

**ДИНАМИКА КОЛИЧЕСТВА ДЕРЕВЬЕВ
ПОСЛЕВЕТРОВАЛЬНОГО ТЁМНОХВОЙНОГО ДРЕВОСТОЯ
В ВИСИМСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ**

**TREE QUANTITATIVE DYNAMICS OF POST-WINDFALL DARK CONIFEROUS STAND
IN THE VISIMSKIY NATURE RESERVE**

Ключевые слова: Средний Урал, послеветровальный ельник хвощово-мелкотравный, количество деревьев, распределение и динамика.

После катастрофического ветровала древостоев существенно изменяются популяционные характеристики. Важное место занимает плотность популяций древесных растений. Её оценка имеет существенное значение для прогноза дальнейшего развития сообщества. Объект исследования – Висимский государственный природный биосферный заповедник Свердловской области. Исследуемый древостой – абсолютно-разновозрастный ельник хвощово-мелкотравный с вертикальной сомкнутостью полога. Приведены количественные показатели строения по диаметру и динамики количества деревьев древостоя постоянной пробной площади, затронутой катастрофическим ветровалом 1995 г. После воздействия штормового ветра (1995 г.) у ели наблюдался пропорциональный отпад, преимущественно в тонкомерных ступенях толщины (4-16 см). В 1995-2001 гг. он сменился верховым отпадом (с 20 по 44 см ступени). В тонкомерных ступенях толщины (от 4 до 16 см) увеличилось количество деревьев ели за 1995-2001 гг. за счёт усиления их роста и перехода в более крупные ступени и достижением подростом перелётных размеров. У пихты в 1995 г. произошёл отпад, пропорциональный количеству деревьев. В 1995-2001 гг. самые толстые единичные деревья погибли. Тогда же происходит пополнение минимальной 4-сантиметровой ступени подростом предварительной генерации. Для берёзы характерен после ветровала 1995 г. верховой отпад, который сменился в 1995-2001 гг. низовым. У неё сохранилось одновершинное распределение. После воздействия штормового ветра в 1995 г. погибли деревья кедра преимущественно тонкомерных ступеней толщины (от 4 до

16 см). За период 1995-2001 гг. исчезли единичные деревья как в тонкомерных ступенях толщины, так и в толстомерных.

Keywords: Middle Urals, post-windfall horsetail and short grass spruce stand, tree quantity, tree distribution and dynamics.

The population characteristics of tree stands essentially change after disastrous windfalls. The tree population density gains in great importance. The density estimation is essential to forecast the further community development. The research target is the Visimskiy State Nature Biosphere Reserve in the Sverdlovsk Region. The tree stand under study is all-aged horsetail and short grass spruce stand with vertical canopy closure. The quantitative indices of diameter structure and tree quantity dynamics of permanent sample plot which was affected by a disastrous windfall of 1995 are presented. Proportional mortality of spruce trees predominantly of small size (4-16 cm) was observed after the windfall of 1995. It changed for upper mortality of trees (20-44 cm degree) in 1995-2001. The spruce trees quantity increases in the small-sized degree (4-16 cm) due to their growth intensification and transition to larger size degree and achievement of inventory size in 1995-2001. Fir mortality in 1995 was proportional to the tree quantity before the windfall. The largest and scattered trees died over 1995-2001. The recruitment of the smallest 4 cm degree occurs by pre-generation regrowth over these years. The upper mortality of birch trees after windfall of 1995 changed for low mortality over 1995-2001. Single-top pattern of birch trees remained. After the windfall of 1995 predominantly small-sized Siberian pines (4-16 cm degree) died. Over 1995-2001 scattered Siberian pines of both small and large size died.

