

ОСОБЕННОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СНЕГОЛОМОМ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ И ЕЛИ

Д.К. НИКОЛАЕВ, *науч. сотр. Института лесоведения РАН,*

Ю.Б. ГЛАЗУНОВ, *науч. сотр. Института лесоведения РАН, канд. с.-х. наук*

dnicko@yandex.ru

Развитие лесных фитоценозов обусловлено комплексом природных факторов, которые можно разделить на две группы по характеру влияния на рост деревьев. К первой относятся свет, тепло, влага и почвенные условия, относительно предсказуемые и непрерывно, а точнее, с некоторой закономерной периодичностью действующие на растения в течение всей жизни. Вторую группу факторов можно характеризовать как природные аномалии, наступление и конкретные характеристики которых невозможно точно предсказать. Тем не менее, они могут оказывать значительное, иногда фатальное влияние на развитие биогеоценоза. К ним можно отнести лесные пожары, ветровал, бурелом, снеголом, морозные бури, вспышки размножения вредителей и др. В экстремальных случаях такие явления (например ураган) способны полностью уничтожить фитоценоз и положить начало новой сукцессии [16]. Аномальные природные факторы умеренной интенсивности зачастую объединяются эффектом стабилизирующего отбора, который отсекает крайние по проявлению основных признаков особи в

популяции [6]. Причем, если экстремальные природные аномалии происходят относительно редко и, как правило, локализованы в определенных регионах, то такие явления, как снеговал и снеголом, широко распространены и могут неоднократно повторяться.

Повреждения снегом характерны не только для арктических и горных районов, но и для лесов умеренного климата. Они приводят как к потерям и снижению качества древесины, так и к нарушениям экологического равновесия в лесных фитоценозах [1, 4, 12, 15]. Например, в странах Евросоюза повреждение снегом ежегодно затрагивает приблизительно 4 млн м³ древесины каждый год, приводя к существенным, до нескольких сотен миллионов евро в год, экономическим потерям для лесных владельцев [12, 13].

Литературные сведения по этому вопросу зачастую противоречивы. В значительной мере это объясняется тем, что характер снеголомов и снеговалов в лесу может сильно варьировать в зависимости от погодных условий и строения древостоев. Кроме того, регулярные наблюдения за данным явлением

могут оказаться весьма затруднительными в силу непредсказуемости и спонтанности.

Известно, что значительные повреждения могут встречаться как в хвойных, так и лиственных древостоях. Наиболее подвержены снеголому молодняки и средневозрастные насаждения. Характер повреждений отдельных деревьев и древостоев снегом во многом зависит от особенностей ведения лесного хозяйства. Различия в характере слома ствола зависят от породы и возраста. Например, слом в пределах кроны типичен для ели европейской (*Picea abies* L.). У сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и березы (*Betula* sp.) ствол может сломаться в середине кроны, ниже кроны, а также вблизи основания. Точное место слома будет зависеть от сбегса ствола, механических свойств древесины и наличия дефектов (гниль, свилеватость и т.п.). В значительной степени вероятность снеголома обусловлена формой кроны, прежде всего ее асимметричностью [4, 5, 13, 14]. В настоящее время нет отчетливого понимания степени относительного влияния этих факторов на механизм слома дерева, хотя общие тенденции и характер влияния отдельных факторов известны [4, 14].

От места, в котором происходит перелом ствола, зависят долговременные последствия повреждения. Если ствол сломался ниже кроны, дерево погибнет. При переломе в пределах живой кроны происходит потеря господства в пологе и последующее снижение приростов. Деревья, которые потеряли больше половины кроны, с высокой вероятностью будут подвержены нападению насекомых-вредителей. Это может привести к снижению темпов роста и качества древесины, насекомые могут также распространиться на неповрежденные деревья. Грибковые заболевания после снеголомов больше характерны для ели и березы, чем для сосны. Характер грибковых поражений зависит от возраста дерева, диаметра слома и размеров оставшейся кроны. Деревья, пораженные грибковыми заболеваниями после снеголомов, могут оказаться более склонными к дальнейшим повреждениям снегом и ветром [13].

