

## РОЛЬ ПОЛНОТЫ И ГУСТОТЫ В ЕСТЕСТВЕННОМ ФОРМИРОВАНИИ ДРЕВОСТОЕВ

В.К. ХЛЮСТОВ, *проф. РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, д-р с.-х. наук*<sup>(1)</sup>,  
В.В. ЗАВАРЗИН, *проф. МГУЛ, канд. с.-х. наук*<sup>(2)</sup>

*vitakhlustov@mail.ru, zavarzin@mgul.ac.ru*

<sup>(1)</sup>ФГБОУ ВПО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева»,  
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

<sup>(2)</sup>ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса»  
141005, Московская обл., г. Мытищи-5, ул. 1-я Институтская, д. 1, МГУЛ

Вопросы оптимизации ведения лесного хозяйства и лесопользования, инвентаризация лесов непосредственно связаны с наличием совершенных лесотаксационных нормативов для различных лесотаксационных районов страны. В разные периоды было составлено множество таблиц хода роста, которые в силу имеющихся тех или иных недостатков находят ограниченное применение. Методика, разработанная на кафедре лесоводства Московской сельскохозяйственной академии под руководством проф. В.К. Хлюстова, позволяет систематизировать данные на основе разработанных лесотипологических моделей и многомерных многофакторных зависимостей и более обоснованно решать сложные вопросы, характеризующие рост и строение древостоев разных уровней продуктивности, полноты и густоты. На необходимость учета влияния сомкнутости полога, густоты и полноты на процессы роста, развития и, в конечном счете, продуктивности насаждений, указывали многие исследователи, рассматривая густоту как важнейший фактор роста и развития. На основе разработанных моделей, учитывающих многомерные зависимости, научно обосновано получение вариантных нормативов таксационных показателей, характеризующих возможное многообразие возрастного развития и формирования кедровых древостоев. Нами предлагается рассматривать показатели роста и возрастного формирования древостоев с учетом не только их породного состава, продуктивности, относительной полноты, но и относительной густоты. В возрастном диапазоне от 20 лет до 350 лет могут быть установлены с учетом разных уровней относительной густоты и представлены взаимоувязанные основные таксационные характеристики кедровых древостоев, которые можно использовать в качестве нормативов для текущей и прогностической актуализации, а также проектирования интенсивности и повторяемости рубок ухода.

Ключевые слова: таблицы хода роста, относительная полнота, относительная густота

**О**птимизация ведения лесного хозяйства и лесопользования, инвентаризация лесов в значительной мере зависят от наличия совершенных лесотаксационных нормативов.

Для решения многих научных и производственных задач лесохозяйственного и лесопромышленного профиля очень важно иметь данные о характере изменения таксационных показателей насаждений на протяжении всего периода их роста и развития. Изменения с возрастом таксационных показателей насаждений и основной их части – древостоев зависит от большого числа внутренних и внешних факторов, биологических особенностей древесной породы, возраста, полноты, происхождения насаждений, лесорастительных условий, почвенных и климатических особенностей, хозяйственного режима выращивания и ряда других факторов. В любом насаждении в течение длительного периода жизни происходят непрерывные количественные и качественные изменения, обусловленные его ростом и развитием. Знание механизма этого процесса, его количес-

твенное описание имеют большое научное и практическое значение, позволяя путем планирования и ведения хозяйственной деятельности достигать необходимого экономического и хозяйственного эффекта.

При разработке лесных планов субъектов РФ, лесохозяйственных регламентов и проектов освоения лесов в лесохозяйственной практике и различного рода исследованиях необходимо иметь достоверные данные о возрастных изменениях таксационных показателей насаждений, которые содержатся в т. н. таблицах хода роста.

В настоящее время имеются сотни таблиц хода роста, составленных разными авторами и разными методами для различных регионов страны. Отдельно составлялись таблицы хода роста по их целевому назначению – для нормальных, модальных и эталонных насаждений; по области применения – местные и всеобщие; по содержанию – полные и неполные; по составу – для чистых и для смешанных насаждений; на бонитетной или типологической основе.

Большинство таблиц хода роста составлено по классам бонитета. Однако один класс бонитета может объединять несколько типов леса, одинаковых по уровню продуктивности, и наоборот – один и тот же тип леса может быть представлен в двух и даже трех смежных классах бонитета. Преимущество таблиц хода роста по классам бонитета состоит в возможности унификации и сопоставления материалов. Таблицы, составленные по типам леса, учитывают характерные биологические особенности роста и возрастной динамики древесной породы, а также позволяют сопоставить продуктивность разных древесных пород в одинаковых условиях произрастания и дать хозяйственную оценку разным древостоям.