Алесенков Юрий Михайлович, к.б.н., зав. группой динамики лесных растительных сообществ, Ботанический сад Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург. Тел.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Андреев Георгий Васильевич, к.с.-х.н., с.н.с., Ботанический сад Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург. Тел.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Иванчиков Сергей Витальевич, ст. инженер, Ботанический сад Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург. Тел.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Alesenkov Yuriy Mikhaylovich, Cand. Bio. Sci., Head, Forest Plant Communities Dynamics Group, Botanical Garden, Ural Branch, Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg. Ph.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Andreyev Georgiy Vasilyevich, Cand. Agr. Sci., Senior Staff Scientist, Botanical Garden, Ural Branch, Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg. Ph.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Ivanchikov Sergey Vitalevich, Senior Engineer, Botanical Garden, Ural Branch, Rus. Acad. of Sci., Yekaterinburg. Ph.: (343) 322-56-36. E-mail: 8061965@mail.ru, 051946@mail.ru.

Введение

После катастрофического ветровала структура древостоев существенно изменяется, в том числе и популяционные характеристики древостоев. Важное место занимает плотность популяций древесных растений, оценка которой имеет существенное значение для прогноза дальнейшего развития сообщества. Динамика структуры лесного растительного сообщества изучалась на постоянных пробных площадях (ППП) с 1975 г. Последний перечёт ненарушенного древостоя был проведён в 1994 г., последующий – сразу после катастрофического ветровала 1995 г. и очередной – в 2001 г.

Работа имеет как научно-теоретическое, так и прикладное значение, позволяя адекватно сравнивать динамику компонентов ценопопуляций после их разрушения природными и антропогенными факторами [1, 2], что отражено и в работах зарубежных исследователей [3].

Ранее была опубликована подробная динамика запаса этого древостоя за период с 1994 по 2001 гг., кроме динамики количества деревьев [4].

Цель работы – изучение динамики численности ценопопуляций основных лесобразующих видов древостоя на территории Висимского заповедника после воздействия штормового ветра.

Объекты и методика исследований

Исследования проведены на территории Висимского государственного природного биосферного заповедника в Свердловской области. Подробная характеристика лесорастительных условий опубликована авторами ранее [4-6], исследуемый древостой – абсолютно-разновозрастный ельник хвощово-мелкотравный с вертикальной сомкнутостью полога. Выделение отдельных поколений затруднено и усреднённые значения весьма условны. В 1995 г. древостой был разрушен ветровалом, а в 2010 г. уничтожен пожаром на 80%.

Представлена динамика таксационных показателей всего древостоя за 1994-2001 гг. [4].

Отпадом учли все погибшие деревья после воздействия штормового ветра: буреломные, ветровальные, погребённые, а также усохшие на корню. При перечёте 1994 г. выделялись лишь растущие и сухостойные деревья.

Изменение в строении по диаметру охарактеризовано количеством растущих и погибших деревьев (N), их средним диаметром (Дср), среднеквадратическим отклонением (SD), ошибкой среднего (SE), коэффициентом вариации или мерой изменчивости (CV), а также показателями скоса или асимметрии (A) и крутости или эксцесса распределе-

ния (E). Достоверность различия средних диаметров относительно доветровального перечёта оценивалась по t-критерию Стьюдента. Достоверность различия распределения росших до ветровала, погибших и сохранившихся деревьев оценивалась с использованием критериев χ^2 и λ при наличии необходимого и достаточного количества [7].

Результаты и обсуждение

Распределение количества деревьев ели и их динамика по ступеням толщины приведены в таблице 1. В 1994 г. до ветровала распределение количества растущих деревьев имело характер близкого к «J» обратному или распределению Ф. Лиокура с небольшим всплеском в 24 см ступени. Ранее для климатических ельников сообщал С.А. Дыренков [1].

Всего за 1994-1995 гг. погибло 1423 экземпляра ели, или 71% от перечёта 1994 г. Наибольший отпад деревьев был в низших 4 см ступенях толщины, а также погибло единственное дерево в самой крупной ступени. Каждое выпавшее крупное дерево ломало, выворачивало, погребало несколько тонкомерных деревьев. Распределение погибших особей в 1995 г. по ступеням толщины сходно с распределением растущих деревьев до ветровала ($\chi^2=5,52 < \chi^2_{0,05}=14,1$ и $\lambda=0,87 < \lambda_{0,05}=1,36$). Средний диаметр погибших особей уменьшился почти на 1 см, а сохранившихся деревьев ели – достоверно увеличился на 2 см. Различие распределения растущих деревьев в 1995 году по сравнению с 1994 г. оказалось достоверным ($\chi^2=15,51 > \chi^2_{0,05}=14,1$ и $\lambda=1,54 > \lambda_{0,05}=1,36$).

