

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*232

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОПТИМАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ МИКРОПОВЫШЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ ВЛАЖНОЙ И СЫРОЙ СУРАМЕНИ**

А. Р. РОДИН, А. И. УГАРОВ

Московский лесотехнический институт

В настоящее время все большую долю лесокультурных площадей занимают вырубки с переувлажненными почвами, на которых возобновление хозяйственно ценных пород затруднено из-за неблагоприятного водного, воздушного, питательного и температурного режимов почв. Именно поэтому ель в естественных условиях поселяется на микроповышениях, что отмечается не только в лесах Севера, но и в более южных районах Северного полушария [1, 3, 5]. Более поздние исследования доказали необходимость посадки сеянцев и саженцев в микроповышения на переувлажненных почвах [8, 2]. Ныне рекомендуют создавать микроповышения высотой от 15 до 30 см, ширину микроповышений обычно не указывают.

В связи с этим перед лесоводами стоит задача оптимизации параметров микроповышений, обеспечивающих наиболее благоприятные экологические условия для роста и развития лесных культур. Решение этого вопроса традиционными методами исследований требует больших затрат труда.

Нами был применен математический метод планирования эксперимента [4] с использованием «Центрального композиционного плана 2-го порядка», достоинство которого заключается в том, что он дает достаточно полную информацию об изучаемом объекте и надежные выводы при минимальном объеме экспериментальных работ.

Были заложены опытно-производственные участки культур на вырубках с временно переувлажненными суглинистыми почвами в условиях влажной и сырой сурамени (C_{3-4}) в северной подзоне зоны смешанных лесов с преобладанием хвойных (по С. Ф. Курнаеву, 1973).

В наших опытах реализован двухфакторный эксперимент. Первый фактор X_1 — высота микроповышений, второй X_2 — ширина. Параметрами оптимизации являются: рост культуры ели в высоту — Y_H , годичный прирост по высоте — $Y_{г.}$. Область эксперимента

Таблица 1

Область эксперимента

Фактор	Нулевой уровень, см	Нижний предел, см	Верхний предел, см	Интервал варьирования, см
X_1	40	20	60	20
X_2	70	40	100	30

(табл. 1), т. е. нижние и верхние границы факторов X_1 и X_2 , установлена исходя из априорной информации и наших данных по предварительному изучению роста культур, созданных на микроповышениях разных размеров.

В общем виде параметры оптимизации выражаются для двух факторов в виде уравнения регрессии

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2 + b_{12} X_1 X_2,$$

где b_i — коэффициент регрессии, $i = 0, 1, 2, \dots, n$;

X_i — переменные факторы в эксперименте.

Матрица для проведения эксперимента и обработки результатов исследований имеет следующий вид (табл. 2).

Таблица 2
Матрица планирования эксперимента

Но- мер опы- та	Переменные факторы					
	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	X_1^2	X_2^2
1	+1	-1	-1	+1	+1	+1
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1
5	+1	+1	0	0	+1	0
6	+1	-1	0	0	+1	0
7	+1	0	+1	0	0	+1
8	+1	0	-1	0	0	+1
9	+1	0	0	0	0	0

Результаты исследований показали, что рост культур ели с первых лет жизни зависит не только от высоты микроповышений, но и от их ширины. С увеличением ширины микроповышений высота и прирост культур по высоте, а также диаметр стволика возрастают.

Лучший рост на микроповышениях по сравнению с необработанной почвой обнаруживается с однолетнего возраста культур. Однако достоверность различий показателей роста по высоте в вариантах по

критерию Стьюдента (t) наблюдается лишь на третий год роста культур. До трехлетнего возраста культур, как показала обработка результатов эксперимента, модель оказывалась неадекватной.

Обработка экспериментальных данных в соответствии с методикой планирования эксперимента показала, что адекватные математические модели получены только для четвертого года роста культур. При исследовании пятилетних культур модели вновь были достоверными. Матрица планирования с экспериментальными данными, характеризующая рост пятилетних культур ели по высоте и текущему приросту в высоту, представлена в табл. 3, 4.

