

технической всхожести семян. По нашим данным корреляция между технической всхожестью и энергией прорастания семян у отдельных клонов сосны характеризуется коэффициентом r , величина которого составляет от +0,84 до +0,98. Это свидетельствует о том, что энергия прорастания зависит от общей всхожести семян данного индивидуума.

Таким образом, клоны на ЛСП по массе шишек сохраняют высокую и достоверную повторяемость по годам. Линейные их размеры варьируют относительно слабо. Выход и качество семян зависит от условий опыления макростробилов.

Литература

1. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. - М.: Наука, 1984. -424 с.
2. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). - М.: Наука, 1973. -284 с.
3. Меркурьева Е.К., Шангин-Березовский Г.Н. Генетика с основами биометрии. - М.: Колос, 1963. -400 с.
4. Огиевский В.Д. О ходе плодоношения сосны // Лесной журнал.-1904. -Вып.2. - С.241-266.
5. Самофал С.А. Из области лесного семеноводства // Труды по лесному опытному делу Украины. - М., 1926. -Вып.6. -С.21-257.

УДК 630*238

Штукин С.С.

ИЗМЕНЕНИЕ РОСТА ДЕРЕВЬЕВ-ЛИДЕРОВ В ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ

Главной целью плантационного лесовыращивания является ускоренное получение крупномерной и балансовой древесины хвойных пород /9/. Необходимость ориентации на выращивание максимального количества древесины в культурфитоценозах у многих авторов уже давно вызывает сомнения /2, 9, 11/. Лесоводы США отрицают целесообразность формирования рубками ухода оптимальной структуры

культур сосны специального назначения /10/. Они рекомендуют размещать деревья на площади в соответствии с конкретными задачами. Основной целью национальных лесов США является многократное увеличение объемов заготовки пиловочника /12/. В будущем хвойные породы сохранят свою роль, а ценность крупномерной древесины возрастет еще больше /2/.

Идея плантационного выращивания сосны и ели в СССР, выдвинутая И.В. Шутовым, В.П. Бельковым и А.Н. Мартыновым /8/ в семидесятые годы, способствовала развитию экспериментального дела в области интенсификации лесовыращивания. Особенно большой размах эти работы получили в Двинской ЛОС Белорусского НИИ лесного хозяйства, где с целью биологического обоснования нового метода воспроизводства лесных ресурсов было заложено 80 га опытных культур сосны, ели и лиственницы. Постановка экспериментов в области плантационного лесовыращивания начата по методике Ленинского НИИЛХа (1975). Затем эта методика была творчески дополнена автором с учетом региональных условий. Эксперименты охватывают 135 вариантов мероприятий по воздействию на интенсивность роста сосны обыкновенной, ели европейской и лиственницы польской. На стационарных опытных объектах проводится изучение эффективности комплексного применения лесокультурных и лесохозяйственных мероприятий, направленных на сокращение сроков выращивания древесины хвойных пород.

После селекционного изреживания культур в середине первого класса возраста получены варианты с разной густотой, а также с равномерным и неравномерным, рядовым, групповым и кулисным размещением деревьев на площади. На стационарах проводятся исследования влияния различных способов подготовки площади и обработки почвы, видов посадочного материала, густоты посадки и стояния деревьев, размещения их на площади, а также уходов различной интенсивности на рост древесных пород. В опытных культурах изучается влияние совместного и раздельного применения минеральных удобрений, гербицидов, многолетнего люпина и обрезки сучьев на рост сосны и ели. Устанавливаются закономерности роста и отмирания ветвей в плантационных культурах, исследуются изменения условий минерального питания растений и вредоносности корневой губки. К настоящему времени древесиной, созданные в 1976-1977 годах путем изреживания молодняков, достигли тридцатилетнего возраста. Это позволяет на основании массового материала устанавливать закономерности роста сосны и ели на плантациях, а также методом регрессионного анализа прогнозировать рост древостоев по среднему диаметру, запасу и другим таксационным показателям.

Изучение особенностей роста опытных культур проводилось с использованием общепринятых в лесной таксации методов. Для определения запасов древостоев I и II классов возраста вычисляли объем маломерных стволов по односантиметровым ступеням толщины. При этом использовали формулу из лесотаксационного справочника:

$$V = gHf,$$

где V - объем ствола;

g - площадь сечения на высоте 1,3 м;

f - видовое число.

