

УДК 630\*238

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.34

## ВЛИЯНИЕ ПРОРЕЖИВАНИЙ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

*О.Н. Тюкавина, канд. с.-х. наук, доц.*

*А.С. Ильинцев, асп.*

*Р.А. Ершов, асп.*

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: olga-tukavina@yandex.ru

Рубки ухода трудоемки и затратны, поэтому должна быть сформирована увязанная по срокам, интенсивности, периодичности программа рубок, которая позволит интенсифицировать лесное хозяйство. Теоретической основой оптимальных рубок ухода по целевым и экономическим функциям выступает изучение естественных механизмов роста деревьев разных категорий развития. Основным показателем реакции деревьев на «социальное» положение в древостое, климатические факторы, хозяйственные мероприятия является радиальный прирост. Цель исследования – оценка влияния прореживаний на радиальный прирост сосны в средневозрастных насаждениях. Рубку прореживания проводили в 1993 г. по традиционной технологии верховым методом. Учетные площадки закладывали вблизи волока и в центре пасеки. У модельных деревьев на высоте 1,3 м отбирали керны перпендикулярно прорубленным волокам (по направлению запад-восток). Классы продуктивности определяли по относительному диаметру. Категории роста деревьев выделяли по индексам радиального прироста. После рубки прореживания достоверного изменения радиального прироста не произошло, хотя отмечалась положительная динамика, особенно у деревьев вблизи волока. Все исследуемые деревья понизили класс продуктивности. Через 20 лет после рубки часть деревьев вблизи волока перешла в более высокий класс продуктивности, за исключением деревьев пятого класса. Отсутствие реакции у деревьев, относящихся к разным категориям роста, связано с тем, что рубки ухода на исследуемом выделе начали проводить сравнительно поздно, в 50-летних насаждениях. Отсутствие прочистки перед прореживанием привело к наличию 12 % сухостоя и депрессии в радиальном приросте. В результате проведенные рубки ухода стали лишь технической подготовкой для дальнейшей выборки деревьев.

*Ключевые слова:* прореживание, сосняк черничный, радиальный прирост, классы продуктивности, категории роста.

### *Введение*

Ухудшение структуры лесного фонда на занятых освоенными лесами территориях, приводящее к дефициту лесных ресурсов, вынуждает лесопро-

---

*Для цитирования:* Тюкавина О.Н., Ильинцев А.С., Ершов Р.А. Влияние прореживаний на радиальный прирост сосны обыкновенной // Лесн. журн. 2017. № 4. С. 34–44. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.34

мышленников обращать внимание на интенсификацию лесного хозяйства, позволяющую повышать продуктивность лесов [7, 13].

Рубки ухода, относящиеся к чрезвычайно трудоемким приемам, затратны [1] и часто экономически не оправданы [6], особенно этапы осветления, прочистки и первый этап прореживания. Поэтому особое внимание необходимо уделять определению интенсивности, установлению сроков и периодичности проведения рубок ухода [12, 22–24], ибо запаздывание в сроках этапов рубок ухода грозит потерей продуктивности и отрицательным лесоводственным эффектом [15, 17].

В чистых по составу разновозрастных древостоях при помощи рубок ухода нельзя увеличить общую продуктивность [4, 16, 21, 26], но можно улучшить товарную структуру оставляемой их части. При этом будет своевременно использоваться вырубаемая часть древостоя, которая иначе превратится в сухой и валежник [3, 5, 9]. Поэтому при рубках ухода в хвойных насаждениях целесообразно удалять только угнетенные и тонкие деревья [3, 5, 9, 16, 25], отбор более крупных дает неблагоприятные результаты [16]. Выборка тонкомерных деревьев при рубках ухода также связана с отсутствием у них реакции на улучшение экологических условий [1, 5, 14]. Не только в нормально сомкнутых, но даже в сильно разреженных насаждениях перемещения из низших в высшие классы почти не происходит [5].

Следовательно, изучение естественных механизмов роста деревьев разных категорий развития выступает теоретической базой для оптимальных рубок ухода по целевым и экономическим функциям.

