

УДК 630*181.65:630*221.04

ГУСТОТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ ЛЕСОВЫРАЩИВАНИИ

**В. В. Иванов, А. Н. Борисов, А. Е. Петренко, Д. А. Семенякин,
Д. С. Собачкин, Р. С. Собачкин**

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

E-mail: viktor_ivanov@ksc.krasn.ru, alex_nik@ksc.krasn.ru, alcorsci@bk.ru, denis8880@inbox.ru,
dens@ksc.krasn.ru, romans@ksc.krasn.ru

Поступила в редакцию 15.03.2017 г.

На постоянных пробных площадях в молодняках, средневозрастных и спелых чистых по составу сосновых одновозрастных насаждениях изучали эффективность рубок разной интенсивности, проводимых с целью обеспечения усиленного лесовыращивания. Существующие нормативы по интенсивности рубок и относительной полноте не в полной мере обеспечивают оптимальные параметры древостоев после рубок. Между тем оставляемая часть насаждения определяет рост и продуктивность формируемого рубками ухода древостоя. Пробные площади заложены в экспериментальном хозяйстве Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН «Погорельский бор», территориально входящем в Красноярскую островную лесостепь. В изучаемых древостоях рубки привели к увеличению текущего радиального прироста, зависящего от площади области доминирования ($S_{од}$), определяющей величину доступного для дерева ресурса после рубки. На основе проведенного анализа динамики радиального прироста и его связи со значениями $S_{од}$ для участков сосновых древостоев на разных возрастных этапах и с разной густотой определено оптимальное значение $S_{од}$, которое обеспечивает формирование деревьев II–III классов роста по Крафту. Оптимальные значения площади ОД рассчитывали в зависимости от значений диаметра ствола на высоте 1.3 м и с учетом условий местообитания. При густоте меньшей, чем оптимальная, можно получить более высокие значения прироста, но это не означает достижения максимальной производительности древостоя в целом. Проведенные исследования позволяют в рамках предложенного подхода обеспечить интенсивное лесовыращивание и формирование структуры древостоев, обеспечивающей выполнение как хозяйственных, так и экологических функций. Полученные данные могут быть использованы при разработке рекомендаций по проведению рубок ухода в сосновых насаждениях на разных возрастных этапах их формирования.

Ключевые слова: *интенсивное лесовыращивание, рубки, оптимальная густота, конкуренция, доступный ресурс, область доминирования.*

DOI: 10.15372/SJFS20170608

ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация лесного хозяйства позволяет существенно повысить продуктивность лесов и их ресурсный потенциал. Для этой цели необходима разработка лесоводственных способов и приемов малозатратного и эффективного восстановления и выращивания высокопродуктивных насаждений в лучших лесорастительных условиях. Таким условиям соответствуют лесостепные, подтаежные и южно-таежные районы Красноярского края, лесорастительный потенциал которых подорван интенсивными рубками

предшествующих лет и низким уровнем ведения лесного хозяйства. В результате этого значительная часть лесных земель, обладающих высоким лесорастительным потенциалом, зарастает бурьяном и малоценной древесно-кустарниковой растительностью, лесное хозяйство становится низкодоходным (Онучин и др., 2010).

Сосновые боры лесостепной зоны являются особо ценными лесными массивами, выполняющими защитные, средообразующие, рекреационные и другие функции. Повышение устойчивости и продуктивности лесостепных сосновых боров является важнейшей задачей

