

## ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАКРОСТРОЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ, ВЫРАЩЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ

*В статье приведены результаты многолетних исследований автора о влиянии внесения удобрений в различных концентрациях и составах на качество сосняков искусственного происхождения. Установлены закономерности роста и развития сосновых насаждений, а также срок действия удобрений на растении. Определены оптимальные нормы расхода удобрений для выращивания качественного леса.*

**Ключевые слова:** удобрение, сосна, лесные культуры, азот, фосфор, калий, макроструктура древесины.

А.М. Antonov

## THE WOOD MACROSTRUCTURE VARIABILITY OF THE PINE GROWN WITH THE FERTILIZER USE

*The results of the author's long-term research about the influence of the fertilizer introduction in various concentrations and compositions on the quality of the artificial origin pine forests are given in the article. The regularities of the pine planting growth and development, and the period of the fertilizer impact on the plant are determined. The optimum consumption rates of fertilizers for the qualitative wood cultivation are defined.*

**Key words:** fertilizer, pine, forest cultures, nitrogen, phosphorus, potassium, wood macrostructure.

**Введение.** Объектами применения минеральных удобрений являются естественные и искусственные насаждения, начиная с момента их создания и заканчивая возрастом рубки, лесосеменные участки и плантации, насаждения на осушенных болотах и т.д. Цели использования удобрений разнообразные: повышение приживаемости и сохранности лесных культур, ускорение сроков смыкания их полога, повышение устойчивости насаждения в стадии жердняка, увеличение выхода крупных сортиментов при рубках ухода, повышение общего запаса древесины к возрасту главной рубки, повышение урожая семян у древесных пород на селекционных участках и плантациях. Если соблюдать основные требования (четко поставленную конечную цель, выбор объектов, установление оптимальных доз и сочетание удобрений, технологию внесения минеральных удобрений) при применении минеральных удобрений, можно получить большой лесоводственный (биологический) эффект.

В настоящее время в практике лесного хозяйства минеральные удобрения в основном используют для получения дополнительного прироста древесины в средневозрастных, приспевающих и спелых хвойных насаждениях и стимулирования плодоношения на лесосеменных плантациях и участках. Опыт применения удобрений на этих объектах указывает на лесоводственную и экономическую эффективность, хотя все зависит от ареала произрастания и агротехники создания. Изучение сосняков весьма актуально в современное время, что отражено в работах ряда ученых [Изучение роста ..., 2013], исследования которых показали, что с помощью удобрений можно получить дополнительно 20 м<sup>3</sup>/га и более древесины. Лесоводственный эффект от удобрений усиливается, если подкормку насаждений сочетать с рубками ухода [Серый, Бахвалов, 1979; Клинов, 1981; Шумаков, Федорова, 1970].

Экономическая эффективность не всегда совпадает с лесоводственным (биологическим) эффектом, особенно когда применяют удобрения при посадке лесных культур, а также в первые годы их роста, для повышения приживаемости растений.

Внесение дополнительных питательных веществ в культуры старшего возраста необходимо для улучшения роста и получения дополнительного прироста древесины. Исследования показывают, что в молодняках внесение удобрений одновременно с проведением рубок ухода экономически эффективно. Это мероприятие может увеличить продукцию промежуточного пользования лесом и несколько сократить сроки выращивания крупномерной древесины, что относится также и к средневозрастным насаждениям.

**Цель исследований.** Изучить влияние внесения удобрений на таксационные показатели сосняка искусственного происхождения и на качество древесины через макроструктурные показатели.

**Методика и результаты исследований.** Влияние внесения удобрений на показатели макростроения древесины было исследовано нами на 39-летнем сосняке черничнике на территории Емцовского учебно-

опытного лесхоза (САФУ) на участке «Новая земля». Таксационная характеристика культур и варианты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты исследования 39-летних культур в сосняке черничнике на опытном участке «Новая земля»