По некоторым данным, снеголом наступает при накоплении снега приблизительно 50 кг/м² для хвойных пород и 25 кг/м² – для

лиственных [13]. Это очень грубые оценки, критические значения снегонакопления могут сильно варьировать в зависимости от породы, возраста, размеров дерева и пропорций ствола, а также сопутствующих погодных факторов, например, ветра. Значительные повреждения лесных насаждений снегом могут происходить и при существенно меньшем количестве осадков и накоплении снега кронами [12]. Самые благоприятные условия для накопления снега – небольшие ветры, снижающаяся температура воздуха и отсутствие солнечного освещения. Налипание снега является самым значительным при температурах ниже 0°. Большие объемы снега имеют тенденцию быстро и равномерно накапливаться на кронах при температурах в диапазоне от +0.6 до –3° С, когда размер и форма хлопьев снега являются самыми подходящими для накопления [13]. Исключительно благоприятные условия для налипания значительных масс снега создаются, когда при низкой температуре вблизи земли в верхних слоях атмосферы проходит теплое воздушное течение. В таких случаях падающий влажный снег, соприкасаясь с холодными ветвями, прочно примерзает к ним, при этом даже сильный ветер не в состоянии сбросить оледенелые снежные массы. Если при таких условиях снегопад бывает длительным, то накопление снега кронами может быть настолько значительным, что приведет к повреждению не только жердняков, но и приспевающих и спелых древостоев [4].

Многие исследователи отмечают, что повреждаемость снегом увеличивается при повышении густоты насаждения [4, 12]. Плотные насаждения лучше накапливают снег, кроме того, в густых древостоях возрастает вероятность формирования асимметричных крон. Тем не менее, есть предположения, что самыми уязвимыми для повреждения снегом являются насаждения промежуточной плотности, потому что деревья могут получить взаимную поддержку в более плотных насаждениях [13].

Лесоводственные рекомендации по предотвращению снеголома сводятся, в основном, к необходимости своевременного и равномерного изреживания молодых и средневозрастных древостоев, направленного на формирование хорошо развитых ствола и

кроны [2–4, 7, 10, 11]. Вместе с тем, есть мнение, что повышение степени устойчивости деревьев к повреждению снегом приводит к снижению товарности древесины, поскольку наиболее устойчивыми к снеголому являются деревья с сильно сбежистыми стволами и большой протяженностью кроны [14].

Некоторые авторы считают, что прежде всего снегом повреждаются лидирующие деревья, тогда как другие утверждают, что в большей степени уязвимы угнетенные деревья [4, 10, 11, 13]. Помимо слома стволов, снег может приводить также к обламыванию ветвей, что особенно характерно для ожеледи [4]. Повреждение ветвей при сильных снегопадах может быть более массовым, чем повреждения стволов и вывалы деревьев [12].

Краткий анализ публикаций свидетельствует о недостаточной изученности особенностей повреждения снегом деревьев и влияния снеголома на состояние древостоев.

14 октября 2007 г. в Можайском районе Московской области при температуре $+0,8^{\circ}$ выпало 26,8 мм осадков в виде мокрого снега, что при его налипании на ветви деревьев эквивалентно нагрузке 26,8 кг/м². Факт массового повреждения деревьев снегом установлен одним из авторов, находившимся в этот день в Порецком лесничестве Можайского района. Летние обследования насаждений в этом лесничестве показали, что снеголомом было повреждено значительное число деревьев.

Задача нашей работы – проведение сравнительного анализа влияния снеголома на деревья и насаждения сосны и ели. С этой целью на двух пробных площадях (ПП), заложенных в 67-летних культурах сосны (*Pinus silvestris* L.) (ПП 208, площадью 1,08 га) и 52-летнем ельнике (*Picea abies* L.) естественного происхождения (ПП 1М, площадью 0,36 га) выполнена инструментальная таксация всех деревьев. У всех деревьев определяли диаметр и высоту, кроме того, у поврежденных деревьев измеряли высоту сохранившейся части ствола, длину отломанной части ствола, диаметр в месте слома, ежегодный прирост в высоту на отломанной части, измеряемый по расстоянию между мутовками. Деревья, полностью утратившие крону, считались погибшими. Для характеристики состояния древостоя до снеголо-

ма все поврежденные деревья учитывались как здоровые, то есть им приписывалась высота, рассчитанная как сумма длин сохранившейся части ствола и отломанной вершины. Измерения высот проводилось высотомером Vertex III с точностью до 0,1 м, длин отломанных частей – рулеткой с точностью 1 см. Окружность деревьев на высоте 1,3 м и в местах его сломов определялась рулеткой с точностью 1 см, что эквивалентно точности определения среднего диаметра 0,3 см.