В разные периоды было разработано много методов составления таблиц хода роста. Наиболее известными считаются метод стационарных наблюдений, статистический метод, метод повторных обмеров на постоянных пробных площадях, метод указательных насаждений (аналитический метод), графо-аналитический метод Н.В. Третьякова, выборочно-статистический метод Н.П. Анучина [1], метод Н.Н. Свалова, метод подбора типов роста В.В. Загребеева [4] и другие. В последние годы большой вклад в анализ, разработку и обобщение таблиц хода роста внес коллектив под руководством А.З. Швиденко [7].

Составление таблиц хода роста – трудоемкий, методически и технически сложный процесс, связанный с появлением разного рода отклонений и ошибок.

На рост, развитие и формирование насаждений влияют не только возраст и условия произрастания, но и внутривидовые биологические особенности и ряд других факторов, в том числе изменяющиеся условия среды, не учитываемые при составлении таблиц хода роста. Поэтому большинство таблиц хода роста не отражает реальной картины возрастной динамики роста и развития древостоев и находит ограниченное применение.

Чаще всего таблицы хода роста составлялись для так называемых нормальных или наиболее полных насаждений, имеющих полноту 1,0 и максимальную сумму площадей сечений деревьев на 1 га. Число деревьев,

характеризующих густоту насаждений, при этом могло существенно различаться.

На необходимость учета влияния **сомкнутости полога, густоты и полноты** на процессы роста, развития и, в конечном счете, продуктивности насаждений, указывал академик Н.П. Анучин, рассматривая густоту как важнейший фактор роста и развития. Он считал, что «густота насаждений зависит, прежде всего, от размеров деревьев, с возрастом увеличивающихся» [2]. Н.П. Анучин предложил для учета особенностей роста и формирования насаждений выражать густоту в относительных величинах. «Подобно полноте и сомкнутости полога густоту следует выражать не в абсолютных, а в относительных величинах» [2]. Один из авторитетов отечественной лесной таксации П.В. Воропанов [3] для расчета общей производительности насаждений считал густоту важнейшим фактором, определяющим ход роста насаждений, и предлагал следующий порядок выравнивания при составлении таблиц хода роста – высота, число деревьев (густота), диаметр, видовое число и далее другие таксационные показатели.

О влиянии густоты древостоев на таксационные показатели в свое время указывал А.А. Макаренко [5]. Необходимость учитывать густоту насаждений и ее оптимальность предлагал Г.С. Разин [6] и другие исследователи. В качестве исследований, выполненных в последнее время и научно обосновывающих необходимость учета густоты, можно привести работу Д.В. Черных [8].

Дальнейшее развитие лесоучетных работ и лесного планирования связано с необходимостью совершенствования лесоводственно-таксационных нормативов.

Широкое внедрение компьютерной техники и программного обеспечения предоставили возможность проведения более детальных и разносторонних исследований возрастного изменения таксационных показателей древостоев.

Методика, разработанная на кафедре лесоводства ТСХА под руководством проф. В.К. Хлюстова, позволяет систематизировать на основе разработанных лесотипологических моделей и многомерных, полифакториальных за-