лесного хозяйства. Большая роль в достижении поставленной задачи принадлежит рубкам ухода, представляющим собой систему мероприятий, определяющих поэтапный процесс формирования хозяйственно ценных насаждений от момента смыкания молодняков до возраста спелости. Рубки ухода за лесом проводятся с целью повышения эффективности использования естественного лесовосстановительного, продукционного и ресурсно-экологического потенциала лесных экосистем и поддержания его на достаточном уровне.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований служили молодняки, средневозрастные и спелые чистые по составу сосновые одновозрастные насаждения экспериментального хозяйства Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН «Погорельский бор», территориально входящего в Красноярскую островную лесостепь (Онучин и др., 2011; Иванов и др., 2012; Полякова и др., 2016). Молодняки сформировались на бывших сельскохозяйственных угодьях в Красноярской лесостепи. Близость источников семян (стены соснового леса находятся на расстоянии менее 100 м от исследуемых молодняков) обеспечила относительно быстрое заселение в 2001–2002 гг. пустующих сельхозугодий и способствовала формированию одновозрастных загущенных молодняков. Пробные площади (ПП) размером 20 × 20 м были заложены в насаждениях, пройденных рубками ухода разной интенсивности с выборкой деревьев по числу стволов от 57 до 93 %. На контроле размер ПП составлял 20 × 15 м. На ПП проведен сплошной пересчет с измерением высот деревьев с точностью до 10 см и диаметров стволов по 1-сантиметровым ступеням толщины.

В восьмилетних молодняках оценивали влияние густоты насаждений на радиальный прирост деревьев. С этой целью после проведения рубок ухода различной интенсивности (рубки проводили до начала активного роста деревьев, в конце мая 2009 г.) в пределах буферных зон отбирали модельные деревья. На каждой ПП в конце августа 2009 г. было отобрано по 5 модельных деревьев.

Средневозрастное сосновое чистое по составу насаждение сформировано на вырубке 1965 г. В лесотаксационном выделе сосняка зеленомошного I класса бонитета в однородных лесорастительных условиях заложили три ПП размером 0.15 га, отделенных друг от друга

5-метровой буферной зоной. Контролем служила смежная территория в том же выделе. Каждая ПП репрезентативна для лесного участка, на котором намечена опытная рубка ухода. В 37 лет эти насаждения характеризовались высокой полнотой, густотой и интенсивными процессами дифференциации деревьев. Наибольшее количество деревьев (до 57.3 %) было с диаметром ствола на высоте 1.3 м до 10 см с явными признаками угнетения, что свидетельствует о высокой напряженности конкурентных отношений.

Спелые сосновые насаждения разнотравно-зеленомошной группы типов леса в возрасте 110 лет имели полноту 1.0 и более, средний диаметр 36.7 см, высоту 26.1 м, запас стволовой древесины 453 м³/га. Около 8–12 % от общего числа стволов представлено сухостоем. ПП закладывали в пределах одного таксационного выдела на репрезентативных участках с разными вариантами несплошных рубок. Закладка ПП выполнена с учетом теоретических положений таксации согласно ОСТ 56-69-83 (1983).

В средневозрастных и спелых древостоях на ПП проводили сплошной пересчет, нумерацию деревьев и их картирование с разбивкой площади на квадраты размером 5 × 5 м. Динамику радиального прироста деревьев в средневозрастных и спелых насаждениях изучали по кернам. Распределение доступного ресурса между конкурирующими за него деревьями оценивалось методом областей доминирования (Борисов, 2013). Статистическая обработка данных, оценка достоверности характеристик и регрессионные зависимости получены с помощью программ Excel 2007 и Statistica 7.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В одновозрастных сосновых молодняках после рубки ухода с целью оценки влияния разной густоты на радиальный прирост деревьев различного рангового положения анализировали величины радиального прироста модельных деревьев. Основные таксационные характеристики молодняков, пройденных рубками ухода, приведены в табл. 1.

