

- influence of global climate change on sustainable development and management of forests;

- installation, management and analysis of long-term growth and yield experiments in natural mixed forests in mountainous regions.

*During the joint projects, the mutual understanding of both doing research and using appropriate scientific methods will be increased. The scientists involved will have the possibility to participate in international conferences and to become part of international networks within their fields of work. The data of the Russian partners will become exchangeable with those of western countries through the modernization of computing and other technical equipment. These activities will raise the standard of the partnership and will help to integrate the participating Russian scientists into the European scientific community.*

УДК 630. 111 : 630. 421

**С.А. Мочалов**

**(Уральская государственная лесотехническая академия)**

**Р. Лессиг**

**(Швейцарский федеральный НИИ леса, снега и ландшафта)**

## **ШТОРМОВАЯ АКТИВНОСТЬ И ВЕТРОВАЛ НА УРАЛЕ**

*Проанализированы данные о частоте и интенсивности штормовых событий на Урале за 1965-1995 гг. и последствиях ветровала для лесов Свердловской и Пермской областей.*

Одним из последствий глобального изменения климата на планете вследствие ухудшения экологической ситуации (дополнительный парниковый эффект) может стать увеличение частоты и интенсивности стихийных явлений, в частности, штормов и ураганов (Schraft et al., 1993). Катастрофические разрушения ураганами природных объектов и населенных пунктов, число и масштабы которых на всех континентах резко возросли в 80-90-е годы, подтверждают этот мрачный прогноз (Berz, 1994 ; Holenstein, 1994).

Обусловленные сильными ветрами повреждения и разрушения лесных насаждений становятся в последнее время серьезной проблемой и для лесоводов Урала . Только за последние два десятилетия в этом регионе по меньшей мере трижды имели место крупномасштабные вывалы леса. Так, в июле 1975 г. на севере Пермской области (Колвинский, Чердынский и Вайский лесхозы) ураган вывалил лес на

площади 261350 га с запасом древесины 22,4 млн м<sup>3</sup> (Рожков, Козак, 1989). В 1990 г. на большой площади был поврежден лес в Оханском лесхозе Пермской области.

6 июня 1995 г. сильный ветер (до 28 м/с) в сочетании с осадками в виде мокрого снега вызвал значительные повреждения лесов в Свердловской области. По данным Свердловского управления лесами, от ветровала особенно сильно пострадали 8 лесхозов области, общая площадь поврежденного леса составила около 225 тыс. га, запас вываленной древесины - 14 млн м<sup>3</sup>.

Поскольку Урал является неблагоприятным (в экологическом отношении) регионом страны, то анализ штормовой активности за последние десятилетия представляется важным для проверки приведенной выше гипотезы и прогнозирования возможных негативных последствий для лесного хозяйства Урала.

В связи с этим нас интересовали следующие вопросы:

Какова многолетняя и сезонная частота и характеристика сильных ветров (штормов) на Урале за последние 30 лет?

Каковы последствия штормов для лесов Уральского региона (на примере Свердловской и Пермской областей)?

Для ответа на поставленные вопросы нами был проанализирован материал, предоставленный Уральским территориальным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Уралгидромет) и содержащий следующие данные по всем штормовым событиям со скоростью ветра 20 м/с и более, зарегистрированным всеми метеостанциями Свердловской, Пермской, Челябинской областей и республики Башкортостан за период с 1965 по 1995 гг.: средняя и максимальная скорости ветра во время шторма, его продолжительность, точное количество осадков в день (дни) шторма и за три дня до него, средняя суточная температура в день шторма и за один день до него, направление ветра (румбы). Вместе с тем, если имелись данные о повреждениях при скорости ветра менее 20 м/с, такие события также учитывались. Кроме того, были проанализированы данные среднемесячной температуры воздуха в январе и июле по метеостанциям Екатеринбург, Перми, Златоуста и Уфы за период с 1888 по 1995 гг.

Особенностью обработки данных являлось их разделение на отдельные случаи - штормы, когда сильный ветер регистрировался одной метеостанцией, и штормовые события, если шторм был зафиксирован одновременно несколькими метеостанциями.

Выбранная в качестве критерия события скорость ветра согласно шкале Бофорта характеризует штормовой ветер (17,2 - 20,7 м/с), при котором ломаются ветви деревьев в лесу, хотя раскачивание деревьев начинается при скорости 13,9 - 17,1 м/с, а выворачивание их с корнем

наблюдается при скорости более 24 м/с (Schraft et al.,1993). Вместе с тем известно, что именно при скорости ветра более 20 м/с может происходить выпадение огромных массивов леса протяженностью в десятки и сотни километров (Скворцова и др., 1983), хотя при определенных метеоусловиях (например, ветер в сочетании с большим количеством осадков) для вывала деревьев достаточно, вероятно, и меньших значений скорости ветра.

