

УДК 630*53:582.475

В. П. Машковский, доцент (БГТУ); М. В. Балакир, аспирант (БГТУ)

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КУЛЬТУР ЕЛИ ПО ТАКСАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ДРЕВОСТОЕВ

В статье проводится анализ распределения еловых культур по таксационным показателям древостоя. В ходе выполнения работы выявлен ряд закономерностей. Установлена двугорбность распределения высоты и диаметров в культурах ели кисличного типа леса в первом классе возраста. Также выявлено, что в молодняках преобладают более смешанные еловые культуры.

In this article the analysis of distribution of fur-tree cultures on taxation indicators to forest stand is made. During the work performance it is revealed a number of laws. It is established two-peak distributions of height and diameters in cultures of a fur-tree oxalis wood type in the first class of age. In young growths distribution on density of fur-tree cultures is of great importance variation factor.

Введение. В научной деятельности лесовода большую роль играют вопросы статистической обработки данных, сравнительная оценка лесоустроительных данных. Строение ельников весьма разнообразно, в связи с этим первым этапом в изучении производительности еловых культур в условиях Беларуси является статистический анализ распределения их таксационных показателей [1].

В нашей работе был поставлен ряд задач:

- рассчитать и проанализировать основные статистики распределения таксационных показателей еловых культур кисличного и мшистого типов леса;

- проследить закономерности изменения с возрастом основных характеристик еловых насаждений искусственного происхождения;

- установить закон распределения, который наилучшим образом описывал бы экспериментальные данные.

Основная часть. Все расчеты осуществлялись на основе поведельной базы данных (ПБД) лесоустройства на 1 января 2006 г. ПБД включает в себя информацию по четырнадцати лесхозам Беларуси: Полоцкий, Витебский, Сморгонский, Борисовский, Оршанский, Лидский, Барановичский, Осиповичский, Бобруйский, Могилевский, Кобринский, Лунинецкий, Петриковский, Речицкий, которые равномерно представляют каждый из семи лесорастительных районов республики. Для дальнейшей работы были отобраны еловые культуры кисличного, а также мшистого типа леса первого яруса. В результате чего было отобрано 3849 выделов кисличного и 527 выделов мшистого типов леса соответственно, на основании которых производился дальнейший анализ.

Группировка данных проводилась по классам возраста. Анализ распределения таксационных показателей проводился в насаждениях в возрасте от 7 до 100 лет в связи с тем, что количество культур ели в возрасте выше 100 лет незначительно; древостой старше пятого класса возраста не учитывались.

В результате выполнения расчетов были определены такие статистические показатели, как среднее арифметическое, коэффициент вариации, стандартное отклонение, коэффициент асимметрии и эксцесса для еловых культур кисличного и мшистого типов леса. Результаты расчетов приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

**Основные статистики распределения
таксационных показателей еловых культур
кисличного типа леса**

Таксационный показатель	Класс возраста	Среднее арифметическое	Коэффициент вариации	Стандартное отклонение	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Состав	1	5,2	38,2	1,98	1,37	1,21
	2	6,5	34,0	2,22	0,30	-1,14
	3	7,1	30,3	2,15	-0,03	-1,24
	4	6,8	28,6	1,94	0,16	-0,99
	5	6,9	27,8	1,93	0,10	-0,94
Диаметр	1	4,7	64,6	3,05	0,79	-0,19
	2	15,2	27,3	4,14	-0,25	-1,13
	3	24,3	12,8	3,10	-0,09	-0,62
	4	27,9	12,8	3,57	0,88	2,70
	5	31,8	10,8	3,44	0,87	0,59
Высота	1	4,9	62,4	3,07	0,65	-1,00
	2	14,0	19,2	2,70	0,22	-0,94
	3	22,1	10,1	2,23	-0,18	-0,69
	4	25,3	7,9	1,99	0,09	-0,47
	5	27,7	5,8	1,61	0,30	-0,86
Полнога	1	62,9	15,2	9,58	0,52	1,28
	2	66,4	13,4	8,92	0,09	0,74
	3	69,1	14,0	9,64	-0,19	0,21
	4	66,0	14,7	9,72	-0,08	-0,04
	5	59,5	15,7	9,33	0,15	-0,40
Густота	1	6539,0	67,9	4436,93	0,67	-0,80
	2	1289,6	63,3	816,21	1,41	1,13
	3	589,5	26,5	156,02	0,57	0,15
	4	456,7	25,0	114,03	0,69	1,42
	5	323,8	24,0	77,58	0,34	-0,20

