

УДК 630.421

*В. Л. Мешкова, А. В. Товстуха, Т. С. Пивовар*

## ВЕТРОВАЛЫ И БУРЕЛОМЫ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

*Исследованы особенности структуры сосновых древостоев в насаждениях, поврежденных ветром, на северо-востоке Украины. Проведено сравнение распределения поврежденных и не поврежденных ветром насаждений по типу лесорастительных условий, происхождению, доле сосны в составе, возрасту. Рассмотрено распределение деревьев сосны по типам повреждения ветром в зависимости от полноты насаждений, а также распределение участков по полноте в насаждениях: не поврежденных ветром; поврежденных ветром впервые; поврежденных ветром через два года после проведения выборочных рубок и поврежденных ветром в очагах корневой губки.*

*Ключевые слова:* сосновые леса; «ветровальные» и «неветровальные» участки; типы повреждения ветром; сплошные и выборочные санитарные рубки; полнота; показатели  $H/D$  и  $H/G$ .

**Введение.** В последние годы во многих регионах возросли частота и интенсивность стихийных бедствий, в том числе ветровалов и буреломов [1–4], что неблагоприятно отразилось на продуктивности и устойчивости лесов. Так, в лесах центральной Европы в 1999 году зарегистрирован ураган «Лотар», на юге Швеции в 2005 году – «Гудрун», в Германии и Словакии в 2007 году – «Кирилл», во Франции и Испании в 2009 году – «Клаус», в результате которых было утрачено большое количество древесины [1]. В сосновых лесах северо-востока Украины в 2006–2012 гг. почти ежегодно отмечались буреломы и ветровалы [5–7]. Прямое негативное действие ветра на лес усугубляется в связи с механическим повреждением деревьев, проникновением в раны патогенов, заселением резко осветленных и ослабленных деревьев насекомыми [5, 8].

Наличие противоречий в выводах, полученных в разных регионах относительно зависимости повреждаемости деревьев ветром от лесорастительных условий и структуры древостоя, в том числе пород-

ной и размерной, ограничивает возможности прогнозирования распространения ветровалов в пространстве [8]. Большинство исследований, посвященных изучению распространения ветровалов, проведены в горных лесах, где преобладает ель, характеризующаяся поверхностной корневой системой [3, 4, 9, 10]. Изучению ветровалов и буреломов в сосновых лесах уделяется мало внимания [3, 6, 7], в то время как увеличение площади поврежденных ветром таких насаждений свидетельствует о необходимости определения наиболее уязвимых участков, минимизации риска повреждения древостоев ветром и о выборе приоритетов при проведении санитарных мероприятий.

**Целью** данной работы было определение особенностей структуры сосновых древостоев в насаждениях, поврежденных и не поврежденных ветром, на северо-востоке Украины.

**Материалы и методика.** Исследования проведены в 2006–2013 гг. в Сумской области, где представлены две природные зоны – Полесье и Лесостепь.

Для южной части Сумской области, расположенной в Левобережной Лесостепи, характерны средняя годовая температура воздуха 6,6°C, 530 мм осадков в год и длительность вегетационного периода 200 дней (метеостанция Тростянец). Для северной части области, расположенной в Восточном Полесье, данные показатели составляют 5,7°C, 594 мм и 185 дней [11].

По результатам обследования насаждений и с использованием материалов лесоустройства были сформированы базы данных, позволяющие анализировать отдельно выборки деревьев в насаждениях, поврежденных ветром («ветровальных») и не поврежденных ветром («неветровальных»). В анализе материалов лесоустройства использованы данные по выделам, где сосна обыкновенная была главной породой.

Детальные исследования распределения деревьев по типу повреждения ветром (буреломные, ветровальные, с отломанной вершиной, наклоненные), а также определение таксационных показателей проведены на пробных площадях, заложенных в двух лесхозах. Великописаревское лесничество Государственного предприятия «Ахтырское лесное хозяйство» (ГП «Ахтырское ЛХ») находится в Левобережной Лесостепи (южная часть области), а Мироновское лесничество Государственного предприятия «Шосткинское лесное хозяйство» (ГП «Шосткинское ЛХ») находится в Восточном Полесье (северная часть области) [6].

В сосновых насаждениях Великописаревского лесничества пробные площади были заложены в 20 «ветровальных» насаждениях площадью 57,4 га и 56 «неветровальных» площадью 248,1 га, в сосновых насаждениях Мироновского лесничества – в 149 «ветровальных» насаждениях площадью 641,8 га и 139 «неветровальных» площадью 360 га.

Типы лесорастительных условий указаны в соответствии с классификацией Алексева-Погребняка [12]. Таксационные показатели определяли на пробных площадях стандартными методами [13].

Статистический анализ данных проводили с помощью программного продукта MS Excel методами описательной статистики [14]. Распределение площади «ветровальных» и «неветровальных» участков насаждений по типам лесорастительных условий, составу, полноте и возрасту сопоставляли с помощью критерия  $\chi^2$ . Различия в распределении считали достоверными, если расчетное значение превышало табличное ( $\chi^2_{\text{факт.}} > \chi^2_{0,05}$ ).

**Результаты и обсуждение.** Ветровалы в Сумской области регистрировались и в предыдущие годы. В основном их составляли усохшие деревья в очагах корневой губки или растущие на границе с вырубками. Тенденция к увеличению площади насаждений, отведенных в санитарные рубки в связи с повреждением ветром, отмечена в последнее десятилетие. Так, сплошными санитарными рубками в связи с повреждением ветром в 2000 году было охвачено 24,5 га, в 2003 году – 89,2 га, в 2006 – 211,4 га, в 2010 – 110 га, в 2012 – 300 га. Площади насаждений, охваченных выборочными санитарными рубками, выросли за этот период незначительно (с 6,9 до 7,5 тыс. га). В то же время, доля площади насаждений, отведенных в рубку в связи с повреждением ветром, увеличилась от 0,2 до 50–60%. На отдельных участках леса поврежденные деревья составляли в 2006 – 2009 гг. 14,8 – 49,3%, а в 2010 году – 19,2 – 95,4%.

