

избежать скрытого снижения прироста, например в еловых посадках до 30% ввиду преждевременного вынужденного образования ценоза;

ускорить достижение свойственной особям данного вида высоты и раньше достичь технической спелости, не снижая при этом общей продуктивности ценоза на определенной площади;

оценить состояние культур и молодняков, определить нужность рубок ухода или дополнения.

Названное явление может найти применение в сельском хозяйстве особенно при оптимизации густоты выращивания технических культур, в садоводстве и т.п.

#### Л и т е р а т у р а

1. Марченко И.С. Биополе лесных экосистем. Брянск, 1973.

### НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

В.Л. Григорьев, В.К. Гвоздев

(Белорусский технологический институт им. С.М. Кирова)

Выбор оптимального плана лесоводственного эксперимента должен определяться выявлением естественной изменчивости результирующих признаков опыта (общая продуктивность, текущий прирост и др.) как во времени, так и в пространстве.

Большую роль в получении научно обоснованных и объективных данных в лесоводственных исследованиях призвано сыграть широкое внедрение математической теории эксперимента. По мнению ряда советских [2,3,6,7,8] и зарубежных [1,9,11] ученых, современные математические методы можно и нужно использовать не только при обработке результатов наблюдений, но и при планировании эксперимента.

Нами на практике были применены отдельные положения теории планирования эксперимента, которые позволяют учесть пространственную изменчивость результирующих показателей. Для исследований методов комплексного ухода в сосновых молодняках в кв. 13. Негорельского учебно-опытного лесхоза весной 1974 г. кафедрой лесоводства БТИ был заложен стационар 10А. Насаждение представляет собой культуры сосны обыкновенной, созданные посадкой в 1962 г. Состав — 10 С,

Рис. 1. Размещение вариантов опыта и их повторностей методом латинского прямоугольника: 3 x 3 x 2. А, Б, В, Г, Д - варианты опыта.

N1 Д	N2 В	N3 Г	N4 Б	N5 Е	N6 А
N7 А	N8 Е	N9 В	N10 Д	N11 Г	N12 Б
N13 Г	N14 Б	N15 А	N16 Е	N17 Д	N18 В

тип леса -- сосняк орляково-брусничный, запас --  $42,8 \text{ м}^3 / \text{га}$ , сумма площадей сечения --  $14,2 \text{ м}^2 / \text{га}$ , число деревьев на 1 га -- 7500 шт., средний диаметр на высоте груди -- 4,9 см, средняя высота -- 3,9 м. Почва дерново-подзолистая слабоподзоленная, развивающаяся на супеси легкой, подстилае -- мой песком рыхлым. Площадь каждой секции -- 0,09 га, величина защитной зоны между секциями -- 3 м. Общая площадь стационара -- 2,0 га (рис. 1).

Теория планирования эксперимента считает необходимым при постановке всякого полевого опыта иметь повторность одноименных секций, особая и часто основная роль которых состоит в способности улавливать пестроту плодородия почвы участка. Наличие нескольких параллельных секций для каждого варианта опыта значительно снижает экспериментальную ошибку и повышает точность опыта. При проведении наших исследований была принята трехкратная повторность вариантов опыта.

При размещении секций в натуре руководствовались методом рендомизации, в основу которого положен принцип случайного размещения секций по фону опыта. Некоторыми исследователями [2,3,6,1,9,11] рендомизация рассматривается как основа построения современных схем эксперимента, способствующая получению объективной информации. Учитывая это, шесть вариантов опыта в трехкратной повторности были размещены нами методом латинского прямоугольника. Многие исследователи [2,6,9] считают, что латинский квадрат (его разновидностью является латинский прямоугольник) позволяет в значительной степени устранить влияние систематического изменения плодородия почвы в двух направлениях, дать количественную оценку изменчивости и тем самым более объективно учесть влияние изучаемых факторов.

С целью выявления исходного состояния совокупностей деревьев по вариантам опыта был произведен дисперсионный анализ для важнейших таксационных показателей: средней вы-

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов			Степень свободы
	по Н	по Д	по V	
Общая	0,44	2,131	4,425	17
Рядов	0,02	0,241	0,034	2
Столбцов	0,12	1,034	1,733	2
Вариантов	0,11	0,258	0,681	5
Остаток	0,19	0,598	1,977	8

Примечание. По Н:  $S\bar{x} = 0,09$  м; 2,29%; по Д:  $S\bar{x} = 0,16$  см;

соты, среднего диаметра на высоте 1,3 м и запасов древесины на секциях (табл. 1). При этом использовались общая схема и символы [2]. Особенностью дисперсионного анализа для латинского прямоугольника является то, что ортогональное расположение вариантов опыта позволяет исключить из общего варьирования результативного признака варьирование по рядам и столбцам. Кроме критерия Фишера  $F$  для оценки существенности частных различий нами определялась ошибка средней  $S\bar{x}$  (табл. 1).

