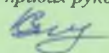


Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова»
Факультет «Природообустройство и лесное хозяйство»
Кафедра «Лесоводство и лесная таксация»

На правах рукописи



Синяговский Вадим Александрович

**ВЗАИМОСВЯЗИ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВОСТОЕВ
СОСНЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертация на соискание академической степени магистра лесного дела
по направлению 560900.68 «Лесное дело»

Направление специальной подготовки: «Лесоустройство, лесная таксация, управление
лесами и природопользование»

Научный руководитель: к.с.-х.н.,
доцент С.В. Кабанов

Саратов 2012

Работа выполнена на кафедре «Лесоводство и лесная таксация» Саратовского государственного аграрного университет им. Н.И. Вавилова

Научный руководитель: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Кабанов Сергей Владимирович

Рецензент: кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав.
кафедрой «Садово-парковое и ландшафтное
строительство» Терешкин Александр Валериевич

Защита магистерской диссертации состоится « 2 » июня 2012 года на заседании государственной аттестационной комиссии в Саратовском государственном аграрном университете им. Н.И.Вавилова по адресу 410060, г. Саратов, ул. Советская, д. 60 в ауд. 115

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале библиотеки Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Таксационные исследования лесов Саратовской области чаще всего затрагивали наиболее распространенные здесь дубовые древостои. Изучению таксационных особенностей насаждений других пород уделялось недостаточное внимание.

Одной из наиболее ценных древесных пород Саратовской области является сосна обыкновенная. На ее долю приходится 13,9 % от общей площади земель, покрытых лесной растительностью. Площадь насаждений этой древесной породы постоянно увеличивается. Лесным планом Саратовской области прогнозируется сохранение этой тенденции в ближайшее десятилетие. Поэтому всесторонне изучение этих лесов становится все более актуальной задачей как с точки зрения рационального ведения хозяйства в них, так и оценки, использования их ресурсного (сырьевого и экологического) потенциала.

Объектом наших исследований стали наиболее ценные сосновые насаждения Саратовской области.

Цель исследования – изучить статистические параметры и взаимосвязи таксационных показателей модальных древостоев сосны.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

-изучить природно-экономические условия Саратовской области;
-охарактеризовать место сосны в лесном фонде Саратовской области и состояние сосняков;

-установить статистические показатели таксационных параметров модальных сосняков 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета по классам возраста;

-изучить взаимосвязи таксационных показателей древостоев сосны 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета.

Научная новизна.

Впервые для объекта исследований изучена вариация таксационных показателей модальных древостоев сосны и получены точные регрессионные модели взаимосвязей основных таксационных показателей древостоев.

Практическая ценность.

Результаты исследований уточняют представление о современном состоянии сосняков Саратовской области. Выведенные регрессионные модели могут быть использованы для актуализации таксационных показателей древостоев сосны 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета и оценки их сырьевых характеристик.

Апробация работы. Основные результаты диссертации исследований докладывались и обсуждались на ежегодных научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и магистрантов СГАУ им. Н.И. Вавилова (Саратов 2009-2012 гг.); на международной научно-практической конференции «Вавиловские чтения» (Саратов, 2010 г.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано две работы.

Личный вклад автора заключается в обосновании темы, определении цели и задач исследований, выборе участков исследования, разработке и уточнении методики исследований, в проведении полевых работ, анализе, обобщении и интерпретации представленных в диссертации материалов.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложений. Текст диссертации изложен на 123 страницах печатного текста, включает 21 таблицу, 15 рисунков. Список литературы включает 101 наименование.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Статистические параметры таксационных показателей модальных древостоев сосны 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета.

2.Регрессионные модели взаимосвязей таксационных показателей модальных древостоев сосны 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета.

Глава I.ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Саратовская область расположена на юго-востоке Европейской части России и граничит на севере с Пензенской и Ульяновской, на северо-востоке с Самарской и Оренбургской, юго-востоке и юге с Казахстаном и Волгоградской областью, на юго-западе и западе с Воронежской и Тамбовской областями.

Река Волга делит территорию области на две части: Правобережная часть, площадью 4,6 млн.га, и Левобережную – 5,5 млн.га. По своим природным условиям Правобережье и Левобережье области неодинаковы. Правобережье отличается от Левобережья большим разнообразием поверхности и более возвышенным рельефом. На востоке оно представлено Приволжской Возвышенностью, а на западе – восточной частью Донской равнины. Приволжская возвышенность, образующая высокий правый берег Волги, представляет собой сильно изрезанную речными долинами и оврагами площадь с преобладающими высотами 200-250 м. Общее падение высот идёт как в южном, так и в западном направлении.

Климат области вследствие удалённости её территории от морей и океанов, характеризуется ослаблением западного переноса воздушных масс и усилением континентальности, что проявляется в общем удлинении зимы, сокращении переходных периодов, увеличении морозоопасности в начале и конце вегетационного периода, возрастании годовой амплитуды колебания температур, уменьшении вероятности пасмурного неба и увеличением ясного.

Атмосферные осадки определяются, главным образом, циклонической деятельностью, которая наиболее интенсивна в западных районах и менее в юго-восточных. Среднегодовое количество осадков изменяется от 450 мм на западе до 300 мм и менее на юго-востоке. В отдельные годы отклонения от средних достигают значительных величин. Основной причиной засушливых сезонов является устойчивый антициклонический процесс, протекающий как над областью, так и над другими районами.

Глава 2. ПРОГРАММА, МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ, ОБЪЁМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

В программу исследований были включены следующие вопросы:

- изучить природно-экономические условия Саратовской области;
- по литературным источникам изучить состояние вопроса и написать литературный обзор;
- по материалам государственного лесного реестра охарактеризовать место сосны в лесном фонде Саратовской области и общее состояние сосняков;
- из электронных повыведельных баз данных Базарно-Карабулакского, Новобурасского, Черкасского и Вольского лесничеств Саратовской области сформировать выборку сосновых выделов; провести ее сверку с таксационными описаниями, выявить и исправить все ошибки;
- заложить 10 пробных площадей в наиболее типичных сосновых древостоях разного возраста;
- установить статистические показатели таксационных параметров сосняков 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета по классам возраста;
- изучить взаимосвязи между таксационными показателями древостоев сосны 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета;

Пробные площади закладывались и обрабатывались в соответствии с требованиями ОСТ-56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки». Для определения

достаточного количества деревьев на пробе использовали рекомендации С.Н. Свалова (1980), рассчитанными на определение среднего диаметра с 2%-ной точностью.

Обработка данных таксации пробных площадей проводилась с использованием программы LifeIII.

При установлении взаимосвязей между таксационными показателями насаждений использовалось множественное регрессионное моделирование.

Статистическая обработка данных производилась на персональном компьютере с помощью программы Statistica 6.1 и CurveExpert.