Основным показателем реакции деревьев на хозяйственное мероприятие является радиальный прирост [2, 12, 19, 20]. Реакция радиального прироста наблюдается лишь после повторного разреживания [14]. Рубки ухода влияют на ширину годичного кольца дерева [5, 10, 11, 25]. Реакция на рубку зависит от интенсивности выборки, количества приемов, категории крупности деревьев. Значительное увеличение прироста может отмечаться у деревьев крупных и средних ступеней толщины в последующие приемы рубок ухода [2, 14, 11].

Цель исследования – оценка влияния прореживания на радиальный прирост сосны обыкновенной в средневозрастных насаждениях.

#### *Объекты и методы исследования*

Объекты исследования расположены на арендованном участке ООО «Северная ЛОС» на территории Верховского участкового лесничества Обозерского лесничества (Архангельская область) в выделе 1 квартала 110 и представлены средневозрастными сосняками черничными свежими, пройденными рубкой прореживания (табл. 1).

Таблица 1

## Таксационная характеристика насаждения до и после прореживания

Год	Площадь, га	Бонитет	Состав	Порода	Средние			Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
					возраст, лет	высота, м	диаметр, см		
<i>До прореживания</i>									
1986	63	3	8С2Б+Е	С	50	14,0	14,0	0,9	180
<i>После прореживания</i>									
2002	63	2	7С2Б1Ос+Е	С Б Ос	65	19,0 18,0 19,0	22,0 18,0 20,0	0,6	190
2014	63	2	I ярус 8С2Б+Ос	С Б Ос	73	21,6 19,4 21,6	20,7 18,3 27,8	0,70 0,27 0,02	279 74 10
			II ярус 10Е	Е	44	13,0	13,7	0,31	52
Итого	–	–	–	–	–	–	–	1,30	415

Рубку проводили в 1993 г. по традиционной технологии: валка бензопилой и трелевка трактором ГДТ-55 за вершину. Выборку деревьев осуществляли на волоках, в пасаках выбирали только отдельные крупные деревья. Ширина волока – 4 м. Ширина пасаки – 30 м.

На объекте с учетом ОСТ 56-69–83 «Площади пробные лесоустроительные» была заложена пробная площадь, на которой выделены ленточные учетные площадки шириной 10 м вблизи волока и в центре пасаки. На этих площадках пропорционально представленности деревьев по ступеням толщины отобрано по 20 модельных деревьев. У них на высоте 1,3 м перпендикулярно прорубленным волокам (по направлению запад–восток) брали керны буравом Пресслера. Ширину годичных колец деревьев измеряли с точностью до 0,01 мм на полуавтоматическом измерительном комплексе LINTAB с программным пакетом TSAP. Всего было измерено 2870 годичных колец.

*Результаты исследования и их обсуждение*

Наибольший радиальный прирост (1,5...2,7 мм) отмечался в первые 15...20 лет жизни деревьев (рис. 1), к 40-летнему возрасту насаждения (1980 г.) происходит снижение радиального прироста до 1 мм и менее. К моменту рубки ухода стабильно низкий радиальный прирост наблюдался на протяжении 10 лет. Через 2 года после выборки деревьев радиальный прирост начал увеличиваться, достигнув максимума (1,3 мм) вблизи волока, в центральной части пасаки он по-прежнему не превышал 1,0 мм. В период после рубки вблизи волока среднее квадратичное отклонение радиального прироста сосны составило 0,2, коэффициент изменчивости – 18,8, в центре пасаки – соответственно 0,1 и 12,5.

