

УДК 630*5

**ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ ПО ДИАМЕТРУ В НАСАЖДЕНИЯХ,
ПРОЙДЕННЫХ РУБКАМИ УХОДА ПРОРЕЖИВАНИЕМ**© А.С. Ильинцев^{1,2}, асп., мл. науч. сотр.С.В. Третьяков^{1,2}, д-р с.-х. наук, доц.С.В. Коптев^{1,2}, канд. с.-х. наук, доц.И.В. Федотов^{1,2}, асп., мл. науч. сотр.Р.А. Ершов¹, асп.¹Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, 17, г. Архангельск, Россия, 163002; e-mail: Ilintsev666@yandex.ru²Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, ул. Никитова, 13, г. Архангельск, Россия, 163062; e-mail: Ilintsev666@yandex.ru

Для научной организации, планирования и устойчивого управления лесным хозяйством необходимо переходить на такие формы ведения хозяйства, которые обеспечивают наибольшую экономическую отдачу с 1 га продуцирующей лесной площади. Одной из форм ведения хозяйства является выборочная, когда лесопользование в насаждениях ведется постоянно, начинается с рубок ухода за насаждениями и продолжается в возрасте спелости. Ведение выборочного хозяйства на Севере ограничивается риском распада насаждений после рубки. Использование древесины от рубок ухода увеличивает объем получаемой на единице площади древесины, способствует повышению производительности насаждений. Рубки ухода направлены на формирование высокопродуктивных насаждений из целевых древесных пород. Наши исследования направлены на получение достоверных данных, характеризующих состояние, продуктивность и устойчивость к условиям внешней среды, техногенным и антропогенным воздействиям сосновых насаждений, пройденных рубками ухода. Объекты исследования расположены в Обозерском лесничестве и представлены средневозрастными сосновыми насаждениями, пройденными рубкой прореживания. Всего было заложено 5 учетных площадок. При закладке пробных площадей руководствовались ОСТ 56-69–83. На пробных площадях был произведен комплекс лесоводственно-таксационных работ. Образцы древесины (керны) отбирали у деревьев, расположенных в центре пасеки и на границе пасеки и волока. Общее количество взятых кернов составляет 40 шт. Полученные материалы были обработаны принятыми в лесной таксации методами и методами вариационной статистики. Выборка части деревьев влияет на состояние, рост и развитие насаждения. По результатам исследования установлены различия в росте и развитии деревьев, расположенных возле волока и в центре пасеки. Деревья, расположенные в центре пасеки, в меньшей степени отзываются на рубку. Наибольший прирост по диаметру у деревьев, находящихся рядом с волоком и находящихся в центре пасеки, наблюдался в 2003 г. (на 10-й год после рубки) и составлял соответственно 1,59 и 1,26 мм. Средняя ширина годичного кольца для деревьев, расположенных возле волока и в центре пасеки, составляла $(1,16 \pm 0,03)$ и $(1,01 \pm 0,02)$ мм. Различия между средней шириной годичного слоя до и после проведения рубки у деревьев, расположенных на границе пасеки и волока, достоверно ($t_{\phi} = 3$). Для деревьев, расположенных в центре пасеки, статистическое различие не доказано. Проведение рубок ухода прореживанием положительно влияет на таксационные показатели насаждения.

При определении возраста, когда целесообразно проводить 2-й или последующий приемы, необходимо руководствоваться объективными критериями. Одним из таких критериев является текущий прирост. Проведение своевременного приема рубок создаст благоприятные условия для поддержания высокого темпа прироста древесины.

Ключевые слова: рубки ухода, прореживание, выборочное хозяйство, текущий прирост.

Эффективность лесного хозяйства и лесопромышленного комплекса, воспроизводство и рациональное использование лесных ресурсов определяются уровнем и формой ведения лесохозяйственного производства [5].

