

**ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ
ДУБОВЫХ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС
НА ЮЖНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ СТЕПИ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ****THE VERTICAL STRUCTURE OF ELEVATED PLANT BIOMASS OF OAK FOREST SHELTER
BELTS PLANTED ON THE SOUTHERN STEPPE CHERNOZEMS OF THE RIGHT BANK
OF THE VOLGA RIVER WITHIN THE TERRITORY OF THE SARATOV REGION**

Ключевые слова: лесная полоса, вертикальная структура, надземная фитомасса, дуб черешчатый, регрессионные уравнения.

Важной стороной каждого растительного сообщества, в значительной степени определяющей его строение, характер обмена веществом и энергией с окружающей средой и степень влияния на нее сообщества, является фитомасса. В сообществе она распределяется обычно неравномерно, поэтому при ее рассмотрении необходимо выяснять распределение фитомассы по вертикальным структурным частям. Изучены вертикальная структура надземной фитомассы полезащитных лесных полос с главной породой дубом черешчатым (*Quercus robur* L.) и влияние на нее сопутствующей древесной породы (ясеня ланцетного и вяза приземистого). Размерные характеристики деревьев лесных полос сильно влияют на вертикальную структуру надземной фитомассы. Так, у тонких и средних по диаметру деревьев дуба (1-, 2- и 3-го классов) фитомасса значительно концентрируется в нижней части деревьев, а у более толстых и высоких деревьев (4- и 5-го классов) – в средней части. Корреляционный анализ показателей фитомассы десяти вертикальных горизонтов модельных деревьев дуба (общей и по фракциям) с относительными высотами горизонтов и биометрическими показателями деревьев показал отсутствие тесных статистически достоверных (на 5%-ном уровне значимости) линейных связей со всеми показателями, кроме относительных высот горизонтов. Рассчитаны регрессионные модели распределения надземной фитомассы деревьев дуба и фитомассы стволов деревьев дуба по вертикальным горизонтам. Несмотря на то, что второстепенные породы в полезащитных лесных полосах были разные, и значительно отличались абсолютные значения фитомассы, вертикальная структура фитомассы лесных полос оказалась во многом схожей.

Keywords: forest shelter belts, vertical structure, elevated plant biomass, pedunculate oak, regression equation.

Plant biomass is a very important part of every plant community that defines its structure, metabolic characteristics and environmental impact. Usually plant biomass is distributed randomly throughout the community, and that is why it is important to study the plant biomass distribution along the vertical structural parts of the community. We have studied the vertical structure of elevated plant biomass of forest shelter belts with pedunculate oak (*Quercus robur* L.) as a principal species as well as the impact of associate species (green ash and dwarf elm) on such structure. The dimensional features of forest shelter trees significantly affect the vertical structure of elevated plant biomass. For example, the plant biomass of thin and medium-sized (classified by diameter) oak trees (1st, 2nd and 3rd class) is mostly concentrated at the lower parts of the tree while in higher and thicker trees (4th and 5th class) it is mostly concentrated at their middle parts. The analysis of correlation between the plant biomass (overall and fractional) parameters of ten vertical horizons of sample oak trees, relative heights of these horizons and tree biometrics has shown that there are no close statistically significant linear correlations (within 5% significance level) between any of the above mentioned parameters excluding relative heights of horizons. We have also provided the regression models of distribution of elevated plant biomass of oak trees and plant biomass of oak tree trunks over vertical horizons. Despite the variations in the associate species of forest shelter belts and significant variations in absolute plant biomass characteristics, the vertical structure of forest belt plant biomasses had many similar features.

Берлин Николай Геннадиевич, ассист., каф. «Лесное хозяйство и лесомелиорация», Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. E-mail: kol-berlin@yandex.ru.

Кабанов Сергей Владимирович, к.с.-х.н., доцент, каф. «Лесное хозяйство и лесомелиорация», Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. E-mail: zdorovoles@yandex.ru.

Маштаков Дмитрий Анатольевич, д.с.-х.н., доцент, каф. «Лесное хозяйство и лесомелиорация», Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. E-mail: topgun2308@mail.ru.

Berlin Nikolay Gennadiyevich, Asst., Chair of Forestry and Forest Reclamation, Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov. E-mail: kol-berlin@yandex.ru.

Kabanov Sergey Vladimirovich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Forestry and Forest Reclamation, Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov. E-mail: zdorovoles@yandex.ru.

Mashtakov Dmitriy Anatolyevich, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Forestry and Forest Reclamation, Saratov State Agricultural University named after N.I. Vavilov. E-mail: topgun2308@mail.ru.