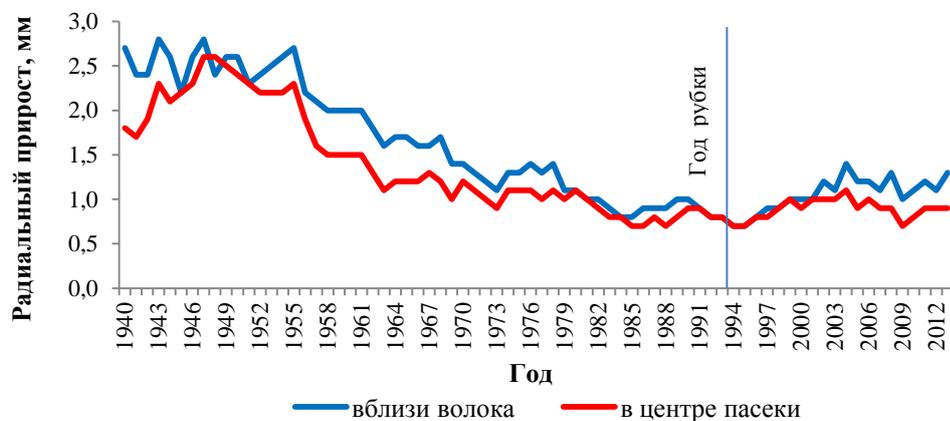


Рис. 1. Динамика радиального прироста сосны в насаждении, пройденном рубками прореживания

В древостое сосны можно выделить 74 % нормально развивающихся деревьев, 14 % – с ослабленным приростом, 12 % – сухостой. Основное количество сухостоя приходится на деревья диаметром до 14 см, с наибольшим числом сухих деревьев в 10-сантиметровой ступени толщины (рис. 2).

Учитывая радиальный прирост за последние 20 лет, можно сделать вывод, что причиной усыхания является естественный процесс изреживания в период жердняка. Низкий радиальный прирост на протяжении 10 лет до рубок ухода (см. рис. 1) и наличие значительного количества сухостоя указывает на несвоевременность проведения рубок ухода.

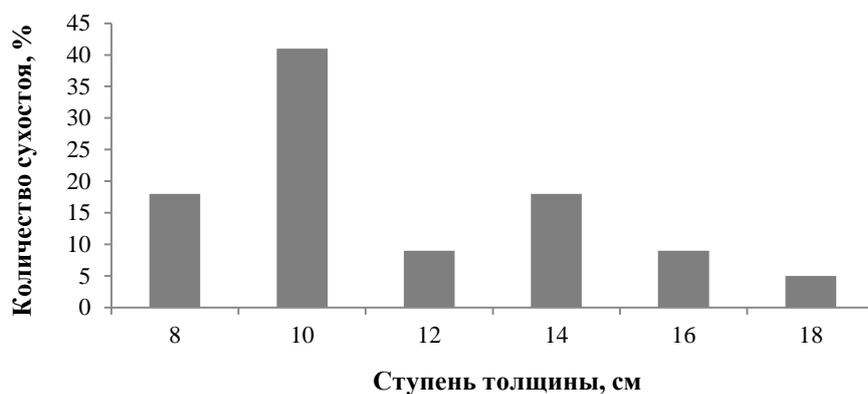


Рис. 2. Распределение сухостоя по 2-сантиметровым ступеням толщины

Реакция деревьев на рубки ухода зависит от категории крупности [2, 14, 11]. Для оценки ранга деревьев используется классификация Крафта, на основании которой деревья подразделяются на пять классов по степени господства и угнетенности [18]. Б.Д. Жилкин предпринял попытки улучшить классификацию

Крафта, взяв за основу диаметр на высоте 1,3 м [9]. Этот показатель может характеризовать конкурентоспособность деревьев, так как он более отзывчив на изменения условий среды [6]. По методике Б.Д. Жилкина диаметр на высоте 1,3 м среднего дерева древостоя принимается за 1,0, а древостой относится к третьему классу продуктивности. Типичные (средние) деревья всех пяти классов продуктивности имеют следующие относительные диаметры: 1-й класс – 1,6; 2-й – 1,3; 3-й – 1,0; 4-й – 0,8; 5-й – 0,6 [9]. Выделим границы классов продуктивности по относительным диаметрам: 1-й класс – более 1,45; 2-й – 1,20...1,45; 3-й – 0,90...1,20; 4-й – 0,70...0,90; 5-й – менее 0,70.

До проведения рубки прореживания на участке I древостоя, который в последующем стал центром пасеки, преобладали деревья 3-го класса продуктивности (52 %), практически половина всех деревьев относилась к 1- и 2-му классам (рис. 3).

