

## БИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

*Научная статья*

УДК 51-76:630\*232.43

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИВИДОВОЙ КОНКУРЕНЦИИ ПРИ РАЗНЫХ СХЕМАХ ПОСАДКИ ДЕРЕВЬЕВ

А.Н. Колобов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: alex\_0201@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4974-2323>

*Проведено исследование процессов внутривидовой конкуренции в зависимости от взаимного расположения деревьев и начальной густоты древостоя. Для количественной оценки напряженности конкурентных отношений предложено использовать статистическую кросс-корреляционную функцию. Значения этой функции при анализе пространственных данных могут служить пороговой величиной, характеризующей возникновение процессов изреживания.*

**Ключевые слова:** имитационная модель, внутривидовая конкуренция, самоизреживание, пространственный анализ, схема посадки.

**Образец цитирования:** Колобов А.Н. Исследование внутривидовой конкуренции при разных схемах посадки деревьев // Региональные проблемы. 2024. Т. 27, № 2. С. 11–13. DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-11-13.

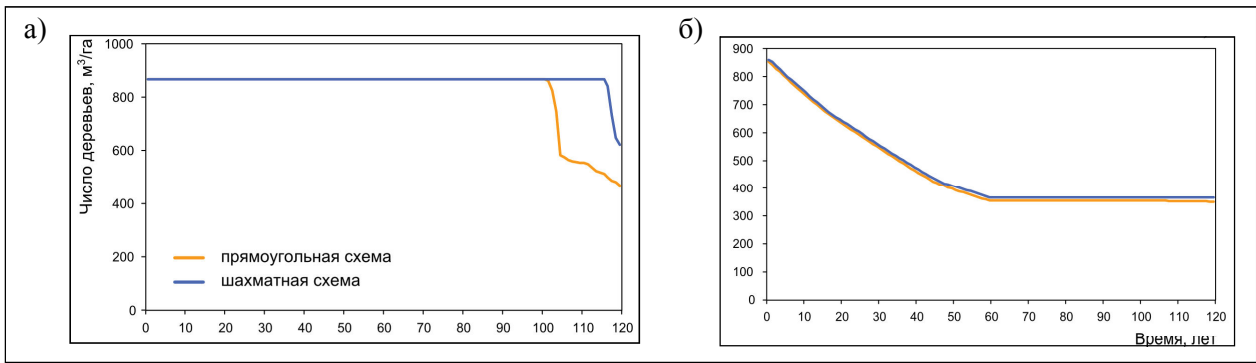
При создании искусственных лесонасаждений необходимо увеличивать запас выращиваемой древесины. Одним из способов повысить продуктивность насаждений является минимизация внутривидовой конкуренции, которая усиливается в процессе роста древостоя и приводит к возникновению процессов самоизреживания. Показано, что процессы самоизреживания древостоя зависят как от начальной густоты насаждений, так и от взаимного расположения деревьев на участке, что в итоге определяет величину запаса древесины с заданными качественными характеристиками [2]. Чем выше начальная густота насаждений, тем раньше возникает процесс изреживания в силу того, что раньше происходит смыкание крон, усиливая напряженность конкурентных отношений. При этом одинаковое число деревьев можно расположить разными способами, что также влияет на распределение ресурсов и, соответственно, отмирание деревьев в результате конкуренции.

В связи с этим возникают задачи, направленные на исследование внутривидовой конку-

ренции в зависимости от взаимного расположения деревьев и начальной густоты древостоя.

Для исследования процессов изреживания в зависимости от взаимного расположения деревьев использовали имитационную модель динамики древесных сообществ, в которой учитывается пространственное расположение каждого дерева, что позволяет легко имитировать различные схемы посадки [3].

Моделирование роста древостоя проводили для шахматной и прямоугольной схем посадки. Проведенные вычислительные эксперименты показали, что в случае одинаковой начальной густоты насаждений процесс самоизреживания древостоя при прямоугольной схеме посадки возникает раньше, чем при шахматной схеме посадки (рис. 1а). Таким образом, напряженность конкурентных отношений в первом случае оказывается выше. При ежегодном изъятии 1,5% деревьев в течение 60 лет процессы изреживания в обоих случаях не возникают (рис. 1б).

