

УДК 630*187+630*55:630*81

**КРИТЕРИИ И ИНДИКАТОРЫ РОСТА,
ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ
ПРИ ИХ ИНТЕНСИВНОМ ВЫРАЩИВАНИИ***

© *И.И. Степаненко, д-р с.-х. наук, доц., зам. начальника отдела развития лесного комплекса и реализации проектов и программ*

Комитет лесного хозяйства Московской области, б-р Строителей, д. 1, г. Красногорск, Московская обл., Россия, 143407; e-mail: moslescomsi@mail.ru

Важной задачей лесной науки и практики является разработка и использование новых подходов, методов критериев и индикаторов в лесном хозяйстве, управлении лесами при интенсивном выращивании лесных насаждений. Цель работы – исследование влияния природных факторов (тип леса, возраст древостоев) и интенсивного метода выращивания леса с внесением удобрений на макроструктуру древесины сосны для целевого выращивания сосновых насаждений определенного строения и качества и обоснование целесообразности применения показателей макроструктуры древесины для характеристики индикатора – качества древесины при интенсивном ведении лесного хозяйства. Исследования проводили в подзоне южной тайги (Костромская, Нижегородская области) в удобренных и контрольных (неудобренных) сосняках разных типов леса: брусничном, лишайниковом, черничном, долгомошном. Удобрения вносили в два приема. В сосняках брусничных и лишайниковых изучали спелые древостои (90...100 лет), в долгомошных – приспевающие древостои (70 лет). В первый прием (1982 г.) применяли азотные, фосфорные, калийные и смешанные удобрения в дозах 100, 150, 200 кг/га действующего вещества, во второй прием (1987 г.) – азотные удобрения в дозе 150 кг/га на части опытных участков. В исследованиях и при обработке экспериментальных данных использовали стандартные методики. Показаны основные критерии и индикаторы устойчивого управления лесами и лесопользования, применяемые для характеристики древостоев при интенсивном выращивании леса, особое внимание уделено качеству древесины по показателям макроструктуры древесины. Установлена зависимость показателей макроструктуры древесины сосны от типа леса, возраста древостоя по этапам онтогенеза и интенсивного метода выращивания леса с внесением удобрений. Исследования показали, что в естественных сосняках преобладающих типов леса подзоны южной тайги формируется древесина высокого качества с оптимальными показателями микроструктуры для получения деловой древесины, в том числе пиловочника. В сосняках брусничных, черничных, лишайниковых азотные и смешанные удобрения значительно изменяют показатели макроструктуры древесины сосны (ширину годичных слоев увеличивают в 1,3–2,2 раза, процент поздней древесины – на 9,6...30,7, число годичных слоев снижают в 1,2–2,2 раза), способствуют формированию менее равномерных годичных слоев по сравнению с контрольными (неудобренными) древостоями. Для оценки качества древесины предложено использовать классы качества по комплексному показателю, включающему основные элементы макроструктуры древесины: ширину годичных слоев, процент поздней древесины, число годичных слоев в 1 см.

*Работа продолжает дело выдающегося русского лесоведа И.С. Мелехова и посвящена его памяти.

Результаты исследований могут быть применены в практике лесного хозяйства и лесной промышленности при оценке строения и качества древесины сосны, получаемой в результате интенсивного лесовыращивания, для ее сортировки и сертификации, а также в лесном планировании и управлении лесами.

Ключевые слова: критерии, индикаторы, интенсивное выращивание леса, минеральные удобрения, качество древесины, макроструктура древесины, онтогенез, возраст древостоев, типы леса.

Важной задачей лесной науки и практики является разработка и использование новых подходов, методов подбора критериев и индикаторов в лесном хозяйстве, управлении лесами при интенсивном выращивании лесных насаждений. Выдающийся русский лесовод-энциклопедист И.С. Мелехов внес существенный вклад в развитие лесного хозяйства, в том числе в разработку и использование новых подходов, методов, критериев и индикаторов в лесоведении, лесоводстве, управлении лесами, древесиноведении и других лесных дисциплинах [3–5]. Его разработки способствовали динамичному развитию лесного комплекса России. Идеи И.С. Мелехова широко применяются в настоящее время в лесном планировании и устойчивом управлении лесами и продолжают воплощаться в жизнь его учениками и последователями [2, 6–8].

Устойчивое управление лесами – это целенаправленное, долговременное, экономически выгодное взаимоотношение человека и лесных экосистем [2]. Критерии сохранения и устойчивого управления лесами – стратегические направления практической деятельности для осуществления принятых принципов. Они реализуются на уровне практического ведения лесного хозяйства и могут контролироваться по соответствующим индикаторам – количественным и описательным характеристикам критериев устойчивого управления лесами. Совокупность индикаторов позволят оценивать направление изменений в управлении лесами, соответствующих конкретному критерию [2].

