

Конкурентные отношения сосновых древостоев в рекреационных лесопарковых насаждениях г. Екатеринбурга*

С.А. Шавнин, д.б.н., профессор, **В.А. Галако**, к.с.-х.н.,
В.Э. Власенко, к.б.н., Ботанический сад УрО РАН

Количественная оценка взаимоотношений между деревьями, их роста или отпада в результате влияния факторов среды, техногенных или антропогенных факторов может быть проведена на основании определяемых индексов конкуренции [1],

характеризующих влияние размеров соседей (конкурентов) на модельные деревья. Для расчёта индексов конкуренции используется отношение таксационных показателей конкурента к таксационным показателям центрального дерева [2]. Как правило, в большинстве эмпирических индексов в качестве переменной используют диаметр на высоте груди, диаметр кроны дерева, реже — высоту

* Работа выполнена при финансовой поддержке программ интеграционных проектов Президиума УрО РАН (проект 12-И-4-2057).

дерева, ещё реже — объём ствола. В частности, большинством авторов было предложено в качестве индекса конкуренции использовать сумму отношений диаметров соседних (конкурирующих) деревьев к центральному дереву [3].

Уровень конкуренции деревьев в насаждении обусловлен плотностью центральных и количественных параметров конкурирующих деревьев [4]. Таким образом, индекс конкурентных отношений может выражаться следующим образом:

$$KK1 = \sum D_{1,3j} / D_{1,3i};$$

$$KK2 = \sum H_j / H_i;$$

$$KK3 = \sum D_{крj} / D_{кри},$$

где $KK1$ — индекс конкурентных отношений по диаметру на высоте 1,3 м;

$KK2$ — индекс конкурентных отношений по высоте;

$KK3$ — индекс конкурентных отношений по диаметру кроны;

$\sum D_{1,3j}$ — сумма диаметров на высоте 1,3 м (см) конкурирующих деревьев (см);

$\sum H_j$ — сумма высот конкурирующих деревьев (м);

$\sum D_{крj}$ — сумма диаметров кроны конкурирующих деревьев (м);

$D_{1,3i}$ — диаметр на высоте 1,3 м центрального дерева (см);

H_i — высота центрального дерева (м);

$D_{кри}$ — диаметр кроны центрального дерева (м).

Материал и методы исследований. Исследования по обоснованию методов расчёта индексов конкурентных отношений базировались на материалах, полученных на постоянных пробных площадях (ППП), расположенных в насаждениях лесопарковой зоны г. Екатеринбурга. Насаждения представлены сосновыми древостоями V–VII классов возраста.

На ППП был проведён сплошной перебор деревьев с их нумерацией, определением диаметров стволов на высоте 1,3 м в двух перпендикулярных направлениях. Кроме того, на пробных площадях замерены высоты всех деревьев с точностью до 0,1 м, проекции и протяжённость кроны деревьев. Проведено картирование древостоя на ППП. Для определения возраста деревьев получены керны с помощью возрастного бурава. Всего было обследовано с этой целью 18 постоянных пробных площадей.