Выявлена связь радиального прироста стволов со средней площадью, приходящейся на одно дерево, которая рассчитывается как площадь участка, деленная на количество деревьев на нем. При увеличении этого показателя происходит почти экспоненциальное увеличение радиального прироста с последующим выходом на плато по мере ослабления конкурентных от-

Таблица 1. Таксационные характеристики участков сосновых молодняков, пройденных рубкой разной интенсивности

№ ПП	Густота, шт./га	Интенсивность разреживания, %	$D_{1.3}$, см	H , м	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас, м ³ /га
1	2900	93	3.54	2.39	2.86	5.06
2	9500	77	2.90	2.48	6.22	12.20
3	16 800	59	2.45	2.27	8.27	15.82
4 (контроль)	40 667	–	1.87	2.11	11.20	22.38

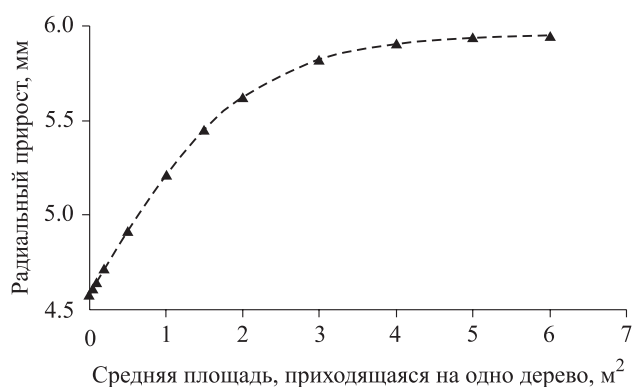


Рис. 1. Зависимость радиального прироста от средней площади, приходящейся на одно дерево.

ношений (рис. 1) (Онучин и др., 2011). Таким образом, в 8-летних сосновых молодняках для деревьев господствующих рангов условия свободного роста создаются при величине площади, приходящейся на одно дерево, не менее 4–5 м², что соответствует густоте не более 2–2.5 тыс. шт./га.

Результаты изучения текущего радиального прироста на ПП с разреживанием молодняков разной интенсивности свидетельствуют о том, что наиболее высокие значения прироста по

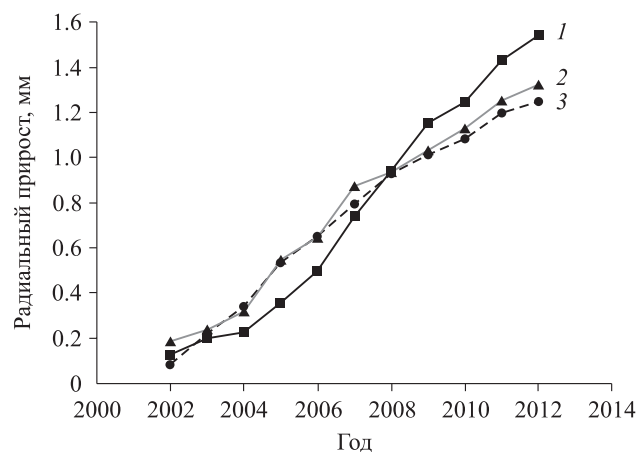


Рис. 2. Динамика радиального прироста сосны до и после разреживания разной интенсивности. Густота, шт./га: 1 – 2 900; 2 – 9 500; 3 – контроль, 40 667.

диаметру на высоте 1.3 м отмечены в варианте с густотой 2.9 тыс. шт./га. Это подтверждается и динамикой текущего ежегодного радиального прироста модельных деревьев господствующих рангов за последние 4 года после рубки ухода (рис. 2).

В пределах таксационного выдела в средневозрастном чистом по составу сосновом насаждении в 2001 г. проведены рубки ухода по низовому методу с интенсивностью по количеству 43–56 % и по запасу 12–16 % (табл. 2).