Таблица 2
Основные статистики
распределения таксационных показателей
еловых культур мшистого типа леса

Таксационный показатель	Класс возраста	Среднее арифметическое	Коэффициент вариации	Стандартное отклонение	Коэффициент асимметрии	Коэффициент эксцесса
Состав	1	5,7	36,2	2,06	1,06	0,33
	2	6,8	29,8	2,03	0,28	-1,06
	3	6,8	27,8	1,88	0,31	-0,83
	4	7,1	25,5	1,80	-0,08	-0,71
	5	7,6	23,4	1,78	-0,22	-0,97
Диаметр	1	6,3	48,9	3,09	0,52	0,28
	2	12,8	25,9	3,30	0,27	-0,60
	3	20,7	12,0	2,47	0,70	0,84
	4	25,9	10,6	2,74	0,05	0,80
	5	30,0	6,7	2,00	1,00	1,19
Высота	1	5,5	46,6	2,55	0,57	0,02
	2	11,7	24,2	2,84	-0,12	-0,83
	3	19,3	9,9	1,92	-0,21	-0,17
	4	23,4	7,3	1,72	-0,39	-0,08
	5	26,4	6,1	1,60	-0,33	-0,29
Полнота	1	62,6	18,7	11,73	1,25	0,99
	2	65,7	16,8	11,06	0,00	-0,25
	3	67,4	12,9	8,70	-0,37	0,45
	4	64,3	12,9	8,30	-0,30	0,12
	5	56,8	14,5	8,27	-0,39	-0,09
Густота	1	4374,4	100,9	4414,18	1,75	1,65
	2	1469,3	49,6	729,25	2,19	8,92
	3	742,3	24,9	184,93	0,15	0,30
	4	498,4	25,6	127,80	1,10	2,00
	5	346,6	20,6	71,24	-0,27	-0,73

Анализируя статистические показатели распределения числа насаждений по составу, необходимо отметить, что с возрастом среднее арифметическое увеличивается. Данная закономерность говорит о том, что в молодняках преобладают более смешанные еловые культуры. Еловые насаждения с возрастом вытесняют менее устойчивые деревья. В ельниках мшистого типа леса анализируемый показатель на протяжении всего времени, за исключением 3-го класса возраста выше, чем в еловых насаждениях кисличного типа леса.

Коэффициент вариации состава в данном сравнении в ельниках обоих типов леса на протяжении всего возраста уменьшается. Так в кисличном и мшистом типах леса этот показатель снизился с 38,2% до 27,8% и с 36,2% до 23,4%, соответственно. Следует отметить, что сильнее варьирует состав еловых насаждений кислично-го типа леса.

Распределение состава еловых культур довольно асимметрично, наиболее значительно данный фактор проявляется в молодом возрасте. Коэффициент эксцесса в данном наблюдении имеет отрицательное значение, за исключением первого класса возраста.

Следующим таксационным показателем, распределение которого будем изучать, является средний диаметр.

Среднее арифметическое значение анализируемого показателя увеличивается на протяжении всего возраста. Необходимо отметить, что в еловых культурах мшистого тапа леса в первом классе возраста среднее арифметическое выше, чем в кисличном типе леса. Вероятно, этот фактор обусловлен географическими закономерностями роста древостоя [2]. Также это может быть вызвано возрастной неоднородностью в рамках первого класса возраста различных типов леса.

Распределение диаметров в молодняках характеризуется значительным варьированием. С возрастом этот показатель уменьшается, и уже в пятом классе возраста коэффициент вариации в кисличном и мшистом типах леса составляет 10,8% и 6,7%, соответственно.

Наблюдается весьма интересная закономерность распределения диаметров еловых культур кисличного типа леса (рис. 1).