Кроме непосредственного обламывания вершин деревьев налипшим снегом отмечалось и косвенное негативное воздействие снеголома, вызванное падением отломившихся частей деревьев, что приводило к выворотам, придавливаниям, ошмыгам в их непосредственном окружении. Как правило, такие повреждения наблюдались у деревьев второго яруса и встречались значительно реже, чем непосредственное обламывание вершин снегом. В целом повреждение деревьев второго яруса было незначительным и составило менее 3 % от общего количества деревьев яруса. Поэтому при дальнейшем анализе нами учитывались только характеристики первых ярусов древостоев и их изменение в результате повреждения снегом.

Средние таксационные показатели первых ярусов насаждений до снеголома, а также характеристики совокупности поврежденных и неповрежденных деревьев приводятся в табл. 1. Оба насаждения отличаются высокой производительностью, при этом еловый древостой превосходит сосновый как по бонитету, так и по полноте. Запасы первого яруса до снеголома составили 439 м³/га на ПП 208 и 552 м³/га на ПП 1М, число деревьев – соответственно 600 и 1341 экз/га. В результате снеголома запас соснового древостоя снизился на 9,3 %, а количество деревьев в насаждении – на 11,5 %. Для ельника это снижение составило 15,6 % и 14,5 % соответственно. Средний объем поврежденного дерева в сосняке составил 0,601 м³ и уступал среднему объему дерева в неповрежденном насаждении. Напротив, в ельнике средний объем поврежденных деревьев составил 0,445 м³ и заметно превосходил таковой до снеголома – 0,412 м³.

Т а б л и ц а 1

Характеристики насаждений до повреждения снеголомом

ПП	Ярус	Возраст	Порода, состав	Число стволов, экз./Га ⁻¹	Диаметр, см	Высота, м	Запас, м ³	Бонитет
208	1	67	89 С	600	28,7	26,8	446	Ia
		60–70	4 Е	20	33,4	25,5	21	Ia
		60–70	7 Б	44	24,5	26,6	33	Ia
			Итого	664			500	
	2	30–60	96 Е	1019	10,8	10,3	56	II
		40	2 Б	20	9,6	12,7	1	III
		40	2 Яс	35	10	9,5	1	III
		40		4	13,4	11,7	–	III
		Итого	1078			58		
	Всего			1642			658	
1М	1	50–55	100 Е	1341	21,6	23,8	552	Iб
	2	50–55	100 Е	251	10,9	12,7	15	II
	Всего			1592			567	

Т а б л и ц а 2

Характеристики поврежденных снеголомом деревьев в первом ярусе древостоев

Характеристики повреждений деревьев	Сосна	Ель
1. Высота места слома ствола (h)		
– средняя (h_{cp}), м	16,5	20,2
– диапазон ($h_{min} - h_{max}$), м	3,5–25,1	15,4–23,5
– относительная (h_{cp} / H_n)	0,60	0,81
2. Длина отломанной части ствола (l)		
– средняя (l_{cp}), м	10,8	4,6
– диапазон ($l_{min} - l_{max}$), м	3,5–20,5	2,0–8,5
– относительно высоты полога (l_{cp} / H_n)	0,4	0,2
– относительно длины кроны (l_{cp} / L)	1,6	0,4
3. Диаметр ствола в месте его слома (d)		
– средний (d_{cp}), см	13,3	7,0
– диапазон ($d_{max} - d_{min}$), см	3,8–21,0	3,2–12,7
4. Общий сбег поврежденных деревьев ($s_1 = D / H$)		
– средний (s_{1cp})	0,94	0,92
– диапазон ($s_{1min} - s_{1max}$)	0,72–1,27	0,65–1,25
5. Сбег отломанной части ствола ($s_2 = d / l$)		
– средний (s_{2cp})	1,32	1,65
– диапазон ($s_{2min} - s_{2max}$)	0,85–2,35	1,18–2,10
6. Сбег неповрежденной части ствола ($s_3 = (D - d) / h$)		
– средний (s_{3cp})	0,72	0,76
– диапазон ($s_{3min} - s_{3max}$)	0,41–1,59	0,49–1,18
7. Период роста отломанной части ствола (a)		
– средний (a_{cp}), лет	30	12
– диапазон ($a_{min} - a_{max}$), лет	13–50	6–22
8. Среднепериодический прирост в высоту отломанной части ствола (Z_h)		
– средний (Z_{hcp}), см·год ⁻¹	30,8	37,6
– диапазон ($Z_{hmin} - Z_{hmax}$), см·год ⁻¹	18,7–38,2	27,5–48,5

Примечание: D – диаметр, см; H – высота, м; $L_{кр}$ – длина кроны, измеренные у поврежденных деревьев; H_n – средняя высота 1 яруса, остальные обозначения приведены в тексте таблицы.