Таблица 2. Основные таксационные характеристики средневозрастных древостоев

№ ПП	Возраст, лет	Состояние	Густота, шт./га	$D_{ср}$, см	$H_{ср}$, м	Сумма площадей сечений, м ² /га	Полнота	Запас, м ³ /га	Интенсивность рубки, %	
									по числу стволов	по запасу
5	37	До рубки	5460	11.8	16.7	45.2	1.3	370	50	13
		После	2727	13.9	18.0	36.9	1.0			
	47	–	2420	15.8	19.0	47.4	1.3	430	–	–
6	37	До рубки	4020	12.6	17.8	47.6	1.3	399	43	12
		После	2280	15.5	18.8	39.2	1.0			
	47	–	2073	17.1	19.6	50.5	1.3	469	–	–
7	37	До рубки	5593	10.8	16.0	50.5	1.5	399	56	16
		После	2487	14.3	18.2	38.1	1.0			
	47	–	2367	16.2	19.2	49.0	1.3	448	–	–

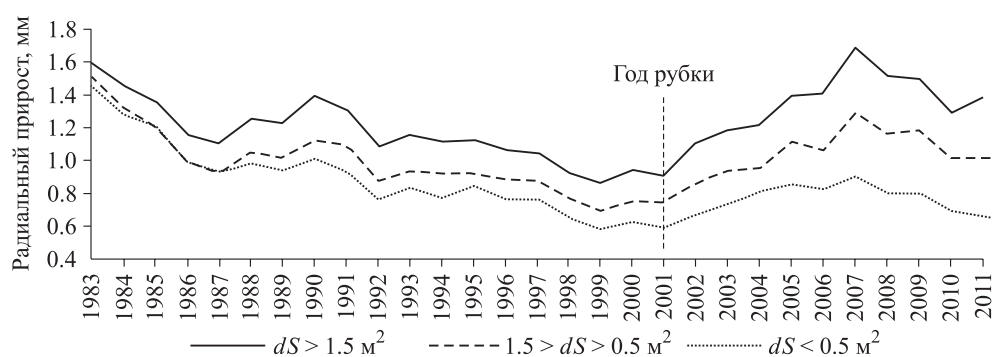


Рис. 3. Динамика радиального прироста деревьев в зависимости от увеличения площади ОД.

Сплошной переčet, проведенный через 10 лет, показал наличие явно выраженной дифференциации, значительной доли отставших в росте и угнетенных деревьев, что говорит о недостаточной интенсивности проведенного разреживания. Сухостой составил около 5 % от общего количества и представлен диаметрами от 4.6 до 12.6 см при среднем значении 6.9 см. Количество деревьев с диаметром на высоте 1.3 м, не достигшим 16 см, т. е. среднего диаметра, составило 58 %. Высокая полнота обусловила формирование деревьев с небольшой протяженностью крон. У деревьев среднего диаметра соотношение протяженности кроны и высоты дерева составило ~30–35 %. В результате рубки произошло перераспределение доступного ресурса, что со второго года после рубки привело к увеличению радиального прироста. В качестве оценки ресурса во многих исследованиях используются площади роста (Assmann, 1961; Stöhr, 1963; Поляков, 1973; Разин, 1981; Нагимов, 2000). В данной работе рассматривается распределение доступного ресурса между конкурирующими за него деревьями с использованием областей доминирования (ОД) – областей, в которых каждая особь оказывает доминирующее влияние в пространственном освоении ре-

сурса, когда это влияние прямо пропорционально размеру особи и обратно пропорционально квадрату расстояния от нее (Борисов, 2013).

Для деревьев на ПП 6 изучена динамика радиального прироста по кернам, сделанным для 251 дерева из 311 находящихся на этом участке. Отставшие в росте усыхающие деревья исключили из рассмотрения. Выявлена реакция деревьев на рубку в зависимости от увеличения доступного ресурса. Динамика радиального прироста деревьев в зависимости от увеличения площади области доминирования dS после рубки 2001 г. приведена на рис. 3.

В группе деревьев, где значение dS было 1.5 м^2 и более, радиальный прирост увеличился с 0.9 до 1.7 мм/год. В то время как для деревьев, где $1.5 > dS > 0.5 \text{ м}^2$, прирост вырос с 0.7 до 1.3 мм/год, а в группе с $dS < 0.5 \text{ м}^2$ прирост увеличился с 0.6 только до 0.9 мм/год. С точки зрения интенсивного лесовыращивания эти данные и таксационная характеристика древостоя в целом указывают на необходимость проведения лесоводственного ухода.