Таблица 3

Матрица с экспериментальными данными пятилетних культур (по высоте)

Но- мер опы- та	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	X_1^2	X_2^2	Y_{q1}	Y_{q2}	Y_{q3}	\bar{Y}_q
1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	104,1	97,7	101,9	101,2
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	83,0	108,6	116,8	102,8
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	117,3	122,8	112,5	117,5
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	116,3	128,6	129,1	124,7
5	+1	+1	0	0	+1	0	118,5	120,8	118,9	119,4
6	+1	-1	0	0	+1	0	112,8	101,0	115,0	109,6
7	+1	0	+1	0	0	+1	140,6	125,7	132,0	132,8
8	+1	0	-1	0	0	+1	114,8	118,1	116,7	113,2
9	+1	0	0	0	0	+1	112,5	129,1	122,8	121,4

Примечание. Y_{q1} , Y_{q2} , Y_{q3} — экспериментальные значения высоты культур соответственно в каждой повторности опытов, см; \bar{Y}_q — среднее арифметическое из трех повторных опытов.

Матрицы (табл. 3 и 4) представлены в кодированном виде: верхнему уровню факторов соответствует +1, нижнему — значение -1, основному — 0.

Обработка экспериментальных данных (табл. 3, табл. 4) позволила получить (в области эксперимента) уравнения регрессии для пятилетних культур:
по высоте

Таблица 4

Матрица с экспериментальными данными по текущему приросту в высоту

Но- мер опы- та	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	X_1^2	X_2^2	V_{q1}	V_{q2}	V_{q3}	\bar{V}_q
1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	20,2	21,39	17,18	19,53
2	+1	+1	-1	-1	+1	+1	16,40	17,37	20,68	18,15
3	+1	-1	+1	-1	+1	+1	20,51	24,23	25,36	23,37
4	+1	+1	+1	+1	+1	+1	23,17	26,07	25,71	24,98
5	+1	+1	0	0	+1	0	23,19	24,15	19,75	22,36
6	+1	-1	0	0	+1	0	17,63	19,25	23,94	20,27
7	+1	0	+1	0	0	+1	26,79	33,20	28,75	29,58
8	+1	0	-1	0	0	+1	19,18	23,55	21,73	21,49
9	+1	0	0	0	0	0	24,65	21,22	26,79	24,22

Примечание. Y_{q1} , Y_{q2} , Y_{q3} — экспериментальные значения прироста культур соответственно в каждой повторности опытов, см; Y_q — среднее арифметическое из трех повторностей.

$$Y_H = 118,25 + 3,10X_1 + 9,63X_2 - 13,62X_1^2 - 9,86X_2^2 - 4,47X_1X_2; \quad (1)$$

по текущему приросту в высоту

$$Y_h = 24,31 + 0,40X_1 + 3,13X_2 - 4,18X_1^2 - 2,24X_2^2 - 2,31X_1X_2. \quad (2)$$

Проверка коэффициентов регрессии по t-критерию Стьюдента на значимость, а уравнений на адекватность по F-критерию Фишера позволила получить одинаковые по своей структуре адекватные уравнения роста и прироста пятилетних культур ели:

по высоте

$$Y_H = 118,25 + 9,63X_2 - 13,62X_1^2; \quad (3)$$

по приросту в высоту

$$Y_h = 24,31 + 3,13X_2 - 4,18X_1^2. \quad (4)$$

Решение задачи оптимизации размеров микроповышений позволило установить их оптимальное соотношение для условий влажной и сырой сурамени (C_{3-4}). Эти размеры обеспечивают наиболее благоприятный почвенный микроклимат в посадочном месте и максимальный рост культур. Оптимальными параметрами микроповышений являются высота 40 см и ширина 100 см. Текущий прирост в высоту пятилетних культур на оптимальных микроповышениях в 1,5—2 раза больше, чем на микроповышениях, рекомендуемых ОСТ 56-37-79 и другими документами.