Первым наиболее заметным по площади (92,4 га при площади сосновых насаждений в лесничестве 305,5 га) был бурелом, произошедший под действием урагана 6 июня 2006 года в лесостепной части области – Великописаревском лесничестве ГП «Ахтырское ЛХ» (рис. 1). Ветром было повреждено 32,7% всех лесов лесничества, что вызвало повышенное внимание к исследованию ожидаемой угрозы влияния этого фактора на состояние леса. Лесной фонд данного лесничества представлен преимущественно листовыми породами, а сосновые насаждения составляют лишь 3,3%. В то же время



Рис. 1. Бурелом. Великописаревское лесничество ГП «Ахтырское ЛХ». Июнь 2006 г.

среди поврежденных ветром насаждений 96 % составляли древостои сосны обыкновенной. Среди типов повреждений сосны ветром преобладал бурелом (63,8%).

В 2007 году ветром были повреждены насаждения Краснопольского, Кролевецкого и Шосткинского ЛХ на площади 28 га. Среди поврежденных пород сосна обыкновенная составляла 63,4 %, сосна крымская – 19,2 %, дуб черешчатый – 17,4 %. В 2008 году на площади 44,2 га ветром были повреждены леса в Ахтырском, Глуховском, Краснопольском и Кролевецком лесхозах, из которых 99,1 % составляли насаждения сосны обыкновенной, причем для большинства (89,8 %) был характерен бурелом. Ветровал был характерен для еловых и дубовых насаждений, а также сосновых, в которых в предыдущие годы были проведены выборочные санитарные рубки, в том числе после бурелома 2007 года. В 2009 году ветром были повреждены леса в Ахтырском, Кролевецком и Шосткинском лесхозах на площади 22,8 га, из которых насаждения сосны обыкновенной составляли 96,5 %. Значительно меньше были представлены ольха черная (0,7 га) и дуб черешчатый (0,1 га). В последующие годы повреждение ветром насаждений отмече-

но в восьми из 12 лесхозов Сумской области, причем все ураганы прошли в июне, а с 2009 года охватили не только лесостепную, но и полесскую части области (ГП «Свесское ЛХ», ГП «Шосткинское ЛХ» и ГП «Середино-Будское ЛХ»).

Анализ результатов обследования лесов в 2006 году в Великописаревском лесничестве ГП «Ахтырское ЛХ» (лесостепная часть области), где представлены исключительно искусственные сосновые насаждения, показал наличие достоверных различий в распределении их по типам лесорастительных условий ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 40,1$ ;  $\chi^2_{0,05} = 7,8$ ). Так, в свежей субори (B<sub>2</sub>) представлено 50,7 % площади «неветровальных» участков, в свежем сугрудке C<sub>2</sub> – 40,7 %, а во влажном бору (B<sub>3</sub>) и свежем груде (D<sub>2</sub>) – 5,2 и 3,4 %, в то время как 90,9 % «ветровальных» участков расположено в B<sub>2</sub> и 9,1 % в C<sub>2</sub> [7]. Отмеченные различия могут быть связаны с тем, что в более богатых и влажных лесорастительных условиях лучше развиты корневые системы сосны, а также с наличием большего количества древесных и кустарниковых пород на таких участках. Так, насаждения «ветровальных» участков имели в составе не менее восьми единиц сосны, в то время как на участках, не за-

тронутых ураганом, они были преимущественно смешанными ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 69,6$ ;  $\chi^2_{0,05} = 16,9$ ).

Среди поврежденных ветром насаждений в Великописаревском лесничестве сосновые древостои составляли 98,7 %, а березовые – 1,3 %. Немногим отличался их состав в Мироновском лесничестве, расположенном в полесской зоне. Показано [15], что, несмотря на увеличение доли сосновых лесов по мере продвижения на север Сумской области, состав насаждений становится богаче, поэтому в полесских лесхозах ветром были повреждены, кроме сосны, лиственные породы (дуб, осина, береза, ольха), а также ель, площадь насаждений которой не превышает 2 % (ГП «Свесское ЛХ»). Среднее количество поврежденных ветром деревьев сосны составляло 79,3 штуки на одном выделе (16,6 шт./га), максимальное количество – 477 штук на одном выделе (19,9 шт./га).

В отличие от лесостепных лесничеств, в полесской части области, наряду с искусственными насаждениями, представлены естественные. В Мироновском лесничестве ГП «Шосткинское ЛХ» распределение насаждений на естественные и искусственные не отличалось на «ветровальных» и «неветровальных» участках ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 1,51$ ;  $\chi^2_{0,05} = 3,84$ ). Большая часть искусственных «ветровальных» насаждений расположена в В<sub>2</sub> и С<sub>2</sub>, естественных – в В<sub>3</sub> и С<sub>3</sub> ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 136,4$ ;  $\chi^2_{0,05} = 11,1$ ).

В обоих лесничествах возрастной диапазон естественных и искусственных древостоев «ветровальных» участков был меньшим, чем «неветровальных». Соответственно, коэффициенты вариации возраста имели меньшие значения для «ветровальных» участков (в искусственных насаждениях Великописаревского лесничества 19,4 и 41,8 %, в искусственных насаждениях Мироновского лесничества – 12,5 и 16,8 %, в естественных Мироновского лесничества 18,8 и 33,1 %).