Выборка из таксационных описаний четырёх лесничеств Саратовской области – Черкасского, Базарно-Карабулакского, Ново-Бурасского и Вольского составила 2691 выдел. Общая площадь насаждений – 10261,3 га. Распределение количества (числитель) и площади (знаменатель) таксационных выделов, вошедших в выборку, приводится в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Распределение количества (числитель) и площади (знаменатель) таксационных выделов, вошедших в выборку по классам возраста и классам бонитета

Бонитет	Класс возраста										Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	81	201	166	31	3		1				483
	581,8	1163	552,1	73,1	4,3		3,6				2377,9
2	291	303	127	56	8	7	1				793
	1294,1	999,8	334,4	175,4	33,6	23,4	7,8				2868,5
3	343	252	75	78	31	32	4	3			818
	1297,2	767,8	167,8	304,8	139,6	128,9	41,5	8,8			2856,4
4	295	174	15	12	14	16	4				530
	1290	488,7	32,6	24,6	46,2	48,9	18,9				1949,9
5	13	15	1			1	1			1	32
	36,7	25,5	9,1			6	2,7			3	83
Итого	1024	964	398	177	56	56	12	3		1	2691
	4502,7	3520,5	1140,3	577,9	223,7	207,2	77,2	8,8		3	10261,3

Для трёх классов бонитета (2-го, 3-го и 4-го) была получена выборка, достаточная для дальнейших исследований по объёму и охвату классов возраста. Площадь насаждений 2-го класса бонитета составила 28%, 3-го класса бонитета – 27,8%, 4-го класса бонитета – 19,0% от общей площади выделов выборки.

Возрастная структура сосняков включает древостои 1-10-го классов возраста. Возрастная структура неравномерная, но в целом более равномерная по сравнению с другими древесными породами (такими, как порослевой дуб, осина и другие). Во всех классах бонитета преобладают насаждения 1-го и 2-го классов возраста. В сумме они составляют 78,2%. Начиная с 5-го класса возраста, насаждения сосны представлены незначительным количеством и по мере увеличения возраста представленность становится все меньше. Наиболее старовозрастными являются сосняки 8-го и 10-го классов возраста, но это единичные насаждения. Возрастная структура сосняков 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета близка к описанной для всех сосняков.

Полнота сосняков разнообразна, но практически более 90% сосняков имеют полноту 0,7 и выше. Низкополнотные сосняки встречаются очень редко. Сосняков с полнотой 1,0 также не много (6,9%). Около 40% всех сосняков имеют полноту 0,8. Насаждения с полнотой 0,7 и 0,9 занимают в сумме примерно такую же площадь (42,7%).

Выявлены типы условий местопрорастания, на которых произрастают сосняки (табл. 2.2). Наиболее широко сосняки распространены в дубравных (57,8%) и судубравных (41,6%) условиях местопрорастания. По условиям увлажнения сосняки встречаются от сухих до влажных гигротопов. Наибольшую площадь в выборке составили сосняки, произрастающие в свежих условиях (36,7%) и в переходных от сухих к свежим (45,8). 10,6% сосняков приходится на переходные условия от свежих к влажным. Влажные сосняки занимают всего 0,1% от выборки.

Почти половина сосняков (45,8%) произрастают в эдатопах С₁₋₂ (табл. 2.3). Всего сосняки зафиксированы в 10-ти эдатопах. Также большая площадь (27,9%) приходится на эдатопа Д₂. Существенную представленность имеют еще два эдатопа – Д₂₋₃ и С₂. Площади сосняков в остальных эдатопах не велики.

Таблица 2.2. Распределение количества (числитель) и площади (знаменатель) таксационных выделов, вошедших в выборку, по классам бонитета и типам лесорастительных условий (ТЛУ)

Бони тет	ТЛУ															Общ ий итог
	A0	A1	A2	B0	B1	B2	B3	D1	D2	D2-3	C0-1	C1	C1-2	C2	C3	
1		11	87		21	66	2	7	2			140	14	132	1	483
		27,8	854,2		95,6	555	27,2	26,5	3,3			442,8	47,8	296,2	1,5	2377,9
2		4	97	10	37	33	8	72	2	1		379	25	124	1	793
		15,3	743,5	33,1	140,5	177,5	126,1	282,6	4,8	2,3		990,5	63,5	287,2	1,6	2868,5
3		132	7	8	25	6		112		1	1	394	47	85		818
		493,8	32,5	62,4	65,9	18		468,9		15	3,1	1161,	7	190	345,1	2856,4
4	2	11		10	14	5		38			2	421	16	11		530
	2,6	31,9		21,5	50,5	11,5		160,4			4	1573,	2	65,8	28,5	1940,9
5						1		2				29				32
						9,1		6,3				67,6				83
Итого	3	158	200	28	97	119	10	231	4	2	4	1369	102	362	2	2691
	5,3	568,8	1665,6	117	352,5	817,8	153,3	944,7	8,1	17,3	7,6	4252,2	367,1	980,9	3,1	10261,3

Таблица 2.3. Распределение количества (числитель) и площади (знаменатель) таксационных выделов, вошедших в выборку по классам бонитета и типам леса

Бони тет	Типы леса											
	Дбм	Дкл	Дорл	Дос	Дост	Дпкл	Дсн	Дузм	Оскп (Втлп)	Сд	Сдл	Сдк
1	14					7		10		127	132	1
	47,8					26,5		25,6		282,5	421,4	1,5
2	20	1	1	2		72	1	54	2	121	326	
	47,9	2,3	3,5	3,6		282,6	2,6	106,1	6,3	279,5	890,9	
3	43	1	2		1	112		30		83	365	
	147,7	15	6,9		3,1	468,9		93,5		343,9	1105,7	
4	16		1		2	37		10		9	412	
	68		0,3		4	157,9		13,5		25,5	1562,9	
5						2		3			26	
						6,3		5,3			62,3	
Итого	93	2	4	2	4	230	1	107	2	350	1267	1
	311,4	17,3	10,7	3,6	7,6	942,2	2,6	244	6,3	955,3	4059,6	1,5

В сосняках, вошедших в выборку, отмечено 19 коренных типов леса, но достаточно большую площадь занимают только 5: дубняк боромятликовый (12,2%), дубняк орляковый (33,9%), дубняк волосистоосоковый (27,8%), дубняк снытевый (10,5%), сосняк дубовый (8,1%).

В соответствии с общими предпосылками регрессионного анализа при оценке уравнений связи нами приняты следующие положения (Дрейнер, Смит, 1973):

- регрессионная модель должна объяснять не менее 80% вариации изучаемого показателя;

- стандартная ошибка уравнения должна составлять не более 5% среднего значения предсказываемого признака;

- оценка значимости коэффициентов регрессии по t-критерию производилась на уровне значимости 0,05;

- остатки от регрессии должны быть минимальны и без заметной автокорреляции ($PI < 0,300$), нормально распределены и без систематической составляющей.

Критерий Фишера использовался как общий критерий значимости регрессии.

Известно, что основным фактором, определяющим динамику древостоев элементов леса и насаждений в целом, являются условия местопроизрастания (Третьяков, 1927). Поэтому анализ динамики роста и установления взаимосвязей между таксационными показателями нами был проведен для древостоев одного уровня производительности.

Для надежного определения показателей требуется тщательный отбор зависимых и не зависимых переменных. При выборе зависимых переменных мы остановились на показателях роста, так как при их определении погрешности меньше, чем при определении показателей прироста (Кузьмичев, 1977). Основными независимыми переменными при изучении роста древостоев одного уровня производительности являются возраст, густота, полнота древостоев.