При биологическом обосновании технологий, направленных на сокращение сроков выращивания крупномерной и балансовой древесины, необходимо изучать особенности роста не только древостоев, но в еще большей степени деревьев-лидеров, которые занимают в древостоях господствующее положение и определяют выполнение названной выше цели плантационного лесовыращивания /5/. Для того чтобы установить значение отбора таких деревьев при выращивании крупномерной древесины, необходимо учитывать индивидуальные особенности роста каждого растения. Такая работа проделана на стационарах в Глубокском и Плисском опытных лесхозах, начиная с 8-10-летнего возраста. В результате было выявлено как сохраняют свое лидерство в древостое крупные деревья, а также определены закономерности роста 700 наиболее крупных стволов на 1 га. При установлении этого базового числа наших исследований руководствовались региональными таблицами хода роста, согласно которых примерно такое количество деревьев остается в древостоях к возрасту их спелости.

В результате выполненной работы установлено, что при густоте 1 тыс. только 12-13% из 700 сосен, занимавших лидирующее положение в середине первого класса возраста, к 18 годам его теряет. При густоте 2 тыс. стволов на га таких деревьев значительно больше - от 20 до 30%. Следует учитывать, что основное количество деревьев, которые утрачивают или занимают лидирующее положение, находятся очень близко к разделяющей их границе. Поэтому, в целом можно говорить о довольно высокой устойчивости положения 700 самых крупных деревьев на 1 га в изреженных молодняках сосны, что подтверждает выводы Е.Л. Маслакова /5/.

Запас деревьев-лидеров у сосны к 30-ти годам при густоте 1 тыс. достигает 200 и более м³/га, а при 2 тыс. стволов на га - 180 м³/га (рис.1). Это в 1,3-1,5 раза больше, чем в контрольных насаждениях, где в середине первого класса возраста насчитывалось 7,5-8,0 тыс. растений на га.

Сосна

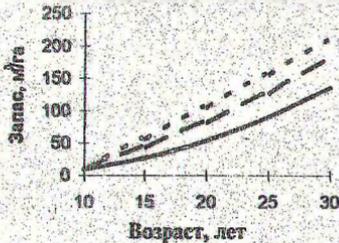


Рис. 1. Ход роста 700 деревьев-лидеров по запасу в плантационных культурах сосны с густотой стояния деревьев (• - •) - 1 тыс., (— —) - 2 тыс. стволов на га и (—) - в контрольных насаждениях

У ели запас 700 деревьев-лидеров в этом возрасте на 20-30 м³ меньше, чем у сосны (рис. 2).

Ель

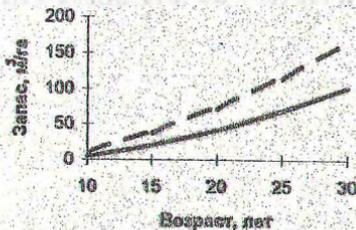


Рис. 2. Ход роста 700 деревьев-лидеров по запасу в плантационных культурах ели с густотой стояния деревьев (— • —) - 1,4 тыс. стволов на га и (—) - в контрольных насаждениях

Примечательно, что в 20-летнем возрасте наблюдается большая разница по запасу у 700 лидеров, которая у сосны и у ели достигает 1,8 раза. Однако, это не свидетельствует о том, что с 20 до 30-летнего возраста имеет тенденция сближения запасов 700 деревьев-лидеров при разной густоте стояния деревьев. Но темпы увеличения разницы по запасам у лидеров в плантационных культурах и в контрольных насаждениях начинают снижаться. К этому времени существенно меняется величина этого показателя. Так у сосны в 20-летнем возрасте в крайних вариантах густоты стояния деревьев запас отличается примерно на 59 м³ (48%), а к 30 годам - уже на 70 м³/га (34%).

Важное значение для целевых культур с ориентацией на ускоренное получение крупномерной древесины имеет тот факт, что на плантациях увеличивается удельный вес 700 деревьев-лидеров. Так в 30-летних культурах сосны с густотой 1 тыс. запас лидеров составляет 205 м³/га или 96% от общего запаса насаждений, а при густоте 2 тыс. - 70%. В контрольных насаждениях этот показатель значительно ниже - 58%. У ели при густоте 1,4 тыс. стволов на га запас лидеров составля-

ет 70%, а на контрольных делянках - только 40% от общего запаса насаждений. Приведенные данные красноречиво свидетельствуют о том, что плантации являются действительно целевыми культурами, где интенсивно выращивается продукция нужного качества, а именно - крупномерная древесина.