Применение интенсивных методов выращивания леса с внесением минеральных удобрений вызывает значительные изменения в параметрах роста растений, их устойчивости и продуктивности. В зависимости от направлений применения минеральных удобрений и этапов возобновления и формирования леса используют различные критерии и индикаторы. При внесении удобрений для повышения урожайности семян на постоянных лесосеменных участках (ПЛСУ) и плантациях (ЛСП) на этапе получения лесосеменного сырья критерием является наличие кондиционных семян с хорошими наследственными характеристиками, соответствующими классу качества, и индикаторами – масса, размер, всхожесть семян и др. показатели. Для улучшения минерального питания, роста сеянцев и саженцев в питомнике на этапе получения посадочного материала критерием является стандартный посадочный материал, индикаторами – количество саженцев и сеянцев с 1 погонного метра, их размеры, фитомасса, охвоение, развитие корневой системы. Для улучшения минерального питания, ростовых процессов, продуктивности лесных

культур, плантаций на этапах индивидуального и интенсивного роста, формирования молодняков, средневозрастных, приспевающих древостоев в качестве главного критерия используют древостой, в качестве индикаторов – параметрические показатели его продуктивности и роста в высоту, по диаметру, запасу; комплексный показатель – бонитет (по возрасту, высоте и происхождению). Для содействия естественному предварительному возобновлению под пологом древостоев на этапе сформировавшегося типа леса, последующему возобновлению на этапах, предшествующих образованию леса, критерием является подрост, параметрами – его количество, встречаемость, качество. Главными критериями устойчивости лесных насаждений к неблагоприятным природным и антропогенным воздействиям принято считать древостой, лесное насаждение и его структуру, индикаторами для древостоя – параметрические показатели его продуктивности и роста в высоту, по диаметру, запасу, макроструктура древесины; индикаторами для лесного насаждения (помимо перечисленных) – ярусность, состав, разновозрастность, биоразнообразие видов биогеоценоза.

В лесоводстве, кроме перечисленных выше критериев и индикаторов продуктивности и роста древостоев, при целевом выращивании насаждений на пиловочные сортименты и балансы (для целлюлозно-бумажного производства) также используется индикатор – качество древесины. В соответствии со стандартом ИСО 8402 [1] качество – это совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

В России И.С. Мелехов впервые в начале 30-х гг. прошлого столетия [3–5] сформулировал и поставил задачу выращивания леса для получения древесины с заданным строением, качеством и свойствами, определения и создания для этого оптимальных (в том числе почвенных и климатических) условий. Но практическое применение эта идея получила только в 60-е гг. прошлого столетия. В настоящее время она воплощена в ведущих лесных странах. В Финляндии, Швеции, США и Канаде в 80-х гг. прошлого столетия были разработаны и стали использоваться в практике лесного хозяйства целевые программы по выращиванию леса и лесных плантаций с определенными товарной структурой, строением, качеством и свойствами древесины [10–18]. В связи с возрастанием потребления древесины, получаемой в результате интенсивного лесовыращивания, прежде всего с применением минеральных удобрений, актуально стало целевое выращивание древесины высокого качества с заданными строением и свойствами.

Наши исследования влияния лесоводственных факторов и интенсивных методов выращивания леса с внесением удобрений проводились в сосняках преобладающих типов леса подзоны южной тайги (Костромская, Нижегородская области): брусничном, лишайниковом, черничном, долгомошном. Для сосняков брусничного и черничного характерны соответственно свежие (B_2) и влажные (B_3) условия произрастания, для лишайникового – сухие ($A_1 - B_1$),