Глава 3. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕСОТАКСАЦИОННЫХ НОРМАТИВОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВОСТОЕВ

В зависимости от целевого назначения, области применения, методики подбора и характеристики экспериментального материала, видов использованных связей и т. д. различают несколько типов нормативно-справочных материалов, характеризующих рост и продуктивность насаждений. В территориальном аспекте большинство таблиц относится к категории местных, т. е. по замыслу их авторов они могут быть применимы только в пределах определенных территориальных границ. По мере накопления местных таблиц хода роста и установления связей между отдельными таксационными показателями, а последних – с условиями среды и географическими районами появилась возможность совместного их анализа и составления обобщенных таблиц хода роста. Такая попытка впервые была предпринята Гергардтом в 1921-1930 гг. в Германии, а в 1931 г. А. В. Тюриным в нашей стране. А. В. Тюрин в основу своих таблиц, названных всеобщими, положил как местные отечественные, так и зарубежные таблицы хода роста. В частности, таблицы нормальных сосновых насаждений составлены им на базе своих же таблиц для Архангельской области, таблиц Варгаса де Бедемара для С. – Петербургской губернии, таблиц Ильвессало для Финляндии, Мааса – для Швеции и Шваппаха – для Северо – Германской низменности. Бурными темпами работы по изучению хода роста и составлению таблиц начали осуществляться в годы Советской власти и особенно в последние 2-3 десятилетия. Появилась целая серия работ, среди которых наиболее значительными являются исследования: В. В. Антанайтиса (1958), Л. В. Бицына (1965), П. В. Воропанова (1950, 1966), П. В. Горского (1962, 1967), И. И. Гусева (1964), М. В. Давидова (1956, 1959, 1965), В. Н. Дракина, Д. И. Вуевского (1940), А. Д. Дударева (1949), В. К. Захарова (1956, 1957, 1958, 1965), Б. Б. Зайде (1967, 1968), А. Н. Карпова (1955), В. И. Левина (1954, 1960), А. С. Матвеева – Мотина (1962), В. Б. Козловского, В. М. Павлова

(1967), Н. П. Курбатского, Г. А. Мокеева (1937), В. Ф. Лебкова (1965), А. Г. Мошкалева (1957), И. М. Науменко (1956), К. Е. Никитина (1966), Н. В. Огородова (1950, 1951), А. И. Питкина (1967), А. Н. Полякова (1959), Г. С. Разина (1966, 1967), Ю. Н. Савича (1962), Н. Н. Свалова (1967, 1969, 1972), И. В. Семечкина (1954, 1959), А. Л. Тшука (1958), Г. Ф. Хильмы (1955), С. С. Шанина (1967), Г. А. Ходота (1959).

Глава 4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛЕСНОГО ФОНДА СОСНЯКОВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Общая площадь лесов Саратовской области по состоянию на 1 января 2010 года составляет 732,9 тыс. га. Леса представлены естественными древостоями по поймам рек и в нагорной части территории, а также искусственно созданными насаждениями различных пород. С 1960-1961 по 2010 годы увеличилась площадь хвойных насаждений в 3,8 раза, запас – в 2,9 раза. Основная порода хвойных насаждений – сосна обыкновенная. Доля сосны обыкновенной в составе покрытых лесом земель увеличена с 4 % до 13,4 %. Сосна обыкновенная стала второй по площади породой на территории области после дуба черешчатого.

Основной лесообразующей породой области является дуб, который произрастает на площади 253,1 тыс. га. Площадь насаждений сосны составляет 77,4 тыс. га, осины – 40,4 тыс. га, березы – 32,9 тыс. га, липы – 32,9 тыс. га и ивы – 29,4 тыс. га.

На территории Саратовской области произрастают более 30 древесных и столько же кустарниковых пород. В лесном фонде хвойные породы произрастают на площади 78,5 тыс. га, на твердолиственные приходится 328,9 тыс. га, на мягколиственные – 160,3 тыс. га (табл. 4.1). Сосняки составляют наибольшую долю среди хвойных насаждений – 98,6 %.

Таблица 4.1. Породная структура лесов Саратовской области

Породы	УЛФ на 01.01.2010г.			
	площадь, тыс. га	доля к общей площади, %	запас, млн. м ³	доля к общему запасу, %
Хвойное:				
Сосна	77,4	13,4	6,54	10,8
Лиственница	1,1	0,2	0,13	0,2
Ель	менее 0,1	0		
Итого хвойных	78,5	13,6	6,67	11
%	473		390	
Твердолиственные:		0		
Дуб в/ств.	30,9	5,4	3,89	6,4
Дуб и/ств.	222,2	38,5	25,72	42,5
Итого дуба	253,1	43,8	29,61	49
%	101		140	
Ясень	23,3	4	0,96	1,6
Клен	14,9	2,6	0,79	1,3
Вяз	36,4	6,3	1,77	2,9
Акация белая	1,2	0,2	0,03	0
Итого твердолиственных	328,9	57	33,17	54,9
%	123		150	
Береза	32,9	5,7	3,3	5,5
Осина	40,4	7,0	5,3	8,8
Ольха черная	8,4	1,5	1,17	1,9
Липа	32,9	5,7	5,61	9,3
Тополь	16,3	2,8	2,37	3,9
Ива древовид.	29,4	5,1	2,59	4,3
Итого мягколиственных	160,3	27,8	20,37	33,7
%	206		239	
Итого основные породы	567,7	98,3	60,21	99,6
%	157		186	