В Великописаревском лесничестве насаждения моложе 40-летнего возраста

среди «ветровальных» отсутствовали, доля площади «ветровальных» насаждений имела тенденцию к возрастанию от IV до VIII классов возраста (табл. 1). Распределение по возрасту площади «ветровальных» и «неветровальных» участков Великописаревского лесничества отличалось достоверно ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 16,7$ ;  $\chi^2_{0,05} = 11,1$ ), в связи со значительно большей площадью 70 – 80-летних насаждений среди «ветровальных» участков и наличием культур I класса возраста (8,3 %) среди «неветровальных» насаждений. Распределение по классам возраста площади «ветровальных» и «неветровальных» участков искусственных сосновых насаждений Мироновского лесничества отличалось недостоверно ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 10,8$ ;  $\chi^2_{0,05} = 18,3$ ), а естественных – достоверно ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 20,0$ ;  $\chi^2_{0,05} = 15,5$ ). Возраст древостоев «ветровальных» участков естественных древостоев составлял 60–100 лет, в то время как среди «неветровальных» встречались древостои II и IV – XI классов возраста. Распределение по классам возраста искусственных и естественных древостоев Мироновского лесничества отличалось достоверно ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 70,2$ ;  $\chi^2_{0,05} = 14,1$ ). Это связано со значительной долей (54,7 %) древостоев IX класса возраста среди естественных «ветровальных» древостоев и отсутствием среди них древостоев младше 60 лет.

Исследования зависимости распространения ветровалов от размеров деревьев (диаметра, высоты и их соотношения H/D) представляют особый интерес, поскольку эти показатели иногда считают индикаторами жизнеспособности деревьев [16]. При изучении влияния рубок ухода на рост и состояние сосновых лесов украинские ученые [17, 18] сделали вывод об уменьшении устойчивости деревьев к действию ветра и снега при возрастании соотношения H/D. В то же время, шведскими учеными установлено, что вероятность ветровала возрастает в прореженных древостоях независимо от размеров деревьев [2].

Таблица 1

## Распределение по классам возраста площади ветровальных и неветровальных насаждений

Класс возраста	Доля площади насаждений, %					
	Великописаревское лесничество		Мироновское лесничество			
	Лесные культуры		Лесные культуры		Естественные насаждения	
	Ветровал	Вне ветровала	Ветровал	Вне ветровала	Ветровал	Вне ветровала
I	0,0	8,3	0,0	3,0	0,0	0,0
II	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1
III	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0
IV	0,7	4,2	0,2	3,1	0,0	0,2
V	12,9	14,8	2,4	2,4	0,0	0,7
VI	20,7	17,7	9,1	13,9	0,0	0,7
VII	23,7	28,7	34,5	36,2	15,9	14,8
VIII	42,0	26,3	38,2	27,2	20,3	25,7
IX	0,0	0,0	9,2	8,7	54,7	36,0
X	0,0	0,0	5,2	2,9	9,1	19,9
XI	0,0	0,0	1,2	0,8	0,0	1,9

Наши исследования показали, что в обследованных древостоях Сумской области минимальные значения показателя Н/D в «неветровальных» насаждениях этого лесничества составляли меньше 50 %, а максимальные превышали 130 %, причем в выборке поврежденных ветром насаждений значение показателя Н/D находилось в пределах этого диапазона (66 – 121,5 %). Варьирование показателя Н/D во всех выборках было сравнительно невысоким. Наименьшее значение коэффициента вариации показателя Н/D отмечено в выборке искусственных древостоев Мироновского лесничества (7,3 и 10,3 % для «ветровальных» и «неветровальных» участков), несколько бóльшим – в выборке естественных древостоев этого же лесничества (9,0 и 10,5 % соответственно), а наибольшим – в выборке искусственных древостоев Великописаревского лесничества (13,2 и 12,5 %). Достоверных различий в значении этого показателя для «ветровальных» и «неветровальных» насаждений не выявлено ни для искусственных, ни для естественных насаждений при группировке их по возрасту, полноте, типу лесорастительных условий и бонитету ( $P > 0,1$ ). Полученные данные свидетель-

ствуют о том, что значение соотношения Н/D не является признаком неустойчивости к ветровалам сосновых древостоев в регионе исследований.

Соотношение Н/G также достоверно не отличалось в выборках «ветровальных» и «неветровальных» деревьев одинаковых возраста и бонитета. В табл. 2 приведены рассчитанные для насаждений I бонитета значения показателя Н/G, а также значения нормированной величины (Н/G, %), вычисленные по отношению к данным таблиц хода роста [19].

В соответствии с критерием устойчивости древостоев, предложенным Ю.П. Демаковым [16], представленные в табл. 1 рассчитанные значения нормированной величины (Н/G, %) показывают, что жизнеспособность всех исследованных насаждений была очень высокой (значения данного показателя менее 125 %), то есть реакция деревьев на ветровую нагрузку не зависела от соотношения Н/G.

Среди обследованных древостоев преобладают насаждения I класса бонитета (67–81 %, причем их распределение среди «ветровальных» и «неветровальных» участков достоверно не отличается ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 7,4; \chi^2_{0,05} = 7,8$ ).

