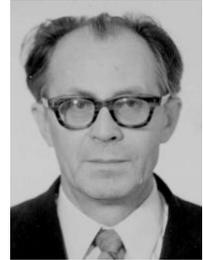


УДК 630\*232.43

*И.В. Шутов, Л.Н. Товкач, Н.М. Минакова,  
В.Г. Сергиенко, Р.В. Власов*

Шутов Игорь Васильевич родился в 1929 г., окончил Ленинградскую лесотехническую академию, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник СПбНИИ лесного хозяйства, член-корреспондент РАСХН. Имеет более 120 работ в области лесоуправления, плантационного лесовыращивания, регулирования состава лесных фитоценозов.



### **ЗНАЧЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В КУЛЬТУРАХ СОСНЫ**

Исследована зависимость средней высоты, среднего диаметра опытных культур сосны с заданной исходной неравномерностью размещения сеянцев по площади. Сделан вывод о предпочтительности широких междурядий в культурах.

густота культур, культуры Кунце, продуктивность, сосна, чистые культуры, широкие междурядья.

Исходная густота и размещение деревьев являются основополагающими признаками (свойствами) культур. О влиянии исходной густоты на состояние, производительность и продуктивность культур имеется масса публикаций, в частности [4, и др.]. Значительно меньше в литературе сведений о том, как лучше размещать деревья в рядовых посадках. Многие лесоводы предпочитают равномерное размещение деревьев по площади. Так, в широко известных опытных культурах разной густоты, заложенных еще М.К. Турским в 1879 г. и Н.С. Нестеровым в 1901 г., сеянцы сосны были высажены по углам квадратов и даже по углам равнобедренных треугольников [2]. Важное значение размещению деревьев в культурах придавали А.И. Писаренко и М.Д. Мерзленко, отмечавшие, «что понятие «густота посадки» без учета размещения растений не имеет полного лесоводственно-хозяйственного смысла», поскольку заданную густоту культур можно получить как при равномерном, так и при неравномерном размещении посадочных мест по площади [5].

Для характеристики размещения растений в рядовых культурах те же авторы предложили применять в качестве критерия частное от деления ширины междурядья на шаг посадки и назвали его «индекс равномерности ( $I_p$ )». Этот показатель удобен, но, по нашему мнению, было бы логично при его определении поменять местами числитель и знаменатель. В этом случае уменьшение численного значения  $I_p$  будет соответствовать снижению равномерности размещения растений по площади.

По мнению А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко [5] и других лесоводов, в идеале индекс равномерности  $I_p$  должен быть равен единице, поскольку именно в этом случае в культурах могут сложиться оптимальные условия для формирования симметричных крон, таких же корневых систем и высококачественной древесины. Указанный вывод логичен, но его практическое значение в экспериментах не оценено. В книге Н.П. Калиниченко, А.И. Писаренко и Н.А. Смирнова [1] приведены характеристики ряда превосходных культур ели и лиственницы с индексом  $I_p$  значительно меньше единицы при ширине междурядий 4-5 м. Эти факты важны для практики, поскольку чем шире междурядья, тем меньше надо средств на закладку культур и уход за ними, тем легче механизировать не только эти работы, но и рубки промежуточного пользования. Однако лесоводы не могут позволить себе закладку на сплошных вырубках «аллейных» посадок, т. е. культур с такими широкими междурядьями, при которых заведомо снизятся продуктивность насаждений и качество древесного запаса. Они должны знать дифференцированные по условиям, древесным породам и целям лесовыращивания минимальные значения  $I_p$ , за пределы которых выходить нельзя.

При обследовании производственных культур трудно получить достоверную информацию, поскольку они различаются не только по ширине междурядий. Надежнее для этих целей использовать специальные опытные культуры, заложенные в вариантах, отличающихся только по величине  $I_p$ .

