

УДК 630\*52

В. А. Усольцев, И. С. Цепордей  
(V. A. Usoltsev, I. S. Tsepordey)  
УГЛТУ, Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург  
(USFEU, RAS UB IBG, Yekaterinburg)

**ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ  
О КВАЛИМЕТРИИ ДРЕВЕСИНЫ ЛЕСОВ ЕВРАЗИИ:  
АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ  
(COMPILING WOOD QUALIMETRY DATABASE FOR  
EURASIAN FORESTS: RELEVANCE AND PROSPECTS)**

*Впервые составлена база данных о квалиметрии древесины лесобразующих пород Евразии и показаны перспективы ее использования. Дан анализ состояния проблемы квалиметрической оценки фитомассы деревьев как сырья в промышленном производстве, так и в селекционных программах. Показаны возможности квалиметрической оценки древесины путем лазерного зондирования.*

*Wood qualimetry database for Eurasian forests is compiled for the first time, and the prospects its use are shown. The analysis of the problem of qualimetric estimation of tree phytomass as raw materials in industrial production and in breeding programs is given. The possibilities of qualimetric assessment of wood by laser sensing are shown.*

В исследованиях биологической продуктивности лесов и их реакции на изменение климата необходимо знание закономерностей динамики не только количественных, но и качественных характеристик, варьирующих с возрастом, экологическими и другими факторами. Количество публикаций по квалиметрии фитомассы лесов в последние годы неуклонно нарастает, совершенствуются методы и алгоритмы ее оценки, анализа и моделирования в географических градиентах. В условиях экспоненциально нарастающего объема информации необходимо вычленять и обосновывать перспективные направления, научные ориентиры-маяки, ускоряющие прогресс в той или иной области знаний при минимизации потерь от дублирования и следования тривиальной методологии проб и ошибок.

В основу лесной таксации как науки первоначально была заложена стереометрическая парадигма оценки объема ствола как тела вращения линии сбегая вокруг его оси. С переходом к весовой оценке биологической продуктивности и углероддепонирующей способности лесов содержание квалиметрических характеристик изменилось: наряду с оценкой сучковатости, наличия гнили, кривизны и свилеватости стволов актуальной стала оценка плотности и других квалиметрических данных в компонентах биомассы.

Наиболее важными квалитетическими свойствами древесины при использовании в цельном виде и в целлюлозно-бумажном производстве являются плотность, угол микроволокон, доля ранней древесины, размер трахеид, содержание целлюлозы и модуль упругости. Из них наиболее важным показателем является базисная (условная) плотность древесины, в той или иной степени коррелирующая с остальными квалитетическими показателями [1].

Базисная плотность признается наиболее значимым квалитетическим свойством древесины и является функцией трахеидной структуры. У хвойных видов размер и расположение трахеид определяют свойства древесины и качество целлюлозы. Морфология трахеид определяет физические свойства древесины и влияет на ее гибкость, пластичность и устойчивость. Базисная плотность признана одной из важнейших составляющих механической устойчивости к деформации под действием приложенной нагрузки, которая определяется размером клетки и толщиной ее стенки. Она играет важную роль в управлении лесами, в экологии сообществ и оценке региональных углеродных циклов. Согласно Г. Эллиоту [2], плотность древесины отражает комплексный эффект нескольких ростовых и физиологических переменных, объединенных этой относительно легко измеряемой характеристикой древесины.

Очевидно, что качество и количество древесины не могут рассматриваться как независимые факторы. Улучшение качества древесины стало неотъемлемой частью большинства селекционных программ, и плотность древесины является идеальным объектом для генетических экспериментов. Среди всех проанализированных компонентов ранневесенние кольца выявили самый высокий и стабильный генетический контроль, не показав неблагоприятной генетической корреляции по отношению к другим компонентам. Поэтому плотность ранневесенних колец рекомендована как наиболее подходящий признак для включения в будущие селекционные программы [3].

Географически и филогенетически обусловленное варьирование плотности древесины было рассмотрено в рамках ее эволюционной экологии с использованием базы данных как для голосеменных, так и для покрытосеменных растений. Построено филогенетическое «супердерево», позволившее провести анализ различий в филогенезе семенных растений. В умеренных широтах и высокогорных сообществах, где преобладали голосеменные, по сравнению с тропическими низинными сообществами, где преобладали покрытосеменные, географические и популяционные различия в плотности древесины оказались значительно ниже, что предполагает усиление признаков с широтой и высотой местности. Тем самым подтверждена идея о том, что как биотические, так и абиотические факторы играют важную роль в эволюции плотности древесины, а также в контроле наблюдаемого среднего значения признака и его дисперсии по географическим градиентам [4].