Анализ результатов дисперсионного анализа доказывает, что исходные таксационные показатели для всех секций существенно не различаются между собой; критерий Фишера  $F_{\text{факт}}$  по абсолютной величине значительно меньше  $F_{\text{теор}}$ . Следовательно, нулевая гипотеза о равенстве сравниваемых дисперсий не отвергается и все сравниваемые показатели не различаются между собой на 95% уровне вероятности, который является вполне достаточным при лесобиологических исследованиях.

Чтобы выявить преимущества размещения секций методом латинского прямоугольника, нами было сделано допущение о том, что секции размещены по принципу полной рендомизации. В качестве показателей были вычислены относительная эффективность опыта по Дж. У. Снедекору ( $S\bar{x}, Sd$ ) и наименьшая существенная разность (НСР) по Б.А. Доспехову (табл. 2). НСР указывает границу предельным случайным отклонениям и используется при построении доверительных интервалов и проверке статических гипотез. Если фактическая разность между выборочными средними  $d \geq \text{НСР}$ , то она существенна, значима; а если  $d < \text{НСР}$ , то несущественна, незначима.

Средний квадрат			Фактически			F <sub>0,5</sub>
по Н	по Д	по V	по Н	по Д	по V	
0,022	0,052	0,136	1,09	1,44	1,82	3,69
0,024	0,075	0,247				

3,25%; по V:  $S\bar{x} = 0,29 \text{ м}^3$ ; 7,53%.

Таблица 2. Сравнение показателей при размещении секций методами латинского прямоугольника и полной рендомизации

Показатели	Относительная эффективность опыта, %	$S\bar{x}$	Sd	НСР	НСР, %
По высоте	123	0,09м	0,13м	0,30м	7,6
		0,1 м	0,15м	0,33м	8,4
По диаметру	263	0,16 см	0,22 см	0,51 см	10,4
		0,23 см	0,33 см	0,74 см	15,0
По объему	139	0,29 м <sup>3</sup>	0,41 м <sup>3</sup>	0,95 м <sup>3</sup>	24,6
		0,41 м <sup>3</sup>	0,58 м <sup>3</sup>	1,29 м <sup>3</sup>	33,6

Примечание. В числителе приведены показатели для метода размещения секций латинским прямоугольником, в знаменателе — для метода полной рендомизации.

Полученные показатели различаются между собой в зависимости от способа размещения повторностей. Следовательно, чтобы получить ту же точность опыта при полной рендомизации, необходимо увеличить число наблюдений (повторностей) по высоте и диаметру в 1,2 и 2,6 раза соответственно.

Важное значение для определения однородности исследуемого насаждения имеет выявление соотношений между результирующими показателями, особенно между  $D_{1,3}$  и  $H$  деревьев, от которых зависит и определение запаса древостоев. Для установления тесноты и формы связи между  $D_{1,3}$  и  $H$

деревьев были определены корреляционные уравнения для каждой секции. По точечным графикам было установлено, что эмпирические точки корреляционного поля довольно близко располагаются около логарифмической кривой вида  $y = a + b \lg x$ . Вычисление параметров корреляционных уравнений производилось нами по упрощенному способу [10].

Чтобы выяснить, находятся ли выраженные зависимости в пределах 95% уровня вероятности, было произведено сравнение двух рядов регрессий, которые выражают крайние различия: для секции №1 ( $\bar{y} = 1,649 + 3,5933 \lg x$ ) и секции №15 ( $y = -2,308 + 2,4548 \lg x$ ). Обработка данных осуществлялась с помощью алгоритма регрессионного анализа [6]. Были определены критерии различия рядов, превышения одного ряда над другим и непараллельности рядов. Абсолютные значения указанных критериев значительно меньше теоретических ( $F_1 = 1,17 < F_T = 6,0$ ,  $F_2 = 0,08 < F_T = 10,0$ ,  $F_3 = 1,15 < F_T^1 = 6,6$ ). Следовательно, вычисленные показатели сравнения двух крайних рядов регрессий находятся на 95% уровне вероятности и гипотеза об адекватности полученных уравнений не отвергается.

Изложенные выше результаты дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов убедительно доказывают, что основные таксационные показатели совокупностей деревьев на всех 18 секциях существенно не различаются между собой. На основании этого можно сделать вывод, что все секции стационара расположены в сравнительно однородных условиях и при дальнейших исследованиях будут объективно отражать те изменения, которые будут происходить в вариантах опыта.

#### Л и т е р а т у р а

1. Бейли Н. Статистические методы в биологии. М., 1963.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1973.
3. Налимов В.В. Теория эксперимента. М., 1971.
4. Основы лесной биологии. Под ред. В.Н. Сукачева и Н.В. Дылиса. М., 1964.
5. Пирс С. Полевые опыты с плодовыми деревьями. М., 1969.
6. Плохинский Н.А. Биометрия. М., 1970.
7. Полевой опыт. Под ред. П.Г. Найдина. М., 1968.
8. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М., 1968.
9. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. М., 1961.
10. Трулль О.А. Математическая статистика в лесном хозяйстве. Минск, 1966.
11. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов. М., 1970.