



УДК 630\* 232.11

## Динамика ранговой структуры групповых культур сосны

© Д.С. Бурцев

---

### **Dynamics of rank structure of group pine forest plants**

**D.S. Burtsev** (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

Results of research rank structures of experienced group pine forest plants are presented. Influence of initial quantity seedlings in group on dynamics growth, safety and rank structures of pine young growth is studied.

**Key words:** group forest plants, rank structure, pine

### **Динамика ранговой структуры групповых культур сосны**

**Д.С. Бурцев** (ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»)

Представлены результаты исследования ранговой структуры опытных групповых культур сосны. Изучено влияние исходного количества семян в группе на динамику роста, сохранность и ранговую структуру соснового молодняка.

**Ключевые слова:** групповые культуры, ранговая структура, сосна

ФБУ «Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства»

Адрес: 194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Телефон: +7 (812) 552-80-21

Факс: +7 (812) 552-80-42

E-mail: mail@spb-niilh.ru

На практике при создании лесных культур растения располагают в основном рядами с одинаковыми шагом посадки и междурядьями. Однако есть данные, которые говорят о преимуществах других схем размещения. Например, в виде двоянных рядов или в виде рядов, состоящих из групп деревьев [7].

В естественных условиях групповой характер размещения является одним из условий выживания подроста на вырубке [6]. Обособление деревьев в биогруппы некоторые исследователи [3] связывают, прежде всего, с экологической гетерогенностью заселяемой территории. Группирование обусловлено также положительным влиянием группы на рост составляющих её деревьев до смыкания полога насаждения, то есть до тех пор, пока конкуренция между деревьями одного вида намного слабее, чем с другими видами растений. Групповой характер размещения особей в популяциях особенно заметен в молодых развивающихся сообществах и во взрослых высокопродуктивных разновозрастных древостоях хвойных пород, определяя высокий уровень их ценотической устойчивости.

В литературе [6] приводится мнение М.А. Прокурякова о том, что биогруппы являются управляющими центрами в лесу, воздействуя на которые можно регулировать интенсивность процессов в нём, а, в конечном счёте, влиять на устойчивость и продуктивность насаждений.

Развитие насаждений проходит ряд возрастных этапов, на каждом из которых для насаждений также характерно групповое размещение деревьев [4].

Концепция о закономерности группового сложения древостоев основывается на том, что неизбежность его возникновения определяется характернейшими свойствами самих лесобразующих пород: разнокачественностью фенотипического состава особей в насаждениях и высокой требовательностью растений к среде обитания. Переживая определённые этапы своего формирования, биогруппа деревьев образует целостную ячейку древостоя, которая характеризуется высокой полнотой и концентрированностью внутренних связей, саморегуляцией численного и фенотипического состава особей. По достижении древостоем возраста «количественной спелости» в биогруппах заканчивается отпад отставших в росте особей, что подтверждается уменьшением коэффициента вариации напряжённости роста деревьев [5].

При определении оптимального размера био-

групп, их плотности и размещения на участке лесокультурной площади необходимо учитывать условия экотопа и объективные закономерности формирования создаваемого насаждения, а также чётко определить направленность и глубину проводимых мероприятий.

Для нас особый интерес представляют рост и дифференциация деревьев в молодняках сосны при их групповом размещении по площади. Здесь мы имеем особую, предельно крайнюю форму контактного или агрегированного размещения деревьев в насаждении. При этом с экспериментальной точки зрения важными являются абсолютная одновозрастность популяции, образующей древостой, и размещение деревьев в группе в границах небольших площадок, что обеспечивает им примерно равные условия роста. Поскольку в площадках размещены группы, мы имеем набор растений по генотипу и фенотипу. При этом появляется возможность статистически рандомизировать, вычленив и оценить вариации, связанные, с одной стороны, с изменчивостью генотипа и микросреды в площадках, с другой – с изменением среды в границах насаждений и даже участками с разными условиями местопрорастания [6].

Таким образом, анализируя литературные источники, можно сказать, что групповые культуры сосны имеют некоторое преимущество перед рядовыми посадками. Однако теоретическое и практическое обоснования создания и выращивания таких культур остаются мало проработанными. Для выбора оптимальных параметров густоты и размещения растений на площади необходимо обладать знаниями не только об изменениях таксационных параметров с возрастом, но и о структурно-функциональных особенностях искусственных насаждений.

#### **Объекты и методика исследований**

Исследования проводились в 11-летних опытных групповых культурах сосны обыкновенной в черничных лесорастительных условиях ( $B_2$ ) южнотаежной подзоны Ленинградской области, заложенных в Лисинском учебно-опытном лесхозе под руководством доцента Ю.И. Данилова.