Введение

Важной стороной каждого растительного сообщества, в значительной степени определяющей его строение, характер обмена веществом и энергией с окружающей средой и степень влияния на нее сообщества, является фитомасса.

Однако в сообществе она распределяется обычно неравномерно. Фитомасса одного яруса отличается от фитомассы другого не только по количеству, но и по видовому составу, биохимическим, физиологическим и другим признакам и свойствам, при определении фитомассы сообщества необходимо выяснять распределение ее по вертикальным структурным частям сообщества (ярусам, подъярусам, пологам, фито-, ценогоризонтам) или же по вертикальным горизонтам формально принятой ширины [1].

Изучению вертикальной структуры фитомассы лесов посвящен ряд работ [1-3 и др.], аналогичные исследования полосных защитных лесных насаждений пока не многочисленны [4, 5].

Основное назначение полезащитных лесных полос – мелиорирующее влияние на прилегающие поля. От характера размещения фракционного состава биомассы в защитных насаждениях зависит конструкция лесных полос – основной фактор их эффективности [4].

В условиях степи правобережья Саратовской области вертикально-фракционная структура фитомассы защитных лесных насаждений практически не изучалась.

Цель и задачи – изучить вертикальную структуру надземной фитомассы полезащитных лесных полос с главной породой дубом черешчатым (*Quercus robur* L.) и влияние на нее сопутствующей древесной породы.

Объект и методы исследования

Объект – система полезащитных и стоко-регулирующих лесных полос с главной породой дубом черешчатым, расположенная в степной зоне юга Приволжской возвышенности на территории ОПХ НИПТИ сорго и кукурузы.

Почвы – чернозем южный средне- и тяжелосуглинистый слабосмытый на глинах.

Исследования проводились в полезащитных лесных полосах с дубом черешчатым, вязом приземистым и ясенем ланцетным. Первая лесная полоса (ЛП 1) состоит из трех средних рядов главной породы дуба черешчатого и двух крайних рядов сопутствующей породы ясеня ланцетного (*Fraxinus lanceolata* Borkh.). Вторая лесная полоса (ЛП 2) – пятирядная, состоит из трех средних рядов главной породы дуба черешчатого и двух крайних рядов вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.). Схема посадки в обеих полосах 3х1 м. Год создания – 1978 г.

Подробная лесоводственно-таксационная характеристика и общие сведения о надземной фитомассе данных лесных полос приводятся в работе [6].

Основные лесоводственно-таксационные характеристики древостоев изучались по общепринятым методикам [7, 8].

При определении массы органического вещества древесных растений использовался метод модельных деревьев [7, 9]. Средние модельные деревья дуба отбирались по пяти классам с равными площадями поперечных сечений стволов в классе. Модельное дерево каждого последующего класса имело более высокий диаметр. Для сопутствующей породы бралась одна средняя модель.

Ствол разделялся по относительным ступеням высоты (0Н; 0,1Н; 0,2Н; 0,3Н и т.д.) на секции [9]. Пень (0Н) в дальнейшей обработке присоединялся к секции 0,1Н. На середине каждой секции выпиливались диски и высушивались. Секции при анализе условно объединялись в нижнюю (0,1Н, 0,2Н, 0,3Н), среднюю (0,4Н, 0,5Н, 0,6Н, 0,7Н) и верхнюю (0,8Н, 0,9Н, 1,0Н) части ствола.

Для определения валовой фитомассы скелета кроны дерева и листвы производилось расчленение кроны комбинированным способом [9].

Подrost изучался на 20 площадках размером 2х2 м [10].

Надземную фитомассу травяно-кустарничкового яруса определяли методом укусов [9] на десяти учетных площадках размером 1х1 м.

Использованная методика позволила охватить все основные компоненты насаждения.

Вертикальная структура надземной фитомассы всей лесной полосы анализировалась по десяти вертикальным горизонтам, границы которых принимались по границам секций модельного дерева пятого класса.