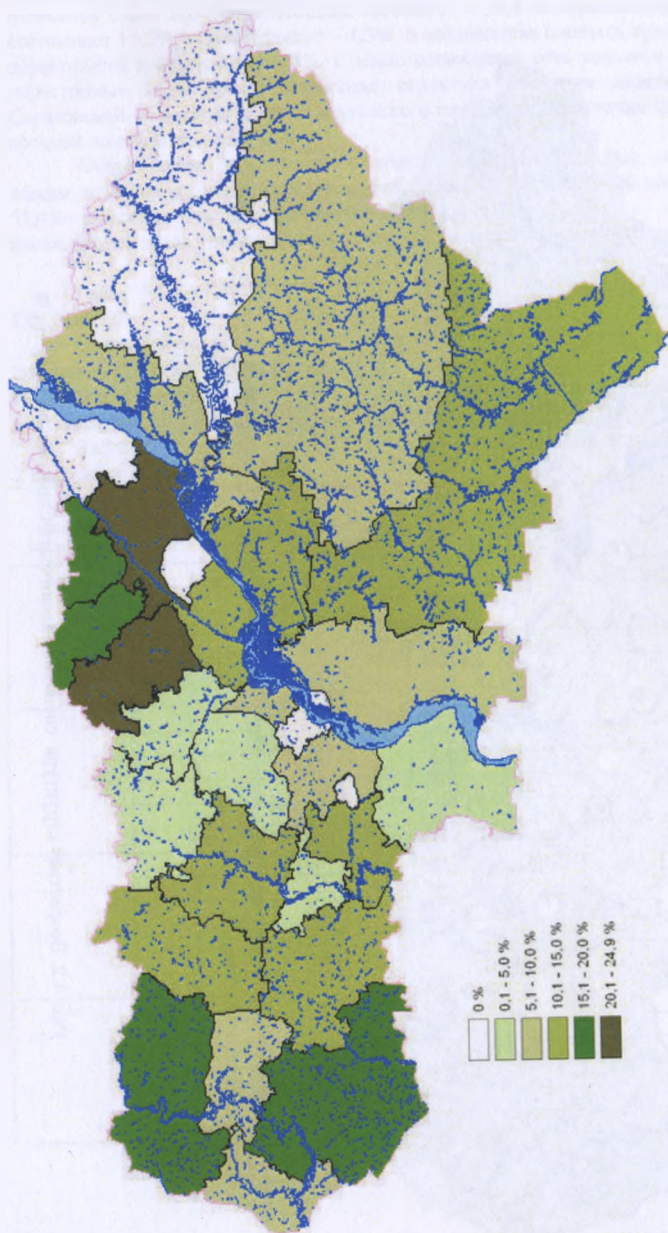


Рис. 4.1. Доля участия сосны в лесном фонде лесничеств Саратовской области, %



Рис. 4.2. Возрастная структура сосняков лесничеств Саратовской области, %

Возрастная структура сосняков неравномерная. В целом по области более 80% насаждений относится к молоднякам (82,3%), причем к насаждениям 1-го класса возраста относится более половины площади сосняков – 55,5%. Средневозрастные насаждения составляют 15,5%, припевающие – 1,3% и наименьшая площадь приходится на спелые и перестойные насаждения – 0,5%. Спелые насаждения есть только в семи лесничествах, перестойные – в трех. Возрастная структура сосняков отдельных лесничествах Саратовской области варьирует, но только в некоторых достаточно сильно отличается от средней по области (рис. 4.2).

Общий запас основных насаждений составляет 6255 тыс. м³. Доля сосняков в общем запасе насаждений Саратовской области – 10,8%, что на 3% ниже, чем по площади. 51,4% запаса сосняков сосредоточено в молодняках и 43,7% – в средневозрастных насаждениях, запас припевающих, спелых и перестойных насаждений незначителен.

Глава 5. СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНЯКОВ

Степень варьирования основных таксационных показателей древостоев, таких как средняя высота (Н), средний диаметр осины (D), относительная полнота (Р) и запаса на 1 га (М), характеризуют табл. 5.1, 5.2., 5.3. В модальных древостоях сосны сохраняются все основные лесотаксационные закономерности.

Таблица 5.1. Основные статистики таксационных показателей насаждений сосны 2 класса бонитета

Таксационные показатели	Класс возраста	Среднее ± ошибка среднего	Размах	Дисперсия	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
Н	1	3,8±0,09	9,0	2,81	1,67	43,6
	2	10,5±0,12	11,0	4,53	2,12	20,1
	3	15,3±0,15	8,0	3,16	1,77	11,3
	4	20,2±0,22	7,0	2,90	1,70	8,4
	5	23,3±0,56	5,0	2,55	1,59	6,8
	6	26,5±0,42	3,0	1,28	1,13	4,2
D	1	5,5±0,14	15,0	5,87	2,42	43,2
	2	12,6±0,16	14,0	7,92	2,81	22,3
	3	19,3±0,28	20,0	16,4	3,22	16,7
	4	26,0±0,51	14,0	14,9	3,87	14,8
	5	31,2±2,32	20,0	43,3	6,58	21,0
	6	39,4±2,29	20,0	36,9	6,07	15,4
Р	1	6,4±0,06	5,0	1,4	1,18	18,5
	2	7,5±0,06	6,0	1,9	1,15	15,3
	3	7,2±0,09	5,0	1,1	1,05	14,5
	4	7,0±0,15	4,0	1,2	1,13	16,1
	5	7,6±0,32	3,0	0,83	0,91	12,0
	6	6,2±0,47	3,0	1,57	1,25	19,9
М	1	2,3±0,08	7,0	1,8	1,3	57,0
	2	10,8±0,22	23,0	15,2	3,9	36,1
	3	17,9±0,34	19,0	1,11	3,91	21,7
	4	24,6±0,64	17,0	23,1	4,8	19,5
	5	32,1±1,88	13,0	28,4	5,3	16,5
	6	35,2±3,06	23,0	65,9	8,11	23,0

Таблица 5.2. Основные статистики таксационных показателей насаждений сосны 3 класса бонитета

Таксационные показатели	Класс возраста	Среднее ± ошибка среднего	Размах	Дисперсия	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
Н	1	3,0±0,07	6,0	1,69	1,3	43,0
	2	8,5±0,12	11,0	3,68	1,9	22,4
	3	13,0±0,21	8,0	3,37	1,8	14,0
	4	17,5±0,14	8,0	1,73	1,3	7,5
	5	20,2±0,26	7,0	2,24	1,4	7,4
	6	22,0±0,20	6,0	1,38	1,1	5,3
D	1	4,5±0,12	11,0	4,62	2,1	47,3
	2	10,7±0,16	16,0	6,96	2,6	24,5
	3	17,4±0,42	20,0	13,7	3,7	21,2
	4	26,5±0,50	22,0	19,8	4,4	16,7
	5	31,6±0,66	18,0	13,6	3,6	11,6
	6	32,4±0,60	12,0	11,5	3,3	10,4
P	1	6,06±0,06	7,0	1,57	1,2	20,6
	2	7,07±0,08	6,0	1,77	1,3	18,7
	3	7,01±0,16	6,0	1,95	1,3	19,9
	4	6,4±0,12	4,0	1,18	1,08	16,9
	5	6,2±0,20	5,0	1,27	1,3	17,9
	6	6,1±0,21	5,0	1,44	1,2	19,4
M	1	1,7±0,08	17,0	1,84	1,3	75,5
	2	7,6±0,19	18,0	9,81	3,1	41,0
	3	13,3±0,39	16,0	11,92	3,4	25,9
	4	18,7±0,48	18,0	18,6	4,3	22,9
	5	22,1±0,88	17,0	24,1	4,9	22,2
	6	25,6±1,14	31,0	41,5	6,4	25,1

Таблица 5.3. Основные статистики таксационных показателей насаждений сосны 4 класса бонитета

Таксационные показатели	Класс возраста	Среднее ± ошибка среднего	Размах	Дисперсия	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации, %
Н	1	2,2±0,05	4,0	0,90	0,9	42,1
	2	5,8±0,10	7,0	1,86	1,3	23,4
	3	10,8±0,60	8,0	5,45	2,3	21,6
	4	14,7±0,27	3,0	0,93	0,9	6,5
	5	18,0±0,14	2,0	0,36	0,5	3,0
	6	18,9±0,37	5,0	2,19	1,4	7,8
D	1	19,0±0,91	4,0	3,33	1,8	9,6
	2	3,6±0,11	6,0	2,58	1,6	44,3
	3	8,3±0,17	12,0	5,53	2,3	28,0
	4	16,9±1,66	22,0	41,63	6,4	38,1
	5	23,6±1,43	18,0	24,6	4,9	20,9
	6	31,7±0,88	12,0	10,98	3,3	10,4
P	1	32,2±1,01	14,0	16,46	4,0	12,5
	2	37,0±1,91	8,0	14,6	3,8	10,3
	3	5,7±0,06	5,0	1,07	1,03	18,1
	4	6,1±0,07	5,0	1,02	1,01	16,3
	5	6,0±0,24	4,0	0,92	0,9	15,8
	6	5,2±0,39	5,0	1,84	1,3	25,8
M	1	5,5±0,35	4,0	1,80	1,3	24,4
	2	5,6±0,31	5,0	1,56	1,2	21,9
	3	5,7±1,10	5,0	4,91	2,2	38,5
	4	1,2±0,03	3,0	0,31	0,5	44,6
	5	3,8±0,13	8,0	3,06	1,7	45,4
	6	8,9±0,77	11,0	9,06	3,0	33,7

Из четырех рассматриваемых таксационных показателей наиболее сильно варьирует запас (до 75%). Сравнивая вариацию запаса 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета, можно отметить более высокую вариацию запаса в древостоях 4-го класса бонитета, а наиболее низкую в древостоях 2-го класса бонитета. Наиболее высокая вариация запаса отмечается в древостоях 1-го класса возраста, во 2-ом классе возраста она резко снижается, а затем снижается более плавно до 5-го, а в 4-ом классе бонитета до 6-го класса возраста. В спелых древостоях вариация запаса начинает возрастать.