Средний объем ствола 700 деревьев-лидеров у сосны к 30 годам на плантациях достигает 280-320 дм³, а у ели 200-240 дм³ на га. В контрольных насаждениях эти показатели существенно ниже - у сосны 220 и ели 120 м³/га. Следовательно, средний объем ствола деревьев-лидеров к 30 годам в опытных культурах выше контрольных показателей в 1,4-1,6 раза. Это различие значительно (почти в два раза) меньше, чем для древостоев в целом. Однако, именно прибавка прироста по запасу и среднего объема ствола у крупных деревьев имеет определяющее значение для ускоренного выращивания крупномерной древесины.

Динамика роста деревьев-лидеров по запасу и среднему объему ствола удовлетворительно аппроксимируется уравнением вида:

$$Y = a_0 + a_1 \log(X) + a_2 (\log(X))^2.$$

Статистика, характеризующая приведенные уравнения, свидетельствует о согласованности моделей в плантационных лесных культурах с экспериментальными данными (таблица). Корреляционная связь между запасом и возрастом деревьев-лидеров существенна на 1%-ном уровне значимости.

Методом регрессионного анализа разработана прогнозная модель хода роста 700 лидеров по диаметру (рис.3.). В начале постановки опытов у сосны крупные деревья независимо от их площади питания имеют практически одинаковые средние диаметры. После селекционной рубки их рост заметно усиливается. В 20-летнем возрасте средний диаметр 700 деревьев-лидеров у сосны при густоте 1 и 2 тыс. стволов на га достигает 15-17 см, тогда как в контрольных насаждениях только 13-13,5 см. К 30 годам этот показатель на плантациях увеличивается до 20-22 см, что на 3-5 см или на 15-30% больше, чем на контрольных делянках. Согласно прогноза к 40 годам в культурах с густотой 1 тыс. средний диаметр 700 лидеров достигает 25 см и с густотой 2 тыс. стволов на га - 23 см. В контрольных древостоях этот показатель составит 20 см. В 60-летнем возрасте прогнозируется средний диаметр лидеров при густоте 1 тыс. 29 см, при 2 тыс. - 27 см, а в контролях - 23 см. Следовательно, плантационное выращивание сосны может обеспечить сокращение сроков выращивания крупномерной древесины как минимум на один класс возраста.

Таблица

Математические модели связи показателей роста деревьев-лидеров по запасу на плантациях и в контрольных древостоях с их возрастом

Густота в 10 лет, тыс.шт/га	Уравнения связи (над чертой) t-критерии коэффициентов (под чертой)	Критерий Фишера, F	R ²	Стандартная ошибка
СОСНА				
7-8 (контроль)	$Y = \frac{464.7 - 406.8(\log X) + 90.9(\log(X))^2}{12.9 \quad -16.1 \quad 20.9}$	3546	0,99	1,48
2	$Y = \frac{578.3 - 515.4(\log X) + 116.8(\log(X))^2}{11.9 \quad -15.1 \quad 19.7}$	3470	0,98	2,0
1	$Y = \frac{621.3 - 568.6(\log X) + 131(\log(X))^2}{4.9 \quad -6.4 \quad 8.5}$	723	0,99	5,3
ЕЛЬ				
5,9 (контроль)	$Y = \frac{497.2 - 413.0(\log X) + 87.4(\log(X))^2}{9.3 \quad -11.1 \quad 13.5}$	997	0,99	2,2
1,4	$Y = \frac{699.7 - 591.1(\log X) + 126.8(\log(X))^2}{8.28 \quad -9.9 \quad 12.3}$	925	0,99	3,5

