

УДК 630*566(476)

Р. В. Азарчик, ассистент (БГТУ)

ВАРЬИРОВАНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГУСТОТЫ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В статье анализируется степень варьирования трех основных таксационных характеристик: средние диаметр и высота древостоев, а также запас растущего древостоя по группам густот. Выявлены зависимости характеристик варьирования таксационных показателей от густоты и типов леса. Дан краткий анализ полученным результатам. Установлено, что степень варьирования таксационных признаков с возрастом уменьшается.

The article examines the degree of variation of three basic taxation characteristics: average diameter and height of trees, as well as reserve growing stock in groups of density. Identified depending on the characteristics of varying taxation parameters on the density and types of wood. A brief analysis of the results obtained. Found that the degree of variation taxational symptoms decreases with age.

Введение. При составлении таблиц динамики таксационных показателей модальных сосновых древостоев в последнее время часто применяют статистические методы, которые основаны на использовании массовых наблюдений и определении средних значений таксационных показателей. В качестве массовых материалов Н. П. Анучин предложил применить данные таксации при лесоустройстве [1].

В рамках исследования продуктивности и товарности сосновых древостоев в зависимости от густоты весь имеющийся материал разделен на три группы густоты (густые, средней густоты, редкие) для двух типов леса (сосняки мшистые и черничные). По группам густоты были построены таблицы продуктивности сосновых древостоев [2, 3].

Представленные в таблицах показатели есть средние значения из всей совокупности данных по группам густот, причем в качестве данных используются таксационные показатели насаждений. Средние величины указывают на значение признака, вокруг которого группируются анализируемые наблюдения. Однако наблюдения могут располагаться совершенно по-разному вокруг среднего значения признака. Знание того, каким образом распределены значения основных таксационных показателей древостоев вокруг построенной линии тренда динамики средних показателей по группам густот, может служить необходимой теоретической базой при исследовании динамики продуктивности и товарности древостоев в зависимости от густоты.

Для того, чтобы отразить характер расположения наблюдений вокруг среднего, служат показатели вариации.

Анализ распределения основных таксационных показателей древостоев по группам густоты вокруг средних их показателей по каждой группе даст возможность повысить надежность планирования исследований, теоретического обоснования при подборе материала для изучения свойств объектов и др.

Объекты исследования варьирования таксационных показателей в зависимости от густоты. Для изучения вариации основных таксационных показателей сосновых древостоев в рамках ранее выделенных групп густот [2] использовалась стратифицированная выборка повыделной базы данных лесоустройства на 1 января 2006 года. Страты формировались по геоботаническим районам. В каждой страте отбирались случайным образом по два лесхоза. В результате изучения варьирования таксационных показателей в зависимости от густоты выполнялось на основе повыделной базы данных (ПБД) четырнадцати лесхозов (Полоцкий, Витебский, Сморгонский, Борисовский, Оршанский, Лидский, Барановичский, Осиповичский, Бобруйский, Могилевский, Кобринский, Лунинецкий, Петриковский, Речицкий), которые равномерно представляют каждый из семи лесорастительных районов республики.

Основная часть. Показатели вариации, анализируемые в данной работе. Одним из важных показателей вариации служит *среднеквадратическое отклонение*, которое является квадратным корнем из дисперсии [4]:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (1)$$

где S_x – среднеквадратическое отклонение; n – число наблюдений, для которых вычисляют среднюю; x_i – варианта; \bar{x} – средняя величина.

Среднеквадратическое отклонение выражается в тех же единицах измерения, что и анализируемый признак.

В некоторых случаях при характеристике вариации признака удобнее использовать такой показатель, как коэффициент вариации. *Коэффициент вариации* показывает, сколько процентов составляет среднеквадратическое отклонение от среднего арифметического:

$$V = \frac{S_x}{\bar{x}} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Для того, чтобы оценить степень симметричности распределения наблюдений относительно среднего значения, используют коэффициент асимметрии, который вычисляется по формуле

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{nS_x^3} . \quad (3)$$

Вышеизложенные показатели вариации анализировались для следующих основных таксационных показателей: средние диаметры и высоты насаждений, а также запас древостоя на 1 га.

В качестве примера на рис. 1 отображена динамика среднеквадратических отклонений средних диаметров по группам густот для сосняков черничных. Динамика показателей вариации средних диаметров для сосняков черничных характерна для остальных исследуемых типов леса.