Анализ данных среднемесячной температуры за 1888-1995 гг. выявил четкую тенденцию повышения температуры в январе по всем четырем метеостанциям: в Екатеринбурге это повышение составило 3,3, в Златоусте - 2,8, в Перми и Уфе - 1,7 °С. В июле в Екатеринбурге средняя температура повысилась на 1,1, в Перми - на 0,3, а в Златоусте и Уфе понизилась соответственно на 0,3 и 0,6 °С.

Как видно из табл. 1, за последние 30 лет в Башкортостане зарегистрировано значительно больше штормов, чем в трех других областях Урала, где штормовая активность находится примерно на одном уровне, а по числу штормовых событий Челябинская область существенно уступает остальным регионам.

Таблица 1

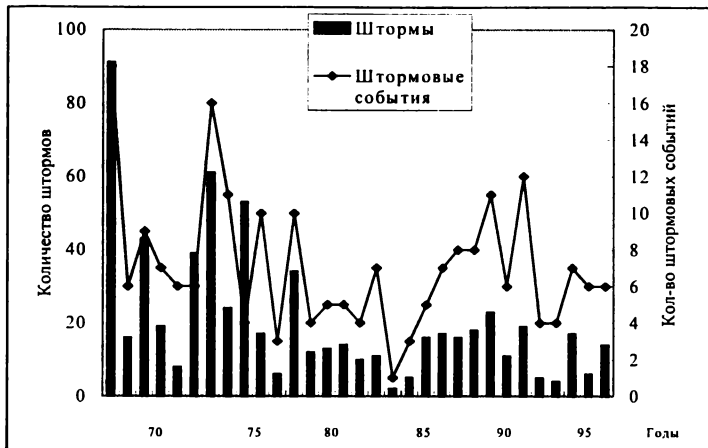
Количество метеостанций и зарегистрированных ими штормовых событий на Урале за 1965-1995 гг.

Область (республика)	Количество метеостанций	Количество штормов	Количество штормовых событий
Башкортостан	40	275	82
Пермская	36	107	54
Свердловская	42	136	52
Челябинская	28	124	32
Всего:	146	642	220

Вместе с тем представленное на рисунке распределение количества штормов и штормовых событий позволяет сделать вывод о том, что, несмотря на повышение средней температуры, за последние три десятилетия на Урале не произошло увеличение штормовой активности.

Распределение числа штормов и штормовых событий по месяцам года (табл. 2) имеет некоторые различия. Так, если штормовых событий в мае, июне и июле происходило значительно больше, чем в другие месяцы, то в распределении отдельных штормов такой четкой закономерности не наблюдается: больше всего их зарегистрировано в мае, июне и феврале, но и в другие месяцы (например, в июле, январе и декабре) их количество не столь сильно отличается от максимального.

Анализ распределения штормовых событий по их интенсивности (в зависимости от силы ветра) показал, что наиболее часто в 1965-1995 гг. происходили события с максимальной скоростью ветра от 25 до 34 м/с - 72,7%. Вместе с тем весьма высока и доля событий с ураганными ветрами - 40 м/с и выше, которая составила 9,1%.



Количество штормов и штормовых событий на Урале за 1965-1995 гг.

Таблица 2  
Распределение штормов и штормовых событий по месяцам года за 1965-1995 гг.

Месяц	Кол-во штормов	Кол-во штормовых событий
Январь	56	11
Февраль	83	15
Март	38	9
Апрель	45	12
Май	95	35
Июнь	93	53
Июль	64	40
Август	18	13
Сентябрь	23	6
Октябрь	41	3
Ноябрь	34	10
Декабрь	52	13

Как свидетельствуют данные табл. 3, не только по частоте, но и по интенсивности штормовых событий май, июнь и июль значительно превосходят другие месяцы года.

