УДК 630*17:582.795.243+630.521.2

А.К. Габделхаков, З.З. Рахматуллин, А.А. Арсланов

СТРОЕНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*Tilia cordata* Mill.) ПО ДИАМЕТРУ В БАШКИРСКОМ ПРЕДУРАЛЬЕ**Ключевые слова:** липа мелколистная; лесные культуры; средний диаметр; статистические показатели.

Введение. Под строением древостоев понимается совокупное сочетание характера варьирования таксационных показателей, распределение деревьев по ним и соотношения этих показателей между собой на определенных возрастных этапах развития леса. Строение древостоев влияет на эффективность продуцирования, устойчивость и биосферные функции лесных фитоценозов [12–15]. Исследованиями Н.П. Анучина, В.К. Захарова, М.Л. Дворецкого, К.Е. Никитина, Ф.П. Моисеенко, В.С. Моисеева, А.Г. Мошкалева, Э.Н. Фалалеева, П.М. Верхунова и др. внесен значительный вклад в изучение строения древостоев по таксационным показателям в насаждениях различных пород, условий местопроизрастания, средних возрастов, возрастной структуры, различных полнот, состава древостоев и других факторов. Выявлено, что концепции постоянства и единства строения древостоев, выдвинутые в свое время проф. А.В. Тюриным и проф. Н.В. Третьяковым, не являются универсальными, всеобщими. Они действуют лишь в узком

диапазоне природных факторов (одинаковые породный состав, средний возраст, густота, возрастное строение и т. д.). В рядах распределения по таксационным показателям в древостоях меняются место среднего дерева, редукционные числа по рангам, размах ряда и концентрация процента числа стволов в относительных ступенях таксационного показателя, величины асимметрии и эксцесса ряда. Поскольку закономерности строения древостоев по таксационным показателям носят статистический характер, возникает необходимость разработки и применения дифференцированных по лесотаксационным районам нормативно-справочных материалов для таксации древостоев вместо всеобщих [2].

Искусственные насаждения липы мелколистной (или со значительной долей её участия) в Башкирском Предуралье создаются с конца 30-х годов прошлого века [1]. Они развиваются по I–II-м классам бонитетов и представляют собой продуктивные фитоценозы. Исследований, характеризующих их строение и динамику, как

это сделано для искусственных насаждений других видов, не проводилось. Поэтому **целью работы** явилось в определенной мере устранение данного пробела – выявить особенности распределения числа стволов по ступеням толщины в древостоях лесных культур липы мелколистной в условиях Башкирского Предуралья.

Методика и объекты исследований. В работе изучено строение по диаметру 15–70-летних лесных культур липы мелколистной (А, лет) на 31-й пробной площади, заложенной в Башкирском Предуралье и относящейся к зоне широколиственных лесов лесостепной подзоны в пределах Русской равнины [7].

Закладка пробных площадей (ПП), описание лесных культур, вычисление таксационных показателей, статистическая обработка материалов исследований осуществлены общепринятыми методами [2, 8–11] и приведены ранее [3–5]. Вычислены основные статистики ряда распределения. Путем проведения корреляционно-регрессионного анализа выявлены взаимосвязи между таксационными показателями и статистиками рядов распределения числа стволов по диаметрам деревьев.

В рядах распределения деревьев по диаметру, являющемуся основным таксационным показателем элемента леса, в древостоях меняются место среднего дерева, редукционные числа по рангам, минимальный и максимальный диаметры, размах ряда и концентрация процента

$$d_{\min} = \exp(2,64834 - 13,9626/D), R^2 = 51, S_e = 0,33, S_m = 0,24;$$

$$d_{\max} = \exp(4,19654 - 12,0807/D), R^2 = 84, S_e = 0,13, S_m = 0,11;$$

$$X = \exp(3,58785 - 13,1562/D), R^2 = 95, S_e = 0,07, S_m = 0,05;$$

$$S = 0,536632 - 0,185879d_{\min} + 0,0681532d_{\max} + 0,203796D, R^2 = 81, S_e = 0,59, S_m = 0,40,$$

где $d_{\min}$ и $d_{\max}$ – минимальное и максимальное значения диаметров элемента леса; X – среднеарифметическое значение диаметра ряда распределения (все диаметры в см); R^2 – коэффициент детерминации, %; S – стандартная ошибка ряда распределения; S_e – стандартная ошибка уравнения; S_m – средняя абсолютная ошибка уравнения.

