



<http://ecopri.ru>

<http://petsu.ru>

**Издатель**

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»  
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

**ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ**

<http://ecopri.ru>

**Т. 3. № 2(10). Ноябрь, 2014**

**Главный редактор**

А. В. Коросов

**Редакционный совет**

В. Н. Большаков  
А. В. Воронин  
Э. К. Зильбер  
Э. В. Ивантер  
Н. Н. Немова  
Г. С. Розенберг  
А. Ф. Титов

**Редакционная коллегия**

Г. С. Антипина  
В. В. Вапиров  
А. Е. Веселов  
Т. О. Волкова  
В. А. Илюха  
Н. М. Калинкина  
А. М. Макаров  
А. Ю. Мейгал

**Службы поддержки**

А. Г. Марахтанов  
А. А. Кухарская  
О. В. Обарчук  
Н. Д. Чернышева  
Т. В. Климюк  
А. Б. Соболева

**ISSN 2304-6465**

**Адрес редакции**

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20. Каб. 208.

E-mail: [ecopri@psu.karelia.ru](mailto:ecopri@psu.karelia.ru)

<http://ecopri.ru>





УДК УДК 630\*161.4: 630\*174.754

## Влияние условий местопроизрастания на анатомическое строение годичного кольца *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне

**КИЩЕНКО**  
**Иван Тарасович**

Петрозаводский государственный университет,  
[ivanki@karelia.ru](mailto:ivanki@karelia.ru)

### Ключевые слова:

сосна обыкновенная  
анатомия древесины  
типы леса  
классы роста

### Аннотация:

На примере сосны обыкновенной рассматривается анатомическое строение древесины ствола в разных типах леса Южной Карелии. Обнаружены особенности формирования годичного кольца у деревьев разных классов роста и развития в различных почвенно-грунтовых условиях. Определены величины таких показателей, как ширина годичного кольца, размеры трахеид и толщина клеточных стенок ранней и поздней древесины.

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: Н. А. Бабич  
Рецензент: А. М. Антонов

Получена: 09 ноября 2014 года

Опубликована: 09 декабря 2014 года

При изучении биологической продуктивности древостоев в первую очередь обращается внимание на зависимость ростовых процессов от абиотических факторов. При этом основное внимание уделяется формированию стволов, где сконцентрирована большая часть биомассы древостоев. Рассматривается не только количественные, но и качественные показатели строения древесины ствола, и в первую очередь лесобразующих видов коренных типов лесных сообществ. Надежными критериями качества древесины являются доля поздней древесины, толщина клеточных оболочек и размеры трахеид, составляющих у хвойных растений более 90 % массы ствола.

В отечественной литературе количественным показателям прироста древесины ствола хвойных растений всегда уделялось большое внимание (Мелехов, 1932; Сахаров, 1940; Ванин, 1949; Кроткевич, 1955; Антонова, Стасова; 1992; Бабич и др., 2007; Чумаченко, Степаненко, 2007). При этом установлено, что технические свойства древесины во многом определяются особенностями ее анатомического строения. Авторы подчеркивают, что различия в ее характеристиках определяются в основном особенностями биологии вида растения и экологическими условиями их произрастания.

Естественно предположить, что в пределах одной лесорастительной зоны наряду с общими закономерностями, связанными с динамикой погодных условий, формирование древесины ствола в различных типах лесных сообществ характеризуется своими, присущими только ему особенностями. Поэтому изучение показателей прироста древесины ствола должно вестись во всех растительных зонах и типах лесных сообществ. Подобные исследования в таежной зоне России носили фрагментарный характер.

Цель исследований – установить характер и степень влияния условий местопроизрастания, а также фитотенотического положения дерева на анатомические показатели древесины ствола *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне (Южная Карелия).

Настоящая работа посвящена изучению особенностей анатомического строения ствола сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Исследования проводили в 2006 г. в Южной Карелии (подзона средней тайги, Кондопожский муниципальный район, 62°21' с. ш., 33°50' в. д.).

Объектами исследований служили древостои наиболее распространенных в данном регионе типов лесных сообществ – сосняк черничный, сосняк брусничный и сосняк багульниково-сфагновый (табл. 1).