№ п/п	Вариант опыта	Дата постановки опыта	Элемент леса	Средние		Класс бонитета	Количество деревьев, шт/га	Запас, м <sup>3</sup> /га
				Д, см	Н, м			
Возраст 15 лет (до закладки опыта в 1982 г.)								
23	100N	28.05.1982	Сосна	2,5±0,03	2,75	IV	6740	-
A	75P	22.06.1983	Сосна	2,4±0,03	2,7	IV	5735	-
Б	100N75P 75K	29.05.1983	Сосна	2,5±0,03	2,7	IV	7564	-
Г	Вырублена вся береза	13.06.1982	Сосна Береза	2,4±0,03 1,3±0,04	2,6 1,8	IV	8350 9150	-
Возраст 19 лет (июнь 1986 г.)								
23	100N	28.05.1982	Сосна Береза	3,7±0,1 2,0±0,04	4,2 3,3	IV	7735 3835	25,6
A	75P	22.06.1983	Сосна Береза	3,2±0,04 1,7±0,03	3,6 2,6	IV	8364 3717	19,6
Б	100N75P 75K	29.05.1983	Сосна Береза	3,3±0,04 2,0±0,05	3,5 3,0	IV	10250 5291	25,3
Г	Вырублена вся береза	13.06.1982	Сосна Береза	3,2±0,04 1,0±0,04	3,3 1,9	IV	9360 426	19,3
Д	Контроль	-	Сосна Береза	3,0±0,05 2,2±0,06	3,3 3,5	IV	7336 6284	13,8
Возраст 25 лет (июнь 1992 г.)								
23	100N	28.05.1982	Сосна Береза	5,8 3,5	6,3 4,3	III	3552 1164	64,7
A	75P	22.06.1983	Сосна Береза	5,7 3,7	6,3 4,5	III	2882 2470	43,2
Б	100N75P 75K	29.05.1983	Сосна Береза	3,9 3,8	4,8 4,5	IV	4708 2083	48,3
Г	Вырублена вся береза	13.06.1982	Сосна Береза	4,9 1,1	5,7 2,3	III	5740 720	63,5
Д	Контроль	-	Сосна Береза	4,5 3,3	5,3 4,2	III	4969 3886	42,1
Возраст 39 лет (июль 2006 г.)								
23	100N	28.05.1982	Сосна Береза	9,1±0,4 5,3±0,4	13,0 8,5	II	2450 1053	120,0
A	75P	22.06.1983	Сосна Береза	8,2±0,2 5,0±0,3	12,5 8,3	III	3150 1457	140,0
Б	100N75P 75K	29.05.1983	Сосна Береза	7,8±0,4 5,2±0,3	12,2 8,4	III	3008 1789	111,0
Г	Вырублена вся береза	13.06.1982	Сосна Береза	7,2±0,4 3,1±0,2	11,8 6,0	III	2675 417	98,0
Д	Контроль	-	Сосна Береза	7,4±0,4 5,2±0,3	12,0 8,4	III	1800 3526	63,0

Данные табл. 1 показывают, что действительно внесение удобрений эффективно сказывается на изменчивости основных таксационных показателей. Отношение текущего диаметра к диаметрам предыдущих лет отражено в табл. 2

Таблица 2

Таблица эффективности действия удобрений, выраженная через отношение текущего диаметра к диаметру предыдущих лет

Пробная площадь (п.п)	Отношение текущего диаметра к диаметру предыдущих лет									
	Диаметр в 1982 г.	Диаметр в 1986 г.	Отношение к 1982 г.	Диаметр в 1992 г.	Отношение к 1982 г.	Отношение к 1986 г.	Диаметр в 2006 г.	Отношение к 1982 г.	Отношение к 1986 г.	Отношение к 1992 г.
23	2,5	3,7	$\frac{1,2}{48}$	5,8	$\frac{3,3}{132}$	$\frac{2,1}{57}$	9,1	$\frac{6,6}{264}$	$\frac{5,4}{146}$	$\frac{3,3}{57}$
23А	2,4	3,2	$\frac{0,8}{33}$	5,7	$\frac{3,3}{132}$	$\frac{2,5}{78}$	8,2	$\frac{5,8}{242}$	$\frac{5,0}{156}$	$\frac{2,5}{44}$
23Б	-	3,3	-	3,9	-	$\frac{0,6}{19}$	7,8	-	$\frac{4,5}{136}$	$\frac{3,9}{100}$
23Г	2,4	3,2	$\frac{0,8}{33}$	4,9	$\frac{2,5}{104}$	$\frac{1,7}{53}$	7,2	$\frac{4,8}{200}$	$\frac{4,0}{125}$	$\frac{2,3}{47}$
23Д	-	3,0	-	4,5	-	$\frac{1,5}{50}$	7,4	-	$\frac{4,4}{147}$	$\frac{2,9}{64}$

Примечание. В числителе – численное значение, в знаменателе – в процентах.