У ели в 30-летнем возрасте средний диаметр 700 лидеров при густоте 1,4 тыс.стволов на га составляет 20 см, а на контрольных делянках 15,5 см (рис.4.). К 60 годам этот показатель по расчетам достигает 28 см, а в контрольных насаждениях - всего 22 см. Контрольный диаметр на плантациях, без сомнения, можно получить уже в возрасте 35 лет. Прогнозирование на 30-летний период времени (в отличие от 5-летнего) следует, конечно же, считать ориентировочным. Однако, учитывая имеющиеся литературные данные по среднему диаметру древостоев, такой прогноз можно считать вполне реальным. Так по данным Ю.Д. Сироткина [7], который исследовал лесные культуры ели с первоначальным размещением 2,8 x 2,8 м, средний диаметр древостоя к 70-летнему возрасту достигает 29,4 см. При размещении же 1,4 x 1,4 м этот показатель ниже на 5 см. Аналогичные данные приводит А.П. Доценко [4]. Поэтому, сокращение сроков выращивания крупномерной древесины у сосны и ели на плантациях не менее чем на один класс возраста вполне возможно.

СОСНА

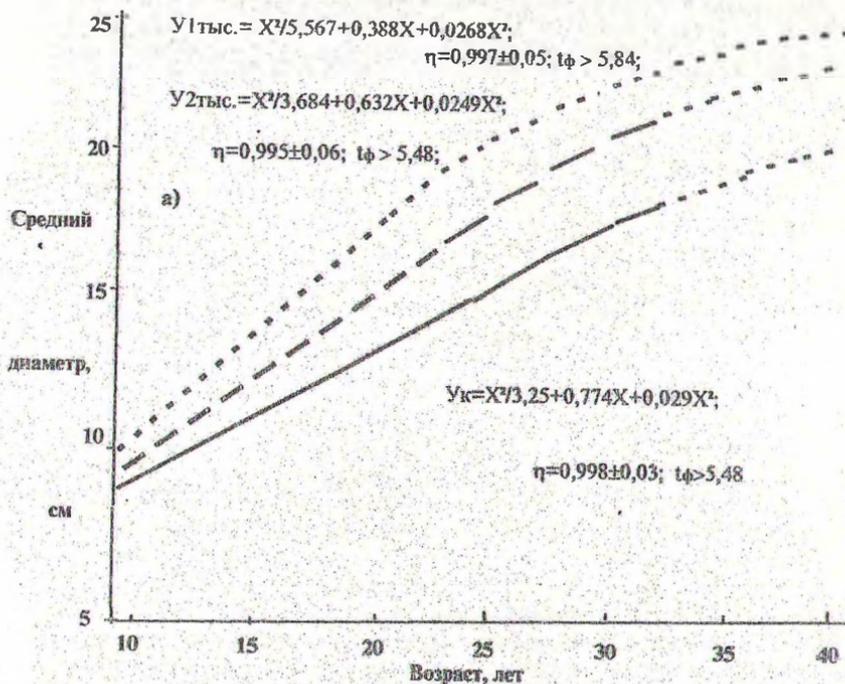


Рис. 3. Ход роста 700 деревьев-лидеров по диаметру на плантациях сосны с густотой (---) - 1 тыс., (---) - 2 тыс. стволов на га и (—) - в контрольных насаждениях

В этом плане весьма заманчивы предложения В.Ф.Багинского [1] и И.С. Глушенкова [3], которые пришли к выводу, что в условиях интенсивного ведения лесного хозяйства может быть целесообразным переход на расчет главного пользования лесом через диаметр рубки. Так, по мнению И.С.Глушенкова (1977), древостой со средним диаметром 28 см необходимо назначать в рубку главного пользования. Такого среднего диаметра деревья-лидеры на плантациях сосны и ели согласно нашей прогнозной модели хода роста достигают до 60-летнего возраста.