Организация и проведение выборочных рубок считаются перспективным направлением ведения лесного хозяйства. Выборочные рубки позволяют непрерывно использовать продуцирующее насаждение. Недостатком выборочных рубок на Севере считается смена пород и слабая устойчивость насаждений к разреживанию, особенно еловых древостоев.

Выборочное хозяйство обеспечивает сохранение биологического разнообразия, соблюдение требований Российского национального стандарта добровольной лесной сертификации по системе Лесного попечительского совета [9].

Ведение выборочного хозяйства, включая рубки ухода, позволяет существенно повысить общую производительность древостоев. После проведения выборочных рубок следует ожидать улучшения роста деревьев за счет увеличения площади питания древесных растений и поступления дополнительного количества тепла и света (световой прирост) [11].

Устойчивость насаждений после проведения выборочных рубок, включая рубки ухода, зависит от почвенных условий, типа леса, возрастной структуры, интенсивности рубки, состава древостоя, полноты и сомкнутости, состояния древостоя.

Влияние интенсивности выборки на остающуюся часть древостоя представляет большой практический интерес, так как чрезмерная выборка приводит к снижению устойчивости, недостаточная не позволяет в полной мере использовать преимущества выборочного хозяйства.

Изучение состояния насаждений, пройденных рубками ухода прореживанием, проводили в 110-м квартале, выдел 1, Верховского участкового лесничества Обозерского лесничества Архангельской области. Рубку проводили по традиционной технологии: валка бензопилой и трелевка трактором ТДТ-55 за вершину. Необходимо отметить, что рубка была слабой интенсивности, выборка проводилась только на волоках, в пасаках были выбраны только отдельные крупные деревья.

Ленточная пробная площадь закладывалась вдоль пасеки и состояла из учетных площадок по 0,04 га. Общая площадь пробы 0,2 га. Пробные площади закладывались с учетом ОСТ 56-69–83 [7] и разработанных на его основе рекомендаций [10]. По материалам сплошного перечета определяли таксационную характеристику насаждения на пробных площадях принятыми в лесной таксации методами [2].

Таксационная характеристика насаждения представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Таксационная характеристика смешанного соснового насаждения,
пройденного в 1993 г. прореживанием**

| Год закладки | Класс бонитета | Состав | Порода | Средние | | | Сумма площадей сечений, м ² /га | Полнота | Запас, м ³ /га | |
|--------------|----------------|-----------|--------|--------------|-----------|-------------|--|---------|---------------------------|--------|
| | | | | возраст, лет | высота, м | диаметр, см | | | растущего | сухого |
| 2014 | II | 7С2Б1Е+Ос | С | 73 | 21,6 | 20,7 | 26,6 | 0,70 | 279 | 13 |
| | | | Е | – | 13 | 13,7 | 7,8 | 0,31 | 52 | – |
| | | | Б | – | 19,4 | 18,3 | 8,0 | 0,27 | 74 | – |
| | | | Ос | – | 21,6 | 27,8 | 0,9 | 0,02 | 10 | – |
| <i>Всего</i> | | | | | | | 43,3 | 1,30 | 415 | 13 |

Анализ табл. 1 показал, что после проведения рубок ухода сформировалось высокополнотное, высокопродуктивное смешанное сосново-березово-еловое насаждение, тип леса сосняк-черничный. В результате разреживания соснового полога в нем идут интенсивные процессы формирования смешанного насаждения за счет тонкомера и подроста ели. Отмирание (отпад) происходит за счет отставших в росте деревьев тонкомерных ступеней. Исследуемый древостой формируется на подзолистых почвах, которые являются типичными для северотаежного лесного района.

Для изучения влияния прореживания на прирост древесины сосны у растущих деревьев были взяты возрастным буровом керны на высоте груди в случайном порядке (у деревьев разной толщины). Было взято по 20 кернов у деревьев, расположенных в центре пасеки и на границе пасеки и волока, для того, чтобы оценить влияние разрубленных волоков на прирост по диаметру деревьев сосны. При прорубке волоков создаются дополнительные благоприятные световые условия для роста деревьев.