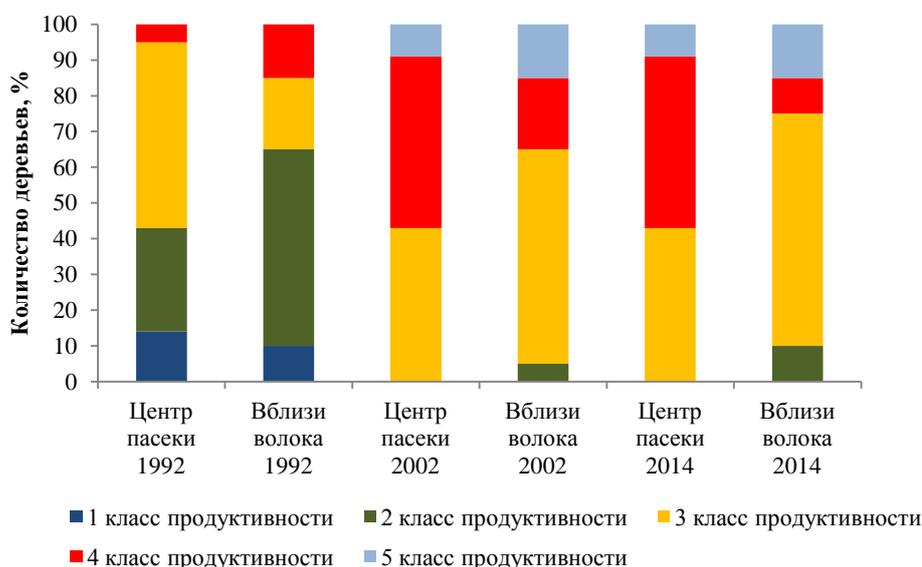


Рис. 3. Соотношение деревьев разных классов продуктивности в центре пасеки и вблизи волока в разные периоды относительно рубки

На участке II древостоя, который в последующем находился вблизи волока, преобладали деревья 2-го класса продуктивности (55 %), деревья 3- и 4-го классов продуктивности составляли лишь 35 %. Причем деревьев 4-го класса здесь на 10 % больше, чем на предыдущем участке. Средневзвешенный класс продуктивности на учетной площадке I составил 2,5, на учетной площадке II – 2,4. За 10-летний период после рубки прореживания у всех деревьев класс продуктивности понизился на единицу. В результате появились деревья 5-го класса продуктивности, отсутствуют деревья 1-го класса. Средневзвешенный класс продуктивности на учетной площадке I стал 3,7, на учетной площадке II – 3,5. Через 20 лет после прорубки волоков на учетной площадке

в центре пасеки соотношение деревьев разных классов продуктивности не изменилось, а вблизи волока средневзвешенный класс продуктивности древостоя улучшился на 0,2 за счет увеличения количества деревьев 2-го класса продуктивности на 5 %, 3-го класса – на 5 % по сравнению с 10-летним периодом после прореживаний. Следовательно, снижение класса продуктивности у деревьев после рубки прореживания указывает на запаздывание сроков ее проведения. Деревья, растущие вблизи волока, могут повысить класс продуктивности, исключение составляют деревья 5-го класса.

Дифференциация деревьев по конкурентной способности и выделение ослабленных деревьев происходит на стадии жердяка, что отражается на радиальном приросте. Выделим деревья с ослабленным приростом по диаметру (низшая категория), умеренным (средняя) и наибольшим (высшая) до и после проведения рубок ухода. Деревья низшей категории по индексу радиального прироста будут характеризоваться значениями менее 0,80, среднего – 0,80...1,20, высокого – более 1,21 [8]. На учетной площадке в центре пасеки до рубок прореживания деревья низшей категории по радиальному приросту составляли 29 %, средней – 38 %, высшей – 33 %. В первой группе наблюдается увеличение радиального прироста в период после рубок прореживания у 66 % деревьев, во второй – у 63 %, в третьей – у 71 %. На учетной площадке, которая располагается вблизи волока, деревья низшей категории составляют 30 %, средней – 40 %, высшей – 30 %. В первой группе отмечено увеличение радиального прироста в период после рубок прореживания у 100 % деревьев, во второй – у 75 %, в третьей – у 67 %. Таким образом, соотношение деревьев разных категорий на изучаемых пробных площадях одинаковое, большинство деревьев положительно отреагировало на рубки ухода. Вблизи волока деревьев с положительной динамикой радиального прироста в низшей категории больше на 24 %, в средней – на 12 % по сравнению с центральной зоной пасеки.