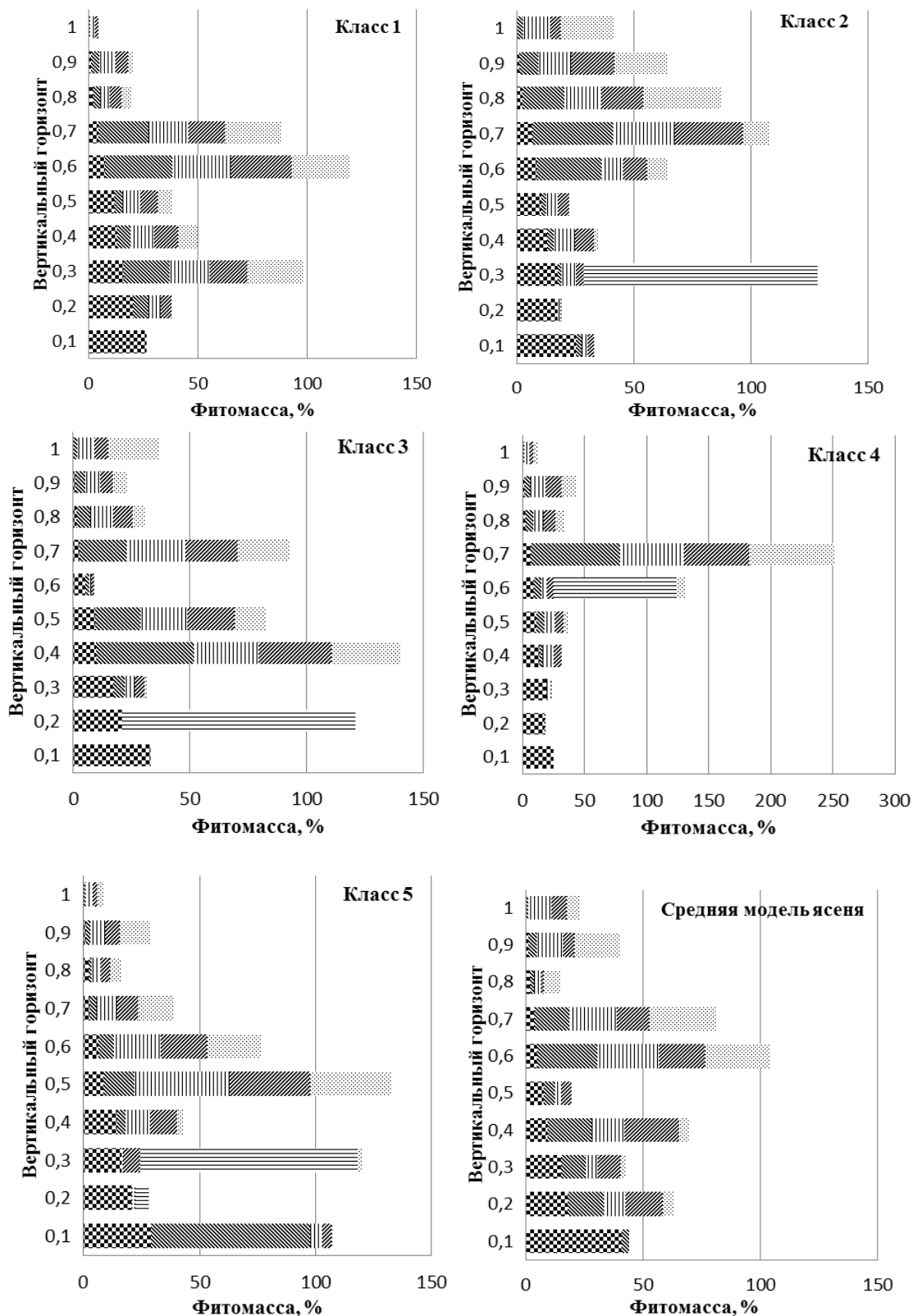
Визуализация данных и статистическая обработка проводились с применением пакетов программ Microsoft Office Excel 2007 и STATISTICA 6.1 по методике Б.А. Доспехова [11].

Результаты и их обсуждение

Распределение фитомассы (%) модельных деревьев по вертикальным горизонтам и фракциям приведено на рисунке 1 (общая фитомасса каждой фракции принята за 100%).

Вертикальная структура надземной фитомассы деревьев дуба ЛП 1 и ЛП 2 имеет много общих закономерностей, особенно у тонких и средних по диаметру деревьев (1-, 2- и 3-го классов), у которых фитомасса значительно всего концентрируется в нижней части деревьев, а у более толстых и высоких деревьев (4- и 5-го классов) – в средней части (табл. 1).