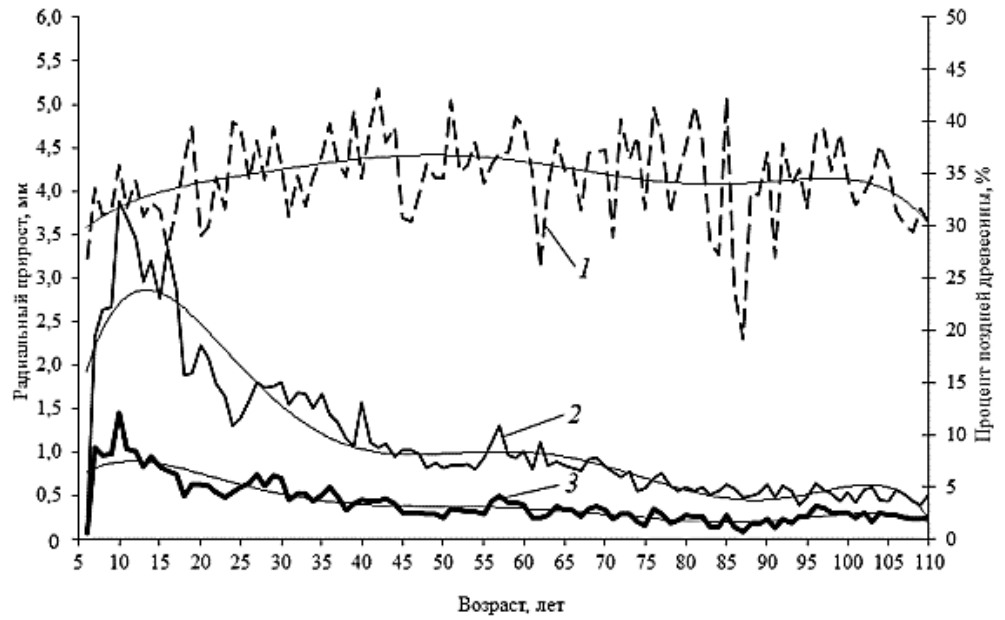
дерново-средне- и слабоподзолистые песчаные и супесчаные почвы, для долгомошного – сырые условия произрастания (В₄), глеевые слабо дренированные песчаные почвы. Изучаемые древостои имели следующие таксационные показатели: сосняк брусничный – состав древостоя 10С, возраст 100 лет, класс бонитета II, средняя высота 26 м, средний диаметр 32 см, полнота 0,7, запас 370 м³; сосняк лишайниковый – соответственно 9С + Б, 105 лет, II класс бонитета, 25 м, 30 см, полнота 0,7, 330 м³; сосняк черничный – 10С, 100 лет, II класс бонитета, 27 м, 31 см, полнота 0,9, 420 м³; сосняк долгомошный – 8С2Б + Е, 90 лет, III класс бонитета, 24 м, 26 см, полнота 0,7, 240 м³.

Удобрения вносили в лесные насаждения в два приема: в первый прием (1982 г.) применяли азотные (N), фосфорные (P), калийные (K) и смешанные (NPK) удобрения в дозах 100, 150, 200 действующего вещества (д.в.) кг на 1 га; во второй прием (1987 г.) – азотные удобрения (N) в дозе 150 кг д.в./га на опытные участки: N100, N150, (NPK)150, P150, K150.

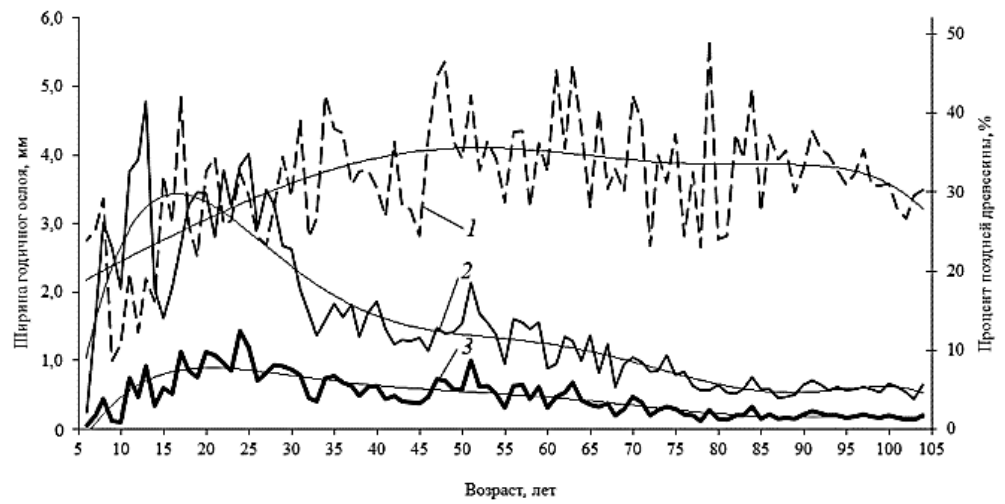
Изучение динамики признаков макроструктуры древесины (радиальный прирост, или ширина годичного слоя (ШГС), ширина ранней (ШРД) и поздней (ШПД) древесины, процент поздней древесины, число годичных слоев в 1 см) за период жизни древостоев выполнено для каждого типа леса на 25...30 образцах древесины сосны, взятых у шейки корня.

Исследования формирования древесины сосны в преобладающих типах леса подзоны южной тайги проведены в онтогенезе – индивидуальном развитии за весь период жизни древостоев. Различия в строении последовательно откладываемых камбием годичных колец, начиная от сердцевины, отражает изменение признаков макро- и микроструктуры древесины в онтогенезе растений [9]. Влияние типов леса на показатели макроструктуры древесины сосны в динамике возраста представлено на рис. 1.