В чистых по составу сосновых насаждениях в возрасте 110 лет на экспериментальных участках проведена несплошная рубка с интенсивностью по запасу от 28 до 53 % (табл. 3).

Таблица 3. Основные таксационные характеристики спелых сосновых насаждений

№ ПП	Состояние	$D_{\text{ср}}$, см	$H_{\text{ср}}$, м	Сумма площадей поперечных сечений, $\text{м}^2/\text{га}$	Густота, шт./га	Запас, $\text{м}^3/\text{га}$	Полнота	Интенсивность рубки по запасу, %
9	До рубки	36.8	26.8	42.2	397	500	1.1	35
	После	37.5	26.8	30.3	274	324	0.8	
10	До рубки	38.9	25.1	37.0	311	375	0.9	36
	После	37.4	26.3	24.0	219	241	0.6	
11	До рубки	34.5	23.0	36.2	388	377	0.9	53
	После	31.8	23.1	18.0	226	177	0.5	
12	До рубки	37.1	30.0	50.0	462	570	1.2	28
	После	38.6	30.0	35.6	304	408	0.8	
13	Контроль	36.0	25.5	43.1	424	445	1.1	–

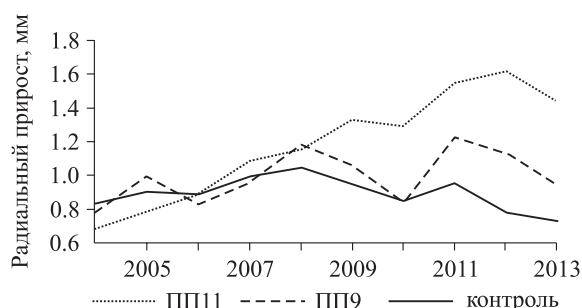


Рис. 4. Средний текущий радиальный прирост деревьев в спелом сосновом древостое.

Разреживание древостоев привело к изменению таксационных показателей и среднего текущего радиального прироста. Реакция деревьев, растущих по краям пасек, примыкающих к трелевочным волокам, значительно выше, чем у растущих в середине пасечных лент. Это вызвано тем, что изменения лесорастительных условий после несплошной рубки на пасечных лентах незначительны, о чем свидетельствует динамика ежегодного радиального прироста в сравнении с контролем. А на краю пасек за счет получения дополнительного почвенно-светового ресурса наблюдается значительное увеличение текущего прироста. При более интенсивном разреживании древостоя до 53 % и снижении относительной полноты до 0.5 (ПП 11) различий в значениях текущего радиального прироста деревьев, растущих на пасечных лентах и по краям, примыкающим к волоку, не наблюдается.

При снижении относительной полноты спелых сосновых древостоев до 0.5 за последние 5 лет после рубки 2008 г. отмечены максимальные значения среднего текущего радиального прироста деревьев (рис. 4).

Существующие нормативы по интенсивности рубок и относительной полноте не в полной мере обеспечивают оптимальные параметры древостоев после рубок. Между тем оставшаяся часть насаждения определяет рост и продуктивность формируемого рубками ухода древостоя. Для реализации потенциала эффективного роста в том или ином возрасте деревья должны иметь соответствующий доступный ресурс. Оптимальными считаются такие площади ОД, которые обеспечивают формирование деревьев II–III классов роста по Крафту. Такие деревья, как считает З. Я. Нагимов (2000), наиболее эффективно используют свои площади питания. Считается также, что древесина с высокими техническими свойствами формируется у деревьев, освещенность крон которых находится на некотором среднем уровне, что как раз и будет со-

ответствовать деревьям II–III классов роста по Крафту (Атрохин, Иевинь, 1985).