ЛП 1



☒ Ствол ☒ Ветви || Побеги текущего года ≡ Листья ≡ Сухие ветви ☒ Генеративные органы

Рис. 1. Распределение фитомассы (%) модельных деревьев по вертикальным горизонтам и фракциям (окончание на стр. 90)

ЛП 2

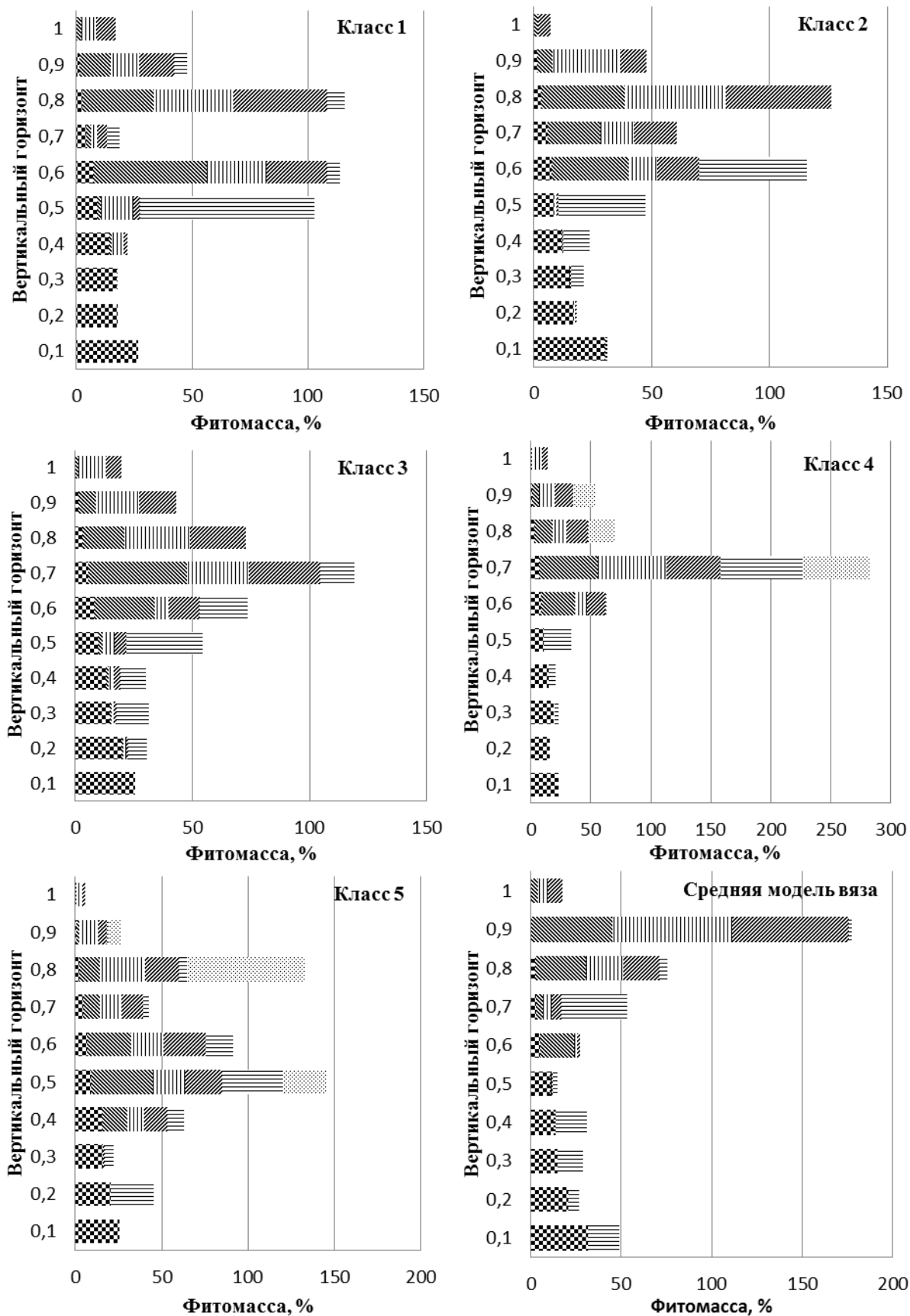
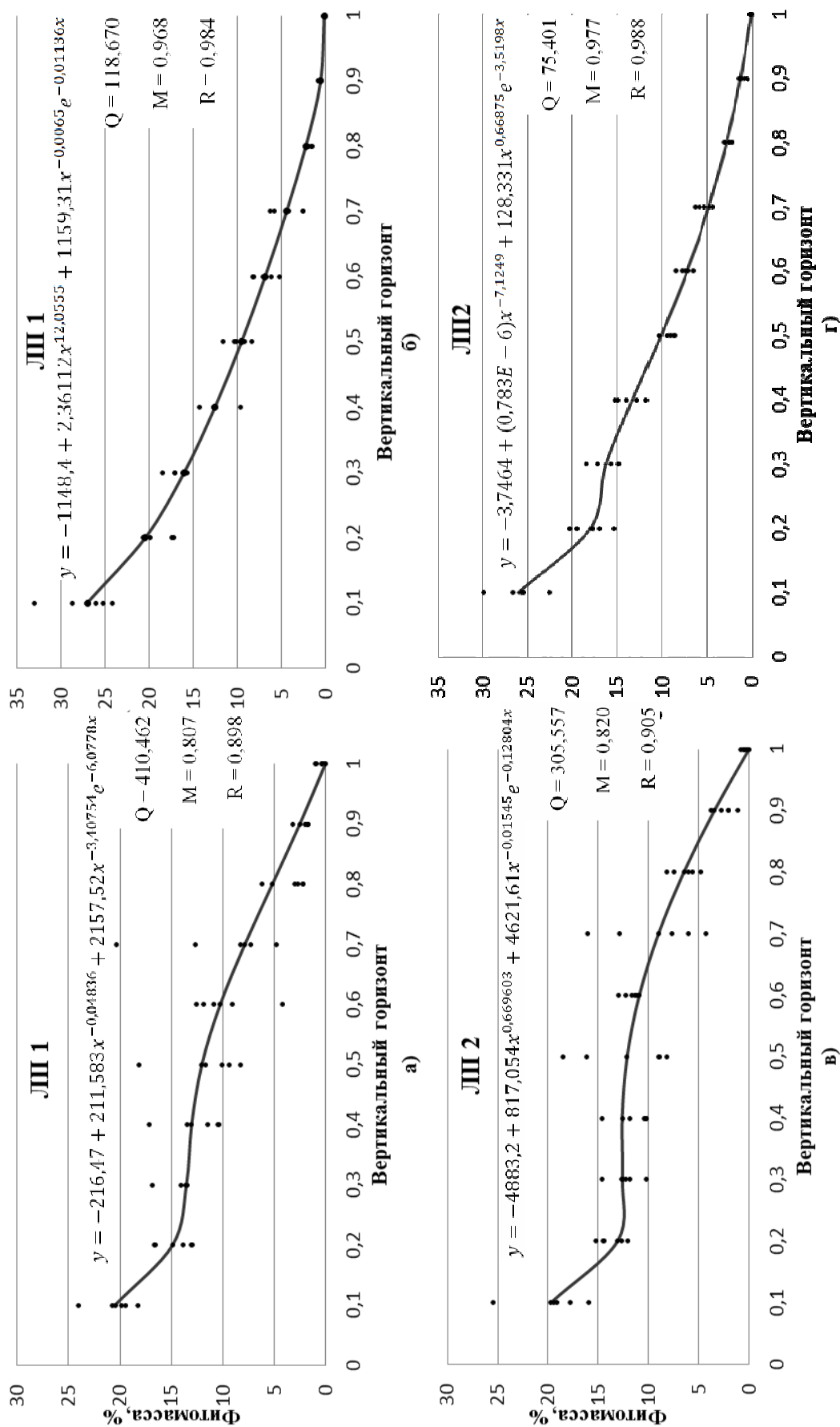