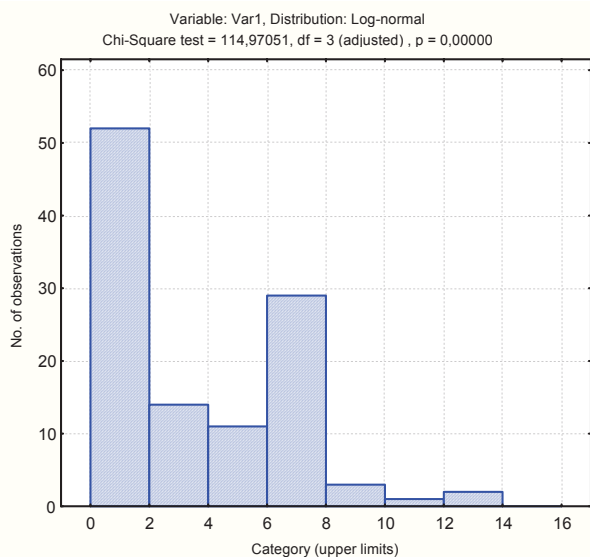


Рис. 1. Распределение диаметров еловых культур кисличного типа леса первого класса возраста

Анализируя гистограмму распределения диаметров молодняков первого класса возраста, четко прослеживается двувершинность, а также положительная асимметрия. Возможно, это вызвано использованием различного посадочного материала во время создания лесных культур. Также не исключается вероятность возникновения

естественного возобновления. С возрастом эта неравномерность распределения исчезает, о чем свидетельствует гистограмма (рис. 2).

Следует отметить, что в еловых культурах мшистого типа леса аналогичных всплесков не наблюдается (рис. 3).

Немаловажным таксационным показателем, характеризующим структуру насаждения, является средняя высота. Среднее арифметическое значение высот еловых культур возрастает на протяжении всего возраста. В ельниках кисличного типа леса данный показатель выше, в сравнении с мшистым. Однако в молодяках первого класса возраста, не смотря на различные бонитеты, среднее арифметическое значение в культурах ели мшистого типа леса превышает кисличный. Вероятно, этот фактор обусловлен географическими закономерностями роста древостоя [2]. Также это может быть вы-

звано возрастной неоднородностью в рамках первого класса возраста различных типов леса.

Коэффициент вариации распределения высот еловых культур с возрастом уменьшается, наиболее интенсивно это происходит в насаждениях кисличного типа леса. В ельниках кисличного и мшистого типа леса старше второго класса возраста данный показатель практически не отличается.

Распределение высот еловых культур кисличного типа леса схоже с распределением диаметров (рис. 4). На гистограмме прослеживается двухвершинность, значительная положительная асимметрия.

Вероятная причина данного явления описана выше, в анализе распределения диаметров. С возрастом данная тенденция нарушается, и уже в молодяках второго класса возраста распределение высот приобретает логорифмически нормальное распределение (рис. 5).

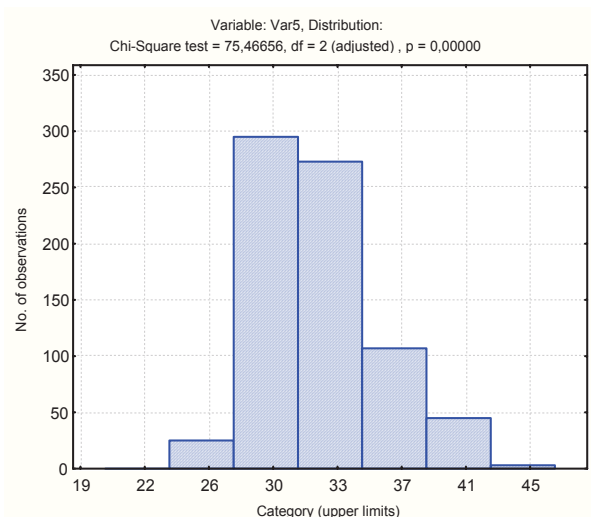


Рис. 2. Распределение диаметров еловых культур кисличного типа леса пятого класса возраста