В 1995-2001 гг. увеличилось количество деревьев в 4 тонкомерных ступенях толщины за счёт достижения подростом перечётных размеров и переходом деревьев в более крупные ступени за счёт увеличения прироста. В ступенях толщины 20 см и более продолжался отпад деревьев по верховому типу. Наибольший отпад был в 24-сантиметровой ступени толщины. В самой крупной 44 см ступени выпали все деревья, сохранившиеся в 1995 г.

В 2001 г. в результате увеличения числа тонкомера и продолжающегося верхового отпада в крупномерных ступенях толщины произошло уменьшение на 4,7 см среднего диаметра растущих деревьев ели и различия их распределения ($\chi^2=67,29 > \chi^2_{0,01}=22,5$ и $\lambda=3,24 > \lambda_{0,001}=1,95$) по сравнению с 1995 г.

Динамика количества пихты после показана в таблице 2. Распределение количества деревьев пихты по ступеням толщины имеет другой характер, чем у ели. В целом это меньшая численность, максимальное количество деревьев не в минимальной, а в

8-сантиметровой ступени, более короткий шлейф распределения.

После ветровала численность особей пихты уменьшилась на 343 экз., то есть 73% от общего числа растущих в 1994 г. Средний диаметр погибших особей пихты близок к среднему диаметру растущих деревьев до ветровала, а оставшихся деревьев – увеличился на 0,5 см по сравнению с доветровальным.

В 1995-2001 гг. был отпад только в самой крупной 24-сантиметровой ступени толщины, а наибольшее пополнение оказалось в 4-сантиметровой ступени толщины – за счёт достижения подростом перечётных размеров.

Средний диаметр растущих деревьев перечёта 2001 г. уменьшился на 2,1 см

по сравнению с перечётом 1995 г. Распределения количества растущих деревьев по перечётам 1995 и 2001 гг. достоверно различается ($\chi^2=32,12 > \chi^2_{0,001}=13,8$ и $\lambda=1,627 > \lambda_{0,001}=1,95$).

Распределение количества деревьев берёзы и его динамика показаны в таблице 3.

В 1994 г. у берёзы имелось младшее поколение, представленное единичными деревьями в тонкомерных ступенях толщины. Основное поколение находилось в ступенях толщины с 20 по 44 см и характеризовалось одновершинным распределением. Это поколение является маркёром довольно сильного разрушения древостоя в результате ветровала, имевшего место более 200 лет назад [8].

Таблица 1

Динамика количества деревьев ели

Д, см	Растущие, перечёт 1994 г.	Отпад, 1994-1995 гг.	Растущие, перечёт 1995 г.	Уменьшение, 1995-2001 гг.	Пополнение, 1995-2001 гг.	Растущие, перечёт 2001 г.
4	990	731	259		226	485
8	439	320	119		25	144
12	134	98	36		13	49
16	90	63	27		1	28
20	71	44	27	10		17
24	101	61	40	19		21
28	79	45	34	15		19
32	62	37	25	13		12
36	28	15	13	7		6
40	12	7	5	2		3
44	3	1	2	2		
48	1	1				
Итого	2010	1423	587	68	265	784
Дср, см	13,4	12,5	15,4	28,7	5,3	10,7
SD, см	9,50	8,85	10,70	5,97	2,18	7,70
SE, см	0,20	0,23	0,40	0,72	0,13	0,30
CV, %	71	71	69	21	41	72
A	2,649	2,666	2,488	0,039	1,950	2,773
E	7,220	7,287	6,400	-1,289	3,833	7,931
t		3,182	4,472	16,148	24,014	9,400