Все уравнения оценены по критерию Фишера и значимы с вероятностью $P = 95\%$ и выше.

В таблице 1 представлены статистики рядов распределения деревьев по диаметру, рассчитанные по вышеприведенным моделям в зависимости от среднего диаметра лесных культур липы.

По приведенным данным видно, что наблюдается значительная «растянутость» рядов с увеличением среднего диаметра элемента леса. Это сказывается на изменчивости – она остается высокой на всем рассматриваемом отрезке. Анализ коэффициентов асимметрии и эксцесса рядов распределения также выявил их значительную изменчивость: они варьируют от 0,01 до 1,31 и от –5,22 до 2,77 единиц соответственно. Причем для половины из рассматриваемых пробных площадей эти значения лежат за пределами

числа стволов в относительных ступенях таксационного показателя, величины стандартного отклонения, асимметрии и эксцесса ряда. Для описания этих рядов распределения применены уравнения К. Пирсона I–VII типов [9]. Число стволов по односантиметровым ступеням толщины в рядах распределения, выровненных по вышеперечисленным уравнениям, были выражены в процентах от общего числа стволов каждой пробной площади. Полученные ряды распределения числа стволов группировались по классам среднего диаметра. В каждом классе среднего диаметра путем аналитического выравнивания найдены проценты числа деревьев всех ступеней толщины.

Для оценки адекватности теоретически вычисленных частот рядов распределения эмпирически наблюдаемым частотам применен критерий Б.С. Ястремского [16].

Результаты исследований. Диаметр дерева (D , см), являясь основным таксационным показателем, по которому изучается структура древостоя, в среднем варьирует по пробным площадям от 8 до 24 см. Основным показателем однородности строения – коэффициент изменчивости (C_v , %) диаметра дерева – на высоте 1,3 м варьирует в пределах 25,6–48,5 %, в то время как нормальным считается 25 % [6]. Зависимости статистик рядов распределения в лесных культурах липы мелколистной от таксационного диаметра выражены следующими моделями:

своих двукратных основных ошибок, что свидетельствует о распределении этих рядов, отличающимся от нормального. По-видимому, это объясняется лесоводственно-экологическими свойствами липы мелколистной как теневыносливого и порослеобразующего вида. Это побудило применить для расчета выровненных частот кривые семейства Пирсона. Проверка соответствия теоретически вычисленных частот рядов распределения эмпирически наблюдаемым частотам по критерию Б.С. Ястремского показала адекватность примененных моделей. Результаты моделирования для части исследованных пробных площадей представлены на рисунке. С увеличением среднего диаметра древостоя растяжение кривых распределения увеличивается, они становятся менее крутыми и менее вытянутыми вверх в центре, медленнее приближаются к оси абсцисс при удалении от середины, распределение наиболее близко приближается к нормальному.

Последующая группировка пробных площадей по классам среднего диаметра, полученные ряды распределения числа стволов и их аналитическое выравнивание позволили представить

в табулированном виде распределение деревьев по ступеням толщины в зависимости от сред-

него диаметра лесных культур липы мелколистной Башкирского Предуралья (таблица 2).