Рис. 1. Окончание (начало на стр. 89)



Q – значение функции потерь; M – объясненная доля дисперсии; R – коэффициент корреляции

Рис. 2. Зависимость надземной фитомассы деревьев дуба (а, в) и фитомассы стволов (б, г) от относительной высоты вертикального горизонта

Таблица 1

Распределение общей надземной фитомассы (кг) модельных деревьев по вертикальным горизонтам

Вертикальный горизонт	Дуб черешчатый					Второстепенная порода
	класс толщины (высота, м / диаметр, см)					средняя модель (высота, м / диаметр, см)
	1(8,3/8,5)	2(10,4/11,3)	3(8,6/14,8)	4(11,6/15)	5(11,1/17,8)	(6,8/12,3)
ЛП 1						
0,1	6,81	8,31	14,22	15,94	25,95	4,64
0,2	5,67	5,58	9,88	11,36	17,315	2,86
0,3	5,76	5,81	8,05	12,31	16,885	2,23
0,4	3,94	4,46	10,16	9,07	16,81	2,13
0,5	3,44	3,54	6,92	8,18	22,68	1,08
0,6	4,29	5,06	2,48	7,91	13,56	2,16
0,7	2,85	5,43	4,32	17,8	6,06	1,47
0,8	0,76	2,66	1,6	2,64	2,77	0,33
0,9	0,59	1,39	1,01	1,78	2,25	0,48
1	0,09	0,44	0,53	0,3	0,56	0,15
Итого	34,2	42,68	59,17	87,29	124,84	17,53
ЛП 2						
	1(6,7/6)	2(11,8/12,3)	3(12,2/13,8)	4(12,9/14,8)	5(12,4/18,5)	(10,2/17,3)
0,1	1,43	11,54	11,7	16,79	21,63	19,63
0,2	0,94	6,54	9,18	11,38	19,65	12,09
0,3	0,91	5,78	7,18	13,83	13,9	9,89
0,4	0,76	4,66	6,3	11,25	19,82	9,19
0,5	1,2	3,73	5,44	8,42	25,1	6,21
0,6	0,91	5,05	7,04	10,7	17,6	3,68
0,7	0,32	3,48	7,77	15,14	8,26	6,23
0,8	0,61	3,39	3,68	4,57	7,7	3,5
0,9	0,28	0,92	1,71	1,99	1,51	3,49
1	0,06	0,23	0,32	0,4	0,3	0,31
Итого	7,42	45,32	60,32	94,47	135,47	74,22