До проведения рубки прореживания и в первое десятилетие после нее различие между средними радиальными приростами деревьев разных категорий достоверно ( $t = 2,2...8,7$  при  $t_{st} = 2,1$ ). Во второе десятилетие после прореживаний различие в среднем радиальном приросте деревьев ближних категорий недостоверно ( $t = 0,7...1,7$  при  $t_{st} = 2,1$ ), что связано различной реакцией деревьев в каждой отдельной категории (табл. 2).

Таблица 2

**Средний годичный радиальный прирост (мм) сосны различных категорий**

Категория деревьев	Центр пасеки (I)			Вблизи волока (II)		
	1983 – 1992 гг.	1994 – 2003 гг.	2004 – 2013 гг.	1983 – 1992 гг.	1994 – 2003 гг.	2004 – 2013 гг.
Низшая	<u>0,45±0,05</u>	<u>0,57±0,14</u>	<u>0,61±0,14</u>	<u>0,54±0,04</u>	<u>0,54±0,09</u>	<u>0,79±0,22</u>
	0,10±0,02	0,25±0,05	0,22±0,05	0,08±0,04	0,15±0,06	0,26±0,12
Средняя	<u>0,75±0,03</u>	<u>0,83±0,09</u>	<u>0,84±0,12</u>	<u>0,89±0,04</u>	<u>0,98±0,08</u>	<u>1,25±0,15</u>
	0,21±0,07	0,21±0,07	0,16±0,04	0,23±0,05	0,20±0,06	0,39±0,10
Высшая	<u>1,14±0,03</u>	<u>1,21±0,06</u>	<u>1,23±0,08</u>	<u>1,25±0,05</u>	<u>1,26±0,09</u>	<u>1,41±0,14</u>
	0,31±0,08	0,48±0,08	0,42±0,08	0,19±0,07	0,35±0,11	0,50±0,12

Примечание. В числителе приведен радиальный прирост с западной стороны, в знаменателе – с восточной.

Достоверно различие радиального прироста (32 %) между деревьями среднего уровня вблизи волока и в центре пасеки ( $t = 2,1$  при  $t_{st} = 2,1$ ). Различия между радиальным приростом в соседних периодах до и после рубки недостоверны ( $t = 0...0,81$  при  $t_{st} = 2,1$ ), однако наблюдается динамика увеличения радиального прироста во всех категориях деревьев после проведения прореживаний. Различие в радиальном приросте между западной и восточной стороной дерева составляет от 0,08 до 0,5 мм. Наименьшее отличие характерно для деревьев низшей категории, наибольшее – высшей категории. После рубки прореживания различие в радиальном приросте между западной и восточной стороной дерева увеличивается.

#### *Заключение*

Рубки ухода на исследуемом выделе стали проводиться сравнительно поздно – в 50-летних насаждениях. Отсутствие прочистки перед прореживанием привело к наличию 12 % сухостоя и депрессии в радиальном приросте. В результате проведенные рубки ухода стали лишь технической подготовкой для дальнейшей выборки деревьев. Достоверного изменения радиального прироста не произошло, хотя отмечается положительная динамика, особенно у деревьев вблизи волока. После рубки прореживания все исследуемые деревья понизили класс продуктивности. Через 20 лет после рубки часть деревьев вблизи волока перешла в более высокий класс продуктивности, исключение составили деревья, относящиеся к 5-му классу.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берданосов А.А. Повышение лесоводственной эффективности лесовыращивания под влиянием рубок ухода // Экономика. Право. Менеджмент: сб. тр. молодых исследователей БГУ. 2014. Вып. 1(1) URL: <http://izatelstvo.isea.ru/epm/archive.aspx?id=1>
2. Бузыкин А.И., Пшеничникова Л.С. Реакция средневозрастных сосняков на рубки ухода // Лесн. журн. 2009. № 1. С. 28–33. (Изв. высш учеб. заведений).
3. Буш К.К., Иевинь И.К. Экологические и технологические основы рубок ухода. Рига: Зинатне, 1984. 172 с.
4. Георгиевский Н.П. Рубки ухода за лесом. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1957. 142 с.
5. Давыдов А.В. Рубки ухода за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 184 с.
6. Данилов Д.А., Ищук Т.А. Оценка конкурентных взаимоотношений сосны и ели в смешанных древостоях черничного типа леса, пройденных рубками ухода и комплексным уходом за лесом // Системы. Методы. Технологии. 2013. № 1(17). С. 176–181.
7. Данченко А.М., Бех И.А. Перспективы формирования высокопродуктивных и устойчивых лесов Западной Сибири // Сиб. экол. журн. 2011. № 6. С. 835–841.