Таблица 1 Значения параметров моделей распределения числа стволов по диаметрам в древостоях лесных культур липы мелколистной Башкирского Предуралья

D, см	Статистика рядов распределения деревьев по диаметру				
	d_{min} , см	d_{max} , см	X , см	S , см	C_v , %
8	2	15	7	2,71	38,8
9	3	17	8	3,00	35,8
10	3	20	10	3,28	33,8
11	4	22	11	3,55	32,5
12	4	24	12	3,82	31,6
13	5	26	13	4,08	31,0
14	5	28	14	4,33	30,7
15	6	30	15	4,58	30,5
16	6	31	16	4,83	30,4
17	6	33	17	5,07	30,4
18	7	34	17	5,31	30,5
19	7	35	18	5,55	30,7
20	7	36	19	5,78	30,9
21	7	37	19	6,01	31,1
22	7	38	20	6,24	31,4
23	8	39	20	6,47	31,7
24	8	40	21	6,70	32,0
25	8	41	21	6,92	32,4
26	8	42	22	7,15	32,8
27	8	42	22	7,37	33,2
28	9	43	23	7,59	33,6

Рисунок

Выравненные показатели распределения стволов по ступеням толщины в лесных культурах липы мелколистной

Таблица 2 Распределение деревьев по ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра лесных культур липы Башкирского Предуралья

Ступень толщины, см	Число деревьев при среднем диаметре (см), %									
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	7,0	4,6	0,3	—	—	—	—	—	—	
4	8,1	5,9	2,7	1,1	0,5	—	—	—	—	
5	9,0	7,8	6,9	2,2	3,7	1,2	0,5	—	—	
6	9,9	9,8	10,5	4,0	6,9	3,1	2,1	1,7	0,4	
7	10,7	11,4	12,5	6,6	8,1	4,9	3,9	2,7	1,7	
8	10,9	12,1	12,9	9,7	8,6	6,4	5,4	3,8	3,4	
9	10,4	11,8	12,1	12,6	8,8	7,9	6,5	5,1	4,5	
10	9,2	10,5	10,6	14,1	9,0	9,3	7,6	6,5	5,3	
11	7,5	8,6	8,9	14,0	9,2	10,6	8,6	7,8	6,0	
12	5,7	6,6	7,0	12,3	9,2	11,4	9,4	8,9	6,7	
13	4,0	4,7	5,4	9,6	8,9	11,5	10,0	9,6	7,5	
14	2,6	3,1	4,0	6,8	8,2	10,8	10,2	9,8	8,4	
15	1,6	2,0	2,8	4,3	7,1	9,4	9,8	9,6	9,1	
16	—	0,7	1,3	1,3	4,4	5,4	7,6	7,9	9,6	
17	—	0,4	0,9	0,7	3,0	3,6	6,1	6,7	9,1	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	—	—	0,6	0,3	2,0	2,1	4,5	5,4	8,1
19	—	—	0,4	0,1	1,2	1,1	3,1	4,3	6,6
20	—	—	0,2	0,1	0,6	0,5	2,0	3,2	5,0
21	—	—	—	0,1	0,3	0,3	1,2	2,3	3,5
22	—	—	—	0,1	0,1	0,1	0,6	1,6	2,2
23	—	—	—	—	0,1	0,1	0,3	1,1	1,3
24	—	—	—	—	0,1	0,1	0,2	0,7	0,7
25	—	—	—	—	—	0,1	0,1	0,5	0,3
26	—	—	—	—	—	0,1	0,1	0,3	0,1
27	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2	0,1
28	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1	0,1
29	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1
30	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,1
31	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВСЕГО	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Окончание таблицы 2

