

люпина многолетнего накоплен кафедрой лесоводства БТИ им. С.М.Кирова.

В целях повышения плодородия почв и продуктивности сосновых насаждений в Старобинском лесничестве необходимо:

1. При проведении сплошнолесосечных рубок древостоев, достигших возраста главной рубки, создавать лесные культуры с введением в междурядья люпина многолетнего.

2. В чистых молодняках до 30 лет для снижения кислотности почвы при рН до 4,5 внести CaCO_3 в дозе 4 т/га, а также минеральные удобрения в дозе $\text{N}_{90} \text{P}_{90} \text{K}_{90}$.

3. В смешанных молодняках при проведении рубок ухода оставлять березу до двух единиц как почвоулучшающую породу на всей площади лесничества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинов И.К., Забелло К.Л. Практикум по почвоведению. Мн., 1979. 2. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. М., 1973. 3. Почвоведение / Под ред. А.С.Фатьянова, С.Н.Тайчинова. М., 1972.

УДК 630* 236:519./25

В.И.ЧИСТЫЙ, В.П.ГРИГОРЬЕВ, канд. с.-х. наук (БТИ)

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ РОСТА СОСНОВЫХ МОЛОДНЯКОВ

Изучение динамики роста хвойных древостоев I—II классов возраста сопряжено с определенными трудностями. Прежде всего следует отметить значительную изменчивость всех показателей роста, что обуславливает неустойчивость формирующихся связей между ними, ограничивает применение традиционных статистических методов.

Анализ возрастной структуры лесного фонда Беларуси (44 % молодняков I—II классов возраста) и стабильные ежегодные объемы лесокультурных работ (27—30 тыс. га) дают основание полагать, что молодняки и впредь будут одним из основных объектов лесохозяйственной деятельности лесоводов.

При исследовании динамики роста молодняков большую роль играет выбор таксационного показателя. В.Ф.Багинский [1] установил, что в сосновых культурах Беларуси коэффициент вариации распределения деревьев по высоте убывает с 34,6 % при среднем диаметре 2 см до 14,7 % при 17 см. По данным Е.Л.Маслакова [2], коэффициент по диаметру в сосновых культурах снижается с 50—60 до 30—40 % после смыкания.

Таким образом, как отмечают многие исследователи [1,2,3], в молодня-

и изменчивость коэффициента вариации по высоте гораздо ниже, чем по диаметру. И хотя ряд исследователей для изучения изменчивости роста предпочитают диаметры, в молодняках, очевидно, целесообразнее использовать высоту, поскольку она обладает меньшей изменчивостью и имеет большее значение в конкурентных отношениях.

Исследования проводились в наиболее характерных для произрастания основных культур типах лесорастительных условий. По данным А.Д. Янушкова, В.Н. Кислякова, 86,3 % площади сосновых культур приходится на вересковый, мшистый и кисличный типы леса [5]. Пробные площади (всего 16) были заложены в сосняках вересковом, мшистом, орляково-брусничном и черничном. Опытом предусматривалось также выявление влияния на динамику роста молодняков рубок ухода различной интенсивности, биологической мелиорации люпином, комплексного ухода.

На пробных площадях проводились лесотаксационные исследования по общепринятым методикам. Для изучения динамики роста в высоту использовался годичный прирост, который замерялся по мутовкам как на срубленных, так и на стоящих деревьях. На каждой пробной площади обмерялось 10—20 деревьев различных классов роста по Крафту (50 % средних и по 25 % крайних классов). Всего было обмерено более 200 модельных деревьев.

При изучении роста сосновых молодняков в различных условиях местопроизрастания использовался метод спектрального анализа [6, 7]. Годичный прирост в высоту представлялся в виде временного ряда $X(1), \dots, X(N)$, где $X(i)$ — прирост по высоте в i -м году. Наряду с ошибками измерений на величину прироста влияет множество случайных факторов, что дает основание считать этот процесс вероятностным или случайным. Главная задача при изучении конкретных процессов по данной последовательности значений $X(1), \dots, X(N)$ — найти наилучшее приближение для статистических параметров. Это прежде всего математическое ожидание $m_X(i) = MX(i)$ и корреляционная функция:

$$R_{ij} = M\{[X_i - MX(i)] \times [X(j) - MX(j)]\}.$$

Для результативного анализа необходимо, чтобы процесс, отражающий колебания прироста в высоту, обладал в некотором смысле однородной структурой, т.е. был стационарным. В этом случае $MX(i) = m_X = \text{const}$, $R(i, j) = R(|i - j|) = R(r)$ и вероятностные свойства процесса не зависят от начала отсчета времени. Однако из графика изменения прироста с возрастом (рис. 1) видно, что временной ряд имеет явный возрастной тренд. Причем наибольший вклад в него вносит отрезок времени, когда дерево не достигло высоты 1 м. На данном этапе исследований его целесообразно выявить, хотя в будущем выделение и анализ возрастного тренда представляет несомненный интерес. Кроме того, имея относительно короткую реали-

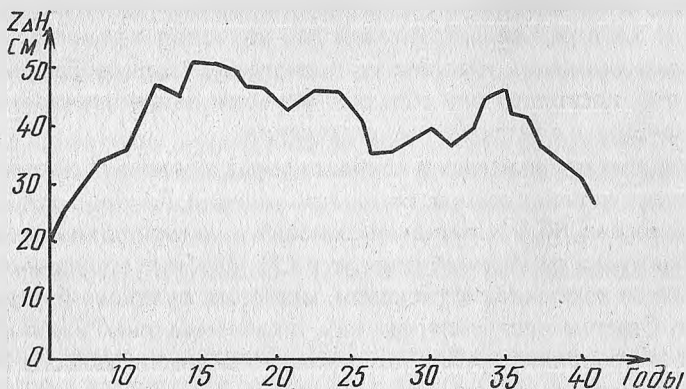


Рис. 1. Изменение прироста в высоту с возрастом.