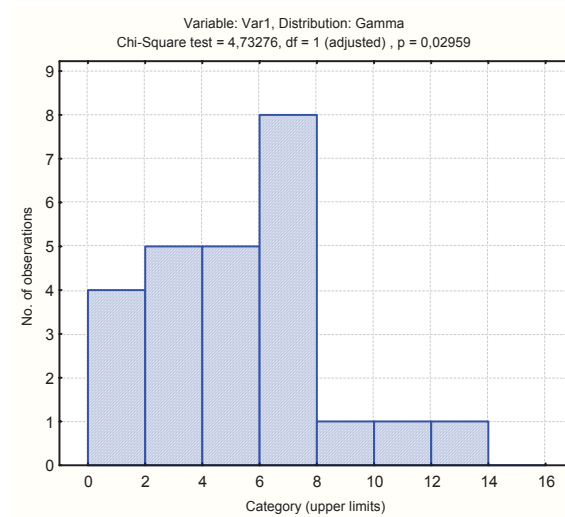


Рис. 3. Распределение диаметров еловых культур мшистого типа леса первого класса возраста

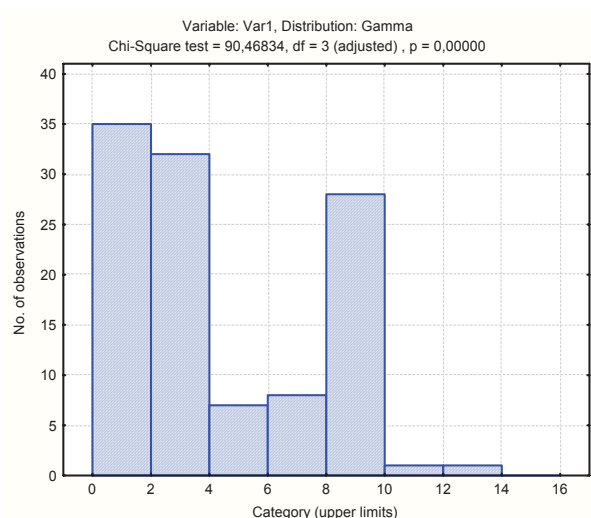


Рис. 4. Распределение высот еловых культур кисличного типа леса первого класса возраста

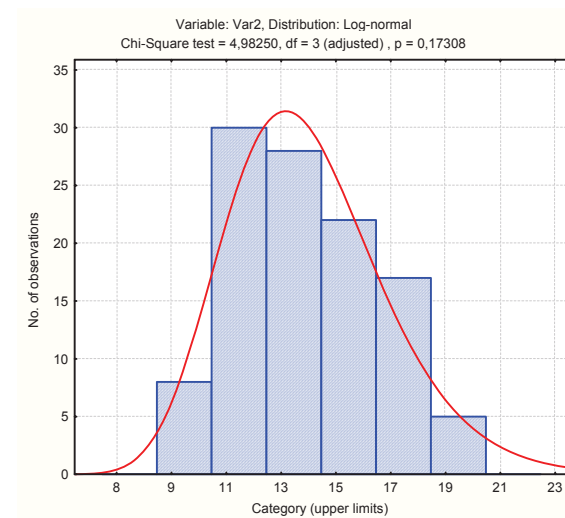


Рис. 5. Распределение высот еловых культур кисличного типа леса второго класса возраста

В еловых культурах мшистого типа леса двухвершинность гораздо менее выражена, что показано на рис. 6. Лучше всего полученные данные описывает функция нормального распределения.

Важным таксационным показателем, влияющим на производительность насаждений, является относительная полнота. Среднее арифметическое значение полноты еловых культур кисличного и мшистого типов леса весьма однородно. Анализируемый показатель до третьего класса возраста увеличивается, за этот период он возрос на 9,8% и на 7,7% в ельниках кисличном и мшистом, соответственно. После чего прослеживается отрицательная динамика среднего арифметического значения полноты.

Коэффициент вариации распределения по полноте ельников мшистых уменьшается до третьего класса возраста и снижается до 12,9%. В еловых культурах кисличного типа леса этот показатель возрастает на протяжении всего периода, за исключением молодняков первого класса возраста. Распределение по полнотам в раннем возрасте имеет положительную асиммет-

рию, но со временем лучшим вариантом является функция нормального распределения (рис. 7).

Исключением являются еловые культуры кисличного типа леса в пятом классе возраста, этот вариант лучше описывает гамма-распределение (рис. 8).