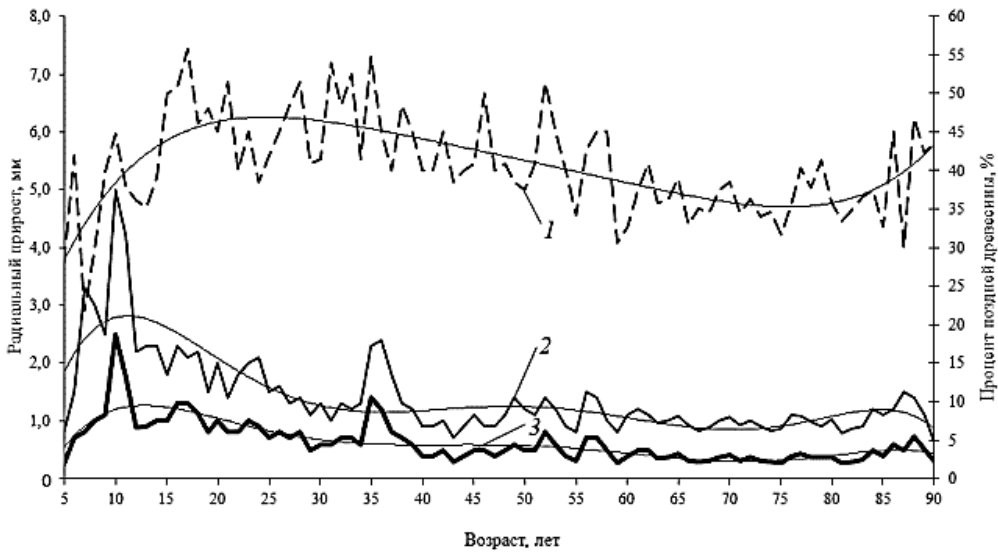
Результаты исследований показали, что в зависимости от типа леса и возраста древостоев происходят различные изменения в строении древесины. В изучаемых сосняках 1-й этап ювенильной древесины продолжается 5...8 лет. Когда древесина обретает типичные черты, следует 2-й этап – молодой древесины, характеризующейся формированием размеров ее элементов. Он отличается своей продолжительностью в зависимости от типа леса. В начале этого этапа (с 6 лет) происходит увеличение ШГС, ШРД и ШПД, которое в сосняке брусничном длится до 13, лишайниковом – 16, черничном – 11...12, долгомошном – 10 лет. За периодом подъема ШГС следует более длительный этап уменьшения и стабилизации этого показателя, в сосняке черничном он продолжается до 30, брусничном – 40, лишайниковом – 45, долгомошном – 50 лет. 3-й этап зрелой дефинитивной древесины наиболее продолжительный по сравнению с другими этапами онтогенеза. В зависимости от типа леса он начинается с 30...50 лет после стабилизации ШГС и процента поздней древесины с последующим их снижением до 110 лет (наибольший возраст изучаемых сосняков).



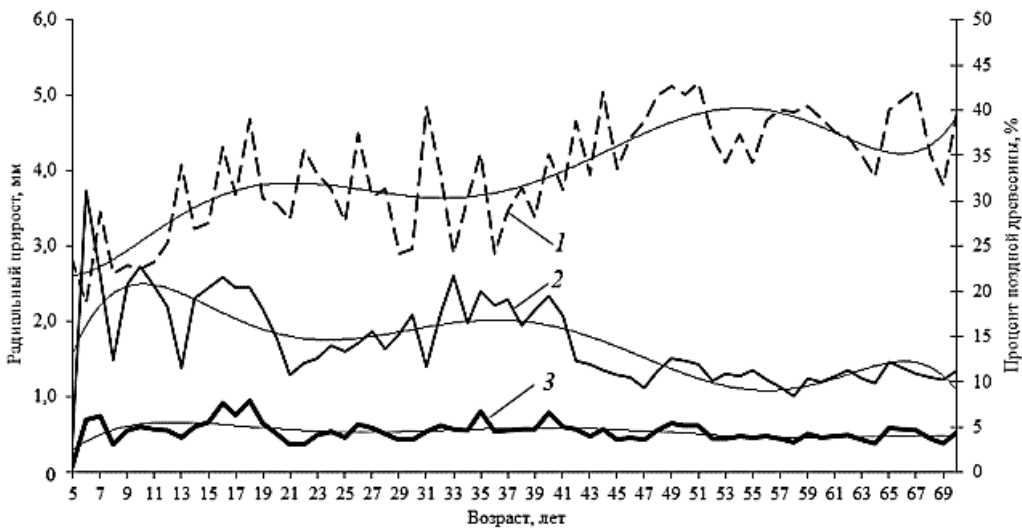
a



б



б



г

Рис. 1. Формирование древесины сосны (фактические данные и тренды) за период жизни в сосняках приобладающих типов леса подзоны южной тайги: а – сосняк брусничный, б – лишайниковый, в – черничный, г – долгомошный; 1 – ШГС и его тренд; 2 – ШПД и его тренд; 3 – процент поздней древесины и его тренд

С наступлением 3-го этапа происходит дальнейшая редукция годичного слоя, связанная с уменьшением ШГС и увеличением (до 50...55 лет), а затем снижением процента поздней древесины. На этом этапе показатели макроструктуры во всех изучаемых типах леса имеют оптимальные значения, максимальные из них – в сосняке черничном, произрастающем в наиболее благоприятных лесорастительных условиях.