Данные табл. 2 показывают, что на контроле (п.п. 23Д) по отношению к 1982 г. в 1986 г. диаметр сосны увеличился на 1,5 см (50 %), в 1992 г. – на 4,4 см, или 147 %, тогда как на участка с удобрениями эти показатели намного больше. И это действие длится лишь 10 лет, что объясняется сроками действия удобрений. Сроки действия удобрений на ширину годичного слоя приведены на рис. 1–5. Для выявления данной закономерности были построены графики изменчивости ширины годичного слоя по годам по усредненным данным и выровнены методом средней скользящей.

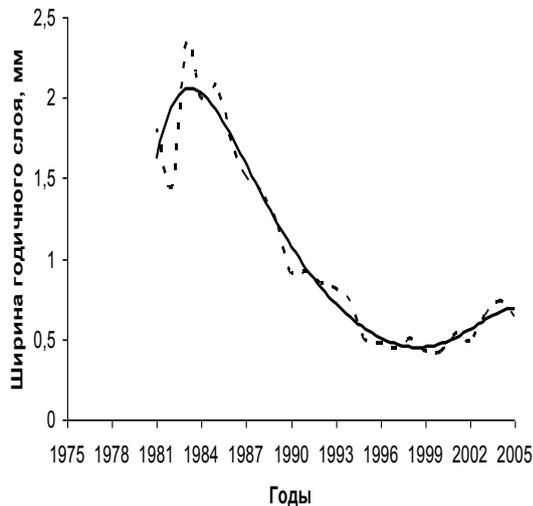


Рис. 1. Влияние внесения удобрения (100 N кг/га д.в.) на ширину годичного слоя (п.п. 23): (---) – изменение ширины годичного слоя по годам; (—) – выровненное изменение ширины годичного слоя методом средней скользящей

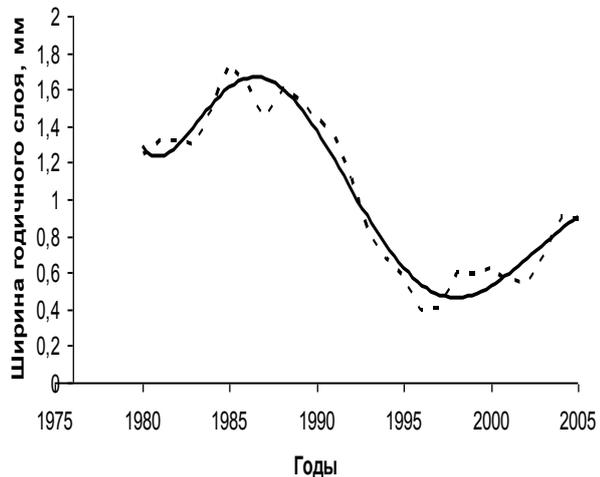


Рис. 2. Влияние внесения удобрения (75 P кг/га д.в.) на ширину годичного слоя (п.п. А): (---) – изменение ширины годичного слоя по годам; (—) – выровненное изменение ширины годичного слоя методом средней скользящей

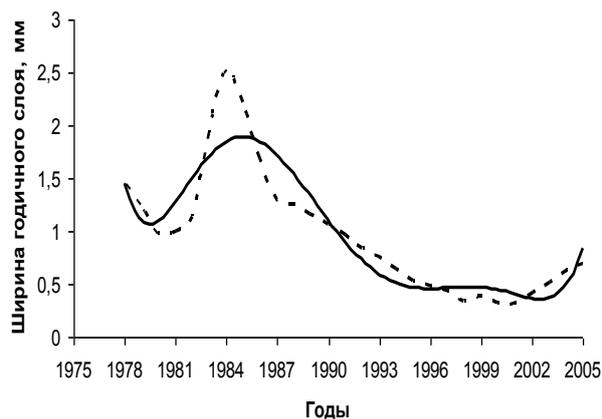


Рис. 3. Влияние внесения удобрения (100 N75P75K кг/га д.в.) на ширину годичного слоя (п.п. Б): (---) – изменение ширины годичного слоя по годам; (\_\_\_) – выровненное изменение ширины годичного слоя методом средней скользящей