Ступень толщины, см	Число деревьев при среднем диаметре (см), %							
	17	18	19	20	21	22	23	24
6	0,8	—	—	—	—	—	—	—
7	1,5	0,9	0,5	0,7	—	—	—	—
8	2,2	1,6	1,2	1,0	0,1	0,4	0,6	0,6
9	3,1	2,4	1,8	1,3	0,1	0,6	0,8	0,8
10	4,1	3,4	2,5	1,8	0,1	0,8	0,9	1,0
11	5,2	4,6	3,3	2,4	0,1	1,1	1,4	1,3
12	6,3	5,8	4,5	3,1	0,4	1,5	1,8	1,7
13	7,3	6,9	5,6	3,9	1,1	2,0	2,4	2,1
14	8,2	7,8	6,4	4,8	2,2	2,6	2,9	2,6
15	8,8	8,4	7,0	5,8	3,7	3,3	3,6	3,2
16	8,9	8,6	7,4	7,4	5,5	4,1	4,9	4,3
17	8,4	8,2	7,3	7,9	8,2	5,7	5,5	4,9
18	7,6	7,5	7,2	8,1	9,0	6,4	6,0	5,3
19	6,6	6,7	7,0	8,1	9,4	6,9	6,5	5,7
20	5,5	5,8	6,8	7,7	9,3	7,3	6,6	6,0
21	4,4	4,8	6,5	7,1	8,9	7,4	6,8	6,1
22	3,4	4,0	6,0	6,3	8,2	7,3	6,6	6,2
23	2,5	3,2	5,4	5,4	7,3	6,9	6,4	6,0
24	1,8	2,5	4,5	4,5	6,3	6,4	5,9	5,8
25	1,2	1,9	3,5	3,6	5,2	5,7	5,3	5,4
26	0,8	1,4	2,5	2,7	4,2	5,0	4,7	5,0
27	0,5	1,1	1,4	2,0	3,2	4,3	4,1	4,5
28	0,3	0,8	0,8	1,5	2,4	3,5	3,5	4,0
29	0,2	0,6	0,3	1,0	1,7	2,8	2,9	3,5
30	0,1	0,4	0,1	0,7	1,2	2,2	2,4	2,9
31	0,1	0,3	0,1	0,4	0,8	1,7	1,9	2,5
32	0,1	0,2	0,1	0,3	0,5	1,3	1,5	2,0
33	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,9	1,1	1,7
34	—	0,1	0,1	0,1	0,2	0,7	0,9	1,3
35	—	—	0,1	0,1	0,1	0,5	0,7	1,0
36	—	—	—	0,1	0,1	0,3	0,5	0,8
37	—	—	—	—	0,1	0,2	0,4	0,6
38	—	—	—	—	0,1	0,1	0,3	0,5
39	—	—	—	—	—	0,1	0,2	0,4
40	—	—	—	—	—	—	—	0,3
—	—	—	—	—	—	—	—	—
ВСЕГО	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Выводы. Полученные данные составленных рядов распределения общего числа стволов по ступеням толщины в культурах липы мелколистной рекомендуется применять при разра-

ботке различного рода региональных лесотаксационных нормативов (по проведению рубок ухода, товарных таблиц и др.), различных расчетах экологической направленности.

Библиографический список

1. Быстров, В.П. К вопросу о рациональной технике лесокультурных работ в условиях западной лесостепи БАССР [Текст] // Сб. тр. по

лесн. хоз-ву БашЛОС. Уфа: Башкнигоиздат, 1948, вып. II. С. 112–114.

2. Верхунов, П.М. Таксация леса [Текст]: учебное пособие / П.М. Верхунов, В.Л. Черных. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2007. 397 с.

3. Габделхаков, А.К. Биопродуктивность искусственных древостоев липы мелколистной Башкирского Предуралья [Текст] / А.К. Габделхаков, А.А. Арсланов, М.Р. Ситдинов // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес, экология, природопользование. 2009. № 2 (6). С. 77–82.

4. Габделхаков, А.К. Структура и продуктивность фитомассы лесных культур липы Башкирского Предуралья [Текст] / А.К. Габделхаков, А.А. Арсланов // ИВУЗ. Лесной журнал. 2009. № 6. С. 13–19.

5. Габделхаков, А.К. Эколого-лесоводственные основы формирования высокопродуктивных липняков: учебное пособие для студентов, обучающихся по спец. «Лесное и лесопарковое хозяйство» [Текст] / А.К. Габделхаков, К.М. Габдрахимов, С.И. Конашова, Р.Р. Фаттахова, А.Ф. Хайретдинов // Уфа: Башкирский ГАУ, 1998. 190 с.

6. Захаров, В.К. Лесотаксационный справочник [Текст] / В.К. Захаров, О.А. Труль, В.С. Мирошников, В.Е. Ермаков. Минск: Гос. изд-во БССР, 1962. 368 с.

7. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР [Текст] / С.Ф. Курнаев. М.: Наука, 1973. 203 с.

8. Лакин, Г.Ф. Биометрия [Текст] / Г.Ф. Лакин. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.

9. Митропольский, А.К. Техника статистических вычислений [Текст] / А.К. Митропольский. М.: Наука, 1971. 576 с.

10. Огиевский, В.В. Обследование и исследование лесных культур [Текст] / В.В. Огиевский, А.А. Хиров. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 51 с.

11. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки [Текст]. М.: ЦБНТИлесхоз, 1984. 60 с.

12. Султанова, Р.Р. Формирование нектарных насаждений липы мелколистной [Текст] / Р.Р. Султанова, С.И. Конашова, Н.В. Михайлова // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 2. С. 32–33.

13. Султанова, Р.Р. Рубка в спелых и перестойных насаждениях липы мелколистной [Текст] / Р.Р. Султанова, М.В. Мартынова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (25). С. 99–102.

14. Султанова, Р.Р. Лесоводственные методы формирования высокопродуктивных липняков на Южном Урале [Текст]: дис. ... докт. с.-х. наук / Султанова Р.Р. // Башкирский государственный аграрный университет. Уфа, 2006. 373 с.

15. Хайретдинов А.Ф. Нектароносные липняки [Текст] / А.Ф. Хайретдинов, Р.Р. Султанова, Р.М. Мустафин // Пчеловодство. 2002. № 6. С. 22–23.

16. Ястремский, Б.С. Избранные труды [Текст] / Б.С. Ястремский. М., 1964. С. 206–227.

Сведения об авторах

1. **Габделхаков Айдар Кавилович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, ком. 518/2, тел.: (8347) 252-72-52, e-mail: aliya201199@mail.ru.

2. **Рахматуллин Загир Забирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, ком. 518/2, тел.: (8347) 252-72-52, e-mail: zagir1983@mail.ru.

3. **Арсланов Айрат Альфитович**, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела государственного казенного учреждения Республики Башкортостан (Управление лесничествами) по Уфимскому лесничеству, г. Уфа, ул. Лесной проезд, 1, ком. 307, тел.: (8347) 232-88-30, e-mail: topol-001@mail.ru.

Изучено строение по диаметру лесных культур липы мелколистной. Приведены статистики рядов распределения деревьев по диаметру, вы-

ровненные ряды распределения деревьев по ступеням толщины в зависимости от среднего диаметра.

A. Gabdelkhakov, Z. Rakhmatullin, A. Arslanov

RADIAL STRUCTURE OF SMALL-LEAVED LINDEN (*TILIA CORDATA*) IN BASHKORTOSTAN CIS-URAL

Key words: *small-leaved linden; forest crops; average diameter; statistical figures.*

Authors' personal details

1. **Gabdelkhakov Aydar**, Candidate of agricultural sciences, associate professor of the Forestry and Landscape design chair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrar-

ian University», Ufa, 50-letya Oktyabrya, 34, room 518/2, phone: (8347) 252-72-52, e-mail: aliya201199@mail.ru.

2. **Rakhmatullin Zagir**, Candidate of agricultural sciences, associate professor of the Forestry and Landscape design chair, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Bashkir State Agrarian University», Ufa, 50-letya Oktyabrya, 34, room 518/2, phone: (8347) 252-72-52, e-mail: zagir1983@mail.ru.

3. **Arslanov Ayrat**, Candidate of agricultural sciences, head of the department of the State Public Institution of the Republic of Bashkortostan (Forestry Office), Ufa, Lesnoy proezd, 1, room 307, phone: (8347) 232-88-30, e-mail: topol-001@mail.ru.

A radial structure of small-leaved linden is studied. There are statistics of tree rows distributed according to their diameter as far as leveled rows of

trees distributed according to their diameter class depending on the average diameter.

© Габделхаков А.К., Рахматуллин З.З., Арсланов А.А.