

УДК 630\*582

**О. А. Севко**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (БГТУ); **В. В. Коцан**, аспирант (БГТУ)

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НА ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДРЕВОСТОЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ**

Проведено исследование по определению зависимости таксационных показателей от пространственной структуры древостоев. В ходе него использовалась электронная модель пространственного распределения деревьев на постоянной пробной площади с автоматизированным расчетом расстояний между ними. Представлена методика выделения биогрупп, разделения центральных деревьев в группах в зависимости от их высот, ранжирования групп деревьев с однородными, угнетенными и доминирующими центральными в группе. Был сделан анализ экспериментального материала постоянной пробной площади и найдены некоторые закономерности между таксационными показателями и расстояниями между деревьями.

A research towards estimation of forest stands indexes dependence from spatial forest stand structure has been done. Within the given work an electronic model of forest trees spatial distribution on a permanent sample plot is used. The distance between forest trees is calculated automatically using computer software. A methodic of biogroups allocation of forest trees as well as division of central trees in groups depending on their height is worked out. Also a ranking of forest trees groups with different tree position in the group (homogeneous, central dominant as well as suppressed trees) is done. The analysis of experimental data from permanent sample plot was fulfilled. Some regularity between forest stand indexes and the distances between forests trees were are indicated.

**Введение.** Вопрос изучения пространственной структуры и ее влияния на таксационные показатели древостоев рассматривался различными авторами. При этом существует несколько подходов к решению данной задачи.

Основная трудность при изучении насаждений заключается в их пространственной структурированности и сильной неоднородности. Эта проблема решается с помощью имитационного и аналитического моделирования, показывающих возникновение неоднородного пространственного распределения, которое объясняется неустойчивостью характера динамики сообщества и процессами хаотической самоорганизации [1].

В литературе отмечается тот факт, что с повышением возраста древостоя в процессе изреживания и отпада деревьев их размещение по площади из первоначального неравномерного стремится к равномерному, при котором насаждение имеет наивысшую производительность [2, 3]. Однако существуют противоположные данные: в культурах к возрасту спелости размещение деревьев из строго равномерного становится случайным [4]. При этом выделено три типа размещения деревьев: равномерное, случайное и групповое [5].

Многочисленные исследования в области фитоценологии свидетельствуют о большой роли во взаимоотношениях растений процессов конкуренции за ресурсы среды, связанных с характером размещения деревьев на площади. Поэтому при моделировании роста и биопродуктивности деревьев в насаждениях и динамики органического вещества в лесных экосистемах

должны учитываться конкурентные отношения – через индекс конкуренции (IC). В прикладном аспекте учет конкурентных отношений между деревьями необходим для повышения точности оценки фитомассы и годичного прироста как деревьев, так и насаждения в целом [5, 6].

В разной степени подходили к изучению взаимного влияния в насаждениях следующие ученые: Колобов А. Н., Родин А. Р., Грейг-Смит П., Усольцев В. А., Бузыкин А. И., Внучков В. Т., Гордина Н. П., Проскуряков М. А., Малышев В. В., Мельников Е. С., Чудный А. В., Товкач Л. Н., Джансеитов К. К. и многие др.

**Основная часть.** Экспериментальным материалом для исследования послужили данные постоянной пробной площади, заложенной в 40-летних чистых основных культурах Негорельского учебно-опытного лесхоза (кв. 51, выд. 10). В натуре было проведено картирование расположения деревьев с указанием формы и размера крон, а также дана полная таксационная характеристика каждого дерева.

С помощью пакета программ Arc View 3.2. построена модель пространственного размещения деревьев с использованием координат, определенных в натуре [8]. Далее было рассчитано расстояние от каждого дерева до 10 ближайших с помощью специального модуля «Find 10 nearest». Полученные данные были экспортированы в пакет программ MS Excel 2003, где проводилась его дальнейшая обработка.

Для исследования влияния деревьев друг на друга выделялся круг конкуренции, равный диаметру кроны дерева, т. е. вокруг каждого

дерева ограничивалась площадь с радиусом, равным диаметру кроны.

Далее исследовалось влияние деревьев, попавших в этот круг, на центральное и наоборот. На модели пространственного распределения деревьев (рис. 1), полученной с помощью пакета программ Arc View 3.2, определялись деревья, входящие в круг конкуренции, и автоматически вычислялось расстояние до них.