Такие культуры в прошлом создавались. Широкую известность получили опытные культуры сосны и ели проф. Кунце в Германии, заложен-

Таблица 1

**Продуктивность ели и сосны в культурах проф. Кунце  
с разным исходным размещением деревьев**

Показатели	Сравниваемые варианты			
	1	2	3	4
Исходные данные				
Индекс равномерности $I_p$	1,0	0,33	1,0	0,37
Размещение посадочных мест, м	1,98×1,98	3,40×1,13	1,42×1,42	2,27×0,85
Число посадочных мест, тыс. экз./га	2,6	2,6	5,0	5,2
Культуры в возрасте 50...52 лет				
Число деревьев, тыс. экз./га	<u>1,04</u> 0,84	<u>0,86</u> 0,67	<u>1,13</u> 0,86	<u>1,02</u> 0,84
Средний диаметр, см	<u>17</u> 22	<u>19</u> 22	<u>16</u> 21	<u>17</u> 20
Средняя высота, м	<u>16</u> 20	<u>16</u> 19	<u>15</u> 21	<u>16</u> 19
Запас деловой древесины, м <sup>3</sup> /га:				
на корню	<u>187</u> 305	<u>197</u> 236	<u>176</u> 293	<u>195</u> 254
полученный при рубках ухода	<u>40</u> 111	<u>47</u> 94	<u>72</u> 164	<u>57</u> 136
всего	<u>227</u> 416	<u>244</u> 330	<u>248</u> 457	<u>252</u> 390

Примечание. В числителе показатели для ели, в знаменателе – для сосны.

ные в начале 60-х гг. XIX столетия. Они имели два варианта размещения саженцев по площади, каждый был реализован на фоне двух вариантов исходной густоты.

Проф. Кунце провел завершающие учеты результатов своих опытов в 1911 г., когда культурам было 50...52 года. Опубликованные в Германии в 1918–1919 гг. эти данные были приведены и прокомментированы проф. А.П. Тольским в его известной книге, изданной у нас в 1930 г. [7].

Результаты, полученные Кунце, оказались неоднозначными (табл. 1). В частности, в культурах ели, заметно отставших в росте от культур сосны, трехкратное уменьшение  $I_p$  не привело к снижению запаса деловой древесины. Более того, можно говорить об отчетливой тенденции к увеличению этого показателя при неравномерном размещении посадочных мест по площади, т. е. при  $I_p$ , равных 0,33 и 0,37.

В культурах сосны при обоих вариантах густоты трехкратное уменьшение  $I_p$  привело к уменьшению запаса деловой древесины на корню на 13 ... 23 % и общей продуктивности культур на 15 ... 21 %.

В опытных культурах проф. Кунце регулярно повторяли рубки ухода, что могло неоднозначно повлиять на формирование древесного запаса в сравниваемых вариантах опыта. Это побудило нас провести аналогичный опыт, но уже без рубок ухода и при большем диапазоне значений  $I_p$  в сопоставляемых вариантах культур.

Опытные культуры сосны были заложены в 1968 г. в квартале 1 Орлинского лесничества Опытного лесного хозяйства «Сиверский лес» на бывшем сенокосе; почва – дерново-слабоподзолистый легкий суглинок. Подготовка почвы под культуры заключалась в сплошной вспашке кустарниково-болотным плугом на глубину около 25 см с последующей обработкой тяжелой дисковой бороной. Двухлетние сеянцы высаживали под меч Колесова. Культуры выращивали чистыми по составу. Площади сравниваемых вариантов культур – 1,0 ... 1,5 га. В вариантах 2 и 3 (табл. 2) почва опытного участка имеет несколько лучшие условия дренажа, чем в вариантах 1 и 4, что заметно в период снеготаяния и после обильных осадков. Тем не менее во всех вариантах опыта культуры растут по I классу бонитета (по шкале проф. М.М. Орлова), поэтому сопоставление характеристик насаждений мы считаем в принципе корректным.

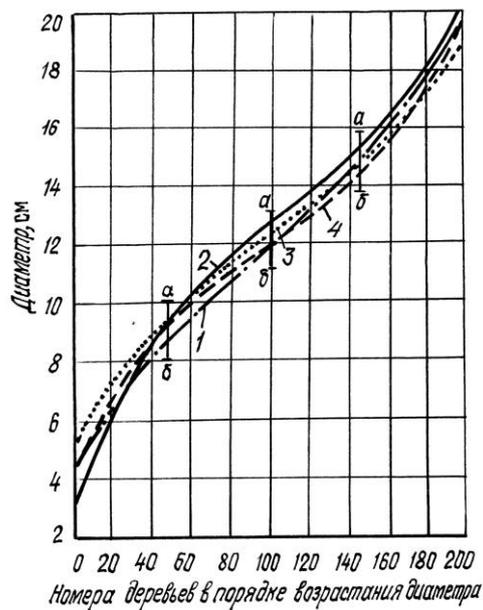
Как видно из табл. 2, самоизреживание культур интенсивнее там, где больше их исходная густота, что вполне понятно. Неожиданным оказалось то, что уменьшение индекса равномерности ( $I_p$ ) размещения сеянцев по площади в 1,7 раза (варианты 3 и 4) не повлияло на интенсивность отпада, а при уменьшении индекса  $I_p$  в 5 раз (варианты 1 и 2) число сохранившихся деревьев даже увеличилось. При этом во всех вариантах практически одинаковы средние значения высоты, диаметра и видового числа деревьев.