Вариация средней высоты древостоя по классам возраста составляет от 3,0 до 43,6%. Вариация с возрастом уменьшается, причем резко. Высокой вариацией высоты отличаются насаждения 1-го и 2-го классов возраста, а наиболее низкой – 5, 6 классов возраста. В древостоях 4-го класса бонитета в насаждениях 6, 7 классов возраста отмечено увеличение вариации средней высоты.

Вариация среднего диаметра по классам возраста составляет от 10,3 до 47,3%. Вариация с возрастом в целом имеет тенденцию к уменьшению. Высокой вариацией диаметра отличаются насаждения 1-го классов возраста, а наиболее низкой – 6 и 7 классов возраста. В древостоях 4-го класса бонитета вариация среднего диаметра заметно ниже, чем в древостоях 3-го и 4-го.

Таким образом, вариация таксационных показателей с возрастом уменьшается. Однако в насаждениях сосны 6-го класса возраста и старше, она вновь начинает возрастать. Это объясняется тем, что в таком высоком возрасте начинается ослабление части сосновых древостоев, увеличивается отпад и, как следствие, вариация таксационных показателей.

Закономерных изменений вариации полноты с возрастом не прослеживается. Полнота варьирует примерно одинаково во всех классах возраста. Коэффициент вариации составляет от 12,0 до 38,5%, причем более сильно варьирует полнота в древостоях 4-го класса бонитета, а меньше всего – в древостоях 2-го класса бонитета.

Глава 6. ВЗАИМОСВЯЗИ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Перед тем, как приступить к моделированию взаимосвязей между таксационными показателями сосновых древостоев, были изучены корреляционные взаимосвязи между основными таксационными показателями насаждений.

В таблице 6.1 приведены корреляционные матрицы коэффициентов корреляции Пирсона между таксационными показателями модальных сосновых древостоев. В таблице 6.2 приведены корреляционные матрицы коэффициентов корреляции Спирмена между таксационными показателями модальных сосновых древостоев. Непараметрический коэффициент корреляции Спирмена дает более четкую характеристику тесноты нелинейных по форме связей. Применение коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена дало в целом близкие результаты.

Парные связи возраста со средней высотой, диаметром и запасом очень тесные и тесные. Причем, в пределах класса бонитета коэффициенты корреляции выше, чем для всех классов бонитета вместе. Связь среднего диаметра и средней высоты с относительной полнотой отсутствует или слабая, а запаса с относительной полнотой слабая или умеренная. Связи средней высоты и среднего диаметра с запасом очень тесные.

Более высокие значения коэффициентов корреляции Спирмена указывает не нелинейный характер некоторых связей – относительной полноты со средним диаметром и средней высотой.

Частные коэффициенты корреляции показали нам, при стабильных значениях остальных переменных связь среднего диаметра и средней высота, относительной полноты со средним диаметром и высотой имеют обратный характер.

Развитие методов изучения роста древостоев пришло на современном этапе к широкому применению множественного корреляционного и регрессионного анализа. Регрессионное моделирование является действенным методом изучения сложных многопараметрических систем, к которым относятся лесные биогеоценозы (Кузьмичев, 1977; Лосицкий, Чуенков, 1980). Вычлняя из комплекса действующих и взаимодействующих факторов основные, определяющие общую изменчивость искомого параметра лесного фитоценоза факторы, регрессионная модель на том или ином уровне значимости «объясняет» эту изменчивость и дает возможность интерпретации полученного результата (Усольцев, 1980).

Таблица 6.1. Корреляционная матрица парных коэффициентов корреляции Пирсона таксационных показателей сосновых древостоев

	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Относительная полнота	Запас на 1 га, д.м ³	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Относительная полнота	Запас на 1 га, д.м ³	3-ий класс бонитета			
											Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Относительная полнота
Возраст, лет	1.00	0.92	0.94	0.03	0.86	Возраст, лет	1.00	0.97	0.95	0.93	0.97	0.95	-0.01	0.93
Средняя высота, м	0.92	1.00	0.95	0.19	0.95	Средняя высота, м	0.97	1.00	0.96	0.95	0.96	1.00	0.96	0.95
Средний диаметр, см	0.94	0.95	1.00	0.06	0.87	Средний диаметр, см	0.95	0.96	1.00	0.88	1.00	0.96	1.00	0.88
Относительная полнота	0.03	0.19	0.06	1.00	0.35	Относительная полнота	-0.01	0.06	-0.03	1.00	0.06	-0.03	1.00	0.24
Запас на 1 га, д.м ³	0.86	0.95	0.87	0.35	1.00	Запас на 1 га, д.м ³	0.93	0.95	0.88	0.24	0.95	0.88	0.24	1.00
Возраст, лет	1.00	0.92	0.94	0.03	0.86	Возраст, лет	1.00	0.97	0.95	0.93	1.00	0.95	-0.01	0.93
											2-ой класс бонитета			
Возраст, лет	1.00	0.97	0.95	0.16	0.94	Возраст, лет	1.00	0.97	0.96	0.10	1.00	0.96	-0.10	0.91
Средняя высота, м	0.97	1.00	0.95	0.24	0.96	Средняя высота, м	0.97	1.00	0.97	-0.06	0.97	1.00	-0.06	0.93
Средний диаметр, см	0.95	0.95	1.00	0.17	0.90	Средний диаметр, см	0.96	0.97	1.00	-0.13	0.97	1.00	-0.13	0.88
Относительная полнота	0.16	0.24	0.17	1.00	0.39	Относительная полнота	-0.10	-0.06	-0.13	1.00	-0.06	-0.13	1.00	0.11
Запас на 1 га, д.м ³	0.94	0.96	0.90	0.39	1.00	Запас на 1 га, д.м ³	0.91	0.93	0.88	0.11	0.93	0.88	0.11	1.00
Возраст, лет	1.00	0.97	0.95	0.16	0.94	Возраст, лет	1.00	0.97	0.96	0.10	0.97	0.96	-0.10	0.91

Примечания: коэффициенты корреляции, статистически достоверные на 5% уровне, выделены полужирным шрифтом

Таблица 6.2. Корреляционная матрица парных коэффициентов корреляции Спирмена таксационных показателей сосновых древостоев

