

УДК 630*443

ФАУТНОСТЬ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЕЛЬНИКОВ

С. В. КОПТЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Пороки древесных стволов оказывают значительное влияние на сортиментную и товарную структуру древостоев, снижают выход деловой древесины и сортность лесоматериалов. Правильный учет фаутности имеет большое значение для рационализации использования лесного фонда, корректирования расчетных лесосек, получения достоверных нормативов таксации сортиментной и товарной структуры древостоев.

В целях установления закономерных связей пороков древесины северотаежных ельников с таксационными показателями, степени их распространения в насаждениях было заложено 35 пробных площадей с рубкой 2305 деревьев (из них 5 проб со сплошной рубкой) и 912 круговых площадок; на свежих вырубках — 4 пробные площади и 315 статистических учетных площадок с замером 3560 пней (табл. 1).

Таблица 1
Опытные материалы

Разряд высот	Насаждение		Свежая вырубка	
	Проб- ные пло- щади	Круго- вые пло- щадки	Проб- ные пло- щади	Стати- стические учетные пло- щадки
III	4	48	—	8
IV	12	312	2	85
V	15	444	2	180
VI	4	108	—	42
Итого	35	912	4	315

Методика закладки пробных площадей в насаждениях изложена в работе [5]. У каждого срубленного дерева описывали пороки на всей длине ствола. Протяженность гнилей определяли по стадиям путем откомлевки гнилой части через 0,5 м. Для анализа закономерностей распределения сучьев по длине ствола проводили их пересчет по диаметру оснований и качественному состоянию (растущие, сухие) у 417 деревьев на различных пробах. Встречаемость внешних пороков стволов в насаждениях оценивали с помощью реласкопических круговых площадок. На каждой из них отмечали суммы площадей сечений деловых, дровяных деревьев, сухостоя, описывали пороки, влияющие на выход сортиментов.

На свежих вырубках закладывали пробные площади с замером 250... 300 пней. У каждого пня определяли высоту от шейки корня, диаметр среза, возраст, а при наличии гнили — ее вид, размеры, стадию. Аналогичные замеры проводили на статистических учетных площадках размером 10 × 10 м, размещенных равномерно по площади вырубок.

При изучении фаутности древостоев важно установить встречаемость того или иного порока, которая, согласно данным большинства исследователей, зависит от лесорастительных условий. Группировка опытных материалов по типам леса и разрядам высот (шкала разрядов наша [5]) дает близкие результаты (табл. 2, 5). Четкая зависимость прослеживается для гнилей, многовершинности, сучьев. Встречаемость остальных пороков в значительной степени варьирует. Многие из них присутствуют на деревьях одновременно.

Таблица 2
Фаутность северотаежных ельников,
% от общего числа деревьев

Порок	Ельник черничный свежий	Ельник долгомошный	Ельник сфагновый
Гниль	35,3	28,6	13,1
Рак	1,7	1,1	0,7
Кривизна ствола	2,1	8,1	3,9
Трещина	1,0	1,0	1,1
Сухобокость	0,5	0,5	0,3
Пасынок	2,6	2,1	0,4
Сучки	2,8	0,3	—
Многовершинность	5,5	7,5	13,1
Суховершинность	2,8	1,1	1,8

Такие пороки, как многовершинность, пасынок, язвенный рак, в зависимости от места образования могут снижать выход деловой древесины до 30 % и существенно влиять на сортность лесоматериалов. Кривизна ствола, особенно связанная с потерей вершины, может вызвать большой переход деловой древесины в дровяную (до 85 %). Доля таких деревьев колеблется от 1 до 6 % и с понижением разряда высот несколько возрастает. Простое искривление ствола компенсируется разделкой на более короткие сортаменты. Наличие сучьев больших диаметров оказывает влияние на сортность лесоматериалов.

С увеличением возраста встречаемость всех пороков возрастает. Наиболее четкая зависимость от возраста обнаружена для гнилей. Доля остальных пороков сильно варьирует и не зависит от среднего диаметра древостоя и суммы площадей сечений. С увеличением диаметра деревьев отмечается рост числа экземпляров с многовершинностью (от 4 до 18 %) и язвенным раком (от 1 до 5 %). Пасынки, сухобокость, облом вершин встречаются с одинаковой вероятностью у деревьев разной толщины и возраста.