Таблица 1. Таксационная характеристика сосновых древостоев

Тип лесного	Возраст, лет	Состав пород	Высота, м	Диаметр, см	Число стволов	Полнота	Запас, м <sup>3</sup>	Текущий прирост	Класс бонитета
-------------	--------------	--------------	-----------	-------------	---------------	---------	-----------------------	-----------------	----------------

обществ а				на 1 га				м <sup>3</sup>	
Сосняк бр 86 усничный	10 С	15.8	18.1	1020	0.84	170	2.8	IV.0	
Сосняк че 60 рничный	9С 1Б	15.9	18.0	1068	0.85	194	7.3	II.7	
Сосняк ба 66 гульников о-сфагнов ый	9С 1Б	11.0	10.8	2120	0.77	108	3.4	IV.7	

Закладку пробных площадей и геоботаническое описание лесных фитоценозов проводили по общепринятым методикам (Полевая геоботаника, 1964; Программа и методы биогеоценологических исследований, 1974). На каждой из трех пробных площадей выбирали по 20 учетных деревьев I, II-III и IV-V классов роста и развития (по Крафту).

Высечки древесины ствола отбирали на высоте 1.3 м в конце вегетационного периода 2006 г. с таким расчетом, чтобы получить приросты за последние два года. Из высечек готовили препараты, на которых в трех местах измеряли ширину годичного кольца, ширину зоны поздней древесины, число трахеидных рядов (по радиусу) и толщину стенок трахеид с помощью микрометрического винта МЦВ-1 с точностью ± 0.25 мкм. Таким образом, выборка по каждому показателю составляла 60 измерений.

Показатель точности опыта при определении средней арифметической величины указанных показателей не превышал 4-5 %, а коэффициент вариации - 15-18 %.

Многочисленными исследованиями установлено, что технические свойства древесины во многом определяются особенностями ее анатомического строения (Мелехов, 1964; Сахаров, 1940; Ванин, 1949; Антонова, Стасова; 1992; Мелехов и др., 2003; Бабич, 2007). Авторы подчеркивают существенность различий в данных показателях в зависимости от вида растения, экологических условий и положения дерева в пологе леса.

Как известно, внутривидовая конкуренция в древостое приводит к существенным различиям в положении деревьев в пологе леса, которое принято характеризовать классами роста и развития. Оказалось, что данный биотический фактор оказывает значительное влияние на анатомическое строение годичного кольца ствола *Pinus sylvestris*. Установлено, что с улучшением положения дерева в пологе леса величина годичного радиального прироста ствола существенно возрастает. Так, в сосняке черничном величина этого показателя у деревьев I класса роста (в среднем 1.97 мм) оказалась выше, чем у деревьев II-III и IV-V классов роста соответственно на 4 и 97 %, в сосняке брусничном - на 4 и 28 %, в сосняке багульниково-сфагновом - на 22 и 84 % (табл. 2). Подобную зависимость отмечают и другие исследователи (Чумаченко, Степаненко, 2007).

Таблица 2. Анатомическое строение годичного кольца ствола *Pinus sylvestris* в разных типах леса

Тип лесного сообщества	радиальны й прирост, мм	число рядов трахеид, шт	I класс роста		ширина трахеид, мкм		ширина оболочек трахеид, мкм	
			доля поздней древесины, %	ранних	поздних	ранних	поздних	
1	2	3	4	5	6	7	8	
2005 г.								
Сосняк бру сничный	1.88	53	27	40	27	2.7	7.5	
Сосняк черничный	1.93	53	35	41	30	2.6	6.6	
Сосняк баг ульниково- сфагновый	1.18	48	27	40	28	2.6	4.7	
2006 г.								
Сосняк бру сничный	2.22	56	38	48	30	2.8	7.2	
Сосняк черничный	2.04	54	40	46	29	2.7	6.6	
Сосняк баг ульниково- сфагновый	1.68	43	28	50	28	2.8	4.9	