8. Кишенков Ф.В. Таксационная структура древостоев: моногр. М.: МГУЛ, 2007. 131 с.
9. Мелехов И.С. Лесоводство: учеб. М.: Агропромиздат, 1989. 302 с.
10. Мельников Е.С. Лесоводственные основы теории и практики комплексного ухода за лесом: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. СПб., 1999. 35 с.
11. Мельников Е.С., Беляева Н.В. Динамика текущего прироста в сосновых и еловых древостоях после комплексного ухода за лесом // Лесн. журн. 2008. № 1. С. 56–64. (Изв. высш. учеб. заведений).
12. Онучин А.А., Маркова И.И., Павлов И.Н. Влияние рубок ухода на радиальный прирост стволов и формирование сосновых молодняков // Хвойные бореальной зоны. 2011. Т. XXIX, № 3-4. С. 257–265.
13. Онучин А.А., Соколов В.А., Втюрина О.П. Перспективы интенсификации лесного хозяйства в Сибири // Лесн. хоз-во. 2010. № 6. С. 11–12.
14. Пиеничникова Л.С. Оценка рубок промежуточного пользования в сосновых древостоях // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. XXV, № 1-2. С. 80–83.
15. Разин Г.С., Rogozin M.B. О ходе роста древостоев. Догматизм в лесной таксации // Лесн. таксация и лесоустройство. 2010. № 1(43). С. 41–70.
16. Сеннов С.Н. Рубки ухода за лесом. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 160 с.
17. Сеннов С.Н. Результаты запоздалых рубок ухода // Лесн. хоз-во. 2011. № 3. С. 13.
18. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т.1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 419 с.
19. Тюкавина О.Н. Изменение структуры годичных колец сосны под влиянием осушения // Лесн. журн. 2014. № 1. С. 72–80. (Изв. высш. учеб. заведений).
20. Феклистов П.А., Тюкавина О.Н. Особенности ассимиляционного аппарата, водного режима и роста деревьев сосны в осушенных сосняках: моногр. Архангельск: САФУ, 2014. 179 с.
21. Erteld W., Hengst E. Waldertragslehre. Leipzig, Germany, 1966. 332 s.
22. Gil W. Effect of Planting Density on Growth and Quality Parameters of Trees and Stands in Age Class II in Fresh Coniferous Forest site // Folia Forestalia Polonica. Ser. A. Forestry. 2006. No. 48. Pp. 89–105.
23. Huuskonen S., Hynynen J. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands // Silva Fennica. 2006. Vol. 40(4). Pp. 645–662.
24. Mäkinen H., Isomäki A. Thinning Intensity and Growth of Scots pine Stands in Finland // Forest Ecology and Management. 2004. No. 201. Pp. 311–325.
25. Sloup M., Lehnerová L. Effect of Early Tending Measures on the Growth and Development of Young Pine Stand from Natural Regeneration // Zpravy Lesnickeho Vyzkumu. 2016. Vol. 61, no. 3. Pp. 213–222.
26. Varmola M., Salminen H. Timing and Intensity of Precommercial Thinning in *Pinus Sylvestris* Stands // Scand. J. For. Res. 2004. No. 19(2). Pp. 142–151.