Таблица 2

Значения показателя Н/Г (числитель) и его нормированной величины (Н/Г, % – знаменатель) в насаждениях, поврежденных и не поврежденных ветром

Возраст, лет	Н/Г по ТХР [19]	Культуры				Естественные насаждения	
		ГП «Ахтырское ЛХ» (Лесостепь)		ГП «Шосткинское ЛХ» (Полесье)		«ветровальные»	«неветровальные»
		«ветровальные»	«неветровальные»	«ветровальные»	«неветровальные»		
10	41,1	–	41,5 / 101,0	–	38,8 / 94,4	–	–
20	16,5	–	–	–	16,7 / 101,1	–	–
30	10,4	–	–	–	10,9 / 104,1	–	–
40	7,7	–	5,7 / 73,5	–	7,9 / 102,0	–	–
50	6,1	–	4,9 / 80,7	5,6 / 92,2	6,1 / 100,0	–	5,2 / 85,5
60	5,2	4,1 / 79,9	4,6 / 88,7	5,0 / 97,5	5,3 / 103,2	–	5,0 / 97,8
70	4,4	3,4 / 76,8	3,4 / 76,7	4,3 / 96,2	4,3 / 97,1	–	4,2 / 94,2
80	3,9	3,7 / 95,0	3,8 / 97,5	4,1 / 104,5	3,8 / 99,0	–	3,2 / 82,5
90	3,5	–	–	3,5 / 101,5	3,1 / 90,5	2,9 / 82,9	2,8 / 81,1
100	3,2	–	–	2,4 / 77,5	2,8 / 87,2	2,6 / 81,0	2,5 / 80,6

В Великописаревском лесничестве на «ветровальных» участках преобладали древостои с относительной полнотой 0,7, а на «неветровальных» – 0,8, причем распределение «ветровальных» и «неветровальных» насаждений по полноте отличалось достоверно ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 12,6$ ;  $\chi^2_{0,05} = 6,0$ ).

Площадь санитарных рубок за рассмотренный период в полесских лесхозах была наибольшей в 2012 году (5805,2 и 3219,0 га в Шосткинском и Свесском ЛХ

соответственно), причем площадь сплошных санитарных рубок составляла 2 – 5 % от площади всех санитарных рубок (табл. 3). Доля площади «ветровальных» сосновых насаждений в ГП «Шосткинское ЛХ» была максимальной в 2012 году, а в ГП «Свесское ЛХ» доля площади «ветровальных» сосновых насаждений от площади выборочных санитарных рубок резко увеличилась в 2012 году и продолжала возрастать в 2013 году.

Таблица 3

Доля площади поврежденных ветром насаждений от площади всех насаждений, пройденных санитарными рубками

Годы	Площадь рубок, га			Доля площади «ветровальных» насаждений от площади всех насаждений, пройденных данными рубками, %					
				ССР		ВСП		ССР+ВСП	
	ССР	ВСП	ССР+ВСП	все породы	сосна	все породы	сосна	все породы	сосна
ГП «Шосткинское ЛХ»									
2010	22,1	1878,5	1900,6	14,0	5,0	0,04	0,0	0,2	0,1
2011	13,9	2337,7	2351,6	2,9	3,1	19,9	20,5	19,8	20,4
2012	89,7	5715,5	5805,2	41,5	83,4	63,4	62,6	63,1	62,8
2013	49,4	3975,3	4024,7	10,9	20,8	53,6	54,5	53,1	54,3
ГП «Свесское ЛХ»									
2011	73,9	1261,5	1335,4	0,0	0,0	1,2	1,5	1,1	1,5
2012	110,6	3108,4	3219,0	67,0	89,4	62,0	64,7	62,2	65,3
2013	80,7	1770,6	1851,3	36,9	77,3	80,4	81,0	78,5	80,9

Примечание: ССР – сплошная санитарная рубка; ВСП – выборочная санитарная рубка.

Анализ динамики доли «ветровальных» сосновых насаждений в очагах корневой губки и за их пределами от площади всех сосновых насаждений, пройденных выборочными санитарными рубками, свидетельствует о более раннем нарастании площади ветровалов в очагах этой болезни (рис. 2). Полученные данные объясняются тем, что в очагах корневой губки корневые системы деревьев постепенно разрушаются, что приводит к снижению их устойчивости к действию ветра. Второй причиной является постоянно снижающаяся полнота насаждений на таких участках в результате отпада части деревьев, что делает соседние деревья уязвимыми к действию ветра. С постепенным разрушением корней сосны в очагах корневой губки связано также то, что в них ветром были повреждены насаждения, начиная с 40-летнего возраста, а доля поврежденных ветром 70–80-летних насаждений в очагах корневой губки была в 1,5 раза большей, чем вне очагов (рис. 3). Распределение насаждений по возрасту в очагах корневой губки достоверно отличалось от насаждений, растущих вне очагов ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 18,1$ ;  $\chi^2_{0,05} = 11,1$ ). Распределение по полноте насаждений, поврежденных ветром впервые и не повре-

жденных ветром, достоверно не отличалось во всех обследованных массивах ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 3,6$ ;  $\chi^2_{0,05} = 9,5$ ). Распределение по полноте насаждений, пройденных выборочными рубками в предыдущие два года, достоверно отличалось от распределения неповрежденных насаждений и насаждений, впервые поврежденных ветром ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 64,9$ ;  $\chi^2_{0,05} = 11,1$ ), а распределение поврежденных ветром насаждений в очагах корневой губки – от распределения всех других проанализированных групп насаждений ( $\chi^2_{\text{факт.}} = 22,1$ ;  $\chi^2_{0,05} = 11,1$ ) (рис. 4). Именно различия в полноте насаждений обусловили в значительной степени особенности их повреждения ветром. Так, на участках высокополнотных насаждений (с относительной полнотой  $>0,8$ ) преобладали буреломные деревья (76,1%), а по мере снижения полноты их доля снижалась и составляла 12,3% при полноте 0,5 (рис. 5). В то же время доля ветровальных деревьев была большей на участках с меньшей полнотой, причем это в наибольшей степени проявлялось на участках, пройденных выборочными санитарными рубками. Доля деревьев с отломанными вершинами имела тенденцию уменьшаться, а доля наклоненных деревьев – увеличиваться по мере снижения полноты древостоев.