При закладке опыта участок был разбит на 5 секций в зависимости от первоначального количества растений в группе. В каждой секции для определения основных таксационных показателей производился сплошной перебор по высоте и диаметру на высоте груди. Были вычислены средние значения биометрических показателей и

сохранности культур для каждого варианта опыта, определены их статистические параметры [2].

Для анализа изменения ранговой структуры в возрастном аспекте измерялся прирост в высоту на всём протяжении ствола. В итоге получали распределение высоты стволов по годам. Отдельные выборки разделяли на ранги по высоте. Всего выделялось 10 рангов. Низшие три (1-3) ранга соответствуют деревьям замедленного роста (угнетенным), промежуточные четыре (4-7) – индифферентным, высшие три (8-10) – го-

сподствующим (ускоренного роста). Эти данные группировались в матрицы перехода, с помощью которых проводился анализ динамики ранговой структуры деревьев.

### Результаты и их обсуждение

Рост и состояние культур зависят от количества деревьев в группе. В данной работе проанализировано влияние количества деревьев в малых группах (до 5 шт.) на среднюю высоту и диаметр деревьев и отдельно – на средние биоме-

Таблица 1  
Биометрические показатели всех деревьев и деревьев-лидеров в 11-летних культурах сосны обыкновенной в зависимости от первоначального числа деревьев в группе

Первоначальное количество деревьев в группе, шт.	Средние показатели			
	Высота, см		Диаметр, см	
	Все деревья	Деревья-лидеры	Все деревья	Деревья-лидеры
1	295±20,5	-	4,2±0,46	-
2	443±12,1	466±19,4	7,1±0,48	8,0±0,44
3	392±10,3	451±9,1	5,9±0,23	7,1±0,22
4	367±9,3	444±13,2	4,9±0,17	6,1±0,22
5	362±9,0	454±13,8	5,0±0,17	6,8±0,29

трические параметры деревьев-лидеров (табл. 1).

Максимальные значения средней высоты и диаметра у всех деревьев наблюдаются в варианте с посадкой двух экземпляров на площадке. С увеличением количества высаживаемых растений эти показатели постепенно снижаются. Связано это в первую очередь с более сильными конкурентными взаимоотношениями внутри групп с большим числом семян. При сравнении роста деревьев-лидеров в таких группах видно, что во всех вариантах различия по высоте не достоверны, в то время как с увеличением числа растений на площадке наблюдается тенденция к замедлению прироста по диаметру. Это может быть следствием сильной конкуренции за свет, из-за которой деревья тратят больше ресурсов для роста в высоту и меньше – для роста по диаметру. Таким образом, уже в возрасте 11 лет очевидна необходимость разреживания культур, созданных группами по 3-5 деревьев.

При оценке динамики текущего прироста по высоте контролем служил вариант, где в площадке было посажено по одному растению. Отставание в росте культур в этом варианте значительно (табл. 2). Причиной этого, вероятно, является

отсутствие конкуренции за ресурсы, которая существует в группах с посадкой двух и более деревьев в площадку.

На протяжении первых восьми лет наибольший абсолютный прирост (44-51 см/год) стабильно наблюдался в варианте с посадкой двух деревьев в площадку, однако к 11 годам растения на площадках с тремя экземплярами (имевшие на протяжении этого периода вторые по величине показатели) сравниваются с лидирующим вариантом. К этому сроку ненамного отстают от них и варианты с 4 и 5 деревьями на площадке. Дальнейшие учеты покажут, в каких культурах будет наблюдаться наибольшее абсолютное значение прироста по высоте.

Значения относительного прироста по величине распределяются неравномерно, и устойчивого лидера нет. С 4 до 6 лет этот показатель был наибольшим в варианте с посадкой одного дерева в площадку, с 7 до 9 лет лидирующее положение менялось в вариантах с 3, 4 и 5 растениями в площадке, а в 11 лет лидером по относительному приросту снова стал вариант с одним деревом.

Дифференциация деревьев по высоте – это двойственный процесс. С одной стороны про-

исходит увеличение разрыва по росту между лидирующими деревьями, их спутниками и отстающими, а с другой – с возрастом сужается диапазон различий между приростами. Так, если в 4 года в варианте с посадкой одного дерева в площадку максимальный относительный прирост опережал вариант с минимальным относительным приростом на 40%, то в дальнейшем эта разница заметно уменьшалась и установилась в пределах 7-15%. Правда, в возрасте 11 лет (спустя 2 года после осветления культур) контрольный вариант по относительному приросту опередил остальные варианты уже на 20-30%. Скорее всего, это связано именно с проведенным хозяйственным мероприятием, и с течением времени процессы развития лесной экосистемы придут в равновесие.