Поступила 14.11.16

UDC 630\*238

DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.34

### **The Effect of Thinning on the Radial Increment of Scotch Pine**

*O.N. Tyukavina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor*

*A.S. Il'intsev, Postgraduate Student*

*R.A. Ershov, Postgraduate Student*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: olga-tukavina@yandex.ru

Thinning is labor-consuming and costly. Therefore, a felling program linked with the terms, intensity, periodicity, which will allow intensifying forestry, should be formed. The theoretical basis of thinning for target and economic functions is to study the mechanisms of natural tree growth of different categories of development. The radial increment is the main indicator of the reaction of trees to the “social” position in the forest stand, climatic factors, economic activities. The goal research was the evaluation of the effect of thinning on the pine radial increment in the middle-aged forest stands. Thinning was carried out in 1993 according to the traditional crown thinning technology. Discount areas were established near the skid road and in the cutting center. The cores of model trees were selected at a height of 1.3 m perpendicular to the cut narrow strips (in the west-east direction). The productivity classes were determined by the relative diameter. The categories of tree growth were distinguished by the radial growth indices. After thinning, we did not observe significant change in radial growth, although some positive dynamics, especially in trees near the skidding trails, was noted. All investigated trees lowered the productivity class. 20 years after the cutting, a part of trees near the skidding trails moved to a higher productivity class, except for the 5th grade trees. The lack of response in trees belonging to different categories of growth was due to the fact that thinning was started relatively late, in the 50-year-old stands. The lack of thinning of the forest stand led to the presence of 12 % deadness and depression in radial growth. As a result, the improvement thinning became only a technical preparation for further sampling of trees.

*Keywords:* thinning, myrtillus pine forest, radial increment, productivity class, category of growth.

#### REFERENCES

1. Berdanosov A.A. Povyshenie lesovodstvennoy effektivnosti lesovyrashchivaniya pod vliyaniem rubok ukhoda [Improvement of the Silvicultural Effectiveness of Forest Cultivation under the Influence of Thinning]. *Ekonomika. Pravo. Menedzhment. Sbornik trudov molodykh issledovateley BGU* [Economy. Law. Management. Collected Papers of

---

*For citation:* Tyukavina O.N., Il'intsev A.S., Ershov R.A. The Effect of Thinning on the Radial Increment of Scotch Pine. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2017, no. 4, pp. 34–44. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.34

Young Researchers of BSU], 2014, no. 1(1). Available at: <http://izdatelstvo.isea.ru/epm/archive.aspx?id=1>.

2. Buzykin A.I., Pshenichnikova L.S. Reaktsiya srednevozrastnykh sosnyakov na rubki ukhoda [Response of Middle-Aged Pineries to Cleaning Cutting]. *Lesnoy zhurnal*, 2009, no. 1, pp. 28–33.

3. Bush K.K., Ievin' I.K. *Ekologicheskije i tekhnologicheskije osnovy rubok ukhoda* [Ecological and Technological Basis of Improvement Thinning]. Riga, 1984. 172 p.

4. Georgievskiy N.P. *Rubki ukhoda za lesom* [Improvement Thinning]. Moscow; Leningrad, 1957. 142 p.

5. Davydov A.V. *Rubki ukhoda za lesom* [Improvement Thinning]. Moscow, 1971. 184 p.

6. Danilov D.A., Ishchuk T.A. Otsenka konkurentnykh vzaimootnosheniy sosny i eli v smeshannykh drevostoyakh chernichnogo tipa lesa, proydennykh rubkami ukhoda i kompleksnym ukhodom za lesom [Competitive Relationships in the Pine-Spruce Stands Undergone Improvement Thinning and Complex Forest Care]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies], 2013, no. 1(17), pp. 176–181.

7. Danchenko A.M., Bekh I.A. Perspektivy formirovaniya vysokoproduktivnykh i ustoychivyykh lesov Zapadnoy Sibiri [Outlooks for the Formation of Highly Productive and Stable Forests in West Siberia]. *Sibirskiy ekologicheskij zhurnal* [Contemporary Problems of Ecology], 2011, no. 6, pp. 835–841.

8. Kishenkov F.V. *Taksatsionnaya struktura drevostoev*: monogr. [Taxation Structure of Stands]. Moscow, 2007. 131 p.

9. Melekhov I.S. *Lesovodstvo: ucheb.* [Forestry]. Moscow, 1989. 302 p.

10. Mel'nikov E.S. *Lesovodstvennye osnovy teorii i praktiki kompleksnogo ukhoda za lesom*: avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk [Forestry Principles of Theory and Practice of Complex Forest Management: Dr. Agric. Sci. Diss. Abs.]. Saint Petersburg, 1999. 35 p.