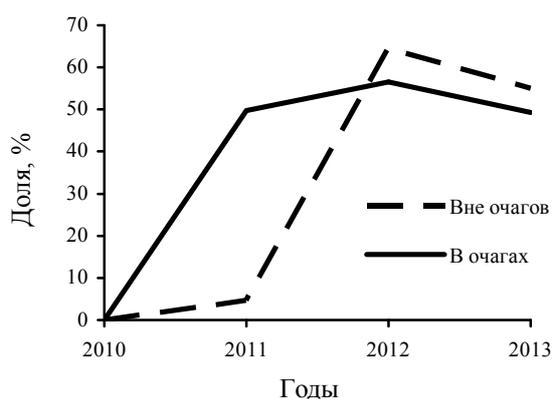


Рис. 2. Доля площади поврежденных ветром сосновых насаждений от площади всех сосновых насаждений, пройденных выборочными санитарными рубками в очагах корневой губки и за их пределами

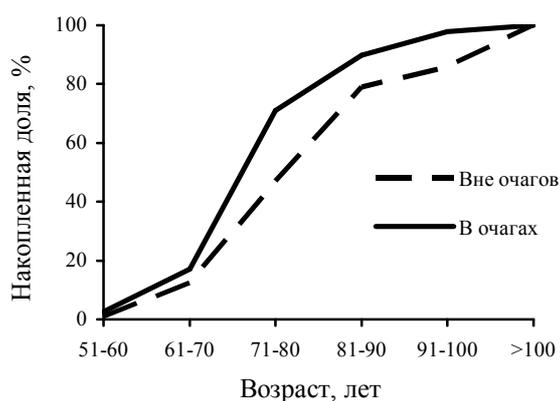


Рис. 3. Распределение (накопленная доля) площади поврежденных ветром чистых сосновых насаждений в очагах корневой губки и вне их

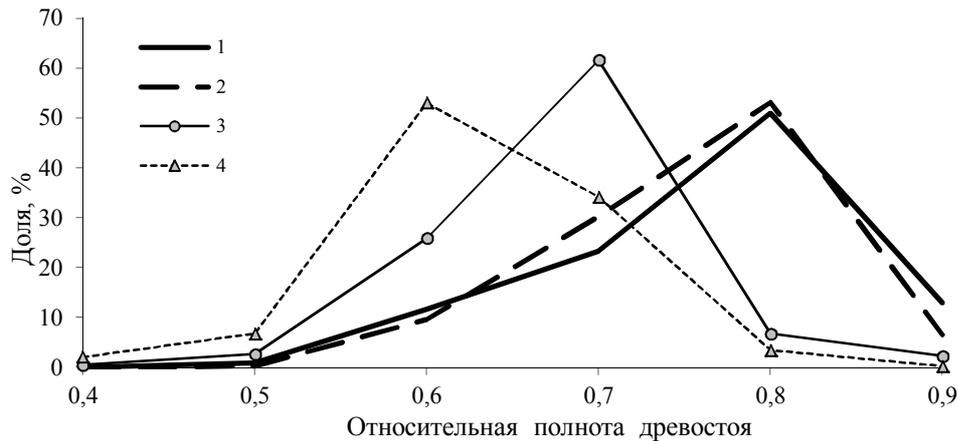


Рис. 4. Распределение площади насаждений по полноте: 1 – не поврежденные ветром; 2 – поврежденные ветром впервые; 3 – поврежденные ветром через два года после проведения выборочных рубок; 4 – поврежденные ветром в очагах корневой губки

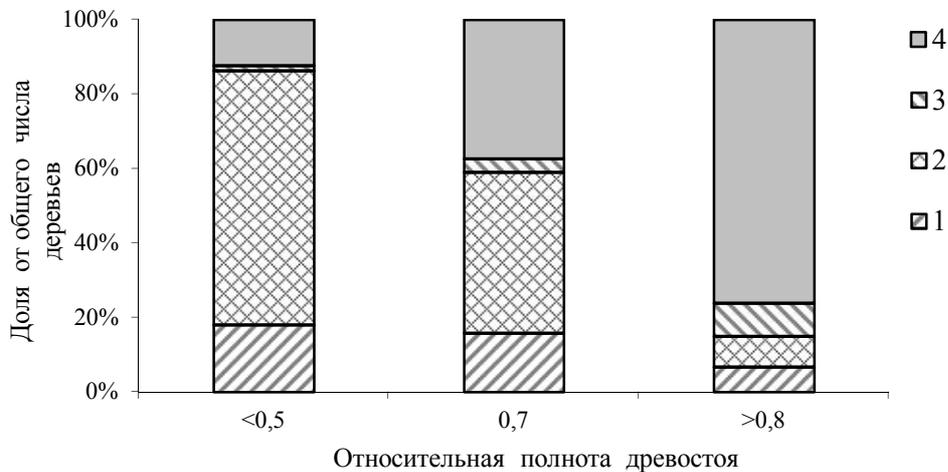


Рис. 5. Распределение числа деревьев сосны обыкновенной по типам их повреждения ветром в зависимости от полноты насаждений: 1 – наклонные, 2 – ветровальные, 3 – со сломанной вершиной, 4 – буреломные

## Выводы

1. На северо-востоке Украины доля площади насаждений, отведенных в санитарную рубку в связи с повреждением ветром, увеличилась с 0,2 % в 2000 году до 50 – 60 % в 2012 году.

2. Ветром повреждались преимущественно насаждения в менее богатых и влажных лесорастительных условиях в возрасте более 40 лет и доле сосны не менее восьми единиц.