В условиях умеренной зоны годовые кольца у хвойных пород хорошо различимы, вследствие различий в анатомическом строении трахеид, произведенных камбием в начале и в конце вегетационного периода, и могут быть использованы в качестве индикатора, показывающего реакцию деревьев на проведение рубок ухода, т. е. на разреживание полога [3]. Эта реакция получила название световой прирост. В изучаемом древостое разреживание в большей степени повлияло на прирост деревьев, которые расположены в непосредственной близости к волокам.

Собранные в полевых условиях керны анализировали в лаборатории. Размерные характеристики определяли измерителем параметров зерна Corim Max1 с точностью 0,01 мм. Для получения лучшего контраста между границами клеток и узких колец поверхность у буровых образцов зачищали острым режущим инструментом, при этом обрабатываемую часть зерна предварительно смачивали водой.

На кернах измерен прирост по радиусу (ширина годовичного кольца) с 1980 г. и по 2013 г., т. е. за последние 34 года. Полученные данные приростов

обработаны с использованием методов вариационной статистики [4], вычислены статистические показатели по методу малой выборки (средние значения и другие статистические показатели текущего прироста у деревьев сосны, расположенных рядом с волоком и в центре пасеки).

Для установления различия двух выборок по годам наблюдения сравнили средние значения по критерию Стьюдента. Коэффициенты различия среднего значения (t_{ϕ}) двух малых выборок представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Коэффициенты различия среднего значения прироста
по радиусу деревьев сосны, произрастающих у волока и в центре пасеки**

| Год | t_{ϕ} | Год | t_{ϕ} | Год | t_{ϕ} |
|------|-------------|------|------------|------|-------------|
| 1980 | 0,20 | 1992 | 0,56 | 2004 | 2,22 |
| 1981 | 1,08 | 1993 | 0,33 | 2005 | 2,28 |
| 1982 | 2,02 | 1994 | 0,30 | 2006 | 2,28 |
| 1983 | 1,15 | 1995 | 1,80 | 2007 | 1,46 |
| 1984 | 1,47 | 1996 | 0,84 | 2008 | 2,57 |
| 1985 | 1,64 | 1997 | 0,67 | 2009 | 2,16 |
| 1986 | 1,16 | 1998 | 0,63 | 2010 | 0,92 |
| 1987 | 0,30 | 1999 | 0,23 | 2011 | 1,72 |
| 1988 | 1,62 | 2000 | 0,48 | 2012 | 1,39 |
| 1989 | 1,32 | 2001 | 1,19 | 2013 | 1,81 |
| 1990 | 0,00 | 2002 | 1,43 | 2014 | – |
| 1991 | 0,28 | 2003 | 1,49 | 2015 | – |

Стандартное значение t_{α} при числе степеней свободы, равном 38, для заданного уровня вероятности безошибочного заключения $P = 0,95$; $P = 0,99$; $P = 0,999$ составляет 2,0; 2,7; 3,6 соответственно.

В результате сравнения прироста по радиусу у деревьев, расположенных возле волока и в центре пасеки, можно сделать вывод, что они отличаются на 0,95-м уровне вероятности только в 1982, 2004, 2005, 2006, 2008, 2009 гг., в остальных случаях различие имеется, но не достигает достоверных значений. Таким образом, деревья, находящиеся в центре пасеки, в меньшей степени отзываются на прорубку волоков и разреживание полога. Изменение абсолютных значений текущего прироста по радиусу с разделением на две группы (в середине пасеки и у волока) приведено на рисунке.