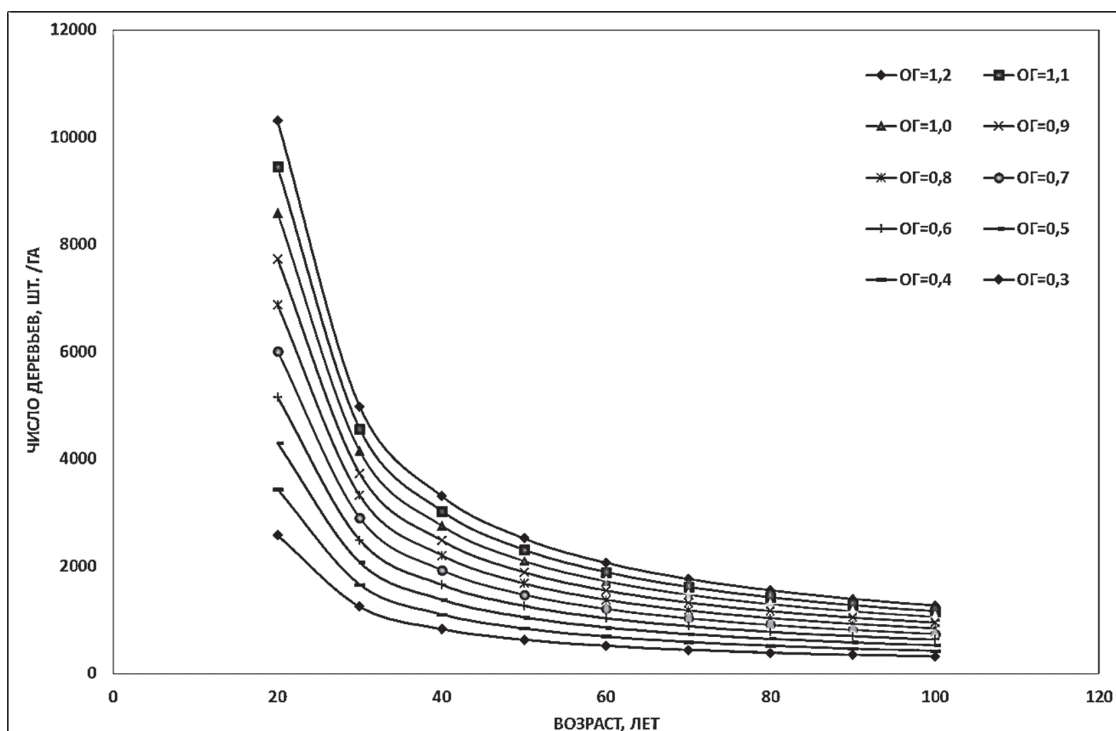


Рис. 1. Самоизреживание с возрастом числа деревьев в чистых древостоях разной густоты, продуктивность –  $H_{100} = 25$  м, при полноте 1,0 в диапазоне 20–100 лет

Fig. 1. Self-thinning of the number of trees in pure stands of varying density, productivity –  $H_{100} = 25$  m, at a density of 1.0 in the range of 20–100 years

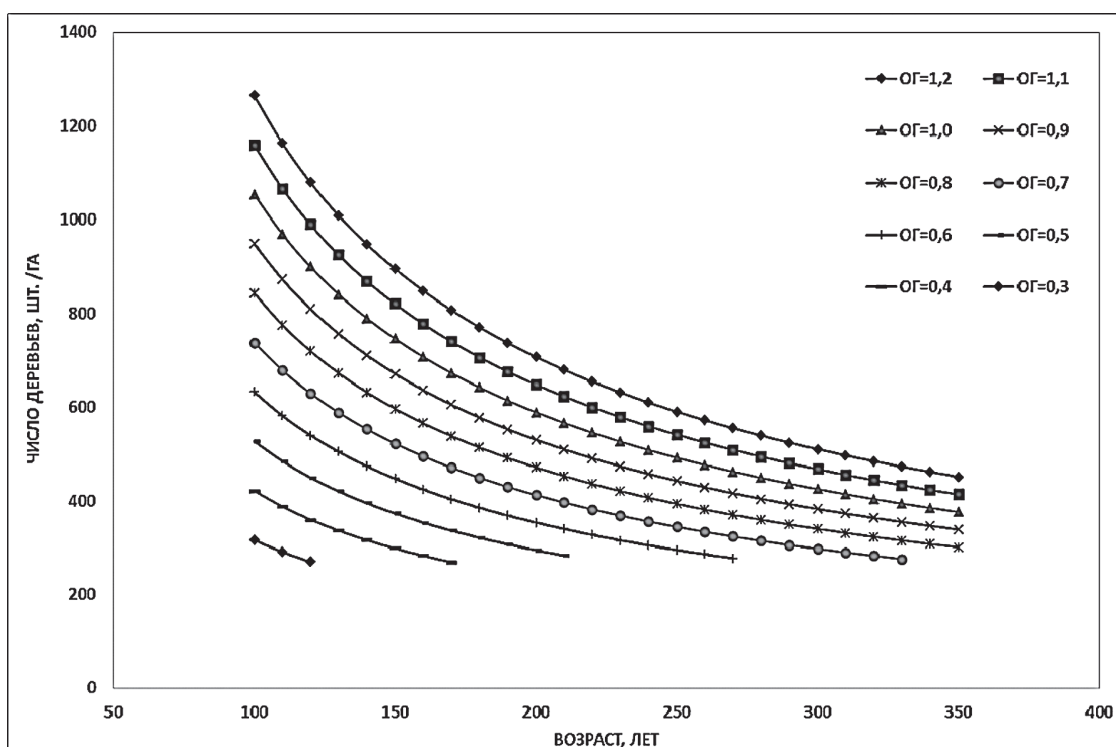


Рис. 2. Самоизреживание с возрастом числа деревьев в чистых древостоях разной густоты, продуктивность –  $H_{100} = 25$  м, при полноте 1,0 в диапазоне 100–350 лет

Fig. 2. Self-thinning with age the number of trees in pure stands of varying density, productivity –  $H_{100} = 25$  m, at a density of 1.0 in the range of 100–350 years

висимостей и более обоснованно решать сложные вопросы, характеризующие рост, строение и товарную структуру древостоев разных уровней продуктивности, полноты и густоты.