В результате исследований установлено, что в сосняках преобладающих типов леса подзоны южной тайги формируется древесина высокого качества с оптимальными показателями микроструктуры для получения деловой древесины, в том числе пиловочника.

Применение минеральных удобрений в приспевающих и спелых сосняках брусничных, черничных и лишайниковых вызывает значительные изменения в макроструктуре древесины сосны. Наиболее эффективны азотные и смешанные удобрения в дозах 150 и 200 кг/га. Они увеличивают ширину годичных слоев в 1,3–2,2 раза, процент поздней древесины – на 9,6...30,7, снижают число годичных слоев в 1,2–2,2 раза, формируют менее равномерные годичные слои по сравнению с контрольными (неудобренными) древостоями [6–8]. Влияние удобрений на показатели макроструктуры древесины сосны в динамике показано на примере однократного (рис. 2) и повторного (рис. 3) внесения азотных удобрений в сосняках брусничных.

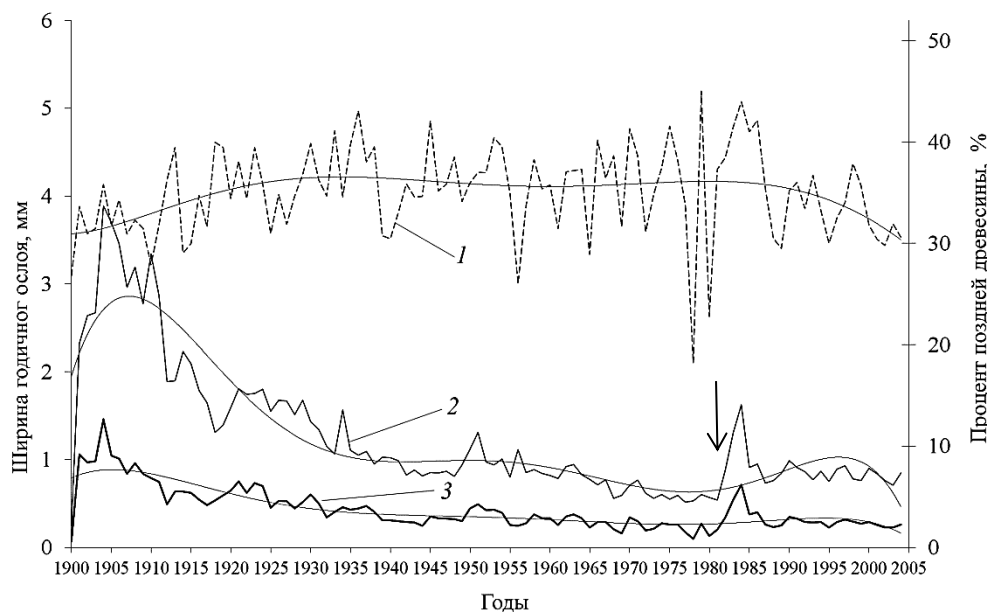


Рис. 2. Формирование древесины сосны (фактические данные и тренды) в опытах с однократным внесением удобрений (N200) в сосняке брусничном: 1 – ШГС и его тренд; 2 – ШПД и его тренд; 3 – процент поздней древесины и его тренд (1982 г. – год внесения удобрений)