Таблица 2

Динамика количества деревьев пихты

Д, см	Растущие, перечёт 1994 г.	Отпад, 1994-1995 гг.	Растущие, перечёт 1995 г.	Уменьшение, 1995-2001 гг.	Пополнение, 1995-2001 гг.	Растущие, перечёт 2001 г.
4	133	109	24		76	100
8	145	101	44	4		40
12	110	79	31		4	35
16	54	35	19			19
20	20	16	4			4
24	8	5	3	2		1
28	1	1				
Итого	471	346	125	6	80	199
Дср, см	10,8	10,6	11,3			9,0
SD, см	5,10	5,20	4,90			4,76
SE, см	0,20	0,28	0,40			0,34
CV, %	47	49	43			53
A	0,227	0,317	0,232			1,487
E	-2,244	-2,173	-0,912			2,496
t		0,555	1,118			4,325

Таблица 3

Динамика количества деревьев берёзы

Д, см	Растущие, перечёт 1994 г.	Отпад, 1994-1995 гг.	Растущие, перечёт 1995 г.	Отпад, 1995-2001 гг.	Растущие, перечёт 2001 г.
4	2	2			
8	1		1		1
20	3		3	2	1
24	5		5	1	4
28	8		8	5	3
32	15	4	11	2	9
36	10	2	8		8
40	5	1	4	1	3
44	3	1	2		2
Итого	52	10	42	11	31
Дср., см	31,8	32,0	31,7	28,5	32,8
SD, см	8,76	14,17	7,17	5,68	7,42
SE, см	1,21	0,73	1,11	1,71	1,33
CV, %	28	44	23	20	23
A	1,176		0,496		1,008
E	0,959		-0,868		-0,391
t		0,043	0,061	1,575	0,556

Таблица 4

Динамика количества деревьев кедра

Д, см	Растущие, перечёт 1994 г.	Отпад, 1994-1995 гг.	Растущие, перечёт 1995 г.	Уменьшение, 1995-2001 гг.	Пополнение, 1995-2001 гг.	Растущие, перечёт 2001 г.
4	29	26	3	2		1
8	16	13	3		1	4
12	5	3	2	1		1
16	5	2	3	2		1
20	2		2		2	4
28	1		1			1
40	2		2			2
52	1		1			1
56	1	1				
60	1		1			1
64	2		2			2
72	1		1			1
80	2		2	1		1
88	1		1			1
Итого	69	45	24	6	3	21
Дср., см	33,9	10,9	43,9	34,4	17,0	43,7
SD, см	27,7	8,74	28,47			27,78
SE, см	3,33	1,30	5,81			6,06
CV, %	82	80	65			64
A	2,616	1,346				
E	6,769	0,885				
t		5,223	1,493			0,024

После воздействия штормового ветра погибли единичные особи младшего поколения берёзы и крупномерные деревья. Средний диаметр погибших деревьев близок к среднему диаметру растущих деревьев перече́та 1994 г.

В 1995 г. средний диаметр сохранившихся деревьев незначительно уменьшился по сравнению со средним диаметром доветровального перече́та. За 1995-2001 гг. численность

особей берёзы уменьшилась на 10 экземпляров, или примерно на 25% от их количества в 1995 г. Средний диаметр отпада составляет 86% от среднего диаметра перече́та 1995 г.

За весь период наблюдений распределение берёзы сохранилось близким к нормальному одновершинному.

Динамика количества деревьев кедрa приведена в таблице 4. Распределение кедрa в 1994 г. характеризовалось наибольшей ам-

плитудой и самыми крупными экземплярами по сравнению со всеми другими породами.

В результате ветровала произошло значительное уменьшение количества особей кедра – на 45 экз., что составило 2/3 от перечёта 1994 г. Наибольшая гибель отмечена в тонкомерных ступенях толщины. Средний диаметр погибших деревьев равен 10,9 см.

В 1995 г. распределение деревьев кедра также имело прерывистый характер. Средний диаметр растущих особей увеличился на 19,3 см.

За 1995-2001 гг. отпад составил всего 3 дерева, или 13% от перечёта 1995 г. Средний диаметр растущих деревьев не изменился по сравнению с данными послеветровального перечёта и составил 43,7 см.

Заключения и выводы

Приведены данные по строению по диаметру, динамике количества деревьев растущей, погибшей и пополняющейся части древостоя до и после ветровала.