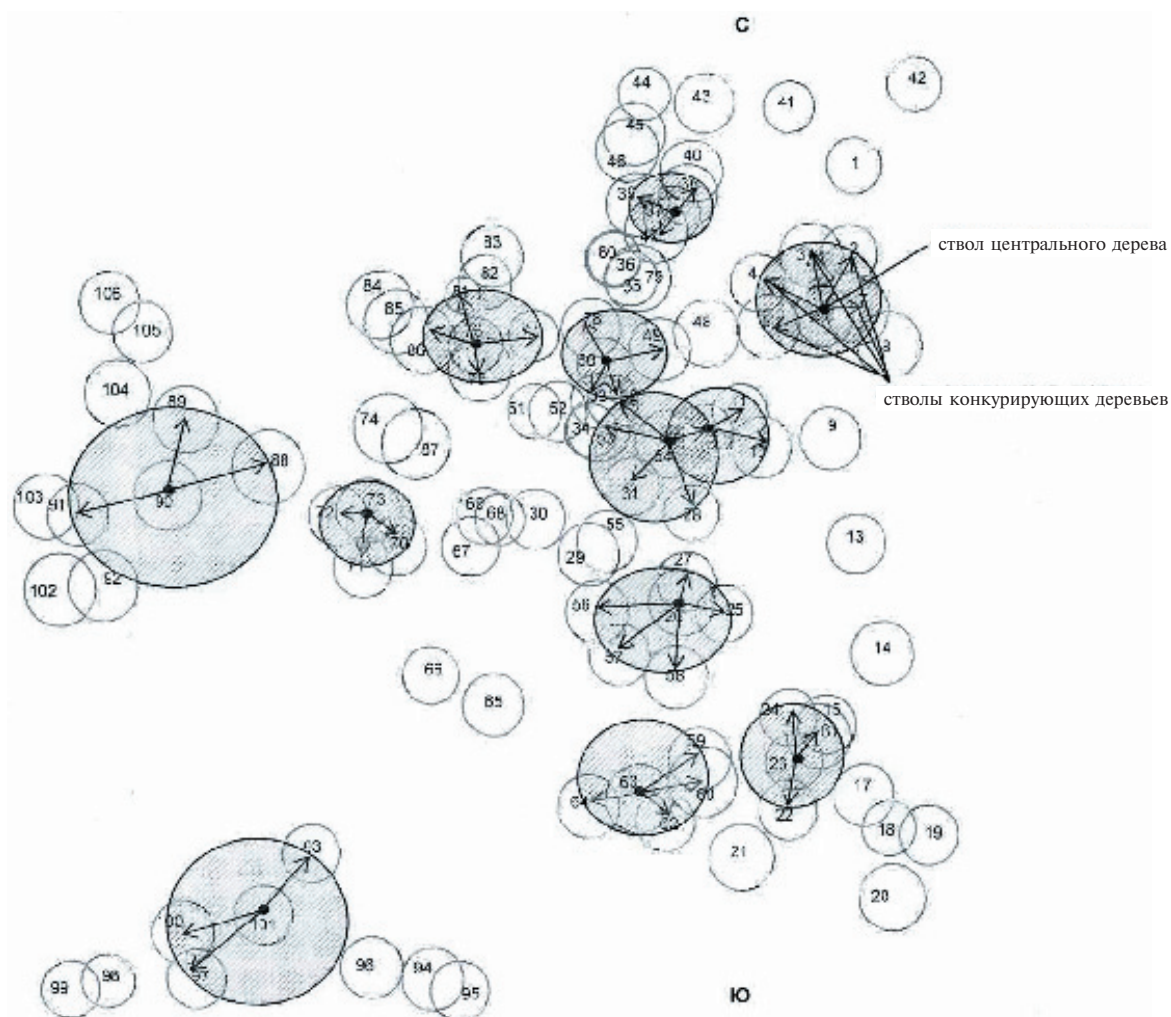


Рис. — Определение индекса конкурентных отношений (ППП 4): в кружке — номера деревьев; стрелками обозначены радиусы влияния кроны

При проведении картирования на каждой ППП были определены оптимальные радиусы зон влияния для подобранных модельных деревьев на основании выделяемых зон роста дерева [5] и проведены замеры расстояний до центральных (модельных) деревьев по радиусам их влияния (рис. 1).

Результаты и их обсуждений. На основании полученных распределений деревьев в соответствии с 5-метровыми радиусами влияния определены индексы конкурентных отношений на ППП (табл. 1), а также их коэффициенты вариации. Всего было исследовано три варианта определения конкурентных отношений: по диаметру ствола на высоте груди, по высоте дерева и диаметру кроны деревьев. Статистический анализ показал, что все показатели конкуренции репрезентативны.

Результаты определения индекса конкурентных отношений, приведённые в таблице 1, позволили установить диапазон изменения показателей конкуренции в пределах от 2,61 до 6,89 для диаметров стволов на высоте 1,3 м и от 2,94 до 6,78 — для диаметров кроны. Примерно равные значения показателей конкуренции свидетельствуют об идентичности определения индексов конкурентных отношений. В пределах пробных площадей коэффициент вариации индекса конкурентных отношений колеблется в пределах от 18 до 54% (табл. 1).

Данный показатель служит характеристикой пространственного размещения деревьев в насаждении, их жизненного состояния, а также показателем интенсивности рекреационной нагрузки на ППП [6]. Более чёткую картину по определению степени влияния нагрузок рекреационного и техно-

генного характера даёт фактор конкуренции кроны (табл. 1). Жизненное состояние деревьев можно определить по среднему баллу повреждённости деревьев, росту степени дефолиации кроны [7]. По приведённым шкалам сосновые древостои на ППП №7–9 можно охарактеризовать как слабоповреждённые, близкие к фоновым. Индекс жизненного состояния деревьев составляет — 2,1–2,4, дефолиация — до 30%, срок жизни хвои — 2,8 года. По результатам геоботанического картирования на данных ППП общая доля антропогенно нарушенных участков не превышает 5%. На пробных площадях № 10–12, 23 древостои сосны по данной шкале [8] можно охарактеризовать как средне и сильно ослабленные. Индекс жизненного состояния 3,0, дефолиации — более 40%, срок жизни хвои — 2 года. На этих пробных площадях, испытывающих антропогенное воздействие, нарушено в той или иной степени от 10 до 40% площади. Полученные выводы подтверждаются вычисленными индексами конкурентных отношений. Так, на ППП № 10–12, 23, испытывающих наиболее сильные рекреационные нагрузки, наиболее низкий показатель конкурентных отношений, составляющий 3,21–3,91, что свидетельствует о слабой конкуренции в древостое. На контрольных ППП № 7–9 конкуренция более сильная, показатель конкуренции находится в пределах 4,5–6,16.