3. Достоверных различий в значении показателей Н/Д для «ветровальных» и «неветровальных» насаждений не выявлено ни для искусственных, ни для естественных насаждений при группировке их по возрасту, полноте, типу лесораститель-

ных условий и бонитету. Соотношение Н/Г также достоверно не отличалось в выборках «ветровальных» и «неветровальных» деревьев одинакового возраста и класса бонитета.

4. В очагах корневой губки ветром повреждались более молодые и менее полные насаждения, чем вне очагов, причем ветровал преобладал над буреломом.

5. Ветровал преобладал над буреломом также на участках, пройденных в предыдущие два года выборочными санитарными рубками.

6. На участках насаждений с относительной полнотой более 0,8 преобладали буреломные деревья, а по мере ее снижения возрастала доля ветровальных деревьев.

## Список литературы

1. *Bolte, A.* Adaptive forest management in central Europe: Climate change impacts, strategies and integrative concept / A. Bolte, Ch. Ammer, M. Lof, P. Madsen, G.-J. Nabuurs, P. Schall, P. Spathelf, J. Rock // *Scandinavian Journ. of Forest research.* – 2009. – Vol. 24. – P.473–482.

2. *Valinger, E.* Factors affecting the probability of windthrow at stand level as a result of Gudrun winter storm in southern Sweden / E. Valinger, J. Fridman // *Forest Ecology and Management.* – 2011. – Vol.262, iss.3. – Pp. 398–403.

3. *Wind Effects on Trees: Proceedings of the 2nd International Conference (Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany, 13 – 16 October 2009) / Helmut Mayer and Dirk Schindler (Eds.) // Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität.* – Freiburg, 2009. – Nr. 19. – 340 pp.

4. *Калуцький, І. Ф.* Стихійні явища в гірсько-лісових умовах Українських Карпат (вітровали, паводки, ерозія ґрунту) : монографія / І. Ф. Калуцький, В. С. Олійник. – Львів : Камула, 2007. – 240 с.

5. *Мешкова, В. Л.* Стовбурові комахи на ділянках вітровалу й бурелому у соснових насадженнях Сумщини / В. Л. Мешкова, Ю. Є. Скрильник, О. В. Товстуха // *Ліс, довкілля, технології: наука та інновації: тези доповідей учасників Міжнародної науково-практичної конференції (29 березня 2012 року).* – Київ: НУБІП, 2012. – С.265–266.

6. *Товстуха, О. В.* Чинники пошкодження та ослаблення лісів Сумщини / О. В. Товстуха // *Лісівництво і агролісомеліорація.* – 2010. – Вип. 117. – С. 114 – 119.

7. *Товстуха, О. В.* Поширення ветровалів і буреломів у соснових деревостанах Сумської області / О. В. Товстуха // *Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. Серія «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство».* – 2012. – №3. – С. 194–198.

8. *Everham, E.M.* Forest damage and Recovery from Catastrophic wind / E.M. Everham, N.V.L. Brokaw // *The botanical review.* – 1996. – Vol. 62, No2. – P. 113–185.

## References

1. *Bolte A., Ammer Ch., Lof M., Madsen P., Nabuurs G.-J., Schall P., Spathelf P., Rock J.* Adaptive Forest Management in Central Europe: Climate Change Impacts, Strategies and Integrative Concept. *Scandinavian Journal of Forest Research.* 2009. Vol. 24. P. 473–482.

2. *Valinger E., Fridman J.* Factors Affecting the Probability of Windthrow at Stand Level as a Result of Gudrun Winter Storm in Southern Sweden. *Forest Ecology and Management.* 2011. Vol.262, Iss.3. P. 398–403.

3. *Wind Effects on Trees: Proceedings of the 2nd International Conference (Albert-Ludwigs-University of Freiburg, Germany, 13 – 16 October 2009) / Helmut Mayer and Dirk Schindler (Eds.) // Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität.* Freiburg, 2009. №19. 340 p.

4. *Kalutskiy I. F., Oleynik V. S.* Stykhiyni yavyscha v girsko-lisovykh umovakh Ukrain'skykh Karpat (vitrovaly, pavodky, eroziya gruntu) [Natural Disasters in Mountain-Forest Conditions of Ukrainian Carpathians (Windstorms, Floods, Soil Erosion) : monograph. Lvov : Kamula, 2007. 240 p.

5. *Meshkova V. L., Skrilnik Yu. E., Tovstukha A. V.* Stovburovi komahy na dilyankakh vitrovalu y burelomu u osnovykh nasadzhenyakh Sumshchyny [Stem Insects in the Plots of Windfall and Stem Snapping in the Pine Stands of Sumy Region.]. *Lis, dovkiillya, tekhnologiyi: nauka ta innovatsiyi: tezy dopovidey uchastnykiv Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi (29 bereznia 2012 roku)* [Forest, Environment, Technologies: Science and Innovations: Theses of Reports of Participants of International Research-and-Practical Conference (March 29, 2012)]. Kiev: NUBIP, 2012. P.265–266.

6. *Tovstukha A. V.* Chynnyky poshkodzhennya ta oslablennya lisiv Sumshchyny [Factors of Damage and Weakening of Forests in Sumy Region]. *Lisivnytstvo i agrolisomelioratsiya* [Forestry & Forest Melioration]. 2010. Iss. 117. P. 114 – 119.

7. *Tovstukha O. V.* Poshyrennya vitrovaliv i burelomiv u osnovykh derevostanakh Sums'koyi oblasti [Spread of Windfalls and Stem Snapping in the Pine Stands of Sumy Region] // *Visnyk Kharkivs'kogo Natsional'nogo Agrarnogo Universytetu im. V.V. Dokuchayeva. Ser. «Gruntoznavstvo, agrokhimiya, zemlerobstvo, lisove gospodarstvo»* [Vestnik of Kharkov National Agrarian University. Ser. «Pedology, Agrochemistry, Farming, Forestry»]. 2012. No 3. P. 194–198.