Меньше всего фитомассы накапливается в верхней части деревьев. Эта особенность вертикальной структуры наблюдается у деревьев любых размеров. В целом, размерные характеристики деревьев лесных полос сильно влияют на вертикальную структуру их надземной фитомассы, что принципиально отличает их от лесных насаждений.

Основная доля массы листьев всех модельных деревьев дуба ЛП 1 сосредоточена в средней части дерева. В лесной полосе с вязом у наиболее тонких деревьев первых двух классов наибольшая доля приходится на верхнюю часть, а у остальных деревьев – на среднюю. Вертикальные горизонты накопления листьев в ЛП 1 расположены несколько ниже (0,5Н-0,7Н), чем в ЛП 2 (0,6Н-0,8Н).

Фитомасса сухих ветвей деревьев дуба ЛП 1 незначительна и в основном сосредоточена в нижней части дерева, только у дерева 4-го класса максимум отмечен в средней части. Основная масса (от 64 до 97%) сухих ветвей деревьев ЛП 2 приурочена к средней части, наименьшая доля – к верхней.

Отличительной особенностью лесной полосы с ясенем (ЛП 1) является большая доля деревьев дуба с низкоопущенной кроной, присутствие в нижней части дерева протяженных, крупных живых ветвей. Особенно много таких деревьев дуба в ряду, соседствующем с рядом ясеня с юго-восточной стороны лесной полосы. Ясень отставал в ро-

сте от дуба, слабо затенял нижнюю часть дерева, поэтому у деревьев дуба нижние ветви не усыхали, продолжали развиваться и в некоторых случаях даже вышли за пределы ясеневых рядов. Условия освещенности деревьев дуба в крайних рядах значительно отличаются от условий сомкнутых лесных насаждений. В лесной полосе с вязом (ЛП 2) вертикальная структура фитомассы деревьев дуба формировалась при более равномерном и сомкнутом пологом в более близких к лесным условиям освещенности.

Таким образом, большую часть имеющих отличий вертикально-фракционной структуры надземной фитомассы деревьев дуба можно объяснить влиянием сопутствующей породы.

У сопутствующих пород (ясеня и вяза) в вертикальной структуре надземной фитомассы в нижней части деревьев концентрируется 56%, в средней – 39 и 34%, верхней – 5 и 10% соответственно.

Просматривается достаточно четкое различие в вертикальном распределении фитомассы ветвей: у ясеня она сосредоточена в средней части (64%), а у вяза – в верхней части (76%), в нижней части у вяза ветвей нет вовсе, в то время как у ясеня – 30% от фитомассы фракции.

По фракции листьев также есть различия: у дерева ясеня их наибольшая масса – в средней части (61%), у вяза – в верхней

(93%). Наибольшая доля фитомассы побегов текущего года – в средней и верхней части модельных деревьев ясеня и вяза.

Сухие ветви в структуре фитомассы дерева ясеня отсутствовали, а у вяза они имелись практически в каждом горизонте.

На вертикально-фракционную структуру второстепенных пород влияют не столько условия освещенности, сложившиеся внутри лесных полос, сколько биологические особенности пород и динамика их роста. За счет этого у ясеня в достаточно большом количестве образуются ветви в нижней и средней части дерева, в то время как у вяза – в основном в верхней, и по всему вертикальному профилю накапливаются сухие ветви.

Проведенный корреляционный анализ между показателями фитомассы вертикальных горизонтов модельных деревьев дуба (общей и по фракциям), относительными высотами горизонтов и биометрическими показателями деревьев показал отсутствие тесных статистически достоверных (на 5%-ном уровне значимости) линейных связей со всеми показателями, кроме относительных высот горизонтов. Коэффициенты корреляции, статистически достоверные на 5%-ном уровне, с фитомассой ствола -0,96, надземной фитомассой -0,87.

