

*В.А. Усольцев*

**Продукционные показатели и  
конкурентные отношения деревьев.  
Исследование зависимостей**



*Caring for the Forest:  
Research in a Changing World*

Рецензент

доктор сельскохозяйственных наук, профессор С.В. Залесов

Усольцев В. А. **Продукционные показатели и конкурентные отношения деревьев. Исследование зависимостей.** Екатеринбург: УГЛТУ, 2013.

Рассмотрены вопросы конкуренции в лесных древостоях, дан анализ различных методов расчета индексов конкуренции. Составлен перечень индексов, сочетающих минимальные затраты при их расчете с достаточной точностью. Индексы конкуренции проанализированы на материалах 18 пробных площадей, заложенных в 20–40-летних естественных сосняках и 20-летних культурах сосны в степной зоне на территории Тургайского прогиба. Применен метод оценки влияния индексов конкуренции на продукционные показатели дерева (надземная фитомасса, приросты площади сечения и радиальный) посредством расчета регрессионных уравнений, включающих в качестве независимых переменных индекс конкуренции, диаметр ствола и высоту дерева. Установлено, что при увеличении радиуса влияния коэффициент детерминации регрессионных уравнений и уровень значимости индекса конкуренции вначале возрастают, а достигнув максимума, по мере дальнейшего удаления от центрального дерева снижаются. Доля изменчивости продукционных показателей деревьев, объясняемой индексами конкуренции, составляет: в естественных сосняках для фитомассы 5 %, для прироста площади сечения 11 % и для радиального прироста 36 %; в культурах соответственно 0,2; 3 и 11 %, т.е. в культурах она существенно ниже, чем в естественных сосняках. Составлены таблицы для оценки продукционных показателей деревьев в естественных сосняках и культурах по трем входам – высоте дерева, диаметру ствола и величине индекса конкуренции при оптимальном расстоянии от центрального дерева.

V. A. Usoltsev. **Production and competitive relations of trees: studying a system of regularities.** Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University. 2013.

Competition-related questions in forest stands are discussed, and analysis of different methods of competition indices calculating is executed. A list of the indices, characterized by minimal costs in combination with sufficient accuracy of estimating tree production characteristics is offered. Competition indices are analyzed when using the materials of 18 sample plots established in the 20–40 year old stands of natural pine and the 20-year-old stands of pine plantations in the steppe zone on the Turgai depression. The method of assessing the impact of competition indices on production characteristics of trees (aboveground biomass, basal area and stem diameter growth) is applied by using the regression equations, which include competition index, stem diameter and tree height as independent variables. When the radius of influence increases, the determination coefficient of regression equations and the competition index significance level, initially come up, and having reached the peak, as the further retire from the subject tree, come down. The proportion of the variation of tree production characteristics, explained by competition indices, is in natural pine: for biomass 5 %, for basal area growth 11 % and for radial growth 36 %; in pine plantations: 0,2; 3 and 11 % respectively, that substantially lower than in natural pine. The tables for evaluating of production characteristics in natural pine and plantation trees on three entrances – tree height, stem diameter and competition index value at the optimum distance from the subject tree – are compiled.

*Работа выполнена на кафедре менеджмента и внешнеэкономической деятельности предприятия факультета экономики и управления УГЛТУ.*

*На первой обложке:* Эндемичная растительность острова Сокотра в Индийском океане у побережья Африки. Биогруппа «бутылочных» деревьев (*Adenium socotranum* Friedrich Vierhapper 1904, сем. *Arecaceae*) в период цветения; высота – до 5 м, диаметр – до 2,5 м. Пример конкурентно-кооперационных отношений и морфолого-физиологической адаптации растений к сухому климату, каменистым грунтам и жестоким муссонным ветрам (<http://adenium.ucoz.ru/publ/2-1-0-10>).

*На последней обложке:* Цветение сакуры в Японии (<http://wap.voba.ru/news/chudo-iz-chudes>).