Полнота неповрежденной части древостоя оказалась значительно меньшей, чем полнота обоих насаждений до снеголома.

Вместе с тем необходимо отметить, что значительная часть повреждений не приводит к гибели, в особенности ели.

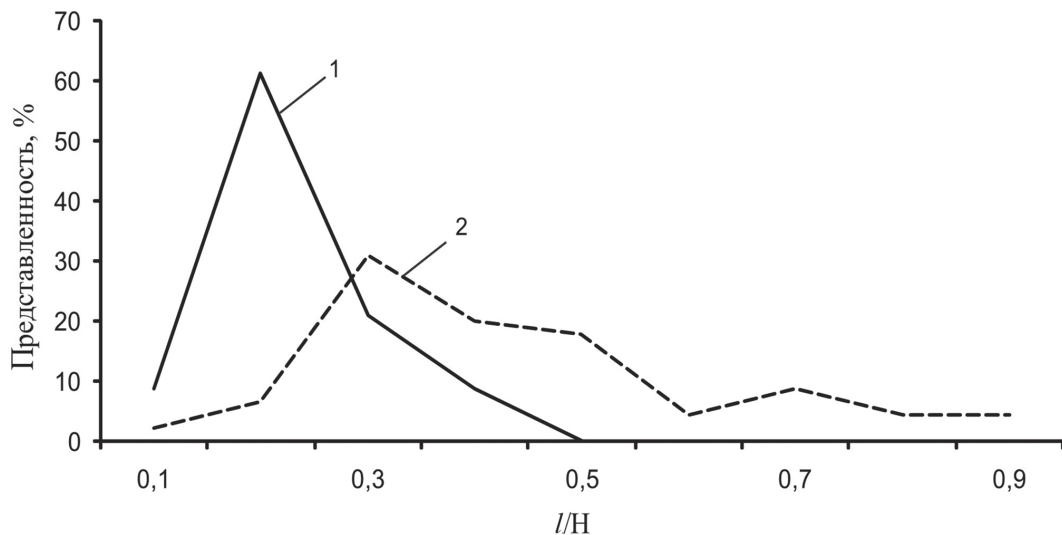


Рис. 1. Распределение деревьев ели (1) и сосны (2) по относительной длине отлома l/H , где l – длина отломанной части ствола, H – высота дерева

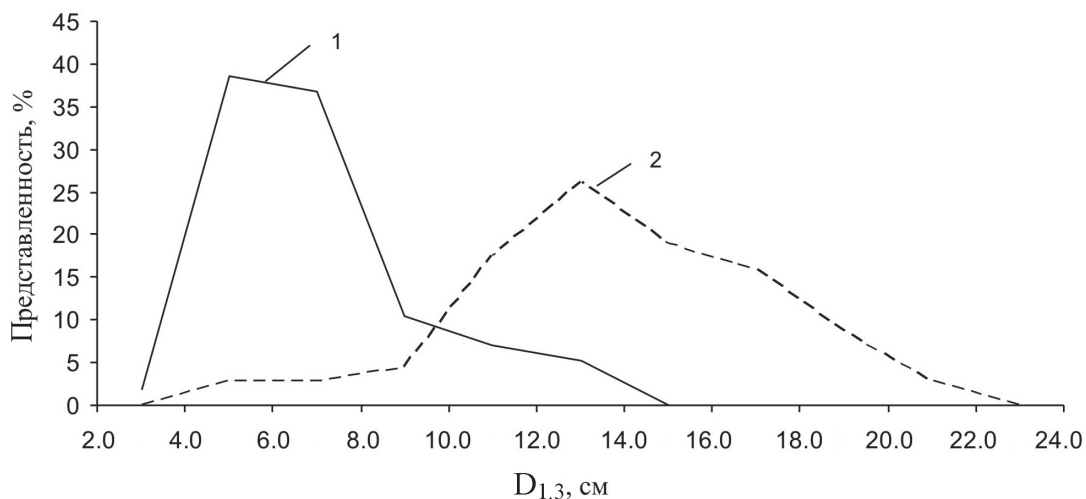


Рис. 2. Распределение деревьев ели (1) и сосны (2) по диаметрам в месте слома (d).