Бортовое и наземное лазерное сканирование обеспечивает широкий спектр характеристик древостоев для целей моделирования. Это было продемонстрировано с предсказанием свойств древесных волокон на уровне пробных площадей с использованием данных как бортового, так и наземного лазерного зондирования. В последнем случае были выявлены значительные корреляции плотности с изменчивостью вертикального профиля полога. Вклад данных наземного лазерного зондирования в оценку плотности древесины у ели черной составил 47 % ее общей дисперсии. Наземное лазерное сканирование дает с высокой точностью характеристики структуры дерева и древостоя, которые связаны с плотностью древесины. Установление статистических связей между структурными характеристиками, полученными путем наземного лазерного сканирования и наземного определения плотности древесины, явилось важным шагом в определении структурных показателей, которые могут быть использованы для картографии плотности древесины на крупных ландшафтах путем бортового лазерного зондирования. Разработка картографических продуктов по географическим градиентам в сочетании с возможностями дистанционного зондирования локальных структурных показателей древостоев обеспечивает поддержку мелкомасштабного картографирования плотности древесины [5].

Степень достигнутого прогресса в изучении биологической продуктивности лесов, в том числе ее квалиметрической составляющей, определяется фактологическим состоянием вопроса, т.е. обеспеченностью фактическими данными о квалиметрических характеристиках фитомассы по полным видовому и экологическому спектрам. Для валидации взаимосвязей квалиметрических показателей древесины с данными дистанционного зондирования лесов на больших площадях необходимы базы исходных фактических данных о квалиметрии деревьев, полученных путем традиционной наземной таксации. Такая база данных сформирована нами для лесобразующих древесных видов Центральной Евразии. Она состоит из двух разделов. В первом разделе представлены эмпирические данные о сбегах стволов в коре и без коры, связанные как с таксационными показателями деревьев и древостоев, так и с локальными квалиметрическими показателями, измеренными на разных относительных высотах стволов. Во втором разделе содержатся средние квалиметрические показатели деревьев в сочетании с теми же сопутствующими данными, что и в первом разделе. В обоих разделах приводятся данные о содержании сухого вещества в листве (хвое) и ветвях деревьев.

Мы вступаем в новую эру, характеризующуюся глобальным стремлением к достижению экономической, социальной и экологической устойчивости, в которой роль древесины становится все более заметной, особенно в контексте формирующейся биоэкономики. В связи с проблемой изменения климата количественные и квалиметрические показатели лесной биомассы стали необходимы для корректной оценки углеродного цикла

в земной биосфере. Сформированная база данных предоставляет возможность картирования и выявления закономерностей изменения квалиметрических показателей в климатических градиентах Евразии и может быть востребована в будущем лесоустройстве, оценке углеродного пула лесов и перспективных селекционных программах России.

*Библиографический список*

1. Полубояринов О.И. Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.
2. Elliott G.K. Wood density in conifers // Technical Communication. – № 8. Commonwealth Forestry Bureau. – Oxford, England, 1970. – 44 p.
3. Louzada J.L.P.C. Genetic correlations between wood density components in *Pinus pinaster* Ait. // Annals of Forest Science. – 2003. – Vol. 60. – P. 285–294.
4. Swenson N.G., Enquist B.J. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community – wide variation across latitude and elevation // American Journal of Botany. – 2007. – Vol. 94. – № 3. – P. 451–459.
5. Modeling black spruce wood fiber attributes with terrestrial laser scanning / Giroud G., Schneider R., Fournier R.A., Luther J.E., Martin-Ducup O. // Canadian Journal of Forest Research. – 2019. – Vol. 49. – № 6. – P. 661–669.

УДК 551.583.4

В. В. Фомин, М. Г. Ундерских  
(V. V. Fomin, M. G. Underskikh)

НОЦ Дендрэкологии и садоводства УГЛТУ, Екатеринбург  
(SEC of Dendroecology and Horticulture, Yekaterinburg)

**ПРИМЕНЕНИЕ РЕАНАЛИЗОВ В ОЦЕНКЕ  
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА УРАЛЕ И ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
В СЕРЕДИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ**  
(APPLICATION OF REANALYSIS IN THE ASSESSMENT OF SPATIO-  
TEMPORAL DYNAMICS OF AIR TEMPERATURE IN THE URALS AND  
WESTERN SIBERIA IN THE MIDDLE XX – EARLY XXI CENTURIES)

*Проведен сравнительный анализ приземной среднегодовой температуры воздуха на территории Урала и Западной Сибири на основе данных 92 метеостанций и данных реанализов ERA-20C и CERA-20C за период с 1961 по 2010 гг. Установлено, что значения коэффициентов корреляции*