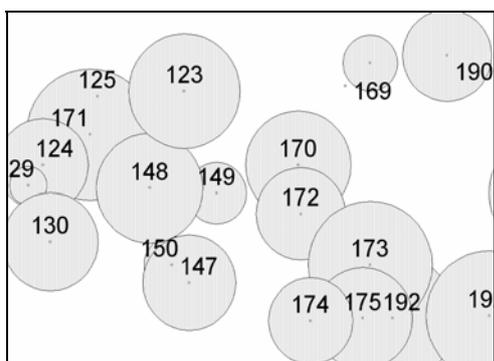


Рис. 1. Визуализация кругов конкуренции в пакете программ Arc View 3.2

Данные группировались в специальные формы отчета (рис 2).

Для деревьев, которые вошли в круги конкуренции, в соответствии с их номером по базе атрибутивных данных определялась их таксационная характеристика.

Дальнейшее исследование показало целесообразность разделения кругов конкуренции на три группы в зависимости от высоты центрального дерева относительно соседних. Для этого определили минимальную и максимальную высоты центральных деревьев (14 и 26 м), полученный ряд разделили на три уровня: 14–17; 18–22; 23–26 м, присвоили им соответствующие обозначения – 3-й (угнетенное в биогруппе дерево); 2-й (равное); 1-й (доминирующее).

Влияние деревьев внутри биогруппы оценивалось следующим образом: если уровень центрального дерева выше соседнего на 1, то влияние равно + 1, если на 2 – то +2, если уровни деревьев равны, то влияние – 0. В том слу-

чае, если уровень центрального дерева ниже уровня соседнего, влияние равно –1 и т. д.

Полученные показатели влияния соседних деревьев на центральное суммировали, результаты разделили на ранги биогрупп. При положительной сумме (влияние центрального дерева на соседние больше, чем обратное) группа деревьев относится к первому рангу. Если сумма влияний соседних деревьев равна 0, биогруппа относится ко второму рангу. В том случае, если сумма влияния соседних деревьев на центральное имеет отрицательное значение, группа относится к третьему рангу.

Дальнейший анализ проводился по рангам биогрупп. Средние таксационные показатели центральных деревьев по трем рангам биогрупп представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Средние таксационные показатели центральных деревьев по ранговым группам**

Таксационные показатели	Ранговые группы		
	1-й ранг	2-й ранг	3-й ранг
Диаметр, см	25,1	21,7	20,6
Высота, м	22	21	19
Объем, м <sup>3</sup>	0,514	0361	0313
Среднее расстояние до центрального дерева, м	1,33	1,20	1,50

Исходя из того, что ранжирование велось по высоте, закономерное увеличение таких показателей, как высота, диаметр и объем от биогруппы третьего ранга к первому логично и согласуется с закономерностями роста древостоя.

Среднее расстояние до центрального дерева имеет наименьшее значение в группе второго ранга – 1,2 м. При этом происходит равное влияние центрального дерева на окружающие и наоборот. Максимальное расстояние в группах с угнетенным центральным деревом – 1,5 м, а в биогруппы с доминирующим – 1,33 м.

Дальнейший анализ таксационных показателей деревьев в биогруппах различных рангов показал, что средний объем соседних деревьев уменьшается от третьего ранга к первому (табл. 2). Это объясняется размером центрального дерева и его влиянием на другие.

A	E	F	G	H	I	J	K	L	M	AA	AB	AC	AD
Диаметр кроны, м	Номер центрального дерева	Номер первого приближенного дерева	Расстояние до приближенного дерева 1, м	Номер первого приближенного дерева	Расстояние до приближенного дерева 1, м	Номер первого приближенного дерева	Расстояние до приближенного дерева 1, м	Номер первого приближенного дерева	Расстояние до приближенного дерева 1, м	Диаметр, см	Высота, м	Объем, м <sup>3</sup>	Протяженность кроны, %
2,4	1	2	1,60		2,74		2,84		4,13	24,0	24	0,477	15
2,3	2	3	1,55	1	1,60		2,76		3,06	28,0	22	0,600	16
2,4	3	2	1,55		2,84		3,48		3,59	20,5	20	0,295	18
2,3	4	5	2,13		2,69		2,74		3,71	23,5	22	0,422	17
2,3	5	4	2,13	6	2,19		3,26		3,31	20,3	20	0,288	16
2,2	6	7	1,41		2,19		2,59		3,33	20,0	21	0,293	22
2,4	7	6	1,41	8	2,28		2,41		2,47	20,5	21	0,308	20