В целях практического использования для инженерных расчетов уравнения (3) и (4) представлены в натуральных значениях:

для высоты

$$Y_H = 95,79 + 0,321X_2 - 0,034(X_1 - 40)^2; \quad (5)$$

для текущего прироста в высоту

$$Y_h = 17,03 + 0,104X_2 - 0,010(X_1 - 40)^2. \quad (6)$$

По уравнениям (5) и (6) можно прогнозировать значения высоты и текущего прироста пятилетних культур ели в зависимости от проектируемых размеров микроповышений.

Приведенную методику планирования эксперимента можно применить и для других регионов страны и условий местопроизрастания, при

минимальном объеме работ найти такие размеры микроповышений, которые обеспечивали бы оптимальный почвенный микроклимат в посадочном месте и максимальный рост культур на переувлажненных почвах. Для ели в условиях влажной и сырой сурамени в северной подзоне смешанных лесов с преобладанием хвойных они должны быть: по высоте — 40 см, по ширине — 100 см. Только в этом случае термовлажностный режим, плотность и порозность почв в посадочном месте становятся оптимальными [6, 7] для роста культур хвойных пород; суммарный текущий прирост в высоту пятилетних культур ели в 1,5—2 раза больше, чем на микроповышениях высотой 20 см, рекомендуемых ОСТ 56-37-79.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Декатов Н. Е. Влияние микрорельефа на возобновление ели.— В кн.: Опытно-исследовательские работы по общему лесоводству. М.—Л.: Сельколхозгиз, 1931. [2]. Значение микроповышений при создании лесных культур/ И. А. Маркова, З. Ф. Матюхина, Т. А. Шалыгина, А. Е. Верт.— Лесоведение, 1978, № 6. [3]. Мелехов И. С. К вопросу о возобновлении ели на гарях.— Лесное хозяйство и лесозащита, 1933, № 10. [4]. Пижурин А. А. Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке.— М.: Лесн. пром-сть, 1972. [5]. Ткаченко М. Е. Леса Севера.— Тр. по лесн. опытному делу в России, 1911, вып. 25. [6]. Угаров А. И. Влияние размеров микроповышений на температурный режим почвы.— Науч. тр./ МЛТИ, 1980, вып. 123. [7]. Угаров А. И. Влияние микроповышений на влажность почвы в посадочных местах.— Науч. тр./ МЛТИ, 1982, вып. 139. [8]. Шумаков В. С. Кураев В. Н. Современные способы подготовки почвы под лесные культуры.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.

Поступила 3 февраля 1986 г.

УДК 630*228

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В. Ф. ЦВЕТКОВ

Мурманский стационар Архангельского института леса и лесохимии

При решении многих теоретических и практических вопросов лесоводства исследователи вполне обоснованно уделяют большое внимание оценке территориального размещения деревьев в насаждениях. С пространственной структурой древостоя тесно связаны и его качество, и общая продуктивность. Как многие другие критерии строения насаждения, показатели пространственного размещения деревьев во многом определяются еще в молодом возрасте.

В условиях боров брусничных на Кольском полуострове изучали 35—55-летние древостой разных типов формирования: образующиеся из подроста (I); при преобладании последующего лесовозобновления на вырубках с развитым напочвенным покровом, обеспеченных (II) и не обеспеченных (III) семенниками; при последующем лесовозобновлении на паловых вырубках, обеспеченных (IV) и не обеспеченных (V) семенниками. Анализировали абрисы размещения деревьев с их подробными описаниями на временных и постоянных пробных площадях (2—4 участка каждого типа формирования). В каждом случае рассматривали не менее 190 деревьев. При расчете характеристик строили ряды распределения по естественным ступеням, определяли статистические показатели (σ , S , P , A , E , m_A , m_E).

Молодняки, формирующиеся при разных направлениях лесовосстановительных процессов, существенно различаются многими показателями строения и структуры полога [6]. Отчетливые различия выявляются также в характеристиках территориального размещения деревьев и в факторах окружающего их пространства (табл. 1).