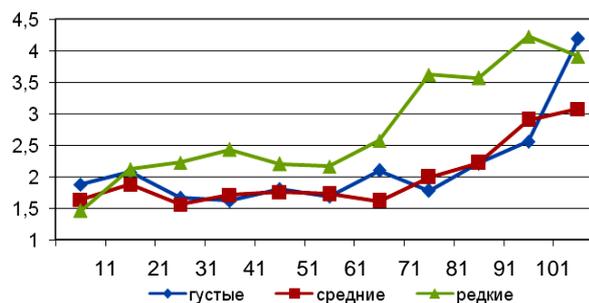


Рис. 1. Динамика среднеквадратических отклонений средних диаметров в сосняках черничных

Как видно из рис. 1, с возрастом среднеквадратическое отклонение средних диаметров по всем анализируемым типам леса во всех трех группах возрастает. Для редких древостоев среднеквадратическое отклонение данного показателя больше, чем в древостоях средней густоты и густых древостоях. По всем типам леса среднеквадратическое отклонение средних диаметров имеет равное значение и составляет в молодняках и средневозрастных насаждениях от 1,1 до 2,5 см, а в спелых древостоях достигает 4–5 см. На рис. 2 отображена динамика коэффициентов вариации средних диаметров по группам густот в сосняках черничных.

Анализ динамики коэффициентов вариации средних диаметров показал, что данная статистика для всех групп густот и типов леса с возрастом уменьшается. Не наблюдается прямой зависимости коэффициента вариации от густоты. Можно отметить, что данный показатель

в густых древостоях для сосняков мшистых, черничных, орляковых и вересковых в молодняках выше, чем в средней густоты древостоях и редких. В спелых древостоях коэффициент вариации выше в редких насаждениях.

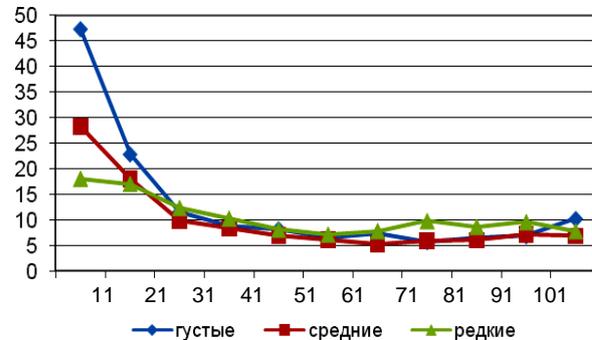


Рис. 2. Динамика коэффициентов вариации средних диаметров в сосняках черничных

На рис. 3 отображена динамика коэффициентов асимметрии средних диаметров древостоев по группам густот в сосняках черничных.

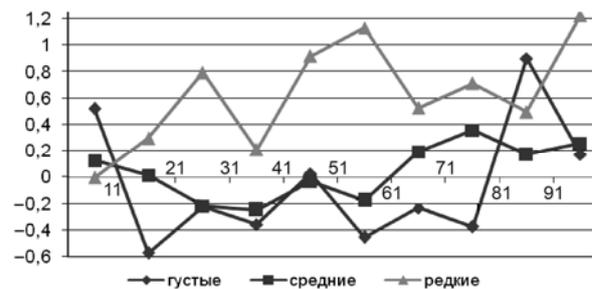


Рис. 3. Динамика коэффициентов асимметрии средних диаметров в сосняках черничных

Распределение средних диаметров в рамках групп густот имеет асимметричный характер, о чем свидетельствуют коэффициенты асимметрии (рис. 3).

Значения коэффициентов асимметрии в различных возрастных интервалах существенно отличаются. Для редких древостоев в целом характерна правосторонняя, или положительная, асимметрия кривой распределения, для густых древостоев (за исключением молодняков первого класса возраста и спелых древостоев) – левосторонняя, или отрицательная. Анализируемые показатели вариации средних высот древостоев в сосняках мшистых и вересковых приведены в табл. 1. Данная в таблице динамика вариации характерна для всех рассматриваемых типов леса. Анализируя данные табл. 1, можно сделать следующие выводы. С возрастом среднеквадратическое отклонение средних высот, также как и средних диаметров, по всем анализируемым типам леса во всех трех группах увеличивается. Прямой зависимости данно-

го показателя по средним высотам от группы густоты не наблюдается.

По всем типам леса среднеквадратическое отклонение средних высот составляет в молодняках и средневозрастных насаждениях от 1,2 до 2,1 м, а в спелых древостоях достигает 2,6–3,0 м (т. е. увеличивается незначительно).