На графиках (рис. 2, 3) можно проследить зависимость индексов конкурентных отношений от изменения значений таксационных показателей модельных и конкурирующих деревьев по диаметру ствола на высоте 1,3 м и диаметру кроны. С увеличением данных показателей индекс конкурентных отношений снижается, что характери-

1. Индексы конкурентных отношений сосновых древостоев в рекреационных насаждениях г. Екатеринбурга

№ ППП	Число стволов, N/га	Средний диаметр ($D_{1,3}$), см	Индекс конкурентных отношений по $D_{1,3}$ ствола	Коэффициент вариации индекса конкурентных отношений по $D_{1,3}$ ствола, %	Индекс конкурентных отношений по D кроны	Коэффициент вариации индекса конкурентных отношений по D кроны, %
1	313	39,6±0,59	5,74±0,599	37,03	6,00±0,545	32,78
2	285	42,5±0,63	4,68±0,403	27,24	4,96±0,505	32,20
3	226	45,4±0,74	4,40±0,339	24,36	4,28±0,324	23,99
4	215	47,5±0,77	3,65±0,261	22,57	4,16±0,303	23,29
5	339	40,1±0,59	4,70±0,276	18,55	4,86±0,378	23,31
6	298	42,8±0,63	4,68±0,617	41,67	4,87±0,835	54,25
7	331	38,7±0,58	5,55±0,462	26,32	6,16±0,587	30,16
8	434	38,9±0,54	4,84±0,543	35,45	4,42±0,624	31,61
9	448	36,0±0,49	6,05±0,560	29,29	5,91±0,408	21,82
10	264	48,9±0,72	3,29±0,553	53,06	3,49±0,566	51,24
11	213	45,5±0,72	3,21±0,386	43,55	2,94±0,294	31,64
12	251	46,0±0,70	3,91±0,403	32,21	3,88±0,464	37,80
13	427	32,8±0,42	4,73±0,357	18,47	4,94±0,583	28,93
19	544	35,4±0,41	6,14±0,657	21,40	5,95±0,530	17,41
23	254	44,6±0,68	2,61±0,439	53,17	3,09±0,500	51,22
26	240	46,4±0,69	5,02±0,932	41,49	3,98±0,955	53,68
30	537	31,0±0,36	5,67±0,794	34,32	5,47±0,997	44,68
32	494	34,0±0,40	6,89±0,995	32,29	6,78±1,458	43,01

2. Модель индекса конкурентных отношений древостоев сосны
в лесопарковых насаждениях г. Екатеринбурга

