

## **РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ ЛЕСОПОСАДКИ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ МЕТОДОМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

А.Н. Колобов

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
г. Биробиджан

Исследование посвящено разработке оптимальных схем лесопосадки еловых насаждений методом имитационного моделирования. Показано, что при квадратном способе размещения деревьев, для максимизации запаса древесины разного класса крупности требуется разная начальная густота насаждения. Чем выше класс крупности выращиваемой древесины, тем больше оптимальное расстояние между саженцами.

Ключевые слова: имитационное моделирование, искусственное лесонасаждение, оптимальная схема лесопосадки, деловая древесина.

## **DEVELOPMENT OF OPTIMAL SCHEMES FOR PLANTING SPRUCE STANDS USING THE METHOD OF SIMULATION MODELING**

A.N. Kolobov

Institute for Complex Analysis of Regional Problems FEB RAS,  
Birobidzhan

The study is devoted to the development of optimal schemes for planting spruce stands using the method of simulation modeling. It is shown that with a square method of tree placement to maximize the timber stock of different size classes, a different initial density of the plantation is required. The higher the size classes of the wood being grown, the greater the optimal spacing between seedlings.

Keywords: simulation modeling, plantation forests, optimal tree planting scheme, timber.

На сегодняшний день создание искусственных лесонасаждений для выращивания древесины определенного качества является альтернативой лесозаготовок в естественных древостоях. Это позволяет не только получать необходимое количество древесины, но и решать проблемы сохранения биоразнообразия и восстановления растительных сообществ после различного вида нарушений. В связи с этим возникают задачи направленные на разработку оптимальных схем лесопосадки, которые обеспечивают максимальный прирост запаса древесины с определенными качественными характеристиками (например, диаметр ствола). Для решения этих задач использовали разработанную ранее индивидуально-ориентированную модель пространственно-временной динамики древостоя (Колобов, 2014; Kolobov, Frisman, 2016). Она позволяет проводить вычислительные эксперименты с различными комбинациями видовой и возрастной структуры древостоя, произрастающих на территории с умеренным климатом, где основным

системообразующим фактором формирования и развития лесных экосистем является свет. Используемый в модели индивидуально-ориентированный подход, подразумевающий описание роста каждого дерева в зависимости от его видовой специфики и пространственного расположения в древостое, позволяет легко имитировать различные схемы лесопосадок.

В результате проведенного исследования были получены оптимальные схемы лесопосадок еловых насаждений, которые обеспечивают максимальный запас выращиваемой деловой древесины, обладающей определенными качественными характеристиками. Деловая древесина это части ствола дерева определенных размеров и качества, являющиеся конечным продуктом лесозаготовительного производства или используемые как полуфабрикаты для дальнейшей механической или химической переработки. Диапазон деловой древесины по длине хлыста ограничивается минимально допустимым значением диаметра в верхнем отрезе равным 6 см. Деловую древесину разделяют на три класса крупности: мелкая древесина, минимальный диаметр ствола которой по длине хлыста находится в диапазоне 6-13 см, средняя – диапазон минимального диаметра 14-24 см, крупная – минимальный диаметр больше 24 см (ГОСТ 17462-84).

Моделирование динамики елового древостоя, при разных схемах лесопосадки, осуществляли на участке размером 41×41 м. Рассматривали квадратную схему размещения деревьев на участке, когда расстояние между деревьями в ряду и между рядами является одинаковым. Задача заключалась в том, чтобы подобрать оптимальное расстояние между деревьями и, соответственно, начальную густоту насаждения, которые обеспечат максимальный прирост запаса древесины. При этом подбирая оптимальное пространственное расположение деревьев, учитывался тот факт, что саженцы не являются одинаковыми, а имеют определенное распределение по степени конкурентоспособности. На основе разработанной имитационной модели была произведена оценка неоднородности состава еловых насаждений по реальным данным таблиц хода роста. В результате было показано, что для елового древостоя минимальное число групп деревьев с разным уровнем конкурентоспособности, необходимых для получения удовлетворительного согласования с реальными данными, равно пяти (Kolobov, Frisman, 2018).

В результате вычислительных экспериментов для каждой схемы лесопосадки определяли запас мелкой, средней и крупной древесины. Запас древостоя считали в тот момент времени, как только минимальный диаметр по всем деревьям превышал 6, 14 и 24 см, что соответствует мелкой, средней и крупной деловой древесине. Это позволяет определить минимальное время, за которое древостой достигает заданных качественных характеристик.