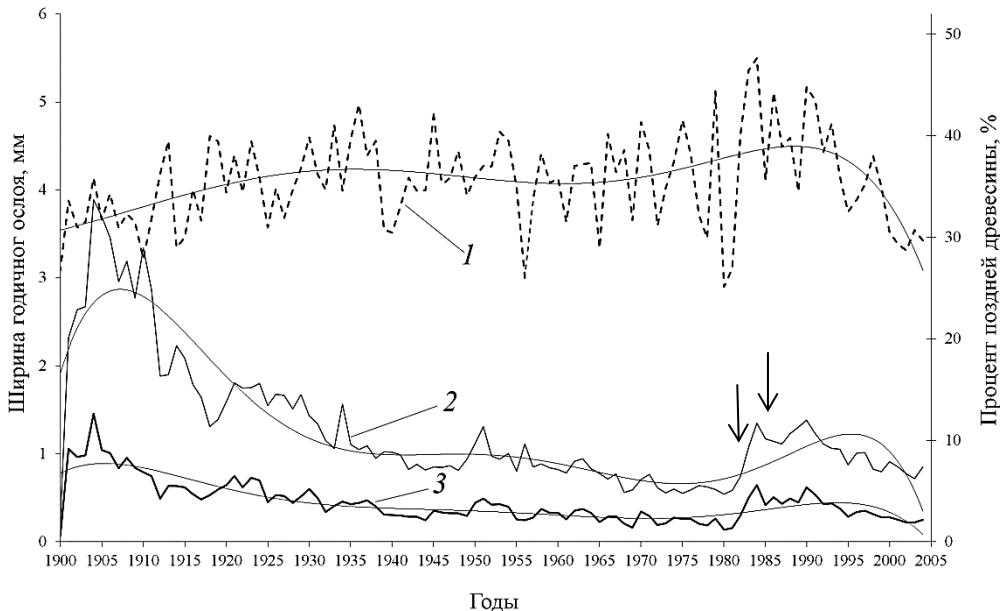


Рис. 3. Формирование древесины сосны (фактические данные и тренды) в опытах с повторным внесением удобрений (N150 + N150) в сосняке брусничном: 1 – ШГС и его тренд; 2 – ШПД и его тренд; 3 – процент поздней древесины и его тренд (1982 и 1987 гг. – годы внесения удобрений)

Поэтому для оценки строения и качества древесины в лесных насаждениях необходимо использовать комплексный индикатор – качество древесины, включающий показатели макро- (ширина годичных слоев, ШПД, число годичных слоев в 1 см) и микроструктуры древесины (диаметр, толщина стенок, длина трахеид), физические (плотность, усушка и др.), механические (прочность при сжатии, растяжении, статистическом изгибе и др.) свойства древесины, наличие пороков (сучки, трещины, пороки формы ствола и строения древесины и др.). Для характеристики качества древесины сосны наиболее удобными в применении и легко определяемыми являются показатели макроструктуры древесины, поэтому они и были предложены нами для использования.

В зависимости от изменений в макроструктуре годичных слоев рекомендовано выделять три класса индикатора качества древесины:

1 класс (высокое качество) – ШГС – 0,5...1,5 мм; процент поздней древесины – 30...40 и более; число годичных слоев в 1 см – 7...20 шт./см;

2 класс (среднее) – ШГС – 1,5...3,5 мм; процент поздней древесины – 20...35 и более; число годичных слоев в 1 см – 3...7 шт./см;

3 класс (низкое) – ШГС – более 3,5 мм; процент поздней древесины – 25 и менее; число годичных слоев в 1 см – менее 3 шт./см.

Предлагаемые классы качества древесины по комплексному показателю ее макроструктуры могут найти применение в практике лесного хозяйства и лесной промышленности при оценке строения и качества древесины сосны, получаемой в результате интенсивного лесовыращивания, для ее сортировки и сертификации, а также в лесном планировании и управлении лесами как качественный показатель в целевых государственных программах и нормативных документах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ИСО 9000 – НСО 8402. Управление качеством продукции. М.: Изд-во стандартов, 1988. 96 с.
2. Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами Российской Федерации. М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1998. 7 с.
3. Мелехов И.С. О качестве северной сосны. Архангельск: Севгиз, 1932. 20 с.
4. Мелехов И.С. Лесоведение: учеб. для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 406 с.
5. Мелехов И.С. Лесоводство: учеб. для вузов. М.: Госагропромиздат, 1989. 302 с.
6. Степаненко И.И. Влияние удобрений на анатомическое строение древесины сосны в разных типах леса // Лесн. журн. 2000. № 4. С. 126–134. (Изв. высш. учеб. заведений).
7. Степаненко И.И. Повышение продуктивности сосновых насаждений в результате внесения минеральных удобрений // Лесн. журн. 2005. № 4. С. 61–69. (Изв. высш. учеб. заведений).
8. Степаненко И.И. Интенсификация целевого выращивания сосновых насаждений в южно-таежном лесном районе таежной зоны европейской части России: дис. ...д-ра с.-х. наук. Архангельск, 2010. 295 с.
9. Чавчавадзе Е.С. Древесина хвойных: морфологические особенности, диагностическое значение. Л.: Наука, 1979. 190 с.
10. Cabbage F.W., Siry J.P. Certification of fast-grown pine plantations in the U.S. South: Environmental benefits and economic sustainability // XXII IUFRO World Congress: abstracts. Brisbane, Australia, 2005. P. 201.
11. Guo J., Wang J.R. Height growth and growth intercepts for estimating site quality for young jack pine plantations in Northern Ontario // XXII IUFRO World Congress: abstracts. Brisbane, Australia, 2005. P. 368.
12. Harding K.J., Copley T.R., Toon P.G. Potential gains in wood quality from matching taxa to sites: The Queensland pine plantation experience // XXII IUFRO World Congress: abstracts. Brisbane, Australia, 2005. P. 171.
13. Kee Seng G., Lim S.C. Sound absorption coefficient of plantation timber – Acacia mangium and rubberwood // XXII IUFRO World Congress: abstracts. Brisbane, Australia, 2005. P. 32.
14. Raymond C.A., Munen A. Effect of fertilizer on wood properties of Eucalyptus globules // Canad.J. Forest. Res. 2000. Vol. 30, N 1. P. 136–144.
15. Tesch S.D., Filip G.M., Fitzgerald S.A. Silvicultural treatments for enhancing tree value, vigor and growth in 70 to 120-year old stands dominated by noble fir on the Warm Springs Indian Reservation: A synthesis of the literature. Oreg., 1994. 21 p.