ЕЛЬ

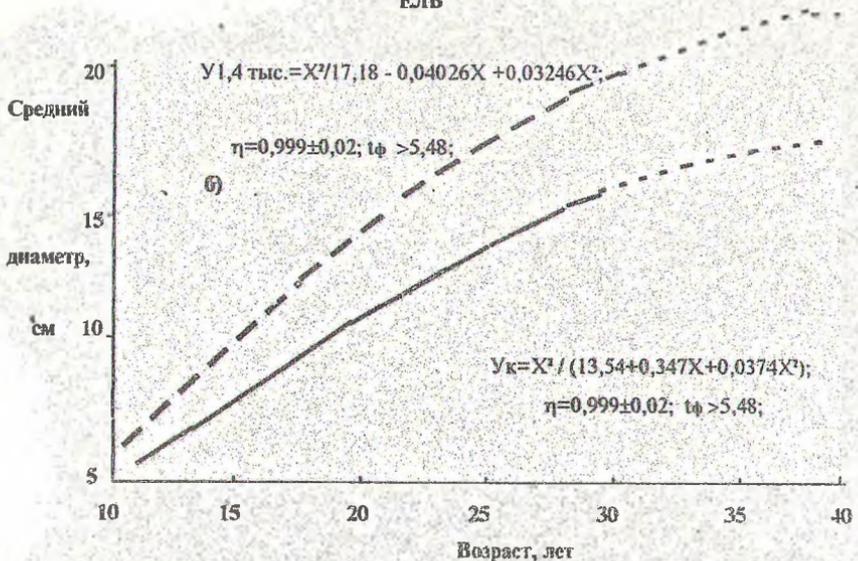


Рис. 4. Ход роста 700 деревьев-лидеров по диаметру (—) на плантациях ели и (-----) в контрольных насаждениях

Эксплуатационный средний диаметр культур ели на балансы составляет по С.Н. Сеннову и Е.С. Мельникову /6/ 22 см. Такого диаметра деревья-лидеры на плантациях ели достигают в возрасте 35-40 лет. Но по В.Ф. Багинскому /1/ применение диаметра рубки оправдано только при установлении связи диаметра с полнотой и дифференциации древостоев по уровню производительности. Автор пришел к выводу, что диаметр технической спелости древостоев выращиваемых при меньшей полноте, только на 2-7 см больше, чем у высокополнотных, что не позволяет снизить возраст рубки более чем на 10 лет. Тенденция сближения средних диаметров при разной густоте у 700 деревьев-лидеров после 30-35-летнего возраста действительно имеет место (см. рис.3 и 4). Однако и в будущем ход роста плантационных культур может существенно отличаться от роста низкополнотных и изреженных древостоев. Ведь плантационное лесовыращивание предполагает применение комплекса лесокультурных и лесохозяйственных мероприятий по ускорению роста древостоев сосны и ели (подбор площадей с относительно плодородными почвами, применение селекционного посадочного материала, а также химической и

биологической мелиорации, неоднократное селекционное изреживание древостоев и т.д.). Поэтому, окончательный ответ на этот вопрос можно получить только по завершении начатых нами длительных экспериментов.

Одним из мероприятий, направленных на сокращение сроков выращивания крупномерной древесины на плантациях, является селекционный отбор деревьев-лидеров в середине первого класса возраста и увеличение их площади питания. Для оценки эффективности этого мероприятия очень важно определить, как реагируют на его проведение деревья различной крупности. Выполненный нами учет прироста по диаметру индивидуально для каждого дерева, позволяет решить и эту задачу.

Для сопоставления особенностей роста деревьев различной крупности в изреженных селекционным способом молодняках с последующим длительным применением минеральных удобрений проведена следующая работа. После постановки опыта деревья в учетных рядах были распределены на три группы: 1 - с диаметром от 21 до 50 мм, 2 - от 51 до 80 мм и 3 - от 81 до 110 мм. Показатели роста по диаметру учитывались отдельно для каждого дерева. По результатам измерений вычислены средние значения диаметров по группам.

Установлено, что в культурах с густотой 0,9 тыс., где площадь питания одного растения составляет более 10 м², значительно ослабляется конкуренция между деревьями по сравнению с контролем (1,3 м² на одно растение). Поэтому, на плантациях наблюдается резкое увеличение диаметров у тонких сосен. Их прирост по диаметру в 13-17-летнем возрасте достигает 1 см в год. В контроле такие деревья в этом возрасте прирастают очень мало (0,1-0,3). В отдельные периоды прирост по диаметру в крайних вариантах густоты различается в 4-10 и более раз. Но после 20-летнего возраста на контрольных делянках наблюдается интенсивный отпад тонких деревьев (70% к 25 годам). Оставшиеся растения как бы приобретают второе дыхание. Их прирост по диаметру усиливается и достигает абсолютной величины прироста таких же деревьев при самой низкой густоте культур.