Таблица 2

**Рост деревьев сосны в опытных культурах СПБНИИЛХ  
с разным исходным размещением посадочных мест**

Показатели	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Исходные данные				
Индекс равномерности $I_p$	1,0	0,2	1,0	0,6
Размещение посадочных мест, м	2,2×2,2	5,0×1,0	1,5×1,5	2,0×1,1
Число посадочных мест, тыс. экз./га	2,0	2,0	4,5	4,5
Культуры в возрасте 30 лет				
Количество сохранившихся деревьев: тыс. экз./га	1,3	1,6	1,8	1,9
% от исходного числа растений	65	80	40	42
Средняя высота, м	12,4	13,0	13,0	12,9
Средний диаметр ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ), см	12,8±0,3	13,0±0,3	12,9±0,2	12,5±0,3
Достоверность различий между вариантами ( $t$ )	0,5		1,1	
Среднее видовое число ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ )	0,529±0,099	0,495±0,016	0,530±0,068	0,526±0,055
Достоверность различий между вариантами ( $t$ )	0,3		0,5	

Ранговое (порядковое) распределение деревьев по диаметру в опытных культурах: 1 – 4 – сравниваемые варианты культур (табл. 2); линиями  $a - b$  обозначены доверительные границы среднего значения диаметров при вероятности 0,95



Заданные различия величин  $I_p$  не отразились и на статистиках, характеризующих диаметр стволов в опытных культурах. Стандартная ошибка  $\sigma_{\bar{x}}$  среднего значения этого показателя во всех вариантах, в том числе в насаждении с  $I_p = 0,2$ , практически одинакова (0,23 ... 0,30 см). То же можно сказать и о коэффициенте вариации ( $V_d$ ), который в разных вариантах опыта колеблется от 29 до 35 %.

Сравнивая огивы рангового (порядкового) распределения деревьев по диаметру в сопоставляемых вариантах культур, можно говорить об их идентичности (см. рисунок). Об этом свидетельствует критерий различия эмпирических значений диаметра ( $\chi^2_{\text{факт}} < 4$  во всех случаях при  $\chi^2_{\text{теор}} = 124$ ). Характер правой части кривых распределения свидетельствует о том, что количество относительно быстрорастущих деревьев (лидеров) примерно одинаково во всех вариантах опыта.

К настоящему времени процесс дифференциации и самоизреживания деревьев в опытных культурах, конечно, не закончен. Тем не менее, учитывая, что в культурах социальный статус деревьев высших рангов становится устойчивым уже в возрасте 10...12 лет и что ко времени главной рубки основными носителями древесного запаса являются деревья-лидеры [3], мы сочли целесообразным сопоставить в сравниваемых вариантах размеры наиболее крупных 500 и 1000 деревьев.

Как показано в табл. 3, различия в размерах деревьев оказались также недостоверными.

Заданное в опыте неравномерное размещение деревьев по площади при их разной исходной густоте могло вызвать эксцентриситет ствола,

Таблица 3

**Характеристика 500 и 1000 наиболее крупных деревьев  
в вариантах опытных культур**

Показатели	Варианты опыта				Среднее значение показателей для всех вариантов
	1	2	3	4	
500 деревьев					
Средняя высота, м	<u>13,3</u> 97	<u>14,0</u> 102	<u>13,8</u> 101	<u>13,5</u> 99	<u>13,7</u> 100
Средний диаметр ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ), см	<u>16,6±0,2</u> 99	<u>17,0±0,2</u> 101	<u>17,0±0,2</u> 101	<u>16,4±0,2</u> 98	<u>16,8</u> 100
Достоверность различий между вариантами ( $t$ )	1,1		1,3		
1000 деревьев					
Средняя высота, м	<u>12,8</u> 97	<u>13,5</u> 102	<u>13,5</u> 102	<u>13,1</u> 99	<u>13,2</u> 100
Средний диаметр ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ), см	<u>14,1±0,3</u> 95	<u>15,0±0,2</u> 101	<u>15,3±0,2</u> 103	<u>14,7±0,2</u> 99	<u>14,9</u> 100
Достоверность различий между вариантами ( $t$ )	2,7		2,2		

Примечание. В числителе – абсолютные средние значения, в знаменателе – процент от среднего значения показателя для всех вариантов (тех же, что и в табл. 2).