В исследуемых средневозрастных древостоях были выделены деревья, относящиеся к группам со стабильно высоким рангом и устойчиво повышающим свой ранг (Борисов и др., 2014). В указанных двух группах площадь ОД ($S_{\text{ОД}}$) составляет 30–40 % от $S_{\text{ОД}}$ свободно растущего дерева, и эти значения можно принять за оценку оптимальной площади ОД. Для площади ОД свободно растущего дерева можно получить эмпирическую оценку $S_{\text{св}}$ в данных условиях местообитания или вычислить ее с использованием уравнения:

$$S_{\text{св}}(t) = A_0 t h^2(t/A_f),$$

где t – время, A_0 и A_f – параметры (Полетаев, 1966).

Эта оценка в соответствии с методикой, описанной в книге (Борисов, 2013), позволяет вычислить пороговое значение E_0 , определяющее границу области ОД:

$$E_0 = \frac{k}{P(x, y)} \frac{D_{1.3}^2}{r_0^2},$$

где $P(x, y)$ – показатель ресурсного потенциала для изучаемого объекта в точке с координатами (x, y) , $D_{1.3}$ – диаметр ствола на высоте 1.3 м, r_0 – радиус области свободного роста дерева, k – коэффициент. В свою очередь, используя значение E_0 , можно в соответствии с приведенным выше выражением вычислить r_0 для любого заданного значения $D_{1.3}$ и $S_{\text{онт}}$. Тогда оптимальная густота одновозрастного древостоя рассчитывается как $N_{\text{онт}} = 10\,000/S_{\text{онт}}$. Для рассматриваемых древостоев в возрасте 110 лет полученная нами оценка $S_{\text{св}}$ составляет около 115 м², а оптимальная густота будет 220–290 шт./га.

Для чистых по составу сосновых насаждений в возрасте 13, 47 и 110 лет проведен анализ динамики годичного радиального прироста до и после рубки разной интенсивности. Полученные значения сравнивали с данными на контрольных участках, где рубки не проводились. Средние ежегодные радиальные приросты для всех трех групп древостоев (молодняков, средневозрастных и спелых) были вычислены по пяти годам непосредственно после рубки. Эти данные приведены на рис. 5, где по левой оси ординат отложены значения средних ежегодных радиальных приростов, а по оси абсцисс указан возраст древостоев (для контрольных участков к возрасту добавлена буква «к»).

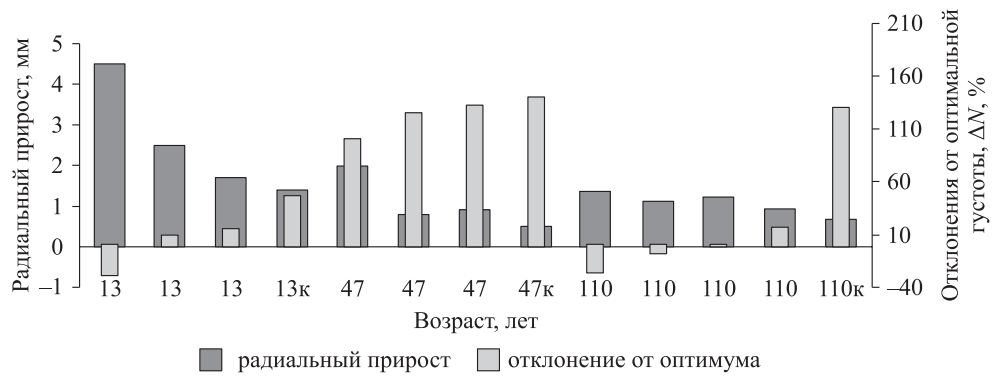


Рис. 5. Средний радиальный прирост и отклонения густоты от оптимальной.