**Таблица 3**  
**Распределение штормовых событий разной интенсивности по месяцам года за 1965-1995 гг.**

Месяц	Кол-во штормовых событий с макс. скоростью ветра, м/с					
	< 20	20-24	25-29	30-34	35-39	40+
Январь	0	3	4	2	0	0
Февраль	0	3	7	2	1	2
Март	0	1	5	1	1	1
Апрель	0	1	4	5	0	2
Май	2	3	15	11	3	1
Июнь	0	0	14	28	7	4
Июль	0	2	15	16	3	4
Август	0	0	6	5	1	1
Сентябрь	1	2	3	0	0	0
Октябрь	0	1	0	1	0	1
Ноябрь	0	2	5	1	1	1
Декабрь	0	2	8	2	0	1

Установлено также, что преобладают штормовые события короткой продолжительности: не более 30 мин - 55,9% всех событий, до 1 ч - 62,7% , причем практически все они относятся к трем месяцам - маю, июню и июлю. Именно для этого периода года характерны относительно короткие грозы, сопровождающиеся сильным ветром. Количество событий, продолжающихся более 24 ч, составляет всего 4,5%, и приурочены они в основном к зимнему периоду года - с ноября по февраль.

Изучение связи штормовых событий с количеством осадков позволило выявить, что наибольшее число событий не сопровождалось выпадением большого количества осадков: до 10 мм - 52,3% всех событий, до 20 мм - 79,1% , до 30 мм - 87,7%. Этот результат вполне объясним, поскольку большинство штормов, как указано выше, происходит в летний период, имеет грозовое происхождение и короткую продолжительность.

Таким образом, анализ метеоданных позволил получить ценную информацию о частоте и интенсивности штормовых событий на Урале за 1965-1995 гг. Однако не менее важным представляется изучение взаимосвязи между метеоданными и фактическим ветровалом в лесах

Урала. В настоящее время такие исследования проводятся, хотя сбор максимально полной и достоверной информации о времени и месте ветровала, размерах ущерба от него в указанных областях Урала за период с 1965 г. требует больших затрат времени и сопряжен с объективными трудностями (например, из-за отсутствия в ряде случаев необходимой информации).

Косвенно о степени повреждения ветром лесов Свердловской и Пермской областей можно судить по официальным данным об отводе площадей в сплошную санитарную рубку, полученным в соответствующих управлениях лесами за период с 1974 по 1995 гг. Они свидетельствуют, что за 22 года в разработку после ветровала в Свердловской области было отведено 15 172 га с запасом древесины 3 423 432 м<sup>3</sup>, в Пермской области - соответственно 12 773,5 га и 2 947 957 м<sup>3</sup>.

В Свердловской области от ветровала в той или иной мере пострадали насаждения в 43 лесхозах, т.е. практически на всей территории области, причем в наибольшей степени в Полевском, Оусском, Синячихинском, Нижне-Тагильском и Алапаевском лесхозах. Ураганом 1995 г. особенно сильный ущерб был нанесен лесам Шалинского, Висимского, Алапаевского, Нижне-Тагильского, Кировградского и Кушвинского лесхозов. В Пермской области поврежденные ветровалом площади зарегистрированы в 26 лесхозах (из 32), а наибольшие из них - в Оханском, Чайковском, Сивинском, Гайнском, Горнозаводском и Чердынском лесхозах.

Представление о влиянии ветровала на структуру лесов в Свердловской и Пермской областях даст анализ лесоводственно-таксационных характеристик поврежденных ветром насаждений в сравнении с фактическим состоянием лесного фонда указанных областей Урала.

Как видно из табл. 4, повреждаемость древесных пород ветром не всегда четко коррелирует с их долей в лесном фонде, имеют место и различия между областями в ветровальности одних и тех же пород.

Данные табл. 5 показывают, что в обеих областях в наибольшей степени страдают от ветровала приспевающие и спелые насаждения, тогда как молодняки, средневозрастные и перестойные насаждения оказываются более ветроустойчивыми. На примере Свердловской области видно, что ветровал может существенно изменять возрастную структуру насаждений по сравнению с тем, как они представлены в лесном фонде области.

Таблица 4

Повреждаемость ветром отдельных древесных пород в Свердловской и Пермской областях за 1965-1995 гг.

Порода	Свердловская область				Пермская область			
	Всего в лесном фонде		Повреждено		Всего в лесном фонде		Повреждено	
	%	ранг	%	ранг	%	ранг	%	ранг
Ель	17	3	17	3	53	1	45	1
Сосна	38	1	39	1	15	3	14	4
Пихта	2	6	7	4	1	6	17	2-3
Кедр	5	5	2	6	0,1	7-8	-	8-9
Лиственница	0,2	8	1	7	-	9	-	8-9
Береза	31	2	28	2	24,8	2	17	2-3
Осина	6	4	5,5	5	4	4	4,9	5
Липа	0,7	7	0,4	8	2	5	2	6
Прочие	0,1	9	0,1	9	0,1	7-8	0,1	7

Таблица 5

Возрастная структура повреждаемых ветром насаждений в Свердловской и Пермской областях за 1965-1995 гг.