Анализ динамики коэффициентов вариации средних высот показал, что данная статистика для всех групп густот и типов леса с возрастом уменьшается. Здесь также не наблюдается прямой зависимости коэффициента вариации от густоты. Коэффициент вариации средних высот меньше коэффициента вариации средних диаметров.

Распределение средних высот в рамках групп густот также имеет асимметричный характер. Коэффициенты асимметрии для всех типов леса (за исключением ранних молодняков и спелых древостоях) не превышают $\pm 0,5$. С возрастом коэффициент асимметрии увеличивается. В целом характерна правосторонняя, или положительная, асимметрия кривой распределения средних высот. Прямой зависимости данного показателя по средним высотам от группы густоты не наблюдается.

Анализируемые показатели вариации по пасам растущего древостоя сосняков мшистых и черничных приведены в табл. 2.

Таблица 1

Показатели вариации средней высоты древостоях по группам густот и типам леса

Тип леса	Группа густоты	Показатели вариации	Возрастные интервалы									
			11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	101–110
Сосняки черничные	Густые	Среднеквадратическое отклонение	1,32	1,74	1,45	1,60	1,48	1,41	1,96	1,30	2,09	–
		Коэффициент вариации	1,78	1,63	1,64	1,51	1,63	1,75	1,83	1,80	2,10	1,46
		Коэффициент асимметрии	35,47	16,72	11,54	8,54	7,92	7,47	7,07	6,51	7,32	4,90
	Средние	Среднеквадратическое отклонение	0,48	–0,47	0,04	0,00	0,24	0,15	0,08	0,63	0,92	1,09
		Коэффициент вариации	1,59	1,81	1,70	1,63	1,67	1,92	1,74	1,88	2,02	2,14
		Коэффициент асимметрии	29,00	19,27	11,99	8,92	7,82	7,93	6,68	6,73	6,92	7,04
	Редкие	Среднеквадратическое отклонение	0,14	–0,08	0,03	–0,19	0,02	–0,20	0,00	0,24	0,73	1,16
		Коэффициент вариации	1,61	1,66	1,81	1,66	1,61	1,93	1,87	2,00	2,14	1,64
		Коэффициент асимметрии	26,50	17,08	12,93	8,96	7,73	8,16	7,24	7,21	7,29	5,50
Сосняки мшистые	Густые	Среднеквадратическое отклонение	1,74	1,41	1,69	1,62	1,62	1,89	1,88	1,79	1,64	1,48
		Коэффициент вариации	40,55	14,28	12,31	9,31	7,94	8,24	7,40	6,39	5,62	4,92
		Коэффициент асимметрии	0,55	0,15	0,04	0,04	0,32	0,18	0,31	0,45	0,45	1,05
	Средние	Среднеквадратическое отклонение	1,61	1,57	1,84	1,78	1,70	1,89	1,80	1,69	2,34	1,03
		Коэффициент вариации	32,33	15,91	13,06	10,01	8,25	7,91	7,00	6,11	7,84	3,33
		Коэффициент асимметрии	0,08	–0,10	–0,30	0,00	0,32	–0,06	–0,18	0,14	1,31	0,54
	Редкие	Среднеквадратическое отклонение	2,09	1,60	1,91	1,73	1,77	1,98	2,00	2,49	2,63	–
		Коэффициент вариации	33,57	16,16	13,52	9,44	8,56	8,43	7,82	8,89	8,72	–
		Коэффициент асимметрии	1,91	–0,38	–0,08	–0,29	0,22	0,02	0,44	0,80	0,68	–