зацию ряда, можно обращаться с ним как со стационарным, поскольку дисперсия ряда изменяется незначительно [4].

Важный параметр изучаемого процесса — его спектральная плотность:

$$SpX(f) = \frac{\Sigma R(r) \cos 2\pi f r}{\tau}$$

Она определяется как преобразование Фурье ковариационной функции и показывает, как дисперсия стохастического процесса распределена в непрерывном диапазоне частот. Максимум в спектре соответствует наиболее выраженным ритмам процесса.

На рис. 2, 3 приводятся наиболее характерные для сосновых культур в условиях местопроизрастания A_2 виды автокорреляционной функции и спектральной плотности. Значения автокорреляционной функции (см. рис. 2) обрываются уже после первой задержки. Это свидетельствует о том,

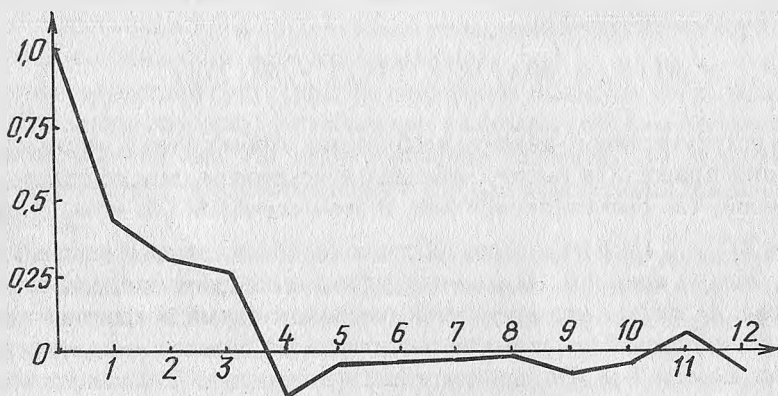


Рис. 2. Автокорреляционная функция.

что процесс является стохастическим. Вид автокорреляционной функции сам по себе несет мало информации, обычно она используется совместно с другими характеристиками процесса. График спектральной плотности (см. рис. 3) имеет выраженные пики в высокочастотной и низкочастотной областях спектра. Это дает основание говорить о наличии периодичности в приросте с периодами 3 года и 11—13 лет.

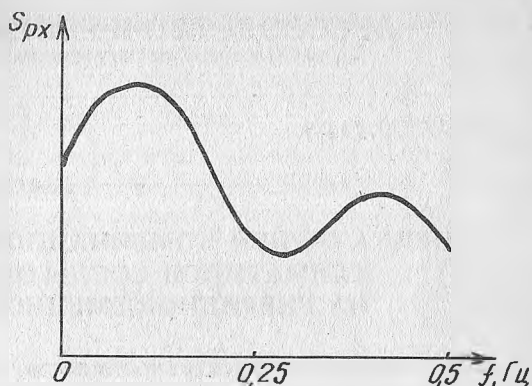


Рис. 3. Спектральная плотность ряда приростов.

Однако интерпретация повышенной доли дисперсии в низкочастотной области спектра на данном этапе затруднительна.

Предварительный анализ показывает, что ряды приростов в различных лесорастительных условиях имеют сходное распределение спектральной плотности. Это свидетельствует об общности динамики роста. Однако для окончательных выводов нужны дополнительные исследования.

Циклическая динамика лесов имеет важное экологическое значение, так как обеспечивает наиболее длительное и продуктивное функционирование фитоценозов [9].

Периодичность 11—13 лет объясняется циклическостью изменений климатических условий (11-летняя солнечная активность). При изучении динамики роста молодняков важна его 3-летняя периодичность. Представляет интерес зависимость естественных циклических колебаний роста от лесорастительных условий, лесохозяйственных мероприятий. Знание этой периодичности позволит правильно проектировать сроки проведения лесохозяйственных мероприятий, которые наиболее эффективны в начале цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багинский В.Ф. Результаты исследований строения сосновых молодняков БССР/Изв. АН СССР. Сер. биол. Мн., 1972.
2. Маслаков Е.Л. Формирование сосновых молодняков. М., 1984.
3. Битвинскас Т.Т. Дендроклиматические исследования. Л., 1974.
4. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М., 1976.
5. Янушко А.Д., Кисляков В.Н. Продукция рубок ухода в культурах сосны // Лесн. журн. 1977. № 1. С. 5—9.
6. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Ч. I. М., 1971.
7. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Ч. II. М., 1972.
8. Колин Г.Е. Экологическая сущность циклической динамики лесов // Экология. 1981. № 3. С. 46—53.