Рис. 2. Форма предварительного отчета

Таблица 2

## Результаты анализа таксационных показателей деревьев в биогруппах

Ранг биогруппы	Средние				Отношение центрального дерева к среднему в группе, %			Общий запас в группе, м <sup>3</sup>	Количество деревьев в группе, шт.
	объем соседних деревьев, м <sup>3</sup>	объем всех деревьев, м <sup>3</sup>	диаметр соседних деревьев, см	высота соседних деревьев, м	по объему	по диаметру	по высоте		
1-й	0,288	0,384	19,8	18,7	56,1	78,8	87,2	0,989	2,7
2-й	0,359	0,362	21,7	20,7	99,4	99,8	99,9	0,903	2,5
3-й	0,486	0,411	24,3	21,6	155,1	118,2	113,1	1,199	3,0

Средний объем деревьев для биогрупп третьего ранга равен 0,411 м<sup>3</sup>, что является наибольшим для всех групп. При этом средний объем ствола в биологической группе второго ранга является минимальным (0,362 м<sup>3</sup>). Это может быть обусловлено равным взаимным влиянием деревьев. Средний диаметр и высота соседних деревьев также уменьшаются от биогрупп третьего ранга к первому.

Проведенный анализ показал, что соседние деревья в группе второго ранга практически равны центральному по объему (99,4%) и высоте (99,9%). Для группы первого ранга это отношение составляет 56,1 по объему и 87,2% – по высоте, для третьего – 155,1 и 113% соответственно. Отношение таксационных показателей центрального дерева к соответствующим характеристикам находящихся вблизи имеет аналогичную структуру с рядами, полученными при исследовании Шиффелем. Выраженные в долях от средних объемы стволов центральных угнетенных деревьев составляют 56,1%, равных – 99,4 и доминирующих – 155,1%.

Средний объем дерева в биогруппах третьего ранга составляет 1,199 м<sup>3</sup>, второго – 0,903 м<sup>3</sup>. Это говорит о низкой производительности биогрупп со взаиморавной конкуренцией, что указывалось ранее различными авторами [4]. Максимальное среднее количество стволов в биогруппах также имеет группа третьего ранга (3,0 шт.), а минимальное – второго (2,5 шт.).

**Вывод.** Описанная выше методика позволяет разделить насаждение на биогруппы с различным взаимным влиянием деревьев друг на друга. Это позволяет более детально и точно выявлять такие связи для дальнейшего исследования закономерностей строения и роста древостоев. Анализ таксационных показателей трех групп различных рангов согласуется с законами строения древостоя, что говорит о достаточной точности полевого материала.

Анализ суммарного запаса биогрупп дал основание полагать, что взаиморавное влияние между деревьями отрицательно сказывается на

производительности древостоев. Сделанные выше выводы указывают на необходимость дальнейшего изучения данных взаимосвязей с целью разработки программ формирования древостоев, позволяющих выращивать высокопроизводительные насаждения.

## Литература

1. Колобов, А. Н. Моделирование процессов динамической самоорганизации в пространственно распределенных растительных сообществах / А. Н. Колобов, Е. Я. Фрисман // Математическая биология и биоинформатика: материалы междунар. конф. – Т. 3, № 2. – 2008. – С. 85–102.
2. Родин, А. Р. Рост культур хвойных пород различной густоты при квадратном размещении / А. Р. Родин. – М.: МЛТИ, 1966. – С. 22–23.
3. Чудный, А. В. О размещении деревьев в популяции сосны обыкновенной / А. В. Чудный // Лесоведение. – 1976. – № 5. – С. 63–68.
4. Значение неравномерности размещения деревьев в культурах сосны / И. В. Шутов [и др.] // Лесное хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 18–20.
5. Грейг-Смит, П. Количественная экология растений / П. Грейг-Смит. – М.: Мир, 1967. – 395 с.
6. Усольцев, В. Ф. Продукционные характеристики с учетом конкуренции деревьев в искусственных и естественных сосняках: сравнительный анализ / В. Ф. Усольцев, М. М. Семьшев [Электронное ресурс]. – Режим доступа: <http://csmi.marstu.net/presentation/Usolcev.pdf>. – Дата доступа: 25.10.2011.
7. Вайс, А. А. Влияние конкуренции на размеры деревьев в условиях средней Сибири / А. А. Вайс [Электронное ресурс]. – Режим доступа: [http://sciencebsea.narod.ru/leskomp\\_2007/vais\\_vl.htm](http://sciencebsea.narod.ru/leskomp_2007/vais_vl.htm). – Дата доступа: 25.10.2012.
8. Севко, О. А. Методика создания цифровой модели пространственного распределения деревьев по материалам постоянных пробных площадей с использованием ГИС-технологий / О. А. Севко, В. В. Коцан // Труды БГТУ. – 2011. – № 1: Лесное хоз-во. – С. 53–57.

Поступила 24.02.2012