11. Mel'nikov E.S., Belyaeva N.V. Dinamika tekushchego prirosta v sosnovykh i elovykh drevostoyakh posle kompleksnogo ukhoda za lesom [Dynamics of Current Increment in Pine and Spruce Stands after Complex Tending of Forest]. *Lesnoy zhurnal* [Forestry journal], 2008, no. 1, pp. 56–64.

12. Onuchin A.A., Markova I.I., Pavlov I.N. Vliyanie rubok ukhoda na radial'nyy prirost stvolov i formirovanie sosnovykh molodnyakov [The Effect of Thinning on the Radial Increment of Stems and Formation of Pine Young Forests]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2011, vol. XXIX, no. 3-4, pp. 257–265.

13. Onuchin A.A., Sokolov V.A., Vtyurina O.P. Perspektivy intensifikatsii lesnogo khozyaystva v Sibiri [Prospects of Intensification of Forestry in Siberia]. *Lesnoe khozyaystvo*, 2010, no. 6, pp. 11–12.

14. Pshenichnikova L.S. Otsenka rubok promezhutochnogo pol'zovaniya v sosnovykh drevostoyakh [Evaluation of Thinning in Pine Stands]. *Khvoynye boreal'noy zony* [Conifers of the Boreal Area], 2008, vol. XXV, no. 1-2, pp. 80–83.

15. Razin G.S., Rogozin M.V. O khode rosta drevostoev. Dogmatizm v lesnoy taksatsii [On the Progress in Forest Stand Growth and Dogmatism in Forest Valuation]. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo* [Forest Inventory and Forest Management], 2010, no. 1(43), pp. 41–70.

16. Sennov S.N. *Rubki ukhoda za lesom* [Improvement Thinning]. Moscow, 1977. 160 p.

17. Sennov S.N. Rezul'taty zapozdalykh rubok ukhoda [The Results of Delayed Thinning]. *Lesnoe khozyaystvo*, 2011, no. 3, p. 13.

18. Sukachev V.N. *Izbrannye trudy. T. 1. Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii* [Selectas. Vol. 1. Basics of Forest Typology and Biogeocenology]. Leningrad, 1972. 419 p.
19. Tyukavina O.N. Izmenenie struktury godichnykh kolets sosny pod vliyaniem osusheniya [Influence of Drainage on the Structure of Pine Annual Rings]. *Lesnoy zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 72–80.
20. Feklistov P.A., Tyukavina O.N. *Osobennosti assimilyatsionnogo apparata, vodnogo rezhima i rosta derev'ev sosny v osushennykh sosnyakakh: monogr.* [Features of the Assimilation Apparatus, Water Regime and Growth of Pine Trees in Drained Pine Forests]. Arkhangelsk, 2014. 179 p.
21. Erteld W., Hengst E. *Waldertragslehre*. Leipzig, Germany, 1966. 332 p.
22. Gil W. Effect of Planting Density on Growth and Quality Parameters of Trees and Stands in Age Class II in Fresh Coniferous Forest Site. *Folia Forestalia Polonica. Ser. A. Forestry*, 2006, no. 48, pp. 89–105.
23. Huuskonen S., Hynynen J. Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica*, 2006, vol. 40(4), pp. 645–662.
24. Mäkinen H., Isomäki A. Thinning Intensity and Growth of Scots Pine Stands in Finland. *Forest Ecology and Management*, 2004, no. 201, pp. 311–325.
25. Sloup M., Lehnerová L. Effect of Early Tending Measures on the Growth and Development of Young Pine Stand from Natural Regeneration. *Zpravy Lesnického Vyzkumu*, 2016, vol. 61, no. 3, pp. 213–222.
26. Varmola M., Salminen H. Timing and Intensity of Precommercial Thinning in *Pinus sylvestris* Stands. *Scand. J. For. Res.*, 2004, no. 19(2), pp. 142–151.

Received on November 14, 2016

---