Характер повреждений деревьев сосны и ели существенно различается. У сосны, по большей части, слом ствола происходит ниже кроны, что приводит к гибели деревьев. Так, из 69 поврежденных деревьев сосны у 56 деревьев (81 %) обламывание ствола произошло ниже кроны, что привело к гибели этих деревьев, в то время как ни одно из поврежденных деревьев ели не утратило крону полностью. Длина отломанной части ствола (l) у сосны в среднем равна 10,8 м, тогда как у ели – 4,6 м. Высота оставшейся после снеголома части ствола (h) у сосны равна 16,5 м, а у ели 20,2 м (табл. 2), притом что средняя высота неповрежденного соснового древостоя была значительно большей, чем у елового, и составила соответственно 27,7 и 21,6 м

(табл. 1). В среднем у сосны длина отломанной части ствола превосходила длину кроны в 1,6 раза, тогда как у ели она составила 40 % от длины кроны. Диапазоны изменений l и h были значительными. Для сосны они составили соответственно 3,5–20,5 м и 3,5–25,1 м, а для ели 2,0–8,5 и 15,4–23,5. Отношение длины отломанной части ствола (l) к высоте древесного полога (H д) в среднем у ели составило 0,2, а у сосны – 0,4. Диапазон изменения относительной длины отлома (l/H) у сосны почти в два раза превосходит таковой у ели, то есть встречались случаи обламывания ствола дерева ближе к комлю (рис. 1). Можно отметить, что чаще всего это связано с наличием пороков ствола (сухобочины, боковые гнили и т.п.).