Одним из наиболее интересующих нас таксационных показателей еловых культур является густота насаждений. В молодом возрасте еловые культуры характеризуются большим варьированием густоты. Так, в первом классе возраста коэффициент вариации в ельнике мшистом превысил 100%, в кисличном он немного меньше и составляет 67,9%. В средневозрастных и старших насаждениях данный показатель находится в пределах от 20,6% до 26,5%, что также является довольно большим значением.

Среднее арифметическое значение распределения по густоте уменьшается на протяжении всего возраста, наиболее интенсивное изменение наблюдается в молодняках. В первом классе возраста ельников кисличных этот показатель значительно выше, чем мшистых. Затем с возрастом данный показатель несколько уравнивается.

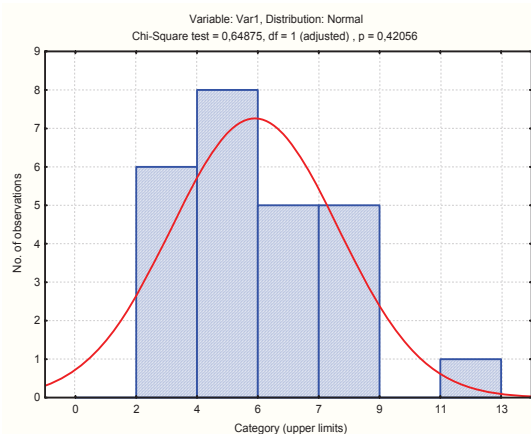


Рис. 6. Распределение высот еловых культур мшистого типа леса первого класса возраста

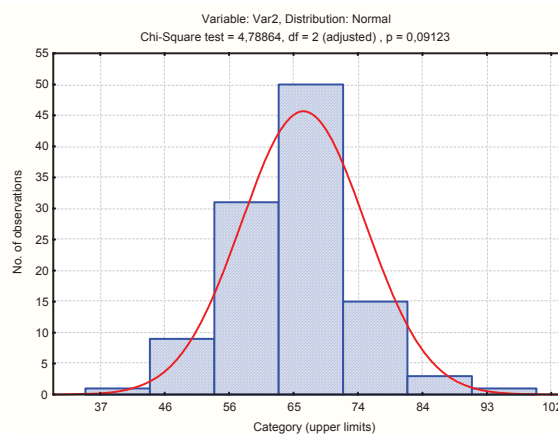


Рис. 7. Распределение полноты еловых культур кисличного типа леса второго класса возраста

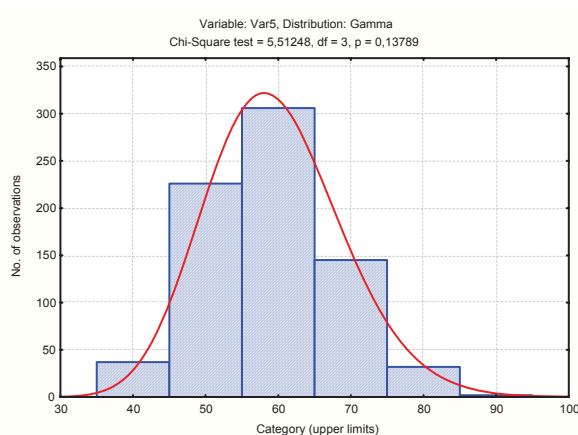


Рис. 8. Распределение полноты еловых культур кисличного типа леса пятого класса возраста

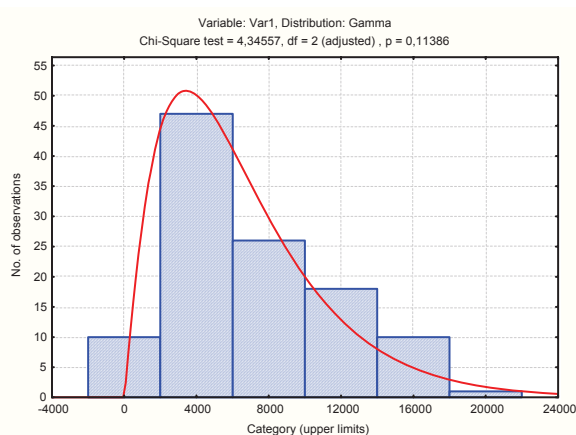


Рис. 9. Распределение густоты еловых культур кисличного типа леса первого класса возраста