8. *Everham E.M., Brokaw N.V.L.* Forest Damage and Recovery from Catastrophic Wind. *The botanical Review.* 1996. Vol. 62, No 2. P. 113–185.

9. Лавний, В. В. Вплив орографічних і лісівничих факторів на вітровали лісу в Українських Карпатах / В. В. Лавний // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : НЛТУ України, 2007. – Вип. 17.3. – С. 48 – 53.

10. Лавний, В. В. Особливості виникнення та структура вітровальних ділянок у смерекових лісах Карпатського національного природного парку / В. В. Лавний, Л. М. Белей, В. І. Годованець, Р. В. Лазарович // Лісівництво і агролісомеліорація. – Харків: УкрНДІЛГА, 2011. – Вип. 119. – С. 29–36.

11. Клімат України /За ред. В. М.Ліпінського, В. А.Дячука, В. М. Бабіченко. – Київ: вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

12. Мигунова, Е. С. Лесоводство и естественные науки (ботаника, география, почвоведение). 2-е изд. // Е. С. Мигунова. – М.: МГУЛ, 2007. – 592 с.

13. Анучин, Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.

14. Ивантер, Э. В. Введение в количественную биологию /Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. – Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2011. – 302 с.

15. Чигринець, В. П. Типологічна структура соснових лісів Сумщини / В. П. Чигринець, О. В. Товстуха, Т. С. Пивовар //Лісівництво і агролісомеліорація. – 2012. – Вип. 121. – С. 57–65.

16. Демаков, Ю. П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методологические и методические аспекты) : Научное издание /Ю. П. Демаков. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 416 с.

17. Тарнопільська, О. М. Особливості росту і формування штучних соснових насаджень Лівобережного Степу та Лісостепу : Автореф. ... канд. дис. ... с.-г. наук 06.03.03 – лісознавство і лісівництво / О. М. Тарнопільська. – Харків: УкрНДІЛГА, 2012. – 20 с.

18. Шинкаренко, И. Б. Продуктивность искусственных сосняков в связи с рубками ухода и предпосылки их неустойчивости к ветру и снегу / И. Б. Шинкаренко // Лесоводство и агролесомелиорация. – Киев : Урожай, 1990. – Вып. 80. – С. 53–58.

9. Lavniy V. V. Vplyv orographichnykh i lisivnychykh faktoriv na vitrovaly lisu v Ukrains'kikh Karpatakh [Influence of Orographic and Silvicultural Factors on Forest Windfalls in Ukrainian Carpathians]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy: zbirnyk naukovotekhnichnykh prats' [Scientific Vestnik of National Forestry Engineering University of Ukraine: collection of scientific & technical proceedings]. Lvov: NLTU Ukrainy, 2007. Iss. 17.3. P. 48 – 53.

10. Lavniy V. V., Beley L. N., Godovanets V. I., Lazarovich R. V. Osoblyvosti vynyknennya ta struktury vitroval'nykh dilyanok u smerekovykh lisakh Karpatskogo natsional'nogo prirodnoho parku [Peculiarities of Formation and Characteristics of Windfall Area in Spruce Forests of the Carpathian National Park]. Lisivnytstvo i agrolisomeliioratsiya [Forestry & Forest Melioration]. Kharkov: UkrNDILGA, 2011. Iss. 119. P. 29–36.

11. Klimat Ukrainy [Climate of Ukraine] /Editors V. M. Lipinskiy, V. A. Dyachuk, V. M. Babichenko. Kiyev: Izd-vo Rayevskogo, 2003. 343 p.

12. Migunova E. S. Lesovodstvo i estestvennyye nauki (botanika, geografiya, pochvovedeniye): vtoroe izdanie [Forestry and Natural Sciences (Botany, Geography, Soil Science):2d edition.]. Moscow: MGUL, 2007. 592 p.

13. Anuchin N. P. Lesnaya taksatsiya [Forest Assessment.]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1982. 552 p.

14. Ivanter E. V., Korosov A.V. Vvedeniye v kolichestvennyuyu biologiyu [Introduction to Numerical Biology.]. Petrozavodsk: PetrGU, 2011. 302 p.

15. Chigrinets, V. P., Tovstukha A. V., Pyvovar T. S. Typologichna struktura sosnovykh lisiv Sumshchiny [Typological Structure of Pine Forests of Sumy Region]. Lisivnytstvo i agrolisomeliioratsiya [Forestry & Forest Melioration]. 2012. Iss. 121. P. 57–65.

16. Demakov Yu. P. Diagnostika ustoychivosti lesnykh ekosistem (metodologicheskie i metodicheskiye aspekty): nauchnoe izdanie [Diagnostics of Stability of Forest Ecosystems (Methodological and Methodical Aspects): scientific edition.]. Yoshkar-Ola: MarSTU. 2000. 416 p.

17. Tarnopilska O. M. Osoblyvosti rostu i formuvannya shtuchnykh sosnovykh nasazhdeniy Livoberezhnogo Stepu ta Lisostepu [Peculiarities of Growth and Forming of Planted Pine Forests in Left-Bank Steppe and Steppe-and-Forest Zones. Autoref.Diss.Agric.Sciences]: PhD Theses, 06.03.03 – Silviculture and Forestry. Kharkov.: UkrNDILGA, 2012. 20 p.

18. Shinkarenko I. B. Produktivnost iskusstvennykh sosnyakov v svyazi s rubkami ukhoda i predposylki ikh neustoychivosti k vetru i snegu [Productivity of Artificial Pine Stands in Connection with Cleaning Cutting and Preconditions of Their Instability to Wind and Snow.]. Lesovodstvo i agrolisomeliioratsiya [Forestry & Forest Melioration.]. Kiev : Urozhay, 1990. Iss. 80. P. 53–58.