Анализируя рисунок необходимо отметить, что после проведения прореживания в 1993 г. произошло снижение прироста по диаметру. Это связано с тем, что деревья после рубки в первые 1-2 года адаптируются к изменившимся условиям среды. Текущий прирост древесины в насаждениях сосны характеризуется следующими уравнениями связи:

для деревьев, растущих у волока,

$$y = 2E - 07x^6 - 0,002x^5 + 9,8437x^4 - 26190x^3 + 4E + 07x^2 - 3E + 10x + 1E + 13; \quad (1)$$



Текущий прирост по радиусу в течение последних 34 лет у деревьев, расположенных у волока и в середине пасеки

для деревьев, растущих в центре пасеки,

$$y = 6E - 08x^6 - 0,0007x^5 + 3,5357x^4 - 9410x^3 + 1E + 07x^2 - 1E + 10x + 4E + 12, \quad (2)$$

где y – прирост по радиусу, мм;

x – календарный год, лет.

Часть насаждения, оставшаяся после прореживания на корню, адаптируется к новым условиям среды. При рубке экологическая обстановка изменяется внезапно, изменение же любой части древостоя происходит сравнительно медленно [1].

Минимальный прирост у деревьев, находящихся у волока, отмечен в 1995 г. и составляет 0,74 мм, у деревьев, находящихся в центре пасеки, – в 1994 г. и равен 0,76 мм. Таким образом, деревья, находящиеся в центре волока, испытывают меньший стресс, чем деревья, находящиеся непосредственно у волока.

Через 1-2 года после рубки прирост по диаметру увеличивается на протяжении 9 лет у деревьев, находящихся в центре волока, и деревьев, находящихся непосредственно у волока. Это объясняется световым приростом, обусловленным увеличением площади питания растений, дополнительным притоком света и тепловой энергии, которые они получают в разреженном лесу.

Разреживание древостоя приводит к изменениям во взаимосвязях между деревьями. Все это сказывается на дальнейшем росте деревьев, характере

прироста их в высоту и толщину, развитии боковых ветвей и кроны в целом, форме стволов, формировании годичных слоев и качестве древесины [6].

Необходимо также отметить, что в обоих случаях в 1998 г. наблюдается спад прироста по диаметру, который, видимо, связан с метеорологическими условиями. После спада в 1998 г. прирост по диаметру продолжает увеличиваться. На рисунке наглядно видно, что прирост по диаметру после проведения рубки больше, чем до рубки. Таким образом, рубка прореживания положительно повлияла на прирост древесины.

Наибольший прирост по диаметру у деревьев, находящихся рядом с волоком и в центре пасаки, отмечен в 2003 г. и составляет соответственно 1,59 и 1,26 мм.

Ряд исследователей приводит значения оптимальной (с точки зрения плотности и прочности древесины) ширины годичных слоев. Для северной сосны этот показатель составляет 1,0...1,2 мм [8]. Средняя ширина годичного кольца для деревьев, расположенных возле волока, – $(1,16 \pm 0,03)$ мм, для деревьев расположенных в центре пасаки, – $(1,01 \pm 0,02)$ мм. Коэффициенты изменчивости соответственно составляют 17,6 и 11,6 %. Следовательно, ширина годичного кольца в обоих случаях имеет среднюю изменчивость.

Анализируя среднюю ширину годичного слоя до и после проведения рубки прореживания, пришли к следующим результатам. Средняя ширина годичного слоя до рубки у деревьев, расположенных возле волока, равна $(1,07 \pm 0,03)$ мм, в середине пасаки – $(0,97 \pm 0,03)$ мм. Средняя ширина годичного слоя после рубки у деревьев, расположенных возле волока, равна $(1,22 \pm 0,05)$ мм, в середине пасаки – $(1,04 \pm 0,03)$ мм. Показатель $t_{\phi} = 3$ свидетельствует об установлении различия между средней шириной годичного слоя до и после проведения рубки у деревьев, расположенных возле волока. Различия не доказано между средней шириной годичного слоя до и после проведения рубки у деревьев, расположенных в центре пасаки, показатель $t_{\phi} = 1,75$.