Регрессионные модели распределения надземной фитомассы деревьев дуба и фи-

томассы стволов деревьев дуба по вертикальным горизонтам были выведены отдельно для каждой лесной полосы, так как сравнение вариации диаметров лесных полос показало принадлежность их к разным генеральным совокупностям. Для моделирования были использованы зависимости вида:

$$y = a_1 + a_2x^{a_3} + a_4x^{a_5}e^{a_6x}$$

Некоторые из полученных зависимостей приводятся на рисунке 2.

Вертикальная фракционная структура лесных полос с учетом всех изученных элементов (древостой, подрост, живой напочвенный покров) приводится в таблице 2.

Для вертикальной структуры надземной фитомассы изученных полей защитных лесных полос характерно закономерное уменьшение фитомассы с высотой. В ЛП 1 на нижнюю часть полосы приходится 64% фитомассы, на среднюю – 34, на верхнюю – 2%, а в ЛП 2 – соответственно, 62, 36 и 2%. Таким образом, хотя абсолютные значения надземной фитомассы лесных полос существенно отличаются, а вертикальная фракционная структура надземной фитомассы модельных деревьев значительно варьирует, несмотря на различные второстепенные породы, вертикальная структура надземной фитомассы двух изученных полей защитных лесных полос очень схожа.

Таблица 2

Вертикальная фракционная структура надземной фитомассы лесных полос (на 1 га)

Условный вертикальный горизонт	Ствол, т	Ветви, т	Побеги текущего года, т	Листья, т	Сухие ветви, т	Генеративные органы, т	Древостой (всего), т	Напочвенный покров, т	Подрост, т	Надземная фитомасса (всего)	
										т	%
ЛП 1											
0,1	21,97	1,51	0,02	0,12	0,05	0,05	23,72	0,30	0,39	24,41	29
0,2	12,79	2,55	0,04	0,35	0,12	0,12	15,97	0,0	0,11	16,08	19
0,3	9,26	2,83	0,06	0,47	0,11	0,14	12,87	0,0	0,0	12,87	16
0,4	6,24	4,52	0,13	0,64	0,0	0,83	12,36	0,0	0,0	12,36	15
0,5	3,69	2,91	0,11	0,5	0,0	0,5	7,71	0,0	0,0	7,71	9
0,6	2,04	1,7	0,07	0,37	0,16	0,3	4,64	0,0	0,0	4,64	6
0,7	1,02	2,25	0,07	0,4	0,0	0,09	3,83	0,0	0,0	3,83	4
0,8	0,35	0,39	0,02	0,17	0,0	0,06	0,99	0,0	0,0	0,99	1
0,9	0,12	0,18	0,02	0,09	0,0	0,04	0,45	0,0	0,0	0,45	1
1,0	0,01	0,02	0,004	0,01	0,0	0,004	0,048	0,0	0,0	0,048	0,06
Итого	57,49	18,86	0,54	3,12	0,44	2,13	82,59	0,30	0,5	83,39	100
ЛП 2											
0,1	33,55	0,006	0,0002	0,0004	2,81	0,0	36,36	0,22	1,36	37,94	29
0,2	21,29	0,02	0,002	0,006	2	0,0	23,32	0,0	0,47	23,79	18
0,3	16,35	0,25	0,01	0,07	3,63	0,0	20,31	0,0	0,0	20,31	15
0,4	12,88	0,79	0,02	0,13	1,24	0,0002	15,06	0,0	0,0	15,06	11
0,5	6,19	2,5	0,03	0,2	2,27	0,001	11,19	0,0	0,0	11,19	8
0,6	4,13	2,82	0,07	0,39	4,25	0,0	11,66	0,0	0,0	11,66	10
0,7	2,02	4,71	0,26	1,19	0,69	0,005	8,87	0,0	0,0	8,87	7
0,8	0,53	0,76	0,04	0,15	0,02	0,004	1,5	0,0	0,0	1,5	1
0,9	0,21	0,83	0,07	0,33	0,04	0,002	1,48	0,0	0,0	1,48	1
1,0	0,02	0,02	0,01	0,02	0,0	0,0	0,07	0,0	0,0	0,07	0,05
Итого	97,17	12,7	0,51	2,49	16,95	0,01	129,82	0,22	1,83	131,87	100

Выводы

➤ Размерные характеристики деревьев лесных полос сильно влияют на вертикальную структуру надземной фитомассы. Так, у тонких и средних по диаметру деревьев (1-, 2- и 3-го классов) фитомасса значительно больше концентрируется в нижней части деревьев, а у более толстых и высоких деревьев (4- и 5-го классов) – в средней части.