19. Нормативно-інформаційний довідник з лісової таксації /Відповідальні за випуск А.А. Строчинський, С.М. Кашпор. – Київ, 2010.– 564 с.

19. Normatyvno-informatsijnyy dividnyk z li-sovoyi taxatsiyi [Normative-Informational Reference Book on Forest Inventory] /Edit. A.A. Strohinskyy, S.M. Kashpor. Kiev, 2010. 564 p.

Статья поступила в редакцию 18.06.13.

*МЕШКОВА Валентина Львовна* – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав. лаборатории защиты леса Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого (УкрНИИЛХА, Украина, Харьков). Область научных интересов – динамика популяций лесных насекомых, влияние биотических, абиотических и антропогенных факторов на состояние лесов. Автор более 350 публикаций, в том числе двух монографий и двух учебных пособий.

E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

*ТОВСТУХА Александр Владимирович* – заместитель начальника Сумского областного управления лесного и охотничьего хозяйства (Украина, Сумы). Область научных интересов – состояние лесов, факторы повреждения лесов. Автор восьми публикаций.

*ПИВОВАР Татьяна Сергеевна* – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник лаборатории мониторинга и сертификации лесов Украинского НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого (УкрНИИЛХА, Украина, Харьков). Область научных интересов – мониторинг, методы оценки состояния деревьев и насаждений, факторы повреждения леса. Автор 35 публикаций.

E-mail: tatiana-pyvovar@yandex.ua

*MESHKOVA Valentina Lvovna* – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Forest Protection of the Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G.M. Vysotskiy (Ukraine, Kharkov). Research interest – population dynamics of forest insects, influence of biotic, abiotic and anthropogenic factors on forests health. The author of more than 350 publications, including 2 monographs and 2 study guides.

E-mail: Valentynameshkova@gmail.com

*TOVSTUKHA Alexander Vladimirovich* – Deputy Chief of Sumy Regional Administration of Forest and Hunting Management (Ukraine, Sumy). Research interest – forest health, factors of forest damage. The author of 8 publications.

*PIVOVAR Tatiana Sergeyevna* – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher of the Laboratory of Monitoring and Certification of Forests of Ukrainian Research Institute of Forestry & Forest Melioration named after G.M. Vysotskiy (Ukraine, Kharkov). Research interest – monitoring, methods of health assessment of trees and stands, factors of forest damage. The author of 35 publications.

E-mail: tatiana-pyvovar@yandex.ua

V.L. Meshkova, A.V. Tovstukha, T.S. Pivovar

## WINDFALLS AND WINDBREAKS IN PINE FORESTS OF THE NORTH-EASTERN UKRAINE

**Key words:** pine forests; wind-damaged and non-wind-damaged areas; types of wind damage; total and selective sanitary fellings; stand density; H/D and H/G indices.

*In the North-East of the Ukraine the share of sanitary felled stands to the total area of sanitary fellings increased from 0.2 % in 2000 to 50 – 60 % in 2012. Possibilities of prediction of the threat of wind damage and planning of sanitary measures are limited because of lack of data absence concerning probable distribution of windbreaks and windfalls in pine forests depending on forest site conditions, structure and condition of the stands.*

*The aim of this research was to determine peculiarities of structure of wind-damaged pine stands in the North-East of the Ukraine in comparison with non-wind-damaged pine stands.*

*Researches were carried out in 2006 – 2013 in Sumy region, there are two types of natural zones (Forest zone (Polesye) and Forest-Steppe zone) in it. In accordance with the results of stands inspection and with the use of forest inventory data, some databases were formed. The databases make it possible to analyze wind-damaged and non-wind damaged stands separately. The detailed study of trees classification according to the type of wind damage (windbreak, windfall, trees with broken top, bent trees) as well as assessment of taxation indices were carried out at the sample plots in two State Forest Enterprises – SE «Akhtyrka Forest Enterprise» (Left-bank Forest-Steppe, the southern part of Sumy region) and SE «Shostka Forest Enterprise» (East Polesye, the northern part of Sumy region).*

*Comparison of distribution of wind-damaged and non-wind-damaged stands in different forest site conditions as well as in accordance with stand origin, its age, and a share of Pine trees in the stand composition was carried out. It was proved, that there were more damages in forests located in less rich and less moist forest site conditions where a share of Pines is less than 8 units. Stand distribution by its origin did not differ in the wind-damaged and non-wind-damaged plots. Age range of natural and artificial stands of wind-damaged plots was lower, than age range in non-wind damaged plots. The youngest stands were the least damaged trees by wind.*

*Differences between H/D ratio for wind-damaged and non-wind-damaged plots of both natural and artificial stands were almost the same for the groups of trees organized in accordance with the age of trees, their density, forest site conditions and productivity (bonitet). The obtained data prove that H/D ratio cannot be the criterion of wind tolerance for pine stands in the studying region. There was no serious difference of the H/G ratio in wind-damaged and non-wind-damaged trees of the same age and bonitet that is forest reaction to wind loading did not depend on the given ratio.*

*Distribution of pine trees by the types of wind damage depending on stand density as well as distribution of plots by stand density was analyzed for non-wind-damaged stands, wind-damaged stands for the first time, stands damaged by the wind in two years after selective sanitary felling and wind-damaged stands in the foci of root rot.*

*Windbreak predominated in the plots with relative stand density > 0.8, windfall increased with decrease of stand density. Windfall predominated over the windbreak in the foci of rot root and in the plots where selective sanitary felling was carried out in previous two years.*