Очень важным показателем успешности

создания культур является их сохранность. На этот параметр влияет много факторов: молодые культуры сосны часто повреждаются лосем, в первые годы возможно зарастание нежелательной травянистой растительностью. Низкая приживаемость, а затем и сохранность приводят к снижению продуктивности культур. Поэтому важно поддерживать устойчивость культур, чего можно добиться при создании групповых посадок. Вероятность отпада или повреждения всех деревьев в группе очень мала, в связи с чем долгое время будет сохраняться равномерное размещение групп (деревьев-лидеров) по площади.

Таблица 2  
Динамика текущего прироста в высоту в 11-летних культурах сосны  
в зависимости от первоначального числа деревьев в группе

Первонач. количество деревьев в группе, шт.	Средний текущий прирост сосны по высоте при разном возрасте культур, см/%*							
	4 года	5 лет	6 лет	7 лет	8 лет	9 лет	10 лет	11 лет
1	<u>40</u> 55,6	<u>33</u> 32,3	<u>37</u> 28,7	<u>32</u> 19,6	<u>33</u> 17,6	<u>30</u> 13,8	<u>32</u> 12,9	<u>46</u> 15,6
2	<u>46</u> 43,4	<u>44</u> 29,5	<u>49</u> 25,4	<u>47</u> 19,6	<u>51</u> 17,5	<u>50</u> 14,7	<u>51</u> 13,0	<u>50</u> 11,3
3	<u>36</u> 39,6	<u>39</u> 32,5	<u>41</u> 25,6	<u>43</u> 21,1	<u>46</u> 18,4	<u>48</u> 16,1	<u>48</u> 13,8	<u>50</u> 12,8
4	<u>30</u> 32,3	<u>37</u> 31,1	<u>42</u> 27,3	<u>39</u> 20,3	<u>41</u> 17,6	<u>39</u> 14,3	<u>45</u> 14,2	<u>49</u> 13,6
5	<u>34</u> 34,0	<u>35</u> 28,0	<u>39</u> 24,7	<u>41</u> 20,9	<u>38</u> 16,2	<u>39</u> 14,2	<u>41</u> 13,1	<u>48</u> 13,3

Примечание. В знаменателе – относительный прирост (отношение текущего годовичного прироста к высоте ствола)

В 11-летних культурах наблюдается 100% сохранность групп, то есть их исходного количества. Однако в связи с отпадом деревьев снизилась исходная густота в некоторых группах.

Наибольшая сохранность деревьев наблюдается в группах, где было посажено по два дерева в площадку, наименьшая – по 5 деревьев (табл. 3). Это следствие высокой конкуренции за элементы питания. Кроме, как и другим древесным породам свойственна дифференциация деревьев по разме-

рам и ценотическому признаку. Последнее ярко выражено в формирующихся молодняках, где наблюдается высокий уровень изменчивости. Это характерно не только для естественных насаждений, но и для лесных культур, несмотря на их одновозрастность и относительно равномерное размещение, хотя, безусловно, уровень изменчивости в естественных условиях выше.

Таблица 3

Количество групп с разным числом сохранившихся деревьев в 11-летних культурах сосны с разной первоначальной густотой

Первоначальное количество деревьев на площадке, шт.	Количество групп с разным числом сохранившихся деревьев, шт.					Количество групп, сохранивших исходную густоту, %
	1	2	3	4	5	
2	4	16	-	-	-	80
3	1	6	20	-	-	74
4	1	0	6	25	-	78
5	0	0	4	8	17	59

Рассмотрим динамику ранговой структуры групповых культур сосны (табл. 4).

Таблица 4

Ранговая структура групповых культур сосны в возрасте 3, 7 и 11 лет с разной первоначальной густотой

Первоначальное количество деревьев на площадке, шт.	Возраст, лет	Распределение особей по рангам, %		
		Угнетённые	Индифферентные	Господствующие
2	3	40,0	48,0	12,0
	7	30,6	61,1	8,4
	11	5,6	61,0	33,4
3	3	9,1	66,0	24,9
	7	23,5	59,7	16,7
	11	5,5	46,6	47,9
4	3	38,1	52,2	9,8
	7	25,2	65,6	9,2
	11	16,0	46,2	37,8
5	3	60,3	32,8	6,8
	7	29,7	57,0	13,3
	11	20,0	55,4	24,6

Во всех вариантах большая часть деревьев (46,3-65,6%) в любом возрасте приходится на вторую группу – индифферентные; доля угнетённых и господствующих особей сильно варьирует как по годам, так и по вариантам. В течение всего срока наблюдений максимальное количество господствующих деревьев и наименьшее число деревьев замедленного роста отмечается в варианте с посадкой по три дерева в площадку. Здесь количество деревьев с замедленным ростом уменьшается с 9,1% (в 3 года) до 5,5% (в 11 лет), а быстрорастущих, наоборот – возрастает с 24,9 до 47,9% (соответственно).