Для установления возраста, когда целесообразно проводить второй и последующие приемы рубок, необходимо выработать объективные критерии. Одним из критериев является текущий прирост. Считаем, что было бы целесообразно проводить второй прием рубок ухода, а именно: проходные рубки в 2008 г. или через 16 лет после проведения прореживаний, так как после 2008 г. прирост устанавливается на уровне фоновых значений. Проведение своевременного приема создает благоприятные условия для поддержания высоких темпов прироста древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев С.В., Молчанов А.А. Выборочные рубки в лесах Севера. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 147 с.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация: учеб. для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

3. Ваганов Е.А., Тресков И.А. Анализ роста дерева по структуре годичных колец. Новосибирск: Наука, 1977. 93 с.
4. Гусев И.И. Статистические показатели распределения: метод. указания к выполнению практ. работ по вариационной статистике. Архангельск: АЛТИ, 1980. 36 с.
5. Гусев И.И. Формирование таежных ельников выборочного хозяйства// Лесн. журн. 1999. № 2-3. С. 11–18. (Изв. высш. учеб. заведений).
6. Мелехов И.С. Рубки и возобновления леса на Севере. Архангельск: Арханг. кн. изд-во, 1960. 200 с.
7. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИГослесхоза СССР, 1983. 60 с.
8. Полубояринов О.И. Влияние лесохозяйственных мероприятий на качество древесины. Л.: ЛТА, 1974. 97 с.
9. Российский национальный стандарт Лесного попечительского совета. Стандарт Лесного попечительского совета для Российской Федерации FSC-STD-RUS-V6-1–2012 Russia Natural and Plantations EN. Режим доступа: www.fsc.ru/upload/file/Russian_National_FSC_Standard_v_6_01_Ru_itog.pdf (дата обращения 02.11.2013).
10. Соколов Н.Н. Методические указания к дипломному проектированию по таксации пробных площадей. Архангельск: РИО АЛТИ, 1978. 44 с.
11. Третьяков С.В., Контев С.В., Ярославцев С.В. Текущий прирост в ельниках выборочного хозяйства//Сб. тр. ФГУ «СевНИИЛХ» по итогам научно-исследовательских работ за 2005–2009 гг. Архангельск: Изд-во САФУ, 2011. С. 140–144.

Поступила 11.02.15

UDC 630* 5

The Current Radial Increment in the Forest Stands After the Improvement Thinning

A.S. Il'intsev^{1,2}, Postgraduate Student, Research Assistant

S.V. Tret'yakov^{1,2}, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

S.V. Koptev^{1,2}, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

I.V. Fedotov^{1,2}, Postgraduate Student, Research Assistant

R.A. Ershov¹, Postgraduate Student

¹Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation; e-mail: ilintsev666@yandex.ru

²Northern Research Institute of Forestry, Nikitov str., 13, Arkhangelsk, 163062, Russian Federation; e-mail: ilintsev666@yandex.ru

For scientific and sustainable forest management and planning it is necessary to establish the forms of forest management providing the greatest economic returns on the basis of 1 ha of producing forest area. One of the forms of the forest management is selective cutting with sustained product yield at the thinning cutting period and maturity age. Sustainable selection system in the North is limited by the risk of decline of the forest stands after a felling. The use of wood from improvement cuttings increases the wood volume received at one area unit and improves the forest stands productivity. Improvement cuttings are aimed at the formation of high-productive target woody species. On the basis of the research the valid data, characterizing the state, productivity and resistance to environmental conditions, technological and human impacts of pinetums after the improvement thinning, were obtained.