Таблица 2

Показатели вариации запасов растущих древостоев по группам густот и типам леса

Тип леса	Группа густоты	Показатели вариации	Возрастные интервалы									
			11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	101–110
Сосняки мшистые	Густые	Среднеквадратическое отклонение	21,93	30,79	36,42	31,33	32,30	32,68	39,94	36,48	17,66	67,01
		Коэффициент вариации	64,40	28,89	21,78	14,51	13,34	12,46	14,13	11,75	6,25	24,20
		Коэффициент асимметрии	1,53	0,79	0,38	0,21	0,94	0,34	0,90	–0,43	–0,31	1,09
	Средние	Среднеквадратическое отклонение	18,81	31,75	31,62	32,65	35,41	39,52	31,81	36,51	42,89	28,87
		Коэффициент вариации	47,21	30,95	19,84	16,47	15,42	15,34	11,69	13,32	14,82	10,65
		Коэффициент асимметрии	0,87	0,59	–0,06	0,21	–0,11	–0,13	–0,17	–0,27	2,34	1,43
	Редкие	Среднеквадратическое отклонение	32,77	30,77	31,49	36,15	37,00	38,97	40,19	43,97	37,10	–
		Коэффициент вариации	64,18	32,40	22,31	19,56	17,66	17,50	17,98	18,36	15,19	–
		Коэффициент асимметрии	3,07	0,70	0,02	–0,27	0,24	0,27	0,33	0,27	–0,45	–
Сосняки черничные	Густые	Среднеквадратическое отклонение	31,35	39,02	44,09	49,48	51,52	41,02	43,16	44,11	41,68	–
		Коэффициент вариации	20,30	18,19	16,92	16,13	14,83	11,71	12,46	12,38	11,91	–
		Коэффициент асимметрии	1,07	0,70	0,63	0,67	2,11	0,63	0,64	0,66	–0,47	–
	Средние	Среднеквадратическое отклонение	31,01	27,24	8,62	38,07	39,25	40,98	44,55	45,99	49,80	34,95
		Коэффициент вариации	83,15	24,70	4,29	14,40	13,29	12,50	13,43	14,11	15,02	10,41
		Коэффициент асимметрии	1,57	1,79	–0,04	0,37	0,16	0,58	0,02	0,90	1,15	0,02
	Редкие	Среднеквадратическое отклонение	5,70	41,83	46,52	42,25	50,35	49,04	59,83	58,44	72,07	56,55
		Коэффициент вариации	7,45	33,27	23,19	17,39	18,52	17,06	19,52	19,53	24,01	17,78
		Коэффициент асимметрии	0,12	0,28	1,58	–0,20	0,27	0,11	0,35	0,02	–0,14	0,72

Анализируя данные табл. 2, можно сделать следующие выводы. Среднеквадратическое отклонение запасов растущего древостоя по всем анализируемым типам леса во всех трех группах густоты с возрастом увеличивается. Также прослеживается тенденция увеличения среднеквадратического отклонения запасов растущего древостоя с улучшением условий мест произрастания. Так, среднеквадратическое отклонение в средневозрастных древостоях для сосняка мшистого 30–35 м³, сосняка черничного – 35–40 м³. Прямой зависимости данного показателя по растущим запасам от группы густоты не наблюдается.

Анализ динамики коэффициентов вариации растущих запасов показал, что данная

статистика для всех групп густот и типов леса с возрастом уменьшается. В редких древостоях данный показатель больше по сравнению с остальными двумя группами.

Распределение растущих запасов в рамках групп густот также имеет асимметричный характер. Для всех типов леса (за исключением средневозрастных сосняков черничных и приспевающих сосняков вересковых) характерна правосторонняя, или положительная, асимметрия. Коэффициент асимметрии в густых древостоях имеет большее значение по сравнению с остальными группами густот.

Заключение. В работе рассмотрено варьирование трех основных таксационных характеристик: средние диаметр и высота древосто-

ев и запас растущего древостоя. Для редких древостоев среднеквадратическое отклонение средних диаметров больше, чем для древостоев средней густоты и густых. С улучшением условий мест произрастания среднеквадратическое отклонение растущих запасов увеличивается. Коэффициент вариации средних высот меньше коэффициента вариации средних диаметров. В редких древостоях коэффициент вариации растущих запасов больше по сравнению с остальными двумя группами.

Распределение анализируемых таксационных показателей в рамках групп густот имеет асимметричный характер. Для редких древостоев в целом характерна правосторонняя, или положительная, асимметрия кривой распределения средних диаметров, для густых древостоев (за исключением молодняков первого класса возраста и спелых древостоев) – левосторонняя, или отрицательная. Для распределения средних высот характерна право-

сторонняя, или положительная асимметрия. Коэффициент асимметрии распределения растущих запасов древостоев в густых насаждениях имеет большее значение по сравнению с остальными.

Литература

1. Анучин, П. П. Лесная таксация: учебник для вузов / П. П. Анучин. – 5-е изд., доп. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Азарчик, Р. В. Таблицы продуктивности модельных сосновых древостоев разной густоты / Р. В. Азарчик // Лесное и охотничье хоз-во. – 2010. – № 2. – С. 23–28.
3. Азарчик, Р. В. Таблицы хода роста для таксации сосновых древостоев разной густоты / Р. В. Азарчик // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. – 2008. – Вып. XVI. – С. 88–92.
4. Атрощенко, О. А. Лесная биометрия: учеб. пособие / О. А. Атрощенко, В. П. Машковский. – Минск: БГТУ, 2010. – 329 с.

Поступила 21.02.2011