Считается, что главной причиной ранговых перемещений и разделения популяции на разные

классовые структуры является конкуренция, которая наиболее ярко выражена в первые годы существования древостоя, а с возрастом ранговое положение дерева в древостое устанавливается и меняется незначительно. Однако в процессе роста древостоя изменения в ранговой структуре все же происходят. Чтобы их проследить, мы построили матрицы перехода деревьев из одного ранга в другой за период с 7 до 11 лет для вариантов с разным исходным количеством деревьев в группе. В качестве примера приводим вариант с двумя деревьями на площадке (табл. 5).

За последние четыре года количество деревьев с замедленным ростом сократилось (за счёт того, что большая часть деревьев повысила свой ранг с

1-3 до 4-5), а количество господствующих деревьев возросло (в основном из-за перехода деревьев шестого ранга в восьмой). При этом число индифферентных особей осталось неизменным.

В остальных вариантах (с посадкой 3, 4 и 5 деревьев в группу) наблюдается та же тенденция: деревья с замедленным ростом повышают свой ранг до среднего, также наблюдается переход индифферентных деревьев в господствующие и соответственно увеличение числа деревьев высших рангов. Количество индифферентных деревьев либо остаётся тем же, либо меняется

незначительно. К 11 годам ранговая древостоя структура стабилизировалась. Изменения ещё происходят, но они незначительные. По большей части отстающие деревья и лидеры уже выделились и угнетённые деревья уже не смогут догнать господствующие.

Таблица 5

Матрицы перехода деревьев из одного ранга в другой за период с 7 до 11 лет для варианта с двумя деревьями в группе

Возраст	Распределение деревьев по рангам в разном возрасте										Итого
	7 лет										
11 лет	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
5	1	3	-	1	-	-	-	-	-	-	6
6	1	1	3	2	3	-	-	-	-	-	10
7	-	1	1	4	8	3	-	-	-	-	17
8	-	1	-	1	5	8	3	1	-	-	19
9	-	-	-	-	-	2	3	7	2	-	14
10	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	2
Итого	5	7	5	8	16	13	6	9	2	1	72

### Выводы

На основании результатов изучения динамики роста, сохранности и ранговой структуры 11-летних культур сосны обыкновенной, созданных посадкой от 1 до 5 семян в площадку можно сделать следующие выводы.

1) Максимальные средняя высота и диаметр наблюдаются в варианте с посадкой двух деревьев в площадку, с увеличением количества высаживаемых растений эти показатели постепенно снижаются.

2) Дифференциация деревьев по высоте – это двойственный процесс. С одной стороны, происходит увеличение разрыва между лидирующими в росте деревьями, их спутниками и отстающими, а с другой – с возрастом уменьшается диапазон различий между приростами.

3) Сохранность культур снижается с увеличением количества растений в группе (при этом

наибольшая сохранность наблюдается в варианте с посадкой по два дерева в площадку).

4) В течение всего срока наблюдения максимальное количество господствующих деревьев и наименьшее число с замедленным ростом отмечается в варианте с посадкой по три растения в площадку.

5) В период с 7 до 11 лет во всех вариантах деревья с замедленным ростом повышают свой ранг до среднего, индифферентные – до господствующих и соответственно происходит увеличение числа деревьев высших рангов. При этом количество индифферентных деревьев остаётся таким же, либо меняется незначительно.

6) К 11 годам ранговая структура древостоя стабилизировалась: в большей части групп отстающие деревья и лидеры уже выделились.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Антонов Е.И. Влияние числа деревьев в группе на рост культур ели // Мат-лы 8 научной конф. аспирантов и научных сотрудников ВНИИЛМ. М.: ВНИИЛМ, 1986. С. 147-150.
2. Жигунов А.В., Маркова И.А., Бондаренко А.С. Статистическая обработка материалов лесокультурных исследований. СПб: СПбГЛТА, 2002. 87 с.
3. Ипатов В.С., Тархова Т.Н. Количественный анализ ценологических эффектов в размещении деревьев по территории // Ботанический журнал. 1975. Т. 60. № 9. С. 1237-1249.
4. Кобранов Н.П. Обследование и исследование лесных культур. Л.: ЛТА, 1973. 77 с.
5. Маслаков Е.Л. О росте и дифференциации деревьев в сосновых молодняках. Восстановление леса на Северо-Западе РСФСР. Л.: ЛенНИИЛХ, 1978. С. 13-18.
6. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесная пром-сть, 1984. 168 с.
7. Плантационное лесоводство / Под общ ред. И.В. Шутова. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. 366 с.