16. Valinger E. Effect of thinning and nitrogen fertilization on growth of Scots pine trees: total annual biomass increment, needle efficiency, and aboveground allocation of biomass increment // *Canad. J. Forest Res.* 1993. Vol. 23, N 28. P. 1639–1644.

17. Westfall J.A., Burkhart H.E., Allen H.L. Young stand modeling for intensively-managed loblolly pine plantations in Southeastern U.S. // *Forest. Sc.* 2004. Vol. 50, N 6. P. 823–835.

18. Zhang S. Breeding for quality wood production: Challenges and opportunities // XXII IUFRO World Congress: abstracts. Brisbane, Australia, 2005. P. 157.

Поступила 11.12.13

UDC 630*187+630*55:630*81

Criteria and Indicators of Growth, Productivity of Forest Stands Under Their Intensive Cultivation

I.I. Stepanenko, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Alternate Director of Branch of Forest Complex Development and Program Realization

Moscow region Forestry (State) Committee, Boulevard Stroiteley, 1, Krasnogorsk, Moscow region, 143407, Russia; e-mail: moslescomsi@mail.ru

An important task of forest science and practice is the development and use of new approaches, methods, criteria and indicators in forestry, forest management under intensive cultivation of forest stands. The purpose was to study the influence of environmental factors, such as forest types, forest stands age and intensive method of growing forest fertilization on pine wood macrostructure for pine stands growing target specific structure and quality, and the rationale for the use of indicators to characterize the wood macrostructure indicator - quality wood in intensive forestry. This work continues the cause of Ivan Stepanovich Melehov - an outstanding Russian forester and dedicated to his memory. The studies were conducted in the southern taiga subzone (Kostroma, Nizhny Novgorod region) in fertilized and control (unfertilized) pine forests of different types: cowberry (*Pinetum vacciniosum*), bilberry (*Pinetum myrtillosum*), lichen (*Pinetum cladinosum*), long-moss (*Pinetum polytrichosum*). The mature stands (90-100 years) were studied in *Pinetum vacciniosum*, *Pinetum myrtillosum* and *Pinetum cladinosum*, maturing stands (70 years) - *Pinetum polytrichosum*. The fertilizers were applied in two steps. In the 1-st receiving (1982) were applied nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), mixed (NPK) fertilizer in doses of 100, 150, 200 kg /hectare of active ingredient (a.i.) in the 2-nd receiving (1987) - nitrogen fertilizer (N) at 150 kg /hectare a.i. on experimental plots: N100, N150, (NPK) 150, P150, K150. In the research and analysis of the experimental data were used standard techniques. The article shows the main criteria and indicators for sustainable forest management and forest management used to characterize the stands under intensive cultivation of forests, special attention is given to the indicator – wood quality in parameters of macrostructure wood. The dependence of the performance of the macrostructure pine forest type, stand age in stages of ontogeny and intensive cultivation methods forest fertilization is established. Studies have shown that in natural pine of forest types prevailing southern taiga subzone formed high quality wood with optimal parameters of microstructure for industrial wood, including logs. In the pine forests of *Pinetum vacciniosum*, *Pinetum myrtillosum*, *Pinetum cladinosum* is the most effective nitrogen and mixed fertilizers. They significantly change performance of the wood macro-

structure: increase the width of annual layers in the 1.3...2.2 times, latewood percent – 9.6...30.7%, reduce the amount of annual layers in 1,2...2,2 times, promotes less uniform annual rings on compared with control (unfertilized) stands. The studies found that the intensive cultivation of pine stands with fertilizer for industrial wood, including logs, you must take into account the indicator - the quality of the wood. Based on the results of studies to assess the quality of the wood is proposed to use quality classes on a complex metric that includes the basic elements of the macrostructure of wood: the width of annual rings, the latewood percent, the amount of annual rings in 1 cm. The obtained results can be used in the practice of forestry and forest industry at evaluation of the structure and quality pine wood, obtained by intensive forest cultivation for its grading and certification, as well as in the forest planning and forest management as a quality indicator in the target state programs and regulations.