	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Относительная полнота	Запас на 1 га, д.м ³		Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Относительная полнота	Запас на 1 га, д.м ³
	все классы бонитетов						3-ий класс бонитета				
Возраст, лет	1,00	0,95	0,93	0,29	0,92	Возраст, лет	1,00	0,98	0,96	0,23	0,95
Средняя высота, м	0,95	1,00	0,97	0,37	0,97	Средняя высота, м	0,98	1,00	0,97	0,25	0,97
Средний диаметр, см	0,93	0,97	1,00	0,28	0,93	Средний диаметр, см	0,96	0,97	1,00	0,18	0,93
Относительная полнота	0,29	0,37	0,28	1,00	0,42	Относительная полнота	0,23	0,25	0,18	1,00	0,32
Запас на 1 га, д.м ³	0,92	0,97	0,93	0,42	1,00	Запас на 1 га, д.м ³	0,95	0,97	0,93	0,32	1,00
Возраст, лет	1,00	0,95	0,93	0,29	0,92	Возраст, лет	1,00	0,98	0,96	0,23	0,95
	2-ой класс бонитета						4-ый класс бонитета				
Возраст, лет	1,00	0,99	0,96	0,32	0,96	Возраст, лет	1,00	0,94	0,91	0,16	0,91
Средняя высота, м	0,99	1,00	0,96	0,33	0,98	Средняя высота, м	0,94	1,00	0,94	0,22	0,94
Средний диаметр, см	0,96	0,96	1,00	0,28	0,94	Средний диаметр, см	0,91	0,94	1,00	0,12	0,90
Относительная полнота	0,32	0,33	0,28	1,00	0,44	Относительная полнота	0,16	0,22	0,12	1,00	0,18
Запас на 1 га, д.м ³	0,96	0,98	0,94	0,44	1,00	Запас на 1 га, д.м ³	0,91	0,94	0,90	0,18	1,00
Возраст, лет	1,00	0,99	0,96	0,32	0,96	Возраст, лет	1,00	0,94	0,91	0,16	0,91

Примечания: коэффициенты корреляции, статистически достоверные на 5% уровне, выделены полужирным шрифтом

Таблица 6.3 Характеристика линейных регрессионных уравнений и уравнений, приводимых к линейному виду

Зависимая переменная	Класс бонитета	Вид уравнения	Скорректированный коэффициент детерминации	Стандартная ошибка уравнения	F-критерий
1	2	3	4	5	6
H, м	2	$H = -1,40390 + 0,43931A - 0,00179A^2$	0,977	0,8850	17120
		$\ln H = -0,150413 + 0,789003 \ln A$	0,929	0,20147	10433
		$H = 2,231558 + 0,531483A - 0,582486P - 0,003060A^2 + 0,040831P^2$	0,942	0,9628	1409
		$\ln H = -0,577619 + 0,785721 \ln A + 0,0834331 \ln \% C + 0,1309981 \ln P$	0,934	0,1943	3758
	3	$H = -0,116281 + 0,455531A - 0,002531A^2$	0,935	0,9305	15853
		$\ln H = -0,538618 + 0,846637 \ln A$	0,919	0,2418	9315
		$H = -0,510041 + 0,453130A - 0,054369P - 0,002494A^2$	0,943	1,4884	6817
		$H = -0,539036 + 0,452878A + 0,005418 \% C + 0,053621P - 0,002491A^2$	0,981	0,8455	1099
	4	$H = -0,116281 + 0,455531A - 0,002531A^2$	0,935	1,5853	1192
		$\ln H = -0,538618 + 0,846637 \ln A$	0,854	0,3031	3105
		$H = -0,510041 + 0,453130A - 0,054369P - 0,002494A^2$	0,939	1,1225	4084
		$H = -0,539036 + 0,452878A + 0,005418 \% C + 0,053621P - 0,002491A^2$	0,968	0,8090	4052

Продолжение табл. 6.3.

1	2	3	4	5	6
D, см	2	D = 0.005479+1.250260H	0.907	2.3066	7494
		D = 1.368397+0.352128A	0.900	2.3871	6946
		lnD = 0.386814+0.054816lnA+1.007031lnH	0.912	0.2009	4027
	3	D = 4.454082+0.581991A-0.139217% C-0.580699P-0.002668A ³	0.932	2.4878	2705
		D = -0.868858+1.489906H	0.920	2.7087	9003
		D = 0.926530+0.315642A	0.908	2.9090	7702
		lnD = -0.059554+0.216222lnA +0.808956lnH	0.907	0.2522	3795
		D = 0.058190-0.493167A-0.344956P-0.001545A ³	0.932	2.5002	3568
		D = -1.35766+1.75602H	0.933	2.1783	6153
		D = -0.820874+0.319483A	0.925	2.3014	5466
M	2	lnD = -0.147412+0.163931lnA +0.968879lnH	0.888	0.2658	1758
		D = -1.55377+0.45793A-0.27447P-0.00116A ³	0.936	2.1313	2149
		M = -3.71978+1.40130H	0.923	2.3219	9154
		M = -1.86256+0.38491A	0.876	2.9388	5428
		M = -10.2947+0.6629% C+1.4427H+0.0285P	0.966	1.5425	7235
		M = -2.34286-0.65560% C+0.93622H+0.02881P+0.17292P ²	0.954	1.6185	2867
		M = -2.66239+1.24119H	0.902	2.5074	7027
		M = -0.845512+0.255969A	0.858	3.0228	4598
		M = -8.80230+0.59739H+1.31367P+0.02737H ²	0.947	1.8344	4596
		M = -2.73056+1.38599H+0.88788lnP	0.953	2.2351	7852
4	M = -1.75000+1.02468H	0.867	1.8553	2913	
	M = -1.38155+0.18447A	0.840	2.0397	2345	
	M = -5.67864-0.38982H+0.95843P+0.3280H ²	0.917	1.4620	1662	
	M = -9.24189+0.40346H+2.16869lnP-0.10155P ²	0.918	1.5442	1261	

Регрессионные модели строятся обычно на основе линейных связей, поэтому при наличии криволинейных зависимостей они приводятся к линейному виду путем преобразования системы координат (логарифмированием, возведением в степень, извлечением корня). Такой прием не является бесспорным, но по мнению многих исследователей не уведит далеко от истины (Уткин, 1982).

Полученные регрессионные уравнения линейного вида и приводимые к линейному виду приводятся в таблице 6.3. Все коэффициенты уравнений статистически достоверны на 5% уровне значимости. Высокие значения скорректированных коэффициентов детерминации и низкие средние ошибки аппроксимации свидетельствуют о правомочности существования всех приведенных в этой таблице моделей.

Наиболее точно возрастная динамика средней высоты модальных древостоев сосны моделируется на основе параболы второго порядка, к которой во втором бонитете добавлен коэффициент участия сосны в составе, а третьем бонитете – относительная полнота.

Возрастная динамика среднего диаметра сосны в древостоях второго бонитета описывается уравнением линейного вида с участием возраста, квадрата возраста, относительной полноты и доли участия в составе сосны; в древостоях третьего бонитета – степенным уравнением, приведенным к линейному виду путем логарифмирования переменных, а именно – возраста и высоты.

Возрастная динамика запаса модальных сосняков второго и третьего классов бонитета лучше всего описывается степенным уравнением, приведенным к линейному виду путем логарифмирования переменных. Для второго бонитета это средняя высота, относительная полнота и доля участия в составе древостоя сосны; для третьего бонитета – только средняя высота и относительная полнота.

Также был получен ряд нелинейных регрессионных уравнений зависимостей средней высоты, среднего диаметра и запаса на I га от возраста. Нелинейное оценивание параметров уравнений проводится итерационным методом. Нами для этих целей использовалась программа CurveExpert. Вид зависимостей, коэффициент корреляции зависимой и независимой переменных, средняя ошибка оценивания приводится в таблице 6.4.