*На форзацах – ландшафтные фотоснимки С.Г. Шиятова (2009), иллюстрирующие наступление леса на тундру в экотонах Полярного Урала за последние десятилетия вследствие глобального потепления.*

ISBN 978-5-94984444-1

© Автор, 2013  
© УГЛТУ, 2013

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	7
1.1. Вопрос взаимоотношений деревьев в насаждении.....	7
1.2. Конкуренция и ее влияние на жизнеспособность деревьев.....	13
1.2.1. Становление и развитие понятия конкуренции.....	13
1.2.2. Зависимость напряженности конкуренции от размещения деревьев на площади.....	19
1.2.3. Конкуренция с учетом асимметрии габитуса деревьев.....	32
1.2.4. Количественное выражение конкуренции.....	37
1.3. Индексы конкуренции.....	49
1.3.1. Принципы классификации индексов конкуренции и методические проблемы при их вычислении.....	49
1.3.2. Индексы конкуренции и методы их расчета.....	54
1.4. Использование индексов конкуренции при моделировании процессов роста деревьев в лесных насаждениях.....	81
1.5. Общие принципы регрессионного моделирования фитомассы деревьев.....	88
Глава 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА И ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	103
2.1. Природные условия Басаманского лесхоза в бору Аман-Карагай.....	103
2.2. Объекты исследования.....	107
Глава 3. МЕТОДИКА РАБОТЫ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ.....	110
3.1. Закладка пробных площадей.....	110
3.2. Отбор, рубка и обработка модельных деревьев.....	114
3.3. Объем выполненных экспериментальных работ.....	116
Глава 4. ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОДУКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВЬЕВ С УЧЕТОМ КОНКУРЕНТНЫХ ОТНОШЕНИЙ.....	117
4.1. Определение типа горизонтальной структуры естественных сосняков и культур сосны на пробных площадях.....	117
4.2. Выбор метода расчета индекса конкуренции.....	140
4.2.1. Разработка классификации индексов конкуренции в древостоях.....	140
4.2.2. Выбор индекса конкуренции и определение радиуса влияния центрального дерева.....	142
4.2.3. Методика и результаты расчета индексов конкуренции.....	144
4.3. Красевой эффект и принцип его устранения.....	150
Глава 5. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИНДЕКСА КОНКУРЕНЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ОЦЕНКИ ПРОДУКЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕРЕВА.....	155
5.1. Обоснование регрессионной модели для оценки продукционных показателей деревьев.....	155
5.2. Использование коэффициента детерминации уравнений фитомассы и прироста ствола, включающих индекс конкуренции, для выявления оптимального радиуса влияния.....	156
5.3. Критерий Стьюдента как характеристика значимости индекса конкуренции в регрессионной оценке фитомассы и прироста дерева.....	167
5.3.1. Зависимость степени влияния индекса конкуренции на фитомассу и прирост дерева от величины радиуса влияния.....	167
5.3.2. Величина и частоты встречаемости значимых критериев Стьюдента при оценке фракций фитомассы и приростов дерева в естественных сосняках с учетом индекса конкуренции.....	182
Глава 6. РАЗРАБОТКА ТАБЛИЦ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИТОМАССЫ И ГОДИЧНОГО ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ С УЧЕТОМ ИХ МОРФОЛОГИИ И ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ИНДЕКСА КОНКУРЕНЦИИ.....	184
6.1. Расчет и оценка адекватности регрессионных моделей.....	184
6.2. Составление таблиц продукционных показателей деревьев.....	192

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	203
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	206
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	221
Приложение 1. Планы горизонтальных проекций крон и оснований стволов деревьев в естественных древостоях.....	223
Приложение 2. Планы горизонтальных проекций крон и оснований стволов деревьев в культурах сосны.....	230
Приложение 3. Результаты обмера и картирования деревьев сосны обыкновенной естественного происхождения при сплошном перече­те.....	239
Приложение 4. Результаты обмера и картирования деревьев сосны в культурах при сплошном перече­те .....	275
Приложение 5. Экспериментальные данные таксационных показателей и фитомассы модельных деревьев в абсолютно сухом состоянии .....	307
Приложение 6. Распределение деревьев в соответствии с радиусами влияния ( $R$ ) и расстояния между модельным деревом и конкурентом на пробных площадях в естественных сосняках .....	312
Приложение 7. Распределение деревьев в соответствии с радиусами влияния ( $R$ ) и расстояния между модельным деревом и конкурентом на пробных площадях в культурах сосны.....	333
Приложение 8. Значения индексов конкуренции, рассчитанные 10 способами в естественных сосняках .....	352
Приложение 9. Значения индексов конкуренции, рассчитанные 8 способами в культурах сосны.....	376
Приложение 10. Результаты статистической обработки данных пробных площадей в естественных сосняках .....	393
Приложение 11. Результаты статистической обработки данных пробных площадей в культурах сосны.....	464
Приложение 12. Максимальные значения критерия Стьюдента и соответствующие пределы диапазона влияния на искомый показатель при индексах конкуренции, рассчитанных разными способами для каждой пробной площади в естественных сосняках.....	542