Показано, что непосредственно после ветровала у ели и пихты наблюдался отпад, пропорциональный количеству деревьев, который в дальнейшем сменился на верховой – наблюдается гибель наиболее крупных экземпляров и пополнение за счёт подроста и тонкомера предварительной генерации.

У берёзы в 1995 г. был верховой отпад, который сменился низовым.

В 1995 г. погибли деревья кедра преимущественно тонкомерных ступеней толщины (от 4 до 16 см). За период 1995-2001 гг. погибли единичные деревья как в тонкомерных ступенях толщины, так и в толстомерных.

Библиографический список

1. Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. – Л.: Наука, 1984. – 172 с.
2. Пугачевский А.В. Ценопопуляции ели: структура, динамика, факторы регуляции. – Минск: Наука и техника, 1992. – 206 с.
3. Fraver S., Jonsson B.G., Jonsson M., Eseen P.-A. Demographics and disturbance history of a boreal old-growth *Picea abies* forest // *J. Vegetation Science*. – 2008. – Vol. 19. – P. 789-798.
4. Алесенков Ю.М., Андреев Г.В., Иванчиков С.В. Динамика запаса древостоя ельника хвощово-мелкотравного после ветровала // *Лесное хозяйство*. – 2012. – № 6. – С. 41-42.
5. Алесенков Ю.М., Андреев Г.В., Поздеев Е.Г., Иванчиков С.В. Постветровальная

структура тёмнохвойного древостоя Висимского заповедника // *Лесная таксация и лесоустройство*. – 2008. – № 2 (40). – С. 43-48.

6. Колесников Б.П., Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области // *Практическое руководство*. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 176 с.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия: учеб. пособие для университетов и педагогических институтов. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.

8. Турков В.Г. О вывале деревьев ветром в первобытном лесу как биогеоценотическом явлении (на примере горных пихтово-еловых лесов Среднего Урала) // *Тёмнохвойные леса Среднего Урала* / Тр. ИЭРиЖ УНЦ АН СССР. – Свердловск: УНЦ АН СССР, – 1979. – Вып. 128. – С. 121-140.

References

1. Dyrenkov S.A. *Struktura i dinamika taezhnykh el'nikov*. – L.: Nauka, 1984. – 172 s.
2. Pugachevskii A.V. *Tsenopopulyatsii eli: struktura, dinamika, faktory regulyatsii*. – Minsk: Nauka i tekhnika, 1992. – 206 s.
3. Fraver S., Jonsson B.G., Jonsson M., Eseen P.-A. Demographics and disturbance history of a boreal old-growth *Picea abies* forest // *J. Vegetation Science*. – 2008. – Vol. 19. – P. 789-798.
4. Alesenkov Yu.M., Andreev G.V., Ivanchikov S.V. *Dinamika zapasa drevostoya el'nika khvoshchovo-melkotravnogo posle vetrovala* // *Lesnoe khozyaistvo*. – 2012. – № 6. – S. 41-42.
5. Alesenkov Yu.M., Andreev G.V., Pozdeev E.G., Ivanchikov S.V. *Postvetroval'naya struktura temnokhvoynogo drevostoya Vissimskogo zapovednika* // *Lesnaya taksatsiya i lesoustroistvo*. – 2008. – № 2 (40). – S. 43-48.
6. Kolesnikov B.P., Zubareva R.S., Smolonogov E.P. *Lesorastitel'nye usloviya i tipy lesov Sverdlovskoi oblasti* // *Prakticheskoe rukovodstvo*. – Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, 1973. – 176 s.
7. Lakin G.F. *Biometriya* // *Uchebnoe posobie dlya universitetov i pedagogicheskikh institutov*. – M.: Vysshaya shkola, 1973. – 343 s.
8. Turkov V.G. *O vyvale derev'ev vetrom v pervobytnom lesu kak biogeotsenoticheskom yavlenii (na primere gornykh pikhtovo-elovykh lesov Srednego Urala)* // *Temnokhvoinye lesa Srednego Urala* / Tr. IERiZh UNTs AN SSSR. – Sverdlovsk: UNTs AN SSSR, – 1979. – Вып. 128. – С. 121-140.