Приводимые в таблице 6.4 зависимости по точности оценивания близки к моделям, коэффициенты которых получены методом наименьших квадратов. Их преимущество перед последними заключается в том, что многие из представленных зависимостей являются функциями роста и имеют S-образный вид.

Кривая роста, описываемая такой функцией, исходит из точки начала координат, имеет точку перегиба и, возрастая, приближается к асимптоте, параллельной оси возраста. Преимуществом таких функций в сравнении с любыми регрессионными уравнениями является то обстоятельство, что они содержат в себе предварительную информацию о ходе роста. В результате этого выборочные оценки параметров функций, соответствующих требованиям, предъявляемым к функциям роста, достигают большей эффективности и стабильности. Качество этих функций можно оценить по графикам (рис. 6.1).

Для описания динамики модальных древостоев сосны наиболее подходящими, дающие хорошие результаты при описании всех трех зависимых переменных (H, D, M) оказались следующие функции:

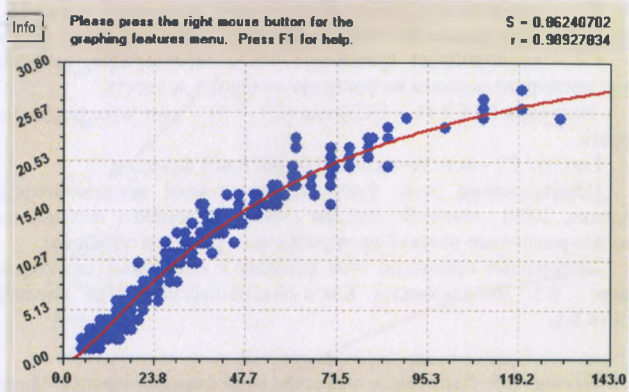
MMF Model	$y = (ab + cx^d)/(b + x^d)$
Exponential Association (2)	$y = a(1 - \exp(-bx))$
Logistic Model	$y = a / (1 + b \exp(-cx))$
Exponential Association (3)	$y = a(b - \exp(-cx))$
Sinusoidal Fit	$y = a + b \cos(cx + d)$

Таблица 6.4. Характеристика нелинейных зависимостей

Зависимая переменная (Y)	Номер уравнения	Вид уравнения	Коэффициент корреляции	Средняя ошибка оценивания
H, м	1	$H = \frac{6.6397 \cdot 2.0796 + 3.7030x^{1.8076}}{2.0796 + x^{1.8076}}$	0.9892	0.8624
	2	$H = 3.4514(9.9931 - e^{-1.4860x})$	0.9890	0.8714
	3	$H = 4.3818(1 - e^{-2.7787x})$	0.9837	1.0577
	4	$H = 5.3885 + 7.9215\cos(7.1092x + 8.4330)$	0.9883	0.8968
D, см	5	$D = \frac{2.6696 \cdot 3.5181 + 3.6319x^{7.9847}}{3.5181 + x^{7.9847}}$	0.9553	2.3014
	6	$D = 6.9593(9.8788 - e^{-4.9768x})$	0.9550	2.3065
	7	$D = 5.9017 + 4.6160x + 1.1353x^2$	0.9548	2.3107
	8	$D = 1.9032 + 6.1397\cos(7.4311x + 5.0224)$	0.9545	2.9132
M, д.м ³	9	$M = \frac{1.6763 \cdot 6.4606 + 4.7926x^{1.6607}}{6.4606 + x^{1.6607}}$	0.9457	2.7564
	10	$M = \frac{2.7626}{1 + 2.1840e^{-1.8208x}}$	0.9316	3.0805
	11	$M = 6.1655(9.2427 - e^{-9.2878x})$	0.9443	2.7869
	12	$M = 1.5319 + 5.1497\cos(9.7435x + 4.9370)$	0.9443	2.7908

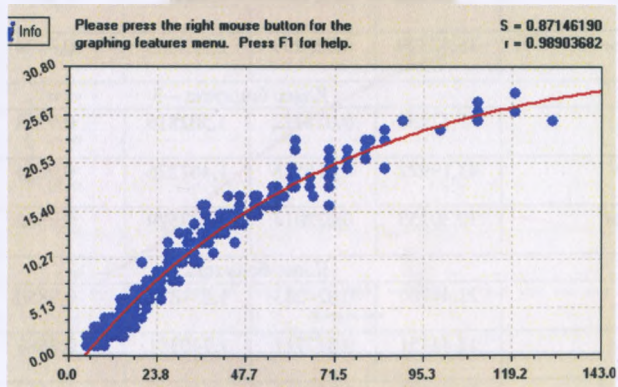
Примечание: X – возраст древостоя, лет

Класс бонитета – 2



MMF Model

$$y = \frac{ab + cx^d}{b + x^d}$$



В качестве единой модели для всех классов бонитета для выравнивания изменений с возрастом средней высоты, среднего диаметра и запаса древостоя на 1 га можно предложить функцию роста Берталанфи, известной в таксационной литературе как функция Дракина-Вуевского или Ричарда-Чэпмена (1963).

Интегральное уравнение этой функции имеет вид:

$$Y = C1(1 - \exp^{-C2 \cdot t})^{C3}$$

Коэффициенты модели имеют следующую биологическую трактовку:

C1 – представляет собой максимально возможное значение ростовой функции (асимптоту), т.е. отражает величину использованного потенциала условий произрастания;

C2 – масштабирует временную ось и характеризует скорость роста древостоя, будучи пропорциональным возрасту кульминации прироста.

Величина $C1 \cdot C2 (1 - 1/C3) \exp(C3 - 1)$ – дает максимальное значение текущего прироста.

$\ln(C3) / C2$ – есть точка перегиба ростовой функции.

Использование этой функции различными исследователями (Черных, 2000; Швиденко, 2008) показало, что она хорошо описывает особенности роста различных пород для различных условий произрастания и режимов хозяйства.

Полученные параметры этой функции и оценочные характеристики приводятся в таблице 6.5. Использовался Квази-Ньютоновский метод оценивания в программе Statistica 6.1.

Таблица 6.5. Характеристика уравнений функции Ричарда-Чэпмена

Таксационный показатель	Параметры функции			Коэффициент корреляции R	Итоги функции потерь
	C1	C2	C3		
Класс бонитета – 2					
Н, м	28,37822	0,022601	1,441419	0,9889	604
D, см	7,269746	0,065667	0,000045	0,9633	4458
M, д.м ³	36,42329	0,027299	2,225803	0,9474	5486
Класс бонитета – 3					
Н, м	25,17230	0,021722	1,502816	0,9908	586
D, см	43,19922	0,016588	1,467226	0,9654	4862
M, д.м ³	30,30255	0,022014	1,987529	0,9362	6044
Класс бонитета – 4					
Н, м	21,44766	0,024243	1,831879	0,9850	328
D, см	43,44451	0,017711	1,740381	0,9688	1929
M, д.м ³	23,21682	0,021259	2,263044	0,9226	1730

На рис. 6.3 представлены зависимости Блэкмана-Чепмена в графическом виде.

