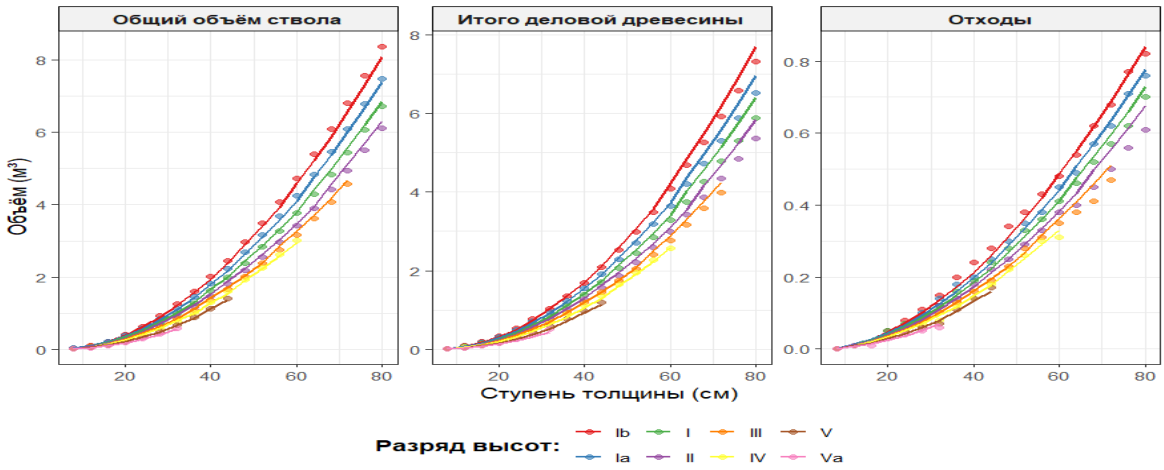


Рисунок 1- Модели на основе уравнения Шумахера-Холла для общего объема ствола, итого деловой древесины и отходов (точки - исходные табличные данные, сплошные линии – расчетные значения, полученные в ходе моделирования)