№ ППП	Уравнение регрессии индекса конкурентных отношений с $D_{1,3}$ ствола	Коэффициент корреляции индекса конкурентных отношений с $D_{1,3}$ ствола	Уравнение регрессии индекса конкурентных отношений с D кроны дерева	Коэффициент корреляции индекса конкурентных отношений с D кроны дерева
1	$ИК = 17,8568 - 0,4276D_{1,3} + 0,0031D_{1,3}^2$	$-0,892 \pm 0,136$	$ИК = 16,9176 - 1,5542D_{кр} + 0,0275D_{кр}^2$	$-0,839 \pm 0,1721$
2	$ИК = 52,5414 - 2,0991D_{1,3} + 0,0227D_{1,3}^2$	$-0,078 \pm 0,052$	$ИК = 9,9896 - 0,6132D_{кр}$	$-0,602 \pm 0,2834$
3	$ИК = 10,3695 - 0,2245D_{1,3} + 0,002D_{1,3}^2$	$-0,359 \pm 0,129$	$ИК = 8,0401 - 0,4616D_{кр}$	$-0,480 \pm 0,3101$
4	$ИК = 0,5958 + 0,152D_{1,3} - 0,0017D_{1,3}^2$	$-0,491 \pm 0,147$	$ИК = 6,1845 - 0,2531D_{кр}$	$-0,418 \pm 0,3212$
5	$ИК = 3,8844 + 0,1001D_{1,3} - 0,002D_{1,3}^2$	$-0,378 \pm 0,127$	$ИК = 7,680 - 0,3801D_{кр}$	$-0,522 \pm 0,3223$
6	$ИК = 28,8218 - 0,9977D_{1,3} + 0,0092D_{1,3}^2$	$-0,785 \pm 0,219$	$ИК = 23,5817 - 4,0083D_{кр} + 0,1998D_{кр}^2$	$-0,872 \pm 0,0846$
7	$ИК = 17,3811 - 0,4325D_{1,3} + 0,0034D_{1,3}^2$	$-0,859 \pm 0,181$	$ИК = 20,6987 - 4,2057D_{кр} + 0,2729D_{кр}^2$	$-0,757 \pm 0,2311$
8	$ИК = 22,7206 - 0,9432D_{1,3} + 0,0116D_{1,3}^2$	$-0,729 \pm 0,242$	$ИК = 13,7269 - 2,0201D_{кр} + 0,0979D_{кр}^2$	$-0,535 \pm 0,2987$
9	$ИК = 7,0555 + 0,1671D_{1,3} - 0,0055D_{1,3}^2$	$-0,848 \pm 0,184$	$ИК = 6,0183 + 0,6538D_{кр} - 0,0915D_{кр}^2$	$-0,788 \pm 0,1338$
10	$ИК = -1,9681 + 0,4224D_{1,3} - 0,0066D_{1,3}^2$	$-0,585 \pm 0,187$	$ИК = 8,1437 - 0,4934D_{кр}$	$-0,588 \pm 0,2861$
11	$ИК = 12,2113 - 0,3119D_{1,3} + 0,0023D_{1,3}^2$	$-0,815 \pm 0,205$	$ИК = 6,0268 - 0,3259D_{кр}$	$-0,782 \pm 0,2202$
12	$ИК = -10,7108 + 0,8316D_{1,3} - 0,0113D_{1,3}^2$	$-0,414 \pm 0,198$	$ИК = 6,5351 - 0,3541D_{кр}$	$-0,246 \pm 0,3378$
13	$ИК = -45,1452 + 3,0803D_{1,3} - 0,0469D_{1,3}^2$	$-0,804 \pm 0,297$	$ИК = 11,0178 - 1,9933D_{кр} + 0,1336D_{кр}^2$	$-0,789 \pm 0,3054$
19	$ИК = 75,9313 - 3,8027D_{1,3} + 0,051D_{1,3}^2$	$-0,760 \pm 0,251$	$ИК = 3,1710 + 2,4279D_{кр} - 0,4480D_{кр}^2$	$-0,921 \pm 0,2785$
23	$ИК = 5,6629 + 0,0088D_{1,3} - 0,0016D_{1,3}^2$	$-0,689 \pm 0,256$	$ИК = 4,4824 + 0,3361D_{кр} - 0,0748D_{кр}^2$	$-0,597 \pm 0,2836$
26	$ИК = 32,186 - 1,1D_{1,3} + 0,0105D_{1,3}^2$	$-0,633 \pm 0,155$	$ИК = 8,3977 - 0,1034D_{кр} - 0,0786D_{кр}^2$	$-0,869 \pm 0,2859$
30	$ИК = 89,402 - 4,6415D_{1,3} + 0,063D_{1,3}^2$	$-0,564 \pm 0,113$	$ИК = 44,9022 - 10,4373D_{кр} + 0,6613D_{кр}^2$	$-0,713 \pm 0,3505$
32	$ИК = 39,0529 - 1,7539D_{1,3} + 0,0227D_{1,3}^2$	$-0,849 \pm 0,205$	$ИК = 14,2903 - 1,5688D_{кр}$	$-0,849 \pm 0,3054$

зуется отрицательным значением коэффициента корреляции и уравнением регрессии параболы 1-го и 2-го порядка (табл. 2).

Полученные результаты исследований позволяют прогнозировать необходимую структуру древостоя, моделировать процесс изреживания насаждений при проведении хозяйственных мероприятий.

Литература

1. Касаткин А.С., Усольцев В.А., Семышев М.М. Классификация индексов конкуренции в древостоях // Лесное хозяйство и зелёное строительство в Западной Сибири: матер. IV Международного интернет-симпозиума, г. Томск. Томск, 2009. С. 108–113.
2. Сеннов С.Н. Итоги экспериментального изучения конкуренции в древостоях // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. СПб., 1993. С. 160–172.
3. Кузьмичев В.В., Миндеева Т.Н., Черкашин В.В. Оценка взаимодействия деревьев в лесных фитоценозах // Известия Сибирского отделения АН СССР. 1989. Вып. 3. С. 133–139.
4. Смольянова Л.П., Вайс А.А., Смольянов А.С. Определение объёма отдельного дерева с учётом индекса конкуренции // Вестник СибГТУ. Красноярск. 1999. № 2. С. 24–25.
5. Тябера А.П. Площадь роста дерева и её определение аналитическими способами // Лесной журнал. 1978. № 2. С. 12–16.
6. Бузыкин А.Н. и др. Анализ структуры древесных ценозов. Новосибирск: Наука. 1985. 93 с.
7. Санитарные правила в лесах России. М.: Наука, 1998. 16 с.
8. Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН). М., 1995. 42 с.