На рисунке показан запас мелкой, средней и крупной древесины елового насаждения в зависимости от схемы лесопосадки. Схемы лесопосадки пронумерованы в порядке увеличения расстояния между деревьями от 0,2 до 4 м (схема № 1-19) и, соответственно, уменьшения числа саженцев на участке

от 40000 до 100 штук. Из графиков видно, что максимальный запас мелкой древесины соответствует схеме № 7, где расстояние между деревьями составляет 1,4×1,4 м, число саженцев 841 штук, средней древесины – схеме № 12 (2,4×2,4 м, число саженцев 289 штук), крупной древесины – схеме № 19 (4×4 м, число саженцев 100 штук). Время, за которое древостой достигает заданных качественных характеристик, соответствующих мелкой, средней, крупной древесине, составило 36, 68, 155 лет, соответственно.

Таким образом, показано, что при квадратном способе размещения деревьев, для максимизации запаса древесины разного класса крупности требуется разная начальная густота насаждения. Чем выше класс крупности выращиваемой древесины, тем больше оптимальное расстояние между саженцами.

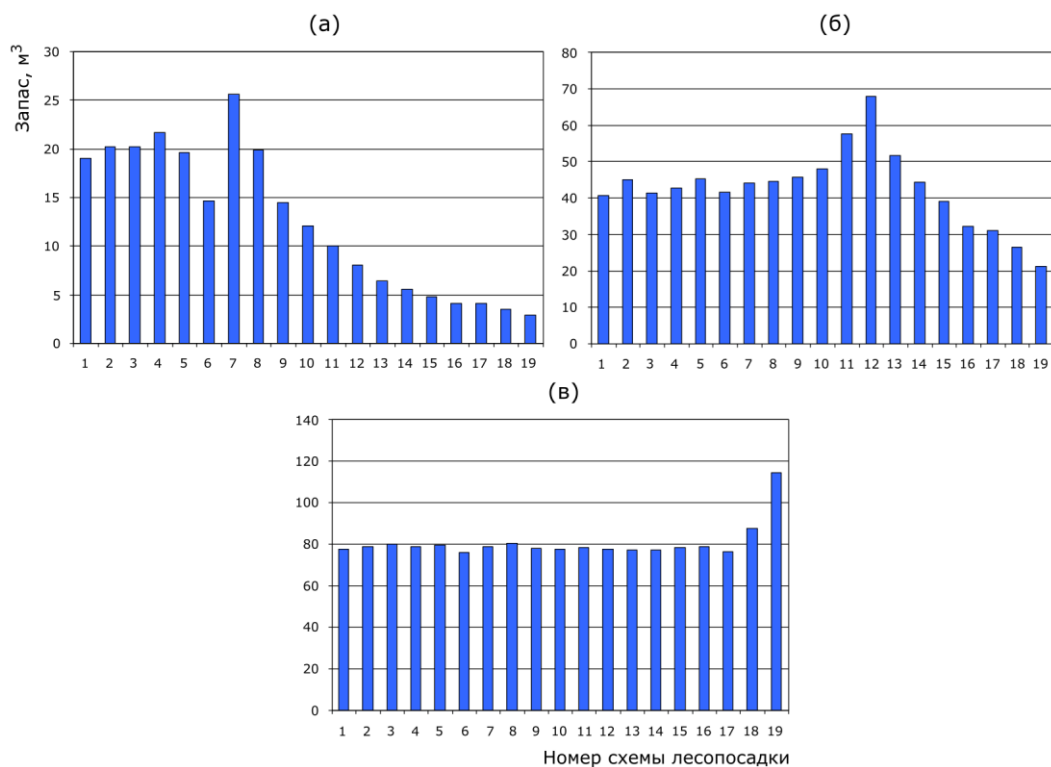


Рис. Запас древесины елового насаждения в зависимости от схемы лесопосадки: а) мелкая; б) средняя; в) крупная древесина

*Работа выполнена при частичной финансовой поддержке программы «Дальний Восток» 2018–2020 (проект № 18-5-051).*

Список литературы:

ГОСТ 17462-84 Продукция лесозаготовительной промышленности. Термины и определения. Москва: ИПК издательство стандартов, 2000. 35 с.

Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72-82.

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.

Kolobov A.N., Frisman E.Ya. Evaluate the initial spatial structure and heterogeneity of the composition for spruce and larch stands on real data self-thinning of even-aged stands // *Ecological Complexity*. 2018. Vol. 34. P. 89-99.