Продолжение табл. 2

1	2	3	II-III классы роста		6	7	8
			4	5			
			2005 г.				
Сосняк брусничный	1.76	48	30	41	29	2.9	7.3
Сосняк черничный	1.76	48	27	27	37	2.8	6.4
Сосняк багульниково-сфагновый	0.98	38	27	37	26	2.4	4.7
			2006 г.				
Сосняк брусничный	2.13	57	31	48	27	2.7	7.1
Сосняк черничный	2.04	48	30	40	31	3.0	6.6
Сосняк багульниково-сфагновый	1.52	39	27	59	24	2.6	5.0

Продолжение табл. 2

1	2	3	IV-V классы роста		6	7	8
			4	5			
			2005 г.				
Сосняк брусничный	1.26	26	27	39	28	2.6	7.0
Сосняк черничный	1.14	35	25	37	27	2.4	6.0
Сосняк багульниково-сфагновый	0.66	21	28	36	24	2.1	4.3
			2006 г.				
Сосняк брусничный	1.91	51	32	42	32	2.4	6.6
Сосняк черничный	0.87	29	20	33	27	2.2	5.0
Сосняк багульниково-сфагновый	1.05	29	28	44	30	2.2	4.4

Естественно, что чем больше ширина годичного кольца, тем больше и число трахеидных слоев, его составляющих. Так, их число у деревьев I класса роста в сосняке черничном (54 шт.) по сравнению с деревьями II-III и IV-V классов роста оказалось больше соответственно на 12 и 69 %, в сосняке брусничном – на 9 и 32 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 5 и 64 %.

Одним из важнейших показателей, характеризующих технические свойства древесины, является процент участия поздней древесины в формировании годичного кольца. Результаты исследований показали, что средняя за годы исследований величина данного показателя в сосняке брусничном и сосняке багульниково-сфагновом не зависит от положения дерева в пологе леса, составляя соответственно 30–32 % и 27–28 %. Между тем процент участия поздней древесины у господствующих деревьев в сосняке черничном (38 %) больше, чем у остальной части древостоя соответственно на 11–16 %.

Средняя ширина (по радиусу) ранних трахеид у господствующих деревьев в сосняке черничном и сосняке багульниково-сфагновом (44–48 мкм) на 12–26 % больше, чем у остальной части древостоя. В сосняке брусничном положение дерева не отражается на величине данного показателя (41–45 мкм). Средняя ширина поздних трахеид не зависит от положения дерева в пологе леса и колеблется в пределах величины показателя точности опыта.

Ширина оболочек трахеид зависит от степени угнетенности дерева. Ширина оболочек ранних трахеид у деревьев I-III классов роста по сравнению с угнетенными деревьями в сосняке брусничном больше на 12 %, в сосняке черничном – на 22 %, а в сосняке багульниково-сфагновом – на 2 %. Различия в ширине оболочек поздних трахеид между деревьями указанных классов рос несколько меньше – 6–18 %. Деревья одного вида, но произрастающие в разных экологических условиях весьма существенно отличаются по скорости роста. Поэтому тип лесного сообщества является надежным интегральным

показателем, отражающим влияние климата и почвенно-грунтовых условий на интенсивность биопродукционных процессов в лесных фитоценозах.

Как показали результаты исследований, анатомическое строение древесины в значительной степени связано с различиями в условиях местопроизрастания. Выяснилось, что ширина годичного кольца деревьев в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (2.02 мм), II–III (1.92 мм) и IV–V (1.39 мм) классов роста оказалась больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 41, 54 и 50 % (см. табл. 2). Здесь и далее приводятся усредненные по двум годичным кольцам данные.

Увеличение толщины стенок трахеид ствола сосны обыкновенной с улучшением условий местопроизрастания отмечено Б. Д. Жилкиным (1936), М. И. Сахаровым (1940), Н. Г. Кроткевичем (1955), А. П. Матюшкиной и др. (1974), И. Т. Кищенко (1088), Г. Ф. Антоновой и В. В. Стасовой (1992).

Естественно, что большей ширине годичного кольца соответствует и большее число трахеидных рядов, его формирующих. Их число в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (54), II–III (50) и IV–V (35) классов роста оказалось больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 18, 32, и 40 %.