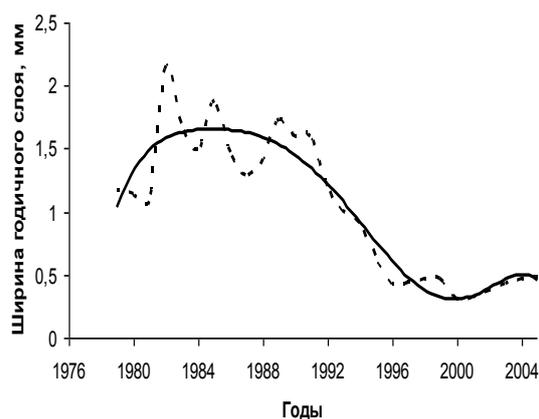


Рис. 4. Влияние лесоводственного ухода (вырублена вся береза) на ширину годичного слоя (п.п. Г): (---) – изменение ширины годичного слоя по годам; (\_\_\_) – выровненное изменение ширины годичного слоя методом средней скользящей

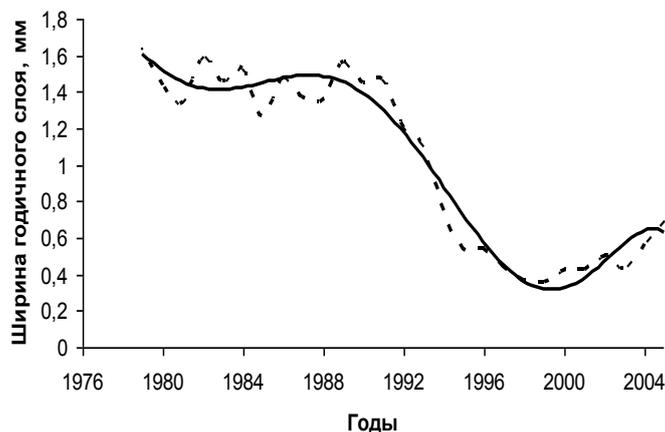


Рис. 5. Изменение ширины годичного слоя на контроле (п.п. Д): (---) – изменение ширины годичного слоя по годам; (\_\_\_) – выровненное изменение ширины годичного слоя методом средней скользящей

Анализируя данные по срокам действия удобрений на ширину годичного кольца, мы можем утверждать, что при внесении удобрений ширина годичного кольца увеличивается, причем действие удобрений начинается уже на следующий год после внесения в 1983 и 1984 гг. и продолжается до 1988–1990 гг., таким образом, действие удобрений длится 5–6 лет (см. рис. 1–3), что подтверждается исследованиями ученых [Серый, Бахвалов, 1979; Победов, Лебедев, Булавин 1980]. Влияние лесоводственного ухода (вырубка всей березы на участке) начинает действовать в этот же год и длится 2–3 года (см. рис. 4.), тогда как на контроле (рис. 5.) ширина годичного кольца на протяжении всех этих лет остается практически постоянной, а с 1992 по 1993 г. на всех участках опыта происходит снижение ширины годичного слоя, что может быть обусловлено возрастными изменениями.

По поводу изменения макроскопических показателей древесины на фоне контроля (табл. 3) можно отметить, что проведение лесоводственных уходов (вырубка всей березы) и внесение минеральных удобрений с различными нормами по действующему веществу повлекло за собой уменьшение содержания процента поздней древесины, что непосредственно отражается на физико-механических свойствах и на анатомическом строении. Изучение макроструктуры проводилось нами с помощью оптико-дигитальной установки [Дигитальный метод ..., 2007]. Таксация пробных площадей осуществлялась согласно общепринятым методикам.