Keywords: criteria, indicators, intensive cultivation of forests, fertilizers, quality of wood, wood macrostructure, ontogeny, stand age, forest types.

REFERENCES

1. ISO 9000 – NSO 8402. *Upravlenie kachestvom produkcii* [ISO 9000 – NSO 8402. Quality Management]. Moscow, 1988. 96 p.
2. *Kriterii i indikatory ustoychivogo upravleniya lesami Rossiyskoy Federatsii* [Criteria and Indicators of Sustainable Forest Management of the Russian Federation]. Moscow, 1998. 7 p.
3. Melekhov I.S. *O kachestve severnoy sosny* [About the Quality of Northern Pine]. Arkhangelsk, 1932. 20 p.
4. Melekhov I.S. *Lesovedenie* [Forest Science]. Moscow, 1980. 406 p.
5. Melekhov I.S. *Lesovodstvo* [Forestry]. Moscow, 1989. 302 p.
6. Stepanenko I.I. Vliyanie udobreniy na anatomicheskoe stroenie drevesiny sosny v raznykh tipakh lesa [Effect of Fertilizers on the Anatomical Structure of Pine Wood in Different Forest Types]. *Lesnoy zhurnal*, 2000, no. 4, pp. 126–134.
7. Stepanenko I.I. Povyshenie produktivnosti sosnovykh nasazhdeniy v rezul'tate vneseniya mineral'nykh udobreniy [Increasing Productivity of Pine Stands by Mineral Fertilizers Application]. *Lesnoy zhurnal*, 2005, no. 4, pp. 61–69.
8. Stepanenko I.I. *Intensifikatsiya tselevogo vyrashchivaniya sosnovykh nasazhdeniy v yuzhno-taеzhnom lesnom rayone taеzhnoy zony evropeyskoy chasti Rossii: dis. ...d-ra s.-kh. nauk* [Intensification Target of Growing Pine Plantations in the Southern Taiga Forest Area of the Taiga Zone of the European Part of Russia: Doct.Agric.Sci.Dis]. Arkhangelsk, 2010. 295 p.
9. Chavchavadze E.S. *Drevesina khvoynykh: morfologicheskie osobennosti, diagnosticheskoe znachenie* [Softwood: Morphological Features, Diagnostic Value]. Leningrad, 1979. 190 p.
10. Cabbage F.W., Siry J.P. Certification of fast-grown pine plantations in the U.S. South: Enironmetal benefits and economic sustainability. *XXII IUFRO World Congress: abstracts*. Brisbane, Australia, 2005. 201 p.
11. Guo J., Wang J. R. Height growth and growth intercepts for estimating site quality for young jack pine plantations in Northern Ontario. *XXII IUFRO World Congress: abstracts*. Brisbane, Australia, 2005. 368 p.

12. Harding K.J., Copley T.R., Toon P.G. Potential gains in wood quality from matching taxa to sites: The Queensland pine plantation experience. *XXII IUFRO World Congress: abstracts*. Brisbane, Australia, 2005. 171 p.

13. Kee Seng G., Lim S.C. Sound absorption coefficient of plantation timber – *Acacia mangium* and rubberwood. *XXII IUFRO World Congress: abstracts*. Brisbane, Australia, 2005. 32 p.

14. Raymond C. A., Munen A. Effect of fertilizer on wood properties of *Eucalyptus globules*. *Canad.J. Forest. Res.*, 2000, vol. 30, no. 1, pp.136–144.

15. Tesch S.D., Filip G.M., Fitzgerald S.A. *Silvicultural treatments for enhancing tree value, vigor and growth in 70 to 120-year old stands dominated by noble fir on the Warm Springs Indian Reservation: A synthesis of the literature*. Oreg., 1994. 21 p.

16. Valinger E. Effect of thinning and nitrogen fertilization on growth of Scots pine trees: total annual biomass increment, needle efficiency, and aboveground allocation of biomass increment. *Canad. J. Forest Res.*, 1993, vol. 23, no. 28, pp. 1639–1644.

17. Westfall J.A., Burkhart H.E., Allen H.L. Young stand modeling for intensively-managed loblolly pine plantations in Southeastern U.S. *Forest. Sc.*, 2004, vol. 50, no. 6, pp. 823–835.

18. Zhang S. Breeding for quality wood production: Challenges and opportunities. *XXII IUFRO World Congress: abstracts*. Brisbane, Australia, 2005. 157 p.

Received on December 11, 2013