Был предложен принципиально новый подход к созданию многомерных таксационных нормативов, учитывающих типологическую основу. В перспективе есть возможность создания информационно-справочной системы лесоводственно-таксационных нормативов, содержащих разностороннюю и достоверную информацию о древесных ресурсах во всем многообразии древостоев, произрастающих в различных лесорастительных условиях.

Методика получила широкое признание и находит практическое внедрение применительно к отдельным лесорастительным районам и регионам [9, 10].

Важнейшим научно обоснованным направлением в методике по определению возрастных изменений таксационных показателей древостоев является рассмотрение этих показателей не только с учетом разных уровней относительной **полноты**, но и **густоты**. Рекомендуется подразделять древостои по уровням относительной густоты, что позволит учитывать особенности формирования и строения древостоев, сбег и формы стволов в древостоях разных уровней относительной густоты и полноты.

Предлагаемая новая методика, учитывающая густоту древостоев, была применена для разработки таксационных нормативов, отражающих возрастную динамику изменения роста и формирования естественных кедровых древостоев Западной Сибири на примере Омской области.

Исходными данными для разработки послужили сведения из научно-технических литературных источников о кедровых древостоях, формирующихся в естественных условиях произрастания, а также материалы пробных площадей и массовые данные натурной таксации кедровников разных типов леса и продуктивности.

Полученные по соответствующим математическим моделям возрастные изменения таксационных показателей могут быть сведены в таблицы, аналогичные таблицам хода роста.

Входом в таблицы могут послужить: порода, состав, уровень продуктивности (с распределением древостоев по значениям средних высот в 100-летнем возрасте через 1 м от 10 до 25 м), относительная полнота (от 1,0 до 0,3), и относительная густота (от 0,3 до 1,2).

С учетом разных уровней относительной густоты, в возрастном диапазоне от 20 лет до 350 лет, возможно установление взаимосвязанных основных таксационных показателей древостоев, которые можно использовать в качестве нормативов для текущей и прогностической актуализации, а также проектирования интенсивности и повторяемости рубок ухода.

В качестве примера учета влияния густоты древостоев на рис. 1 и 2 представлена графическая интерпретация динамики возрастного изменения числа деревьев в зависимости от разных уровней относительной густоты (ОГ) для кедровых древостоев с полнотой 1,0, отнесенных по продуктивности к  $H_{100} = 25$  м.

### Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация. Учебник для вузов. 6-е издание / Н.П. Анучин. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 552 с.
2. Анучин, Н.П. Густота насаждений и ее определение / Н.П. Анучин // Лесное хозяйство, 1983. – № 8. – С. 42–45.
3. Воропанов, П.В. Метод расчета общей производительности насаждений при составлении таблиц хода роста / П.В. Воропанов – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 87 с.
4. Загребев, В.В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загребев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко и др. – М.: Колос, 1992. – 492 с.
5. Макаренко, А.А. Строение древостоев / А.А. Макаренко – Алма-Ата: Кайнар, 1982. – 70 с.
6. Разин, Г.С. О методе составления таблиц хода роста и определения оптимальной густоты насаждений при составлении таблиц хода роста / Г.С. Разин // Лесное хозяйство, 1966. – № 1. – С. 41–45.
7. Швиденко, А.З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии. / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон и др. // Нормативно-справочные материалы. – М., 2008. – 886 с.
8. Черных, Д.В. Продуктивность и товарная структура лесных культур дуба черешчатого Нижнего Поволжья. / Д.В. Черных: дисс. ... канд. с.-х. наук. – Йошкар-Ола, 2014. – 23 с.
9. Хлюстов, В.К. Ход роста и товарная продуктивность сосновых древостоев центрального лесотаксационного района Российской Федерации / В.К. Хлюстов, М.М. Устинов // Лесотаксационный справочник. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 95 с.
10. Хлюстов, В.К. Многомерные закономерности текущей актуализации таксационных показателей древостоев. / В.К. Хлюстов, М.М. Устинов, Д.В. Хлюстов // Лесотаксационный справочник. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 141 с.