Таблица 4

**Диаметры стволов на высоте 1,3 м и кроны по измерениям в направлениях вдоль (а) и поперек (б) рядов культур**

Показатели	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Ствол				
Диаметр на высоте 1,3 м, см, в направлении:				
а ( $\bar{x}_a \pm S_{\bar{x}_a}$ )	12,7±0,4	12,8±0,5	12,8±0,3	12,4±0,4
б ( $\bar{x}_b \pm S_{\bar{x}_b}$ )	12,9±0,5	13,3±0,5	13,0±0,3	12,6±0,3
Достоверность различий между величинами $\bar{x}_a$ и $\bar{x}_b(t)$	0,3	0,5	0,2	0,4
Крона				
Диаметр, м, в направлении:				
а ( $\bar{x}_a \pm S_{\bar{x}_a}$ )	3,4±0,5	2,4±0,2	3,0±0,3	3,0±0,2
б ( $\bar{x}_b \pm S_{\bar{x}_b}$ )	3,0±0,2	4,0±0,2	3,0±0,4	3,2±0,2
Достоверность различий между величинами $\bar{x}_a$ и $\bar{x}_b(t)$	0,7	5,7	0	0,7
Отношение $\bar{x}_a / \bar{x}_b$	1,1	0,6	1,0	0,9
Площадь проекции кроны ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ), м <sup>2</sup>	8,0±0,9	7,9±1,1	7,1±1,6	7,7±1,0
Достоверность различий между вариантами (t)	0,1		0,3	

Таблица 5

**Сучковатость деревьев сосны в сравниваемых вариантах культур**

Показатели	Варианты опыта			
	1	2	3	4
Средняя высота первого живого сучка ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ), м	6,3±0,2	6,3±0,4	8,4±0,2	8,6±0,4
Достоверность различий между вариантами (t)	0,2		0,5	
Средний диаметр сучков в нижней части ствола до высоты 6,5 м ( $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ ), мм	17±0,4	22±0,6	20±1,0	17±0,4
Достоверность различий между вариантами (t)	6,9		2,8	

кроны, а также высоты прикрепления и диаметра сучьев в нижней части ствола. О варьировании этих параметров свидетельствуют данные табл. 4 и 5.

Оказалось, что выраженный эксцентриситет кроны имеет место только в варианте опыта 2 (при  $I_p = 0,2$ , исходной густоте 2 тыс. растений

на 1 га и ширине междурядий 5 м). Однако даже в этом случае, как и во всех других, не был зафиксирован достоверный эксцентриситет ствола, а также достоверные различия в средних значениях площади проекции кроны.

Различия в высоте прикрепления первого живого сучка (табл. 5) четко проявились в культурах с разной исходной густотой. Так, при сравнении вариантов 1 и 3 (в обоих случаях  $I_p = 1$ )  $t = 5,0$ , т. е. различия достоверны. Вместе с тем при равной исходной густоте культур не было обнаружено достоверного влияния  $I_p$  на высоту прикрепления первого живого сучка.

Толщина сучьев в нижней части кроны отчетливо зависела от размещения деревьев только во втором варианте опыта (при  $I_p = 0,2$ ). Явно толще были сучья, обращенные в сторону широких междурядий.

Мертвые сучья и их остатки на стволах деревьев во всех вариантах опыта находились на высоте 10 ... 15 см от поверхности почвы. Четкой зависимости протяженности этой зоны от значений  $I_p$  в опыте не установлено. При всех  $I_p$  эта зона была на 30 ... 40 % больше в густых культурах (варианты 3 и 4), чем в редких (варианты 1 и 2).

Качество древесины как сырья в большой мере зависит от доли поздней древесины в структуре годовых колец [6]. В нашем опыте этот признак был изучен на ядрах, взятых на высоте 0,2 м у 25 деревьев в каждом варианте опыта в направлении вдоль и поперек рядов культур. Деревья выбирали с расчетом равного представительства особей всех рангов. Всего исследовано 200 ядер. При отмеченной четкой положительной корреляции между шириной слоя поздней древесины и шириной всего годового кольца ( $r = 0,810 \dots 0,872$ ) установлено, что средний процент поздней древесины во всех вариантах опыта с разными показателями исходной густоты (2,0 и 4,5 тыс. экз./га) и индекса равномерности (0,2; 0,6 и 1,0) оказался почти одинаковым. В первом, третьем и четвертом вариантах он составил  $23 \pm 3$ , во втором  $21 \pm 3$ . Различия оказались недостоверными ( $t = 0,6$ ).