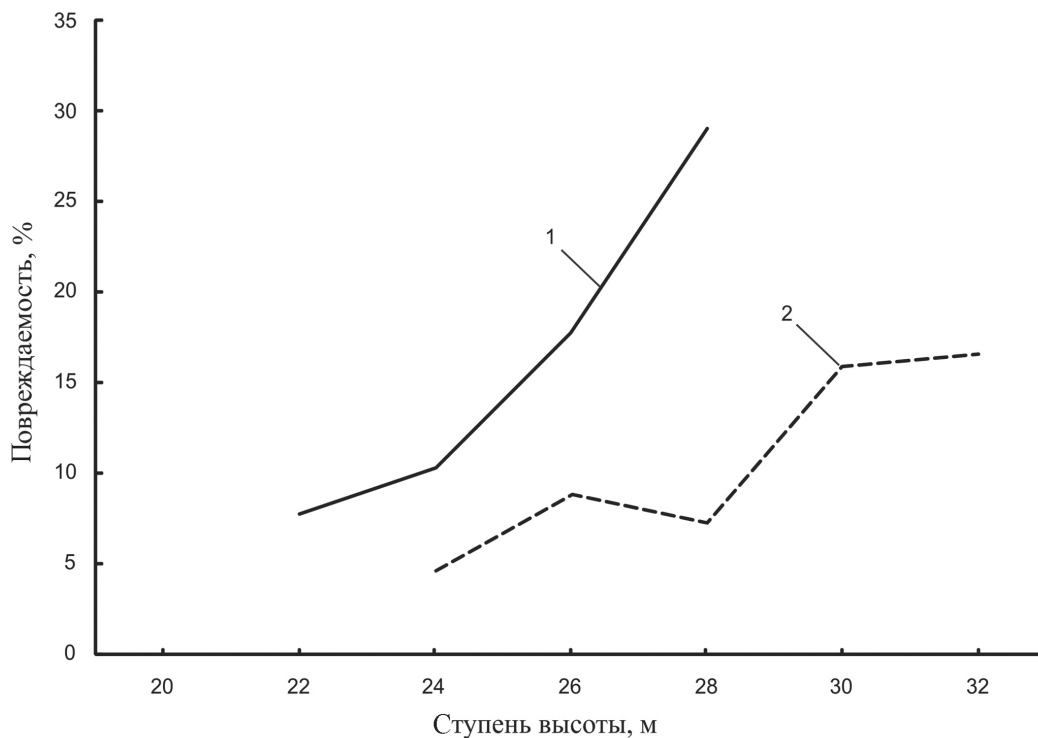


Рис. 3. Повреждаемость деревьев ели (1) и сосны (2) по ступеням высоты

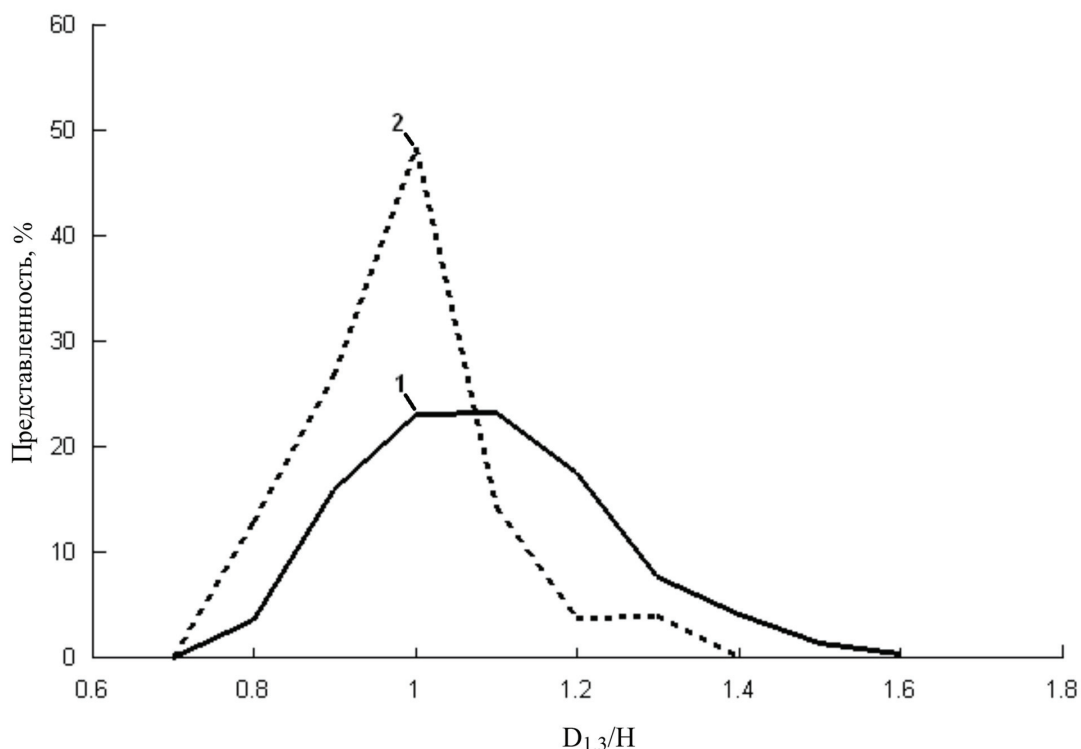


Рис. 4. Распределение деревьев сосны по отношению $D_{1,3}/H$: 1 – все деревья, 2 – поврежденные

Сосна и ель заметно различаются по распределению поврежденных деревьев по диаметрам в местах слома (рис. 2). В среднем этот показатель у сосны равен 13,3 см, а у ели – 7,0 см (табл. 2). При этом вариабельность диаметра в месте слома у сосны существенно

выше, что соответствует большему диапазону длины отломанной части ствола. Очевидно, что ствол дерева ломается в точке, где поперечная нагрузка, вызванная изгибом, уравнивается с прочностью древесины на изгиб. Этот процесс обусловлен многими фактора-

ми: размером и формой кроны, формой ствола, физико-механическими свойствами древесины, которые, в свою очередь, зависят от породы, величины приростов, распределения ядра и заболони, а также наличия повреждений [14]. Можно предполагать, что участки ствола ели с диаметром 6–8 см и сосны – с диаметром 11–15 см наименее устойчивы к поперечным нагрузкам и при этих диаметрах наблюдается наименьшее соотношение механической прочности ствола и действующего на него со стороны кроны изгибающего момента.

Средние таксационные показатели совокупности поврежденных елей выше, чем в целом по насаждению до снеголома (табл. 1, 2), при этом доля поврежденных деревьев ели (по количеству) увеличивается с высотой и для самых высоких деревьев достигает 28 % (рис. 3).

На рис. 3 представлен процент повреждаемости деревьев сосны и ели по ступеням высоты. Видно, чем выше ель, тем в большей степени она повреждается снеголомом. У сосны также отмечается рост повреждаемости с высотой, однако эта тенденция выражена слабее. Отметим, однако, что средняя высота поврежденных сосен несколько превышает высоту в целом по древостою, при меньшем среднем диаметре (табл. 1). Это свидетельствует о том, что повреждаются не просто высокие, а относительно тонкие сосны. Распределение соотношения диаметра ствола на высоте 1.3 м к общей высоте дерева до его повреждения снеголомом в целом характеризуется довольно широким диапазоном с максимумом в районе величин 1,0–1,1 (рис. 4). Однако в поврежденной части древостоя диапазон распределения деревьев по отношению $D_{1.3}/H$ существенно уже и максимум его смещен в сторону меньших величин, то есть повреждаются деревья с меньшим сбегом ствола. Для ели такой закономерности не отмечено.