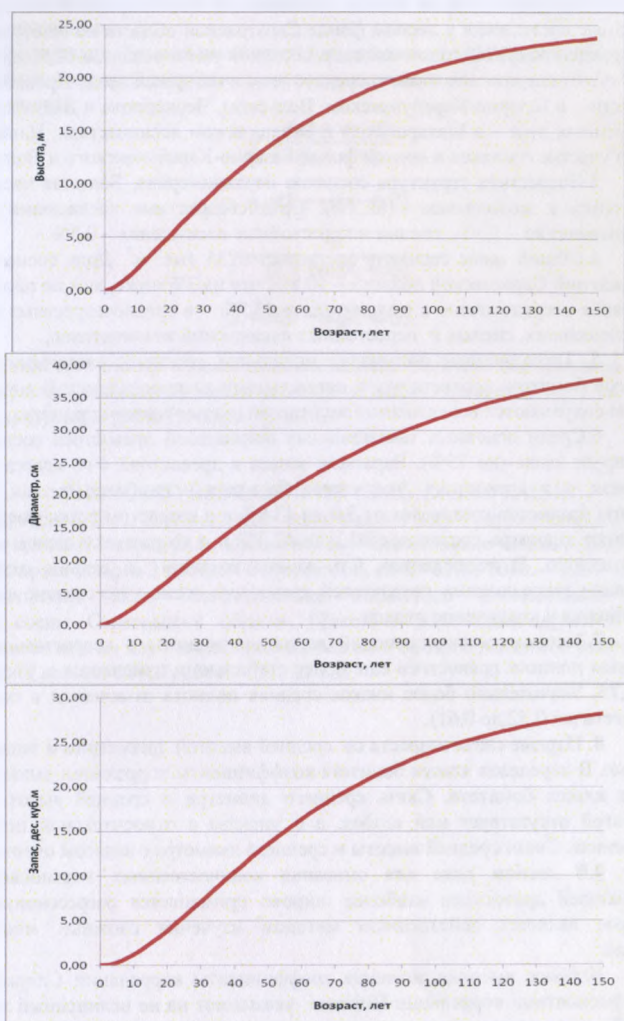


Рис. 6.3. Графическое изображение зависимостей Блэкмана-Чепмана для древостоев сосны 3 класса бонитета

ВЫВОДЫ

1. Площадь сосновых насаждений в Саратовской области составляет 79,3 тыс. га, что составляет 13,9% от общей площади земель, покрытых лесной растительностью. Хвойные насаждения в лесном фонде Саратовской области на 98,6% состоят из сосняков. По сравнению с 1960 годом площадь сосняков увеличилась на 62,9 тыс. га, т.е. в 4,8 раза.

2. Сосняки в основном сосредоточены в нагорных лесах Правобережья Саратовской области – в Базарно-Карабулакском, Вольском, Черкасском и Балтайском лесничествах, в пойменных леса – в Макаровском и Балашовском лесничествах. Наиболее высоко (более 20%) участие сосняков в лесном фонде Базарно-Карабулакского и Вольского лесничеств.

3. Возрастная структура сосняков неравномерная. Большая часть 80% насаждений относится к молоднякам (82,3%). Средневозрастные насаждения составляют 15,5%, припевающие – 1,3%, спелые и перестойные насаждения – 0,5%.

4. Общий запас сосняков составляет 6255 тыс. м³. Доля сосняков в общем запасе насаждений Саратовской области – 10,8%, что на 3% ниже, чем по площади. 51,4% запаса сосняков сосредоточено в молодняках и 43,7% – в средневозрастных насаждениях, запас припевающих, спелых и перестойных насаждений незначителен.

5. Таксационные показатели модальных сосновых насаждений 2-го, 3-го и 4-го классов бонитета соответствуют нормальному распределению. В модальных древостоях сосны сохраняются все основные лесотаксационные закономерности.

6. Среди основных таксационных показателей древостоев сосны наиболее сильно варьирует запас (до 75%). Вариация запаса в древостоях 4-го класса бонитета наиболее высокая, а в древостоях 2-го класса бонитета – наиболее низкая. Вариация средней высоты древостоя составляет от 3,0 до 43,6% и с возрастом резко уменьшается. Вариация среднего диаметра составляет 10,3 до 47,3% и с возрастом в целом имеет тенденцию к уменьшению. В насаждениях 6-го класса возраста и старше отмечено возрастание вариации таксационных показателей древостоев сосны, что связано с началом процессов ослабления и увеличение отпада.

7. Закономерных изменений вариации полноты с возрастом не прослеживается. Средняя полнота древостоев еще более стабильна и изменяется в узких пределах от 0,52 до 0,75. Значительно более низкая средняя полнота отмечается в сосняках 4-го класса бонитета (от 0,52 до 0,61).

8. Парные связи возраста со средней высотой, диаметром и запасом очень тесные и тесные. В пределах класса бонитета коэффициенты корреляции выше, чем в выборке без учета класса бонитета. Связь среднего диаметра и средней высоты с относительной полнотой отсутствует или слабая, а с запасом с относительной полнотой слабая или умеренная. Связи средней высоты и среднего диаметра с запасом очень тесные и тесные.

9. В лесном деле для описания количественных взаимосвязей таксационных показателей древостоев наиболее широко применяется регрессионное моделирование, которое является действенным методом изучения сложных многопараметрических систем.

10. Более высокие значения коэффициенты корреляции Спирмена в сравнении с коэффициентами корреляции Пирсона указывают на нелинейный характер некоторых связей – относительной полноты со средним диаметром, средней высотой и запасом.

11. Использование линейных и нелинейных моделей, приводимых к линейному виду, обеспечивает получение точных зависимостей со статистически достоверными на 5% уровне значимости коэффициентами уравнения, высокими значениями скорректированных коэффициентов детерминации и низкими средними ошибками аппроксимации.

Возрастная динамика средней высоты и диаметра сосны наиболее точно описывается уравнениями с независимыми переменными – возраст, квадрат возраста, относительная полнота, доля сосны в составе древостоя.

Возрастная динамика запаса модальных сосняков наиболее точно описывается уравнениями с независимыми переменными – средняя высота, квадрат средней высоты, относительная полнота.

12. Среди нелинейных зависимостей для описания возрастной динамики основных таксационных показателей модальных древостоев осины наиболее адекватными являются следующие модели:

$$y = \frac{(ab + cx^2 d)}{(b + x^2 d)}$$

$$y = a(1 - \exp(-bx))$$

$$y = \frac{a}{(1 + b \exp(-cx))}$$

$$y = a(b - \exp(-cx))$$

13. В качестве единой модели для всех классов бонитета для описания изменений с возрастом средней высоты, среднего диаметра и запаса древостоя на 1 га может быть использована функция роста Ричарда-Чэпмена.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Синяговский, В.А. Таксационные исследования лесов Саратовской области [Текст] / В.А. Синяговский, Макаров Д.А., Кабанов С.В. // Вавилонские чтения – 2010: Материалы Межд. науч.-практ конф. в 3 томах. – Саратов: Изд-во КУБИК, 2010. – Т.2. – С. 53-57.

Синяговский, В.А. Статистические показатели таксационных параметров древостоев сосны Саратовской области [Текст] / В.А. Синяговский // Материалы конференции по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов за 2010 год. – Саратов: СГАУ, 2011. – С. 120-123.

Сияговский Вадим Александрович

**ВЗАИМОСВЯЗИ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДРЕВОСТОЕВ
СОСНЫ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

560900.68 – «Лесное дело»

АВТОРЕФЕРАТ