В заключение надо сказать, что 30 лет назад при закладке опыта мы предполагали, что во втором варианте с очень широкими междурядьями (5 м) и малой величиной  $I_p = 0,2$  получим насаждение с явно пониженной продуктивностью. Это предположение не сбылось. Запас стволовой древесины 1000 наиболее крупных деревьев («деревьев будущего») в сравниваемых вариантах опыта 1–4 оказался соответственно равен 106, 121, 134 и 121 м<sup>3</sup>/га\*. Как видим, по продуктивности второй вариант культур (с шириной междурядий 5 м) оказался практически не хуже других (с междурядьями шириной 1,5 ... 2,2 м).

В технологическом и экономическом отношении широкие междурядья в культурах имеют важные преимущества по сравнению с узкими. Так, в рядовых посадках с узкополосной подготовкой почвы протяженность рядов саженцев и обработанных полос почвы в пересчете на 1 га равна: при двухметровой ширине междурядий – 5 км, при четырехметровой – 2,5 км. Есте-

---

\* Запас стволовой древесины определен по средним значениям видового числа, высоты и диаметра, указанным в табл. 2 и 3.

ственно, денежные затраты на закладку культур во втором случае будут значительно ниже, чем в первом. Кроме того, по широким междурядьям могут перемещаться тракторные агрегаты, выполняющие работы по уходу за культурами, их защите и охране.

Можно уверенно говорить о целесообразности закладки плантационных культур с широкими междурядьями для ускоренного получения балансов, а в некоторых условиях и пиловочных бревен, например там, где хозяйство не заинтересовано в проведении ранних разреживаний культур, но впоследствии сможет провести обрезку нижних сучьев у лучших деревьев, оставляемых до главной рубки.

Во всех случаях закладка культур с широкими междурядьями не должна сопровождаться снижением исходной густоты. Как минимум, она должна быть в 3 раза больше конечной, чтобы впоследствии стали возможными искусственная или естественная выбраковка худших особей и формирование насаждений из деревьев-лидеров, превосходящих по продуктивности среднее дерево популяции примерно в 1,9 раза.

Приведенные данные и соображения, конечно, не исчерпывают вопроса о том, как лучше размещать деревья в культурах. При разработке проектов лесных культур этот важный вопрос должен решаться с учетом местных условий и многих обстоятельств. Вместе с тем полное обоснование этого параметра можно получить только при закладке специальных опытных культур с вариантами густоты и размещения растений, обязательно с учетом древесных пород, типов лесорастительных условий и целей выращивания. Такие исследования быстро выполнить нельзя, но их результаты с лихвой оправдают затраченные средства и время.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Калиниченко Н.П., Писаренко А.И., Смирнов Н.А.* Лесовосстановление на вырубках. – М., 1973. – 328 с.
2. *Кондратьев П.С.* Влияние густоты посадки на рост сосновых насаждений // Лесн. хоз-во. – 1979. – № 12. – С. 27–33.
3. *Маслаков Е.Л.* О росте и дифференциации деревьев в сосновых молодняках // Восстановление леса на Северо-Западе РСФСР. – Л., 1978. – С. 13–21.
4. *Мартынов А.Н.* Густота культур хвойных пород и ее значение. – М.: ЦБНТИ, 1974. – 59 с.
5. *Писаренко А.И., Мерзленко М.Д.* Создание искусственных лесов. – М., 1990. – 270 с.
6. *Полубояринов О.И.* Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 160 с.
7. *Тольский А.П.* Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела. Ч. 3. Лесные культуры (общая часть). – Л., 1930. – 388 с.

СПбНИИЛХ

Поступила 20.12.2000 г.

*I.V. Shutov, L.N. Tovkach, N.M. Minakova, V.G. Sergienko, R.V. Vlasov*  
**Meaning of Uneven Allocation of Trees in Pine Cultures**

The dependence of mean height, mean diameter of trial pine cultures with specified initial uneven allocation of seedlings over the area have been investigated. The conclusion is drawn about the preference of wide inter-row spacing in cultures.

---