Таким образом, характер повреждений сосны и ели существенно различается. Сосна повреждается преимущественно летально. Повреждения ели не летальны, но им подвержены наиболее развитые особи, занимавшие ранее лидирующее положение в древостое.

Возраст ствола в месте слома составлял у сосны в среднем 30 лет, у ели – 12 лет. Сохранившие жизнеспособность поврежденные ели теряли прирост последних 12 лет – наиболее активную и продуцирующую часть ассимиляционного аппарата, что неизбежно должно сказаться на дальнейшем росте поврежденных деревьев не только в высоту, но и по диаметру. При этом следует учитывать, что в приствольной части ели в местах сломов при возрасте 10–12 лет нет живых почек. Восстановление верхушечного побега возможно только за счет его формирования из одной или нескольких боковых ветвей дерева, ближайших к месту слома ствола. Это неизбежно приведет к кривоствольности, вильчатости и лирообразности. Кроме того, процесс формирования верхушечного побега за счет трансформации боковой ветви займет несколько лет, на протяжении которых поврежденное дерево не будет прирастать в высоту.

Следовательно, повреждение деревьев снегом приведет к существенному изменению пространственной структуры насаждения и светового режима под пологом верхнего яруса как в сосняках, так и в ельниках. В дальнейшем эти изменения могут еще усиливаться под влиянием вторичных факторов, таких как массовое размножение насекомых-вредителей. В частности, снижение сомкнутости верхнего полога и увеличение освещенности нижних ярусов древостоя приведет к заметному увеличению приростов подроста, тогда как приросты деревьев верхнего яруса снижаются из-за повреждения кроны [9].

В районе проведения исследований природные аномалии умеренной интенсивности нельзя отнести к исключительным явлениям. Например, в 1987 г. здесь также наблюдался сильный снеголом, приведший к заметным изменениям в структуре лесных насаждений [8], а в 1998 г. к аналогичным по масштабам последствиям привел ураган (точнее штормовой ветер). Указанные явления, несмотря на их редкость, существенно влияют на сукцессии лесных биогеоценозов, вследствие чего их необходимо изучать и учитывать при ведении лесного хозяйства.

Встречающиеся в лесоводственной литературе рекомендации по изреживанию

молодых и средневозрастных древостоев с целью повышения их устойчивости к снеговому наму представляются практически неосуществимыми, во всяком случае для эксплуатационных лесов. Во-первых, формирование более сбежистых стволов деревьев не гарантирует от наступления снеголома, хотя при прочих равных условиях, может несколько смягчить его последствия. Во-вторых, подобная практика будет противоречить основным целям промышленного лесовыращивания, к которым относится получение высококачественных сортиментов, следовательно, малосбежистых и хорошо очищенных от сучьев. Разреживание насаждений с целью обеспечения их большей устойчивости к климатическим аномалиям возможно для лесов первой группы, относящихся к категориям защитности, не предполагающих рубки главного пользования.

На наш взгляд, в большинстве случаев можно рекомендовать лесоводственные мероприятия, направленные на ликвидацию негативных последствий снеголома. К ним следует отнести обязательную уборку захлывленности с целью понижения пожарной опасности и предотвращения вспышек массового размножения насекомых-вредителей, а также вырубку поврежденных деревьев. Прежде всего необходимо убирать погибшие деревья. В высокополнотных насаждениях целесообразно вырубать все сильно поврежденные деревья, в том числе и такие, которые сохранили жизнеспособность. Деревья с сильно поврежденной кроной навсегда теряют лидерство в насаждении и переходят в категорию отстающих в росте. Однако, поскольку прежде всего повреждаются лидирующие деревья с хорошо развитой кроной и корневой системой, они в течение долгого времени будут существенно ограничивать рост неповрежденной части древостоя, препятствуя формированию новых лидеров. Своевременная рубка поврежденных при снеголоме деревьев позволит также предотвратить потери древесины, которые, как показали наши исследования, могут быть значительными.

В любом случае при назначении лесохозяйственных мероприятий необходимо руководствоваться целевым назначением лесов.