Правая ось ординат используется для значений отклонения от оптимальной густоты, которое рассчитывалось как

$$\Delta N = (N_{\text{факт}} - N_{\text{опт}}) / N_{\text{опт}} \times 100 \%,$$

где $N_{\text{факт}}$ – фактическая, а $N_{\text{опт}}$ – расчетная оптимальная густота.

Полученные результаты показывают наличие обратной зависимости среднего радиального прироста от густоты древостоя для всех рассмотренных возрастных этапов роста. Заметим, что при густоте меньшей, чем оптимальная, можно получить более высокие значения прироста. Следует иметь в виду, что максимальная производительность отдельных деревьев в таком древостое не означает максимальной производительности древостоя в целом. При увеличении ОД прирост по объему вначале увеличивается, а потом остается на одном уровне или даже снижается за счет разрастания крон (Кузьмичев, 2013). При уменьшении ОД формируется древостой, который может обладать большей густотой и высокой полнотой, но меньшим значением среднего диаметра и большой дифференциацией по диаметру.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проведении рубок ухода в 8-летних перегушенных сосняках Красноярской лесостепи эффект лесохозяйственного мероприятия проявляется при снижении густоты до 16 тыс. шт./га и ниже. Эффективность изреживания с целью стимуляции радиального прироста сохраняется до густоты 2900 шт./га и наиболее отчетливо проявляется у деревьев высших рангов.

В средневозрастных насаждениях в возрасте 37 лет проведено разреживание древостоев (по низовому методу) с интенсивностью по количеству 43–56 % и по запасу 12–16 %.

Анализ таксационных характеристик древостоя через 10 лет с точки зрения выращивания высокопродуктивных насаждений указывает на необходимость проведения лесоводственного ухода.

В сосновом насаждении в возрасте 110 лет на постоянных ПП (экспериментальных участках) проведены несплошные рубки с интенсивностью по запасу от 28 до 53 %. Разреживание древостоев привело не только к изменению значений таксационных показателей, но и к увеличению среднего текущего радиального прироста.

Для чистых по составу сосновых насаждений в возрасте 13, 47 и 110 лет проведен анализ динамики годичного радиального прироста до и после рубки разной интенсивности. Результаты показывают наличие обратной зависимости среднего радиального прироста от густоты древостоя для всех рассмотренных возрастных этапов роста. Для реализации потенциала эффективного роста в том или ином возрасте дерева должны иметь соответствующий доступный ресурс. Оптимальными считаются площади ОД, составляющие 30–40 % от площади свободного роста. При таких условиях обеспечивается формирование деревьев II–III классов роста по Крафту. При густоте меньшей, чем оптимальная, можно получить более высокие значения прироста, но это не означает максимальной производительности древостоя в целом.