Установлено, что доля поздней древесины в формировании годичного кольца с улучшением почвенно-грунтовых условий возрастает. В сосняках зеленомошной группы типов леса величина данного показателя у деревьев I (35) и II–III (30) классов роста оказалась больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 14 и 13 %. У деревьев угнетенных (IV–V классы) в разных типах сообществ существенные различия отсутствуют. Подобная зависимость установлена и для других растительных зон (Шатерникова, 1929; Сахаров, 1940; Матюшкина и др., 1974; Мелехов и др., 2003; Бабич и др., 2007). Самые узкие ранние трахеиды отмечены в сосняке черничном – 34–44 мкм, что на 15 % меньше по сравнению с двумя другими исследуемыми типами леса.

Различия в ширине клеток поздних трахеид в разных почвенно-грунтовых условиях (27–30 мкм) не превышают величину показателя точности опыта. Не отмечены при этом и различия по толщине оболочек ранних трахеид (2.5–2.6 мкм). Другие исследователи (Шатерникова, 1929; Жилкин, 1936; Сахаров, 1940; Ваганов и др., 1985) наблюдали некоторое увеличение ширины трахеид с улучшением почвенно-грунтовых условий. Максимальная толщина оболочек поздних трахеид наблюдается в сосняке брусничном (6.8–7.4 мкм), где она на 14–51 % больше, чем в сосняке черничном и сосняке багульниково-сфагновом соответственно. Увеличение толщины стенок трахеид с улучшением условий местопроизрастания отмечено В. И. Мелеховым (2003) и Н. А. Бабич и др. (2007). По мнению Р. Б. Федорова (1987), Е. А. Ваганова и др. (1985), размеры трахеид в годичном кольце во многом зависят также от сезонной динамики климатических факторов.

1. С ухудшением положения дерева в пологе леса величина годичного радиального прироста ствола существенно снижается. В сосняке черничном величина этого показателя у деревьев I класса роста выше, чем у деревьев II–III и IV–V классов роста соответственно на 4 и 97 % (в среднем за 2 года), в сосняке брусничном – на 4 и 28 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 22 и 84 %.
2. Число трахеидных слоев у деревьев I класса роста в сосняке черничном по сравнению с деревьями II–III и IV–V классов роста больше соответственно на 12 и 69 %, в сосняке брусничном – на 9 и 32 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 5 и 64 %.
3. Процент участия поздней древесины в формировании годичного кольца в сосняке черничном у господствующих деревьев на 11–16 % больше, чем у остальной части древостоя, а у деревьев других изученных типов леса не различается.
4. Толщина оболочек ранних трахеид у деревьев I–III классов роста по сравнению с угнетенными в сосняке брусничном больше на 12 %, в сосняке черничном – на 22 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 23 %. Различия в толщине оболочек поздних трахеид при этом достигают 6–18 %.
5. Ширина годичного кольца деревьев в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (2.02 мм), II–III (1.92 мм) и IV–V (1.39 мм) классов роста оказалась больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 41, 54, и 50 %.
6. Число трахеидных рядов в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (54), II–III (50) и IV–V (35) классов роста больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 18, 32 и 40 %.
7. В сосняках зеленомошной группы типов леса процент поздней древесины у деревьев I (35) и II–III (30) классов роста больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 14 и 13 %.
8. Самые узкие ранние трахеиды (34–44 мкм) характерны для сосняка черничного, что на 15 % меньше по сравнению с двумя другими исследуемыми типами леса.
9. Максимальная толщина оболочек поздних трахеид наблюдается в сосняке брусничном (6.8–7.4 мкм), где она на 14–51 % больше, чем в сосняке черничном и сосняке багульниково-сфагновом соответственно.

Антонова Г. Ф., Стасова В. В. Формирование годичного слоя древесины стволов сосны обыкновенной и лиственницы сибирской // Лесоведение. М., 1992. № 5. С. 19–27.

Бабич Н. А., Мелехов В. И., Антонов А. М., Клевцов Д. Н., Коновалов Д. Ю. Влияние условий местопроизрастания на качество древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) в посевах // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV. № 1. С. 54–58.