Возраст насаждений, лет	Свердловская обл., %		Пермская обл., %
	Всего в лесном фонде	Повреждено ветром	Повреждено ветром
10-20	12	-	-
21-40	15	6	2
41-60	32	9	8
61-100	11	34	45
101-160	18	46	38
> 160	12	5	7

Распределение пострадавших от ветровала насаждений по высоте (табл. 6) и ступеням толщины (табл. 7) в Свердловской и Пермской областях имеет весьма близкий характер, хотя в Свердловской области оно несколько более равномерно. В обоих случаях установлено что наименее ветроустойчивы насаждения со средней высотой от 20,5 до 26,4 м ( 67% в Свердловской и 69% в Пермской областях) и со средним диаметром от 20 до 28 см ( 55% в Свердловской и 64% в Пермской областях).

Таблица 6

**Повреждаемость ветром насаждений по классам высоты  
в Свердловской и Пермской областях за 1965-1995 гг.**

Средняя высота, м	Свердловская обл., повреждено ветром, %	Пермская обл., повреждено ветром, %
0 - 2.4	-	-
2.5 - 4.4	-	0.1
4.5 - 6.4	-	0.1
6.5 - 8.4	1	0.3
8.5 - 10.4	3	0.6
10.5 - 12.4	1	0.8
12.5 - 14.4	5	2
14.5 - 16.4	7	3
16.5 - 18.4	6	7
18.5 - 20.4	7	12
20.5 - 22.4	18	18
22.5 - 24.4	35	30
24.5 - 26.4	14	21
26.5 - 28.4	1	4
28.5 - 30.4	0.5	1
30.5 - 32.4	0.7	-
32.5 - 34.4	-	-
34.5 - 36.4	0.3	-
36.5 - 38.4	-	-
38.5 - 40.4	-	0.1
40.5 - 42.4	-	-
42.5 - 44.4	0.5	-

Таблица 7

**Повреждаемость ветром насаждений по ступеням толщины  
в Свердловской и Пермской областях за 1965-1995 гг.**

Средний диаметр, см	Свердловская обл., повреждено ветром, %	Пермская обл., повреждено ветром, %
0 - 4.0	-	-
4.1 - 8.0	2	0.5
8.1 - 12.0	5	2
12.1 - 16.0	7	6
16.1 - 20.0	11	10
20.1 - 24.0	25	23
24.1 - 28.0	30	41
28.1 - 32.0	11	14
32.1 - 36.0	5	2
36.1 - 40.0	3	1
40.1 - 44.0	1	0.5



Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

- несмотря на постепенное повышение средней температуры (особенно зимой), в областях Уральского региона за период с 1965 по 1995 гг. не выявлена тенденция увеличения числа штормовых событий;
- штормовая активность в республике Башкортостан значительно выше, чем в других областях Урала;
- частота и интенсивность штормовых событий в мае, июне и июле в среднем значительно выше, чем в другие месяцы года;
- большинство штормовых событий имеет короткую продолжительность и не связано с выпадением большого количества осадков;
- площади, поврежденные ветровалом в большей или меньшей степени, зарегистрированы в большинстве лесхозов Свердловской и Пермской областей;
- ветровал может оказывать существенное влияние на изменение породного состава, возрастной структуры и таксационных показателей лесов Свердловской и Пермской областей.

## ЛИТЕРАТУРА

- Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. М.: Агропромиздат, 1989. С. 55-68.
- Скворцова Е.Б., Уланова Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветровалов. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 192 с.
- Berz G. Die Zeichen stehen auf Sturm // Naturwissenschaften, 1994 (81). S. 1-6.
- Holenstein B. Sturmschaeden 1990 im Schweizer Wald / Schriftenreihe Umwelt Nr.218. Bundesamt fuer Umwelt, Wald und Landschaft, 1994. 40 S.
- Schraft A., Durand E., Hausmann P. Stuerme ueber Europa / Schweizerische Rueckversicherungs-Gesellschaft, 1993. 28 S.

**S.A. Mochalov**

**(Urals State Forestry Engineering Academy, Ekaterinburg, Russia)**

**R. Laessig**

**(Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research,  
Birmensdorf, Switzerland)**

## STORM ACTIVITY AND WINDTHROW IN THE URAL

*This article presents the first results on frequency and intensity of storm events with windspeeds of more than 20 m/s, on their effects on forest*