The objects of the research are located in the Obozersky forest division and presented by the middle-aged pinetums after the improvement thinning. 5 discount areas were considered. The coupe quadrat demarcation was organized according to the Industrial Standard 56–69–83. A package of silvicultural and survivor works was complete. The samples of wood were taken from the trees located in the center of a cutting strip and at the border of a cutting strip and a strip road. The total number of core samples is 40 pieces. The samples obtained at the discount areas were treated by forest survey methods and methods of variation statistics. The trees selection affects the state, growth and development of forest stands. The study established differences in the growth and development of trees located in the center of a cutting strip and at the border of a cutting strip and a strip road. Trees located in the center of the cutting strip respond to the cutting to a lesser extent. The highest current increase in diameter of trees located in the center of a cutting strip and near a strip road was observed in 2003 (10 years after cutting) and was 1.59 mm and 1.26 mm, respectively. The average width of annual rings of trees located near a strip road is 1.16 ± 0.03 mm, of trees located in the center of a cutting strip – 1.01 ± 0.02 mm. The difference between the average width of the annual ring of trees located on the border of a cutting strip and a strip road before and after a felling is significant ($t_f = 3$). Statistical difference for trees located in the center of a cutting strip is not proven. Improvement thinning effects positively on the forest survey indicators of the forest stands. It is necessary to be guided by objective criteria in determining the age. One of these criteria is the incremental value. Timely improvement thinning will create favorable conditions to maintain a high increment rate of timber.

Keywords: improvement thinning, cutting-back, selection system, current increment.

REFERENCES

1. Alekseev S.V., Molchanov A.A. *Vyborochnye rubki v lesakh Severa* [Selective Cutting in the Forests of the North]. Moscow, 1954. 147 p.
2. Anuchin N.P. *Lesnaya taksatsiya: uchebnyk dlya vuzov* [Forest Survey]. Moscow, 1982. 552 p.
3. Vaganov E.A., Treskov I.A. *Analiz rosta dereva po strukture godichnykh kolets* [The Tree Growth Analysis According to the Annual Rings Structure]. Novosibirsk, 1977. 93 p.
4. Gusev I.I. *Statisticheskie pokazateli raspredeleniya: Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu prakticheskikh rabot po variatsionnoy statistike* [Statistical Indicators of Distribution: Methodical Instructions for Practical Works on Variation Statistics]. Arkhangelsk, 1980. 36 p.
5. Gusev I.I. Formirovanie taezhnykh el'nikov vyborochnogo khozyaystva [Formation of Taiga Spruce Selection Systems]. *Lesnoy zhurnal*, 1999, no. 2–3, pp. 11–18.
6. Melekhov I.S. *Rubki i vozobnovleniya lesa na Severe* [Cutting and Forest Renewal in the North]. Arkhangelsk, 1960. 200 p.
7. *OST 56–69–83. Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [Industrial Standard 56–69–83. Forest Management Sample Plots. Coupe Demarcation Method]. Moscow. 60 p.
8. Poluboyarinov O.I. *Vliyanie lesokhozyaystvennykh meropriyatiy na kachestvo drevesiny* [Influence of Forestry Measures on the Timber Quality]. Leningrad, 1972. 74 p.
9. *Standart Lesnogo popechitel'skogo soveta dlya Rossiyskoy Federatsii* [Forest Stewardship Council Standard FSC-STD-RUS-V6-1-2012 Russia Natural and Plantations EN].

Available at: www.fsc.ru/upload/file/Russian_National_FSC_Standard_v_6_01_Ru_itog.pdf (accessed 02. 11.2013).

10. Sokolov N.N. *Metodicheskie ukazaniya k diplomnomu proektirovaniyu po taksatsii probnykh ploshchadey* [Recommended Practices for Graduation Work Designing on Sample Plots]. Arkhangelsk, 1978. 44 p.

11. Tret'yakov S.V., Koptev S.V., Yaroslavtsev S.V. Tekushchiy prirost v el'nikakh vyborochnogo khozyaystva [Current Growth in Spruce Selection Systems]. *Sbornik trudov FGU «SevNIILKh» po itogam nauchno-issledovatel'skikh rabot za 2005–2009 gg.* [Works Collection of FSA “Northern Research Institute of Forestry” on the Results of Scientific Research in 2005–2009]. Arkhangelsk, 2011, pp. 140–144.

Received on February 11, 2015

DOI:10.17238/issn0536-1036.2015.6.66