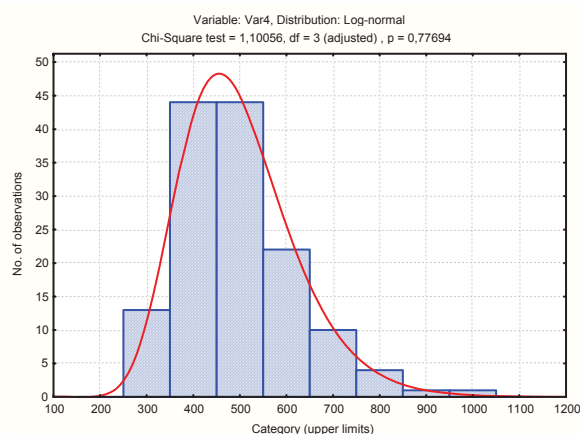


Рис. 10. Распределение густоты еловых культур мшистого типа леса четверного класса возраста

Распределение еловых культур по густоте весьма асимметрично. Данная тенденция наблюдается в ельниках искусственного происхождения кисличного и мшистого типов леса. Коэффициент эксцесса характеризуется значительной динамикой на протяжении всего возраста наблюдений. Анализ полученных результатов показывает, что распределение густоты еловых культур кисличного типа леса различных возрастов лучше всего описывает функция гамма-распределения (рис. 9). Так, в еловых культурах кисличного типа леса первого класса возраста вероятность совершения ошибки 1-го рода составляет 0,11386, критерий Пирсона χ^2 равен 4,35, что говорит о достаточной точности описания функцией гамма-распределения экспериментальных данных.

Данная тенденция не проявляется в насаждениях мшистого типа леса. В этих насаждениях распределение по густоте лучше описывает функция лог-нормального (рис. 10) и нормального распределения (рис. 11). Следует отметить, что в ельниках мшистого типа леса более точно описаны экспериментальные данные, так в третьем и четвертом классах возраста вероятность совершения ошибки 1-го рода составляет 0,57 и 0,79, соответственно.

Следует отметить, что еловые насаждения искусственного происхождения характеризуются значительным варьированием густоты.

Заключение. В нашей работе было проанализировано распределение таксационных пока-

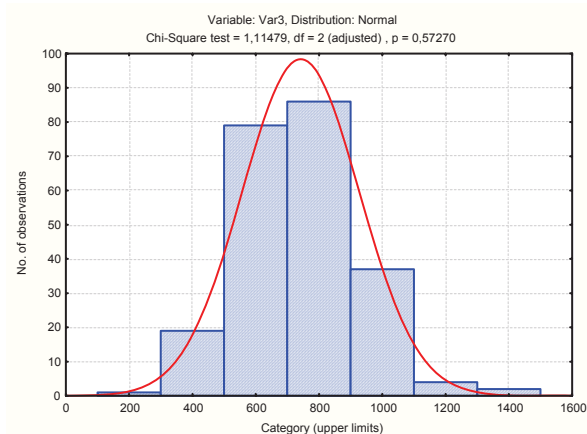


Рис. 11. Распределение густоты еловых культур мшистого типа леса третьего класса возраста

зателей еловых культур. Выявлена двувёршинность распределения высоты и диаметров в культурах ели кисличного типа леса в первом классе возраста, возможно вызванная использованием различного посадочного материала во время создания лесных культур. Также не исключается вероятность возникновения естественного возобновления. С возрастом эта неравномерность распределения исчезает. В молодняках распределение по густоте еловых культур отличается большим значением коэффициента вариации. Также выявлено, что в молодняках преобладают более смешанные еловые культуры. Ель с возрастом вытесняет менее устойчивые деревья. Также установлено, что в молодняках первого класса возраста, несмотря на различные бонитеты, среднее арифметическое значение в культурах ели мшистого типа леса превышает кисличный. В работе было определено, что ельники искусственного происхождения имеют неоднородную структуру.

Литература

1. Лакин, Г. Ф. Биометрия: учебное пособие для биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб и доп. / Г. Ф. Лакин – М.: Высшая школа, 1990. – 351 с.
2. Загребов, В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев / В. В. Загребов // «Лесная промышленность». – М., 1978. – 239 с.

Поступила 14.04.2010