**Изменчивость показателей макростроения при внесении удобрений (кг/га по д.в.)  
и лесоводственном уходе**

Показатель	Номер пробной площади				
	23	А	Б	Г	Д
	100 N, кг/га д.в.	75P, кг/га д.в.	100 N75P 75K, кг/га д.в.	Вырублена вся береза	Контроль
Процент поздней древесины, %	27,71±0,84	28,82±0,94	29,34±0,61	31,83±0,68	32,51±0,91
Ширина годичного слоя, мм	1,21±0,04	1,08±0,02	1,11±0,04	1,06±0,03	1,02±0,03
Число годичных слоев в 1 см, шт.	8,38±0,23	9,39±0,21	9,21±0,33	9,46±0,21	9,92±0,32

Из данных табл. 3 следует, что внесение только одного азотного удобрения 100 кг/га по д.в. уменьшает содержание процента поздней древесины на 4,8, или 17,3 %, увеличивает ширину годичного слоя на 0,19 мм, или 15,7 %, а также уменьшает число годичных слоев в 1 см на 1,54 шт., или 15,5 %. По содержанию поздней древесины различие данных достоверно ( $t > 3$ ). Значения показателей макроструктуры при внесении других видов удобрений и вырубке всей березы также снижаются по сравнению с контролем (п.п. Д). Подобная закономерность выявлена Ю.М. Бахваловым при исследовании естественных еловых древостоев, В.И. Мелеховым, Н.А. Бабичем и С.А. Корчаговым при исследовании искусственных насаждений сосны [Бахвалов, 1978; Мелехов, Бабич, Корчагов, 2003].

**Заключение.** Изменчивость показателей макростроения также отражается и на изменении элементов анатомического строения. Установлено, что в результате применения удобрений толщина стенок ранних трахеид уменьшается на 5–20 %. Однако это уменьшение наблюдается только у тех деревьев, которые характеризовались средним или быстрым ростом до применения удобрений. В отдельных случаях значительный прирост по радиусу происходит за счет увеличения числа рядов трахеид в годичном слое. Однако рубки ухода и внесение удобрений и комплексное проведение этих мероприятий в конечном итоге вызывают уменьшение содержания поздней древесины в годичном слое, что напрямую влияет на плотность древесины, а следовательно, и на ее качество.

### Литература

1. Дигитальный метод изучения строения древесины / А.М. Антонов, Н.А. Бабич, Д.Ю. Коновалов [и др.] // Лесной журнал. – 2007. – № 2. – С. 53–58.
2. Бахвалов Ю.М. Влияние минеральных удобрений на анатомическое строение древесины ели // Материалы отчета сессии по итогам НИР за 1977 г./ АИЛИПХ. – Архангельск, 1978. – С. 55–56.
3. Клинов М.А. Влияние азотных удобрений на рост средневозрастных сосновых насаждений Карелии, пройденных рубками ухода // Система рубок в лесах Северо-Запада РСФСР. – Л., 1981. – С. 52–58.
4. Изучение роста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в чистых и смешанных фитоценозах на супесчаной почве в условиях сухой степи / О.П. Ковылина, Н.В. Ковылин, Н.Н. Сычев [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 6. – С.171–177.
5. Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагов С.А. Качество древесины сосны в культурах. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. – 110 с.
6. Победов В.С., Лебедев Е.А., Булавин И.М. Удобрение леса и охрана природы // ЦБНТИ Гослесхоза СССР. – М., 1980. – 44 с.
7. Серый В.С., Бахвалов Ю.М. Эффективность минеральных удобрений в сосняке брусничном, пройденном рубками ухода // Материалы годичной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1978 г. – Архангельск, 1979. – С. 52–54.
8. Чибисов Г.А., Москалева С.А. Влияние комплексных уходов на анатомические свойства древесины сосны // Лесоводственно-экономические вопросы воспроизводства лесных ресурсов Европейского Севера: сб. науч. тр. СевНИИЛХ. – Архангельск, 2000. – С. 74–82.
9. Шумаков В.С., Федорова Е.Л. Применение минеральных удобрений в лесу. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 89 с.