➤ Отличительной особенностью лесной полосы с ясенем (ЛП 1) является большая доля деревьев дуба с низкоопущенной кроной, присутствие в вертикальных горизонтах 0,1Н, 0,2Н и 0,3Н протяженных, крупных живых ветвей. В лесной полосе с вязом (ЛП 2) крупные ветви появляются лишь с горизонта 0,6Н, так как кроны деревьев дуба формировались здесь при более равномерном и сомкнутом пологом в более близких к лесным условиям освещенности.

➤ Корреляционный анализ между показателями фитомассы вертикальных горизонтов модельных деревьев дуба (общей и по фракциям), относительными высотами горизонтов и биометрическими показателями деревьев показал отсутствие тесных статистически достоверных (на 5%-ном уровне значимости) линейных связей со всеми показателями, кроме относительных высот горизонтов.

➤ Вертикальная структура общей надземной фитомассы изученных полезащитных лесных полос схожа. На нижнюю часть полос приходится 64-62%, на среднюю – 34-36, а на верхнюю – 2%.

Библиографический список

1. Корчагин А.А. Строение растительных сообществ // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1976. – Т. V. – 320 с.
2. Бобкова К.С., Галенко Э.П., Забоева И.В. и др. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера: монография. – СПб.: Наука, 2001. – 277 с.
3. Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов // Лесоведение и лесоводство. Итоги науки и техники. – М., 1975. – Т. 1. – С. 9-189.
4. Попов В.П., Попова О.С., Каюков А.Н. Формирование защитных насаждений разных схем посадки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kgau.ru/img/konferenc/8.doc>.
5. Бородавка В.А. Формирование структуры полезащитных лесных полос с преобладанием дуба черешчатого на обыкновенных черноземах юго-восточной степи Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.04. – Харьков, 1991. – 22 с.
6. Берлин Н.Г. Надземная фитомасса полезащитных лесных полос из дуба черешчатого на южных черноземах степи правобережья Саратовской области // Научное обозрение. – 2014. – № 8. – С. 851-860.

режья Саратовской области // Научное обозрение. – 2014. – № 8. – С. 851-860.

7. Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.

8. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. – М.: ВАСХНИЛ, ВНИИАЛМИ, 1985. – 112 с.

9. Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений: монография. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2005. – 147 с.

10. Тихонов А.С. Лесоведение: учебное пособие для студентов вузов. – Калуга: ГП «Облиздат», 2011. – 332 с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.

References

1. Korchagin A.A. Stroenie rastitel'nykh soobshchestv // Polevaya geobotanika. – T. V. – L.: Nauka, 1976. – 320 s.
2. Bobkova K.S., Galenko E.P., Zaboieva I.V. i dr. Bioproduktsionnyi protsess v lesnykh ekosistemakh Severa: monografiya. – SPb.: Nauka, 2001. – 277 s.
3. Utkin A.I. Biologicheskaya produktivnost' lesov // Lesovedenie i lesovodstvo. Tom 1. Itogi nauki i tekhniki. – M., 1975. – S. 9-189.
4. Popov V.P., Popova O.S., Kayukov A.N. Formirovanie zashchitnykh nasazhdenii raznykh skhem posadki [Elektronnyi resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.kgau.ru/img/konferenc/8.doc>.
5. Borodavka V.A. Formirovanie struktury polezashchitnykh lesnykh polos s preobladaniem duba chereschatogo na obyknovennykh chernozemakh yugo-vostochnoi stepi Ukrainy: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.03.04. – Khar'kov, 1991. – 22 s.
6. Berlin N.G. Nadzemnaya fitomassa polezashchitnykh lesnykh polos iz duba chereschatogo na yuzhnykh chernozemakh stepi pravoberezh'ya Saratovskoi oblasti // Nauchnoe obozrenie. – 2014. – № 8. – S. 851-860.
7. Anuchin N.P. Lesnaya taksatsiya: uchebnik dlya vuzov. – M.: Lesnaya promyshlennost', 1982. – 552 s.
8. Metodika sistemnykh issledovaniy lesoagrarnykh landshaftov. – M.: VASKhNIL, VNIIALMI, 1985. – 112 s.
9. Usol'tsev V.A., Zalesov S.V. Metody opredeleniya biologicheskoi produktivnosti nasazhdenii: monografiya. – Ekaterinburg: Ural. gos. lesotekhn. un-t, 2005. – 147 s.
10. Tikhonov A.S. Lesovedenie: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov. – Kaluga: GP «Oblizdat», 2011. – 332 s.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1985. – 416 s.