THE ROLE OF COMPLETENESS AND DENSITY IN NATURAL FOREST STANDS

Khlyustov V.K., Prof. TAA, Dr. Sci. (Agricultural)<sup>(1)</sup>, Zavarzin V.V., Prof. MSFU, Ph.D. (Agricultural)<sup>(2)</sup>

vitakhlustov@mail.ru, zavarzin@mgul.ac.ru

<sup>(1)</sup>Russian State Agrarian University–Moscow Agricultural Academy Timiryazev (TAA), Timiryazevskaya st., 49, 127550, Moscow, Russia

<sup>(2)</sup>Moscow State Forest University (MSFU), 1st Institutskaya st., 1, 141005, Mytishchi, Moscow reg., Russia

The issues of optimization of forestry, forest management and forest inventory are directly related to the presence of the suitable forest taxation standards for different forest taxation districts. In different periods many published tables of growth have been presented, which, because of the deficiencies existing, are of limited use. The technique developed at the Department of Forestry of the Moscow Agricultural Academy under the guidance of Professor Victor Khlyustov allows to organize the data on the basis of the developed forestry models and multidimensional factors, to deal with complex issues that characterize the growth and structure of forest stands of different levels of productivity, completeness and density more reasonably. The need to consider the impact of canopy cover, density and completeness on the processes of growth, development and, ultimately, the productivity of plantations, has been pointed out by many researchers, who considered the density to be a major factor of growth and development. Based on the developed models that take into account the multidimensional dependencies it has been scientifically shown the obtaining of variant indicators of forest indices characterizing the possible variety of age-related development and the formation of stone pine stands. We propose to research growth and age formation of stands, taking into account not only their species composition, productivity, relative completeness, but also the relative density. In the age range from 20 to 350 years the main characteristic parameters of forests can be established, which can be used as standards for the current and forecast updating, as well as the design of the intensity and frequency of thinning, taking into account the different levels of relative density.

Keywords: tables of growth, the relative completeness, of the relative density

References

1. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya* [Forest inventory]. Moscow: VNIILM, 2004. 552 p.
2. Anuchin N.P. *Gustota nasazhdeniy i ee opredelenie* [Density of plants and its definition]. Forestry, 1983. № 8. pp. 42–45.
3. Voropanov P.V. *Metod rascheta obshchey proizvoditel'nosti nasazhdeniy pri sostavlenii tablits khoda rosta* [Method of calculating the overall performance of plantations in the preparation of tables of growth]. Moscow: Forest Industry, 1966. 87 p.
4. Zagreev V.V., Sukhikh V.I., Shvidenko A.Z. *Obshchesoyuznye normativy dlya taksatsii lesov* [Union-wide standards for forest inventory]. Moscow: Kolos, 1992. 492 p.
5. Makarenko A.A. *Stroenie drevostoev* [The structure stands]. Alma-Ata: Kainar, 1982. 70 p.
6. Razin G.S. *O metode sostavleniya tablits khoda rosta i opredeleniya optimal'noy gustoty nasazhdeniy pri sostavlenii tablits khoda rosta* [On the method of compiling tables of growth and determine the optimum planting density in the preparation of tables of growth]. Moscow: Forestry, 1966. № 1. pp. 41–45.
7. Shvidenko A.Z., Shchepashchenko D.G., Nil'sson S. *Tablitsy i modeli khoda rosta i produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesoobrazuyushchikh porod Severnoy Evrazii* [Tables and model the course of growth and productivity of plantations main tree species of northern Eurasia]. Regulatory and reference materials. Moscow, 2008. 886 p.
8. Chernykh D.V. *Produktivnost' i tovarnaya struktura lesnykh kul'tur duba chereshchatogo Nizhnego Povolzh'ya* [Productivity and commodity structure of forest cultures of English oak Lower Volga region] Abstract of the thesis for the degree of candidate of agricultural sciences. Yoshkar-Ola, 2014. 23 p.
9. Khlyustov V.K., Ustinov M.M. *Khod rosta i tovarnaya produktivnost' sosnovykh drevostoev tsentral'nogo lesotaksatsionnogo rayona Rossiyskoy Federatsii* [The course of growth and productivity of commodity pine stands of the central region of the Russian Federation forest taxation] Forest inventory directory. Moscow, RGAU–MA, 2013. 95 p.
10. Khlyustov V.K., Ustinov M.M., Khlyustov D.V. *Mnogomernye zakonomernosti tekushchey aktualizatsii taksatsionnykh pokazateley drevostoev* [Multidimensional updating current patterns of forest indices stands]. Forest inventory directory. Moscow, RGAU–MA, 2013. 141 p.