Кищенко И. Т. Влияние условий местопроизрастания на анатомическое строение годичного кольца *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне // Принципы экологии. 2014. Т. 3. № 2. С. 26–32.

---

Ваганов Е. А., Шашкин А. В., Свицерская И. В., Высоцкая Л. Г. Гистометрический анализ роста древесных растений. Новосибирск: Наука, 1985. 101 с.

Ванин С. И. Об изучении анатомического строения древесины // Тр. Ин-та леса Ан СССР. 1949. № 4. С. 26–43.

Жилкин Б. Д. К вопросу о влиянии условий местопроизрастания на анатомическое строение, физические и механические свойства сосны (*Pinus sylvestris* L.) // Тр. Брянского лесного ин-та. 1936. Т. 1. С. 29–56.

Кищенко И. Т. Формирование клеточных оболочек сосны в разных типах леса // Лесоведение. М., 1988. № 6. С. 80–82.

Кроткевич П. Г. Выращивание высококачественной древесины. М.: Наука, 1955. 180 с.

Матюшкина А. П., Коржицкая З. М., Козлов В. П., Агеева М. И., Васильева Н. А., Голубева Л. В. Характеристика древесины сосны обыкновенной в зависимости от интенсивности роста // Лесные растительные ресурсы Карелии. Петрозаводск, 1974. С. 120–132.

Мелехов И. С. О качестве северной сосны. Архангельск: Изд-во АЛТИ, 1932. 21 с.

Мелехов В. И., Бабич Н. А., Корчагов С. А. Качество древесины сосны в культурах. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 110 с.

Полевая геоботаника. М.: Изд-во АН СССР, 1964. Т. 3. 530 с.

Программа и методы биогеоценологических исследований. М.: Изд-во АН СССР, 1974. 404 с.

Сахаров М. И. Анатомическое строение древесины сосны (*Pinus silvestris* L.) в связи с условиями местопроизрастания // Тр. Брянск. с.-х. ин-та. 1940. Т. 2. С. 287–301.

Федоров Р. Б. Географические особенности структуры годичных слоев сосны обыкновенной в древостоях лесной зоны СССР // Современные проблемы лесоведения: тез. докл. Всесоюзн. конф., 22–24 сент., 1987. Красноярск, 1987. С. 20–22.

Чумаченко С. И., Степаненко И. И. Влияние классов роста и размеров крон деревьев на строение древесины сосны с внесением минеральных удобрений // Лесной вестник. 2007. № 7. С. 7–12.

Шатерникова А. Н. О влиянии различного строения грунтовых вод в почве на анатомическое строение сосны // Тр. по лесному опытному делу. Л., 1929. Вып. 2. С. 89–121.

# Effect of origin conditions on the anatomical structure of the annual ring of *Pinus sylvestris* L. in the taiga zone

**KICHSHENKO  
Ivan**

*Petrozavodsk state university, ivanki@karelia.ru*

**Keywords:**

*Pinus sylvestris*  
wood anatomy  
forest types  
growth classes

**Summary:**

The studies were conducted in South Karelia (middle taiga subzone) in 2006. Objects of study were the following kinds of pine forest: bilberry, cowberry and wild rosemary-bog moss ones. The investigation has shown that with the advancement of the tree in the forest canopy the annual growth ring of the trunk increases significantly. Thus, in the bilberry pine forest in the trees of the growth class I this index is higher than in the trees of the growth classes II-III and IV-V by 4 and 97 %, respectively. In the bilberry pine forest the percentage of the participation of late wood in the formation of growth ring in the dominant trees is by 6-9% less than that of the rest of the stand. The width of the early tracheid shells in the trees of the growth class I-III is by 22% more than in the overtopped ones in the bilberry pine forest. Annual ring width and latewood percentage in the pine forest of *Hylocomium* group is higher than in the wild rosemary - bog moss one by 41-50 and 7-35%, respectively. The maximal thickness of the late tracheid shells was observed in the cowberry pine forest (6.8-7.4 microns).

**References**