В течение всего периода наблюдений интенсивность роста деревьев всех групп выше в изреженных культурах. Так, средний диаметр тонких сосен в насаждении с густотой 0,9 тыс., к 25 годам увеличивается до 13,5 см или в 3 раза, а на контрольном участке до 7,8 см или в 1,9 раза. Диаметр господствующих деревьев увеличивается на плантации и в контрольном насаждении, соответственно, до 20,6 и 16,5 см или в 2,3 и 2,0 раза.

Аналогичные группы разных вариантов густоты также различаются между собой. Эти различия в группе с исходным диаметром 21-50 мм более значительны, чем с диаметром 81-110 мм. Так, средний диаметр тонких деревьев на контрольном участке в 1,7 раза мень-

ше, чем диаметр соответствующей группы деревьев в культурах с густотой 0,9 тыс. растений на га. Разница в группе толстых деревьев значительно меньше и составляет 1,25 раза. В 19-летнем возрасте различие было большим. Средний диаметр отставших в росте деревьев в крайних вариантах густоты составлял 11,4 и 5,5 см и отличался в 2,1, а крупных - 17 и 13,2 см (в 1,3 раза). Следовательно, изреживание молодняков сосны обыкновенной до 1-2 тыс. стволов на га способствует значительному усилению роста по диаметру деревьев различных категорий крупности. Однако, наиболее активно на это мероприятие реагируют отставшие в росте деревья. Но прибавка прироста по диаметру на тонком и на толстом дереве это далеко не одно и то же.

Более объективные данные можно получить при анализе изменения прироста деревьев различной крупности по площади сечения (рис.5).

Контроль

$$Y(2,1-5,0) = 0,0061 - 0,00062 X + 0,0000225 X^2; \eta = 0,987 \pm 0,09;$$

$$Y(5,1-8,0) = -0,00207 + 0,00045 X + 0,0000013 X^2; \eta = 0,997 \pm 0,05;$$

$$Y(8,1-11,0) = -0,0038 + 0,00062 X + 0,000015 X^2; \eta = 0,998 \pm 0,04;$$

Густота 0,9 тыс. стволов на га

$$Y(2,1-5,0) = -0,0223 + 0,00236 X - 0,000036 X^2; \eta = 0,997 \pm 0,05;$$

$$Y(5,1-8,0) = -0,0217 + 0,00237 X - 0,00002265 X^2; \eta = 0,998 \pm 0,04;$$

$$Y(8,1-11,0) = -0,0313 + 0,00354 X - 0,0000384 X^2; \eta = 0,998 \pm 0,04;$$

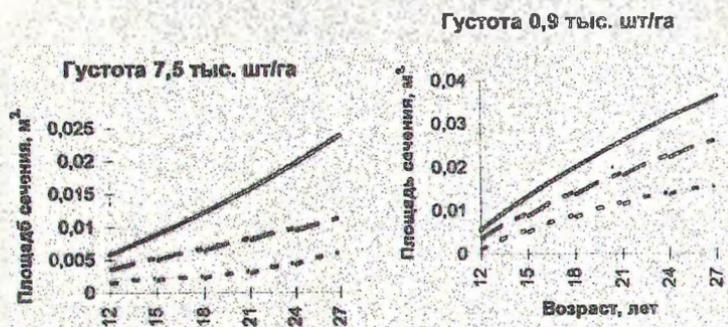


Рис. 5. Динамика площади сечения у деревьев различной крупности в культурах сосны разной густоты у деревьев с диаметром в возрасте 12 лет (· · · · ·) 2,1-5,0 см; (---) 5,1-8,0 см и (—) 8,1-11,0 см

Установлено, что деревья группы с диаметром в возрасте 12 лет 8,1-11,0 см к 27 годам имеют среднюю площадь сечения $0,0333 \text{ м}^2$, а такие же деревья в контрольном насаждении - всего $0,0214 \text{ м}^2$ или в 1,6 раза меньше. За счет изменения площади питания в группе самых крупных сосен за 15 лет получена прибавка по площади сечения среднего дерева $0,0119 \text{ м}^2$. У крупных деревьев в сравнении с самыми мелкими площадь сечения среднего дерева при густоте 0,9 тыс. стволов на га увеличивается на $0,0190 \text{ м}^2$. Следовательно, определяющее значение для сокращения сроков выращивания крупномерной древесины имеет селекция деревьев, но не изменение их площади питания. Эту закономерность необходимо учитывать при создании целевых культур, обеспечивая достаточную густоту посадки на плантациях для формирования насаждений из деревьев занимающих господствующее положение в древостое.