Выводы

1. Деревья сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и ели европейской (*Picea abies* L.) по-разному повреждаются снегом. У сосны ствол, как правило, обламывается ниже кроны, что приводит к гибели дерева. Для ели характерно обламывание ствола в пределах кроны, при этом теряется прирост последних 12–15 лет, однако дерево сохраняет жизнеспособность.

2. Различия в характере повреждений обусловлены прежде всего различием в строении крон деревьев. При этом для сосны принципиальное значение имеет сбеж ствола, характеризующийся отношением D/H: чем оно меньше, тем выше вероятность повреждения дерева. Для ели данный показатель принципиального значения не имеет, независимо от его величины чаще повреждаются лидирующие деревья.

3. В исследованных нами насаждениях были повреждены, в основном, деревья первого яруса. Количество поврежденных деревьев второго яруса было крайне незначительным.

4. Снеголом может затронуть значительную часть деревьев в насаждении. При этом изменяется пространственная структура и световой режим насаждения. Эти изменения могут впоследствии усиливаться под влиянием вторичных факторов, например вспышки размножения насекомых-вредителей.

5. В эксплуатационных лесах разреживание насаждений с целью повышения их устойчивости к снеголомам нецелесообразно, поскольку это приведет к снижению производительности древостоев и снижению качества древесины. Подобные меры возможны в лесах таких категорий защитности, которые не предполагают рубки главного пользования.

6. После снеголома необходимо проводить уборку захлывленности и рубку сильно поврежденных деревьев. В высокополнотных древостоях необходимо вырубать все сильно поврежденные деревья, в том числе сохранившие жизнеспособность.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (08-04-00124)

Библиографический список

1. Белов, С.В. Лесоводство / С.В. Белов. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 351 с.
2. Гаврилов, Б.И. Об устойчивости сосновых насаждений против снеголома и ожеледи / Б.И. Гаврилов // Лесной журнал. – 1969. – № 2. – С. 33–35.
3. Гринченко, В.В. Снеголом в сосновых культурах, пройденных рубками ухода по линейной технологии / В.В. Гринченко // Лесное хозяйство. – 1984. – № 3. – С. 29–32.
4. Давыдов, А.В. О снеговале и снеголоме в ельниках. Повреждение леса снегом и меры борьбы против вредного действия снежных навалов / А.В. Давыдов. – Л.: Кубуч, 1932. – 50 с.
5. Жежкун, А.Н. Повреждение березовых насаждений навалами снега / А.Н. Жежкун // Изв. вузов. Лес. журнал. – 2003. – № 5. – С. 36–43.
6. Лузганов, А.Г. Периодически действующие факторы как возможная причина флуктуаций интенсивности естественного отбора: Непрерыв. экол. образование / А.Г. Лузганов, Л.В. Буряк. – Красноярск, 1998. – С. 150–152.
7. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
8. Метеорологический ежемесячник. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, Ноябрь 1977. – Вып. 8. – Ч. II. – № 11.
9. Николаев, Д.К. Влияние снеголома на сопряженный рост культур сосны и естественного возобновления ели под их пологом / Д.К. Николаев, Д.Е. Румянцев // Строение, свойства и качество древесины – 2004 / СПб гос. лесотехн. акад., 2004. – Т. 1. – С. 93–95.
10. Рыжило, Л.Е. Повреждение ельников Карпат навалом снега / Л.Е. Рыжило // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1972. – Вып. 31. – С. 72–77.
11. Староверов, Ю.В. Повреждение культур сосны снеголомом / Ю.В. Староверов, П.П. Попов // Лесное хозяйство. – 1983. – № 11. – С. 33–35.
12. Jiao-jun Zhu, Xiu-fen Li, Zu-gen Liu, Wei Cao, Gonda Y., Matsuzaki T. Factors affecting the snow and wind induced damage of a montane secondary forest in northeastern China // *Silva fenn.*, 2006, Vol. 40, N 1. – P. 37–51.
13. Nykanen, M.L., Peltola, H., Quine, C, Kellomaki, S., Broadgate, M. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. // *Silva Fennica*, 1997, Vol. 31. N 2. – P. 193–213.
14. Petty, J.A. & Worrell, R. Stability of coniferous tree stems in relation to damage by snow. *Forestry*, 1981, Vol. 54, N 2. – P. 115–128.
15. Solantie, R. Effects of weather and climatological background on snow damage of forest in southern Finland in November 1991// *Silva Fenn.*, 1994. Vol. 28. – P. 203–211.
16. Whittaker R.H., 1975, *Communities and ecosystems* (2nd ed.) , New York, Macmillan, 385 pp.