Проведенные исследования позволяют в рамках предложенного подхода обеспечить интенсивное лесовыращивание и формирование структуры древостоев, обеспечивающей выполнение как хозяйственных, так и экологических функций лесов. Эти данные могут быть использованы при разработке рекомендаций по проведению рубок ухода в сосновых насаждениях на разных возрастных этапах их формирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атрохин В. Г., Иевинь И. К.* Рубки ухода и промежуточное лесопользование. М: Агропромиздат, 1985. 255 с.
- Борисов А. Н.* Метод оценки распределения ресурса между деревьями в древостое // Состояние лесов и актуальные проблемы лесопользования: мат-лы Всерос. конф. с междунар. участ. Хабаровск, 2013. С. 293–296.
- Борисов А. Н., Иванов В. В., Петренко А. Е.* Оценка реакции соснового древостоя Красноярской лесостепи на рубку ухода // Лесоведение. 2014. № 4. С. 22–27.
- Иванов В. В., Борисов А. Н., Петренко А. Е., Собачкин Р. С., Собачкин Д. С.* Методологические подходы к повышению эффективности рубок ухода // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. XXXI. № 3–4. С. 259–264.
- Кузьмичев В. В.* Закономерности динамики древостоев. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2013. 207 с.
- Нагимов З. Я.* Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Екатеринбург: УГЛТА, 2000. 40 с.
- Онучин А. А., Соколов В. А., Втюрина О. П.* Перспективы интенсификации лесного хозяйства в Сибири // Лесн. хоз-во. 2010. № 6. С. 11–12.
- Онучин А. А., Маркова И. И., Павлов И. Н.* Влияние рубок ухода на радиальный прирост стволов и формирование сосновых молодняков // Хвойные бореальной зоны. 2011. № 2–3. С. 258–267.
- ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесопользовательные. Метод закладки. М., 1983. 23 с.
- Поletaев И. А.* О математических моделях элементарных процессов в биогеоценозах // Проблемы кибернетики. 1966. Вып. 16. С. 171–190.
- Поляков А. К.* Определение оптимальной густоты сосны в свежей субори // Лесн. хоз-во. 1973. № 12. С. 14–18.
- Полякова Г. Г., Поляков М. В., Ибе А. А., Подоляк Н. М.* Таксационная оценка состояния молодняка сосны при естественном лесовозобновлении // Сиб. лесн. журн. 2016. № 4. С. 98–104.
- Разин Г. С.* Способ определения оптимальной текущей густоты древостоев при их целевом выращивании // ИВУЗ. Лесн. журн. 1981. № 3. С. 45–38.
- Assmann E.* Waldertrangskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen. BLV Verlagsgesellschaft, Muenchen; Bonn; Wien, 1961. 490 s.
- Stöhr F. K.* Erweiterungsmöglichkeit der Winkelzahlprobe. Diss. Freiburg, 1963. 125 p.

THE DENSITY OF PINE STANDS UNDER INTENSIVE FOREST GROWING

V. V. Ivanov, A. N. Borisov, A. E. Petrenko, D. A. Semenyakin,
D. S. Sobachkin, R. S. Sobachkin

*Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch
Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

E-mail: viktor_ivanov@ksc.krasn.ru, alex_nik@ksc.krasn.ru, alcorsci@bk.ru, denis8880@inbox.ru,
dens@ksc.krasn.ru, romans@ksc.krasn.ru

On permanent sample plots in young, middle-aged and mature, pure pine stands of the same age, the effectiveness of cuttings of different intensities was studied, to ensure intensive forest growing. Existing standards on the intensity of cutting and relative density do not fully provide the optimal parameters of stands after cutting. Meanwhile, the remaining part of the stand determines growth and productivity of the stand formed by the felling. The sample plots have been established in the «Pogorelsky Bor» experimental forest of V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, territorially entering the Krasnoyarsk island forest-steppe. In the studied stands, the felling led to an increase in current radial increment, which depends on the area of the dominance square (S_{OD}), which determines the amount of available resources for the tree after felling. Based on the analysis of the dynamics of radial growth and its relationship with the values of S_{OD} for pine forest stands at different age stages and with different density, the optimum value of S_{OD} is determined, which provides forming of trees of the 2–3rd Kraft classes of growth. Optimum values of the OD area were calculated depending on the values of the stem DBH and taking into account the habitat conditions. With a density that is lower than optimal, higher tree growth values can be obtained, but this does not mean achieving the maximum productivity of the stand as a whole. The studies allow, within the framework of the proposed approach, to provide intensive forest growing and formation of the stand structure that ensure the fulfillment of both economic and environmental functions of forests. The obtained data can be used in the development of recommendations for carrying out thinning in pine stands at different age stages of their formation.

Keywords: *intensive forest growing, cuttings, optimal stand density, competition, available resource, dominating area.*

How to cite: *Ivanov V. V., Borisov A. N., Petrenko A. E., Semenyakin D. A., Sobachkin D. S., Sobachkin R. S. The density of pine stands under intensive forest growing // Sibirskij Lesnoj Zurnal (Sib. J. For. Sci.). 2017. N. 6: 102–109 (in Russian with English abstract).*