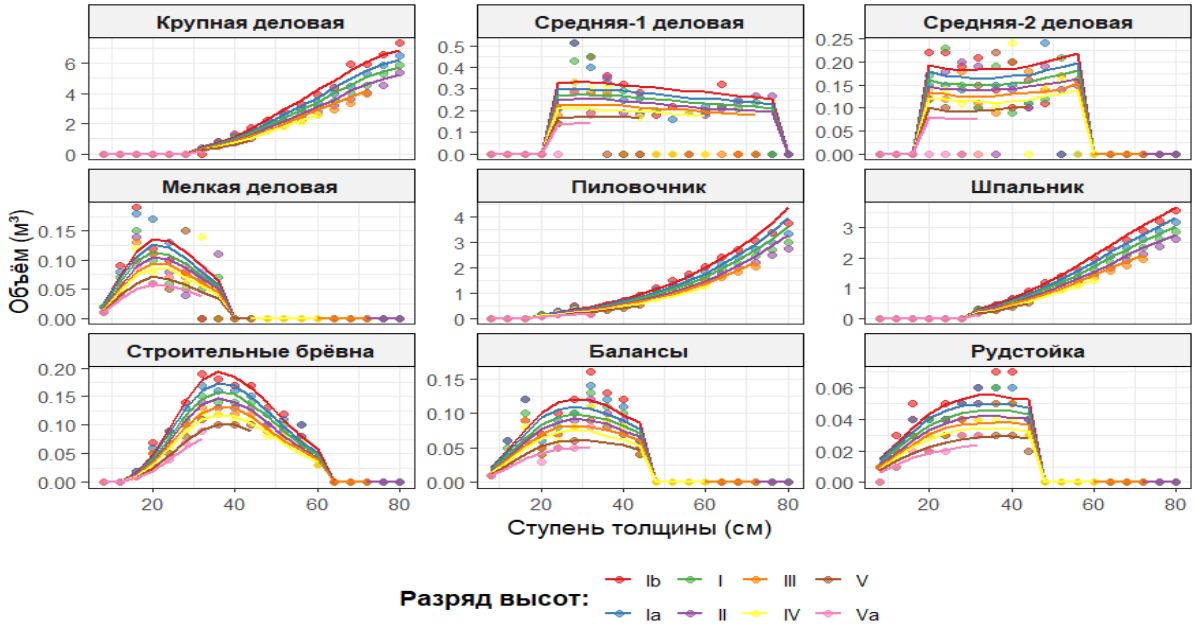


Рисунок 2 - Долевые модели на основе уравнения Хёрля для сортиментной структуры сосны. Линии отображают прогнозные значения, ограниченные верхней границей
(точки - исходные табличные данные, сплошные линии – расчетные значения, полученные в ходе моделирования)

Выводы или заключение. Разработанные нормативы таксации сортиментной структуры на соответствие их требованиям действующих ГОСТов будут являться основой для повышения точности оценки товарности насаждени. Результаты НИОКР могут использоваться уполномоченными в области лесных отношений органами исполнительной власти субъектов южных районов России, а также заготовительными предприятиями лесопромышленного комплекса при использовании древесного сырья.

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания Федерального агентства лесного хозяйства (рег. номер НИОКТР: 126021217155-5) «Совершенствование системы нормативов оценки сортиментной и товарной структуры древостоев для лесостепной зоны Центрально-Черноземного региона Европейской части России».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вариводина, И. Н. О необходимости разработки новых нормативов оценки сортиментной и товарной структуры древостоев, полученных на основе исследований региональных особенностей формирования насаждений, их строения и товарности / И. Н. Вариводина, А. Н. Орнатский, А. А.Вариводина // Леса России: сборник материалов

XI Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, Россия, 2026. – URL: www.spbftu.ru/lesarf2026/.

2. Желдак, В. И. Методика закладки и использования учетно-тренировочных пробных площадей при освоении лесоводственных мероприятий ухода за лесом / В. И. Желдак, Э. В. Дорощенкова. – Пушкино : ВНИИЛМ, 2024. – 34 с. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

3. Приказ Минприроды России от 17.10.2022 N 688 "Об утверждении Порядка отвода и таксации лесосек …". – URL: https://docs.cntd.ru/document/352246458.

4. Приказ Минприроды России от 01.12.2020 № 993 "Об утверждении Правил заготовки древесины...". – URL: https://docs.cntd.ru/document/573123735.

5. Сортиментные таблицы для лесов центральных и южных районов Европейской части РСФСР, Москва, 1987.

REFERENCES

1. Varivodina, I. N. On the Need to Develop New Standards for Assessing the Assortment and Commodity Structure of Forest Stands, Obtained Based on Studies of Regional Peculiarities of Stand Formation, Their Structure, and Marketability / I. N. Varivodina, A. N. Ornatsky, A. A. Varivodina // Forests of Russia: Proceedings of the XI All-Russian Scientific and Technical Conference, St. Petersburg, Russia, 2026. URL: www.spbftu.ru/lesarf2026/

2. Zheldak, V. I. Methodology for Establishing and Using Accounting and Training Trial Plots in the Development of Silvicultural Forest Management Measures / V. I. Zheldak, E. V. Doroshchenkova. – Pushkino: VNIILM, 2024. – 34 p. – 1 CD-ROM. – Title with title screen.

3. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated October 17, 2022 No. 688 "On approval of the Procedure allocation and taxation of logging areas ...". URL: https://docs.cntd.ru/document/352246458.

4. Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated 01.12.2020 No. 993 "On approval of the Rules for timber harvesting..." URL: https://docs.cntd.ru/document/573123735.

5. Assortment tables for forests of the central and southern regions of the European part of the RSFSR, Moscow, 1987.