В контрольном насаждении за счет лучших наследственных качеств площадь сечения среднего дерева за 15 лет увеличивается на $0,0166 \text{ м}^2$, что на $0,0047 \text{ м}^2$ больше, чем прибавка за счет увеличения площади питания. Следовательно, и в перегущенных насаждениях для получения крупномерной древесины определяющее значение имеет отбор наиболее крупных деревьев. У мелких деревьев из группы с диаметром в возрасте 12 лет 2,1-5,0 см площадь сечения среднего дерева за счет изменения площади питания увеличилась с $0,0048$ до $0,0143 \text{ м}^2$ или в 3 раза. Но у этих деревьев площадь сечения меньше, чем у лидеров при густоте 0,9 тыс. стволов на га в 2,5 раза, а в контроле - в 4,4 раза. Это также свидетельствует о том, что в целевых культурах с ориентацией на сокращение сроков выращивания крупномерной и балансовой древесины определяющее значение имеют деревья-лидеры, отобранные в середине первого класса возраста.

Из вышеизложенного следует, что устойчивость лидирующего положения крупных деревьев в плантационных культурах очень высокая и она повышается с уменьшением густоты культур. Увеличение площади питания деревьев-лидеров в середине первого класса возраста как у сосны, так и у ели способствует ускорению их роста по запасу и среднему объему ствола в 1,4-1,6 раза. Изреживание молодняков способствует реализации потенциальных возможностей роста отстающих в росте деревьев. Их годичный прирост по диаметру в первые годы после рубки в 3-6 раз превышает контрольные показатели. Это имеет важное практическое значение, так как при проведении селекционной рубки не всегда в нужном месте можно оставить крупное дерево.

Однако, решающим фактором, обуславливающим сокращение сроков выращивания крупномерной древесины, является отбор деревьев-лидеров, которые на плантациях в полной мере реализуют свои наследственные качества. Поэтому, при решении проблемы сокраще-

ния сроков выращивания крупномерной и балансовой древесины на плантациях в середине первого класса возраста, главную ставку необходимо делать на формирование фитоценозов из господствующих деревьев, обеспечивая достаточную для этого густоту посадки культур и их сохранность.

Литература

1. Багинский В.Ф. Диаметр рубки древостоев // Лесное хозяйство. - 1981. - №1. - С. 49-52.
2. Бюро Научного совета АН СССР по проблемам леса. Задачи лесной науки в 12-й пятилетке // Лесоведение. - 1986. - №1. - С.3-10.
3. Глушенков И.С. Прогнозирование технической спелости древостоев через средний прирост по диаметру // Лесохозяйственная информация. - 1977. - Вып.22. - С. 13-15.
4. Доценко А.П. Плантационное выращивание ели обыкновенной в Белоруссии // Лесное хозяйство. - 1981. - №4. - С. 26-28.
5. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков.-М.: Лесная промышленность, 1984.- 168 с.
6. Сеннов С.Н., Мельников Е.С. Уход за лиственно-еловыми древостоями с целью получения еловых балансов // Научно-исследовательские работы за 1981-1985 гг. - М.: Лесная промышленность, 1986.- С. 4-6.
7. Сироткин Ю.Д. Заслуживает внимания // Сельское хозяйство Белоруссии. - 1982. - №11. - С.42.
8. Шутов И.В., Бельков В.П., Мартынов А.Н. Перспективы ускоренного выращивания древесины в таежной зоне // Лесное хозяйство.- №7. - С. 62-66.
9. Шутов И.В. Лесосырьевые плантации ели и сосны // Лесное хозяйство. - 1985. - №3, - С. 34-37.
10. Bennet F.A. How should pine.- (USA). -30.- 10.- 1971.- p.18.
11. Meyer K. Die einzige Alternative-Astung in Wandelholzbestanden // Forstarchiv. -43.- 1973. - Nr.7. - S. 132-135.
12. Programme for the National forests. Miscellancons pyblication. Nr.794. Forest service U.S. Deortm. of Agr. Aprie 1959.- p.26.