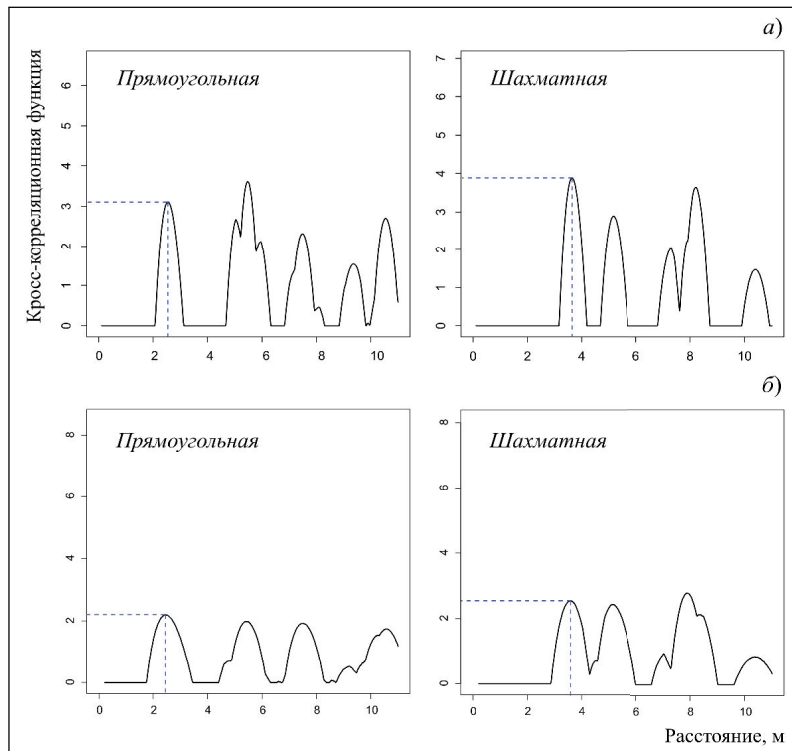


**Рис. 1.** Динамика численности древостоя для прямоугольной и шахматной схем посадки: а) без изъятия; б) при ежегодном изъятии деревьев в течение 60 лет

**Fig 1.** Dynamics of tree stand population for rectangular and checkerboard planting schemes: a) without removal; b) with annual removal of trees for 60 years

Далее производили оценку напряженности конкурентных отношений при таких схемах посадки. Деревья разделили на две группы по размеру диаметра ствола: «мелкие» и «крупные». В этом случае напряженность конкурентных отношений должна зависеть от расстояния между «мелкими» и «крупными» деревьями, а также от количества «крупных» деревьев вокруг «мелкого».

Для оценки частоты встречаемости «мелких» и «крупных» деревьев на определенном расстоянии друг от друга использовали кросс-корреляционную функцию [1]. Значения этой функции  $g_{ij}(r)$  определяются с помощью среднего числа пар точек типа  $i$  и  $j$ , расположенных на расстоянии, меньшем  $r$ . Здесь  $i, j$  соответствуют «мелким» и «крупным» деревьям.



**Рис. 2.** Значения кросс-корреляционной функции для шахматной и прямоугольной схем посадки: а) без воздействия внешних факторов; б) при ежегодном изъятии деревьев в течение 60 лет

**Fig. 2.** Values of the cross-correlation function for a checkerboard and rectangular planting pattern: a) without the influence of external factors; b) with annual removal of trees for 60 years

Значения функции  $g_{ij}(r)$  показали, что для прямоугольной схемы посадки высокая частота встречаемости «мелких» и «крупных» деревьев наблюдается на расстоянии  $r = 2.2$  м, для шахматной схемы посадки  $r = 3.8$  м (рис. 2 а). При ежегодном изъятии 1,5% деревьев в течение 60 лет значения функции существенно снижаются (рис. 2 б). Таким образом, значение этой функции при анализе пространственных данных может служить пороговой величиной, ниже которой процессы изреживания не происходят.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Грабарник П.Я. Анализ горизонтальной структуры древостоя: модельный подход // Лесоведение. 2010. № 2. С. 77–85.
2. Колобов А.Н., Фрисман Е.Я. Модельный анализ продуктивности искусственных еловых насаждений при разных схемах посадки // Журнал общей биологии. 2020. Т. 81, № 3. С. 163–173.

3. Kolobov A.N., Frisman E.Y. Individual-based model of spatio-temporal dynamics of mixed forest stands // *Ecological Complexity*. 2016. Vol. 27. P. 29–39.

#### REFERENCES:

1. Grabarnik P.Ya. Analysis of the Horizontal Structure of a Forest Stand: Model Approach. *Lesovedenie*, 2010, no. 2, pp. 77–85. (In Russ.).
2. Kolobov A.N., Frisman E.Ya. Modeling Approach to the Analysis of Productivity of Artificial Spruce Stands at Different Planting Schemes. *Zhurnal obshchei biologii*, 2020, vol. 81, no. 3, pp. 163–173. (In Russ.).
3. Kolobov A.N., Frisman E.Y. Individual-based model of spatio-temporal dynamics of mixed forest stands. *Ecological Complexity*, 2016, vol. 27, pp. 29–39.

## STUDY OF INTRASPECIFIC COMPETITION UNDER DIFFERENT TREE PLANTING SCHEMES

A.N. Kolobov

*This study was conducted to investigate the processes of intraspecific competition dependent on the relative position of trees and the forest stand initial density. To quantify the tension of competitive relations, it is proposed to use a statistical cross-correlation function. The values of this function when analyzing spatial data can serve as a threshold value characterizing the occurrence of thinning processes.*

**Keywords:** simulation model, intraspecific competition, self-thinning, spatial analysis, planting scheme.

**Reference:** Kolobov A.N. Study of intraspecific competition under different tree planting schemes. *Regional'nye problemy*, 2024, vol. 27, no. 2, pp. 11–13. (In Russ.). DOI: 10.31433/2618-9593-2024-27-2-11-13.

*Поступила в редакцию 09.04.2024*

*Принята к публикации 13.06.2024*