Более четкие закономерности отмечены для сучьев — одного из основных сортообразующих пороков древесных стволов. Анализировали распределение сучьев по стволам на относительных длинах, что позволило исключить влияние разряда высот [11]. Исследование показало, что средний процент сучьев всех учетных диаметров (от 0,5 см и более) и качественного состояния практически не зависит от толщины деревьев ($r = -0,06$; $\eta = 0,11$). Исходя из этого были составлены средние ряды распределения сучьев разной толщины и качественного состояния по относительным длинам ствола (0,1 — от 0,05 до 0,14 длины ствола; 0,2 — от 0,15 до 0,24 и т. д.). Ряды распределения выравнивали с помощью вероятностных моделей Шарлье типа А и Пирсона-1 (табл. 3).

Следует отметить, что наиболее толстые сучья (диаметром 3... 5 см), являющиеся показателем сортности лесоматериалов, встречаются на деревьях толщиной 32 см и более (табл. 4). Этим обуславливается довольно низкий процент деревьев, которые можно отнести к

Таблица 3

Структура кроны ели

Относительная длина ствола	Процент живых сучьев				
	всех диаметров	диаметром, см			
		1	2	3	4...5
0,1	1,0	0,5	1,0	3,2	1,8
0,2	3,5	1,5	4,0	9,8	9,8
0,3	6,2	2,9	7,5	16,1	20,5
0,4	9,4	4,0	11,0	19,8	23,6
0,5	11,8	6,0	14,5	19,5	21,0
0,6	14,0	9,9	17,0	16,2	13,5
0,7	17,2	22,0	18,0	10,2	8,0
0,8	19,9	29,6	17,5	4,4	1,8
0,9	17,0	23,6	9,5	0,8	0,0

Таблица 4

Средние диаметры сучьев, см, на относительных длинах стволов

Степень толщины, см	Относительные длины				
	0,2	0,4	0,6	0,8	Среднее
12	1,06	1,47	1,41	1,16	1,27
20	1,40	1,89	1,74	1,25	1,51
28	1,60	2,59	2,17	1,73	1,93
36	2,34	2,60	2,36	1,75	2,07
44	3,50	4,00	2,55	1,85	2,34
52	3,80	5,10	2,90	1,92	2,55
Среднее	1,59	2,14	1,89	1,42	—

суковатым. Наличие отдельных, сравнительно тонких деревьев с сучьями большого диаметра объясняется длительным их угнетением в молодом возрасте или повреждениями [8].

Средние диаметры сухих сучьев составляют 0,6 от диаметров живых, причем для тонкомерных деревьев разница средних диаметров меньше, чем для толстомерных. Это говорит об отмирании в основном более тонких сучьев. Этот процесс идет преимущественно в нижней части ствола.

Влияние диаметра ствола на диаметр сучьев составило 65...71 %, разряда высот — 29...31 % от общей суммы факторов. Высота прикрепления первого живого и сухого сучьев не зависит от разряда высот и выражается уравнениями:

для живых сучьев

$$y = 0,535 + 0,257D - 0,004D^2, \quad m = 0,34; \quad (1)$$

для сухих сучьев

$$y = 0,25 + 0,02D, \quad m = 0,17, \quad (2)$$

где y — высота прикрепления сучьев, м;

D — диаметр ствола на высоте 1,3 м.

Из всех встречающихся пороков наибольшее влияние на выход сортиментов оказывают гнили. Основными дереворазрушающими грибами северотаежных ельников являются: корневая губка (*Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref.), трутовик Швейнитца (*Polyporus Schweinitzii* Fr.), еловая губка (*Trametes abietis* Sacc.) северный трутовик

(*Polyporus borealis* (Wahl.) Fr.), опенок осенний (*Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst. Видовой состав дереворазрушающих грибов зависит от лесорастительных условий (табл. 5).

Таблица 5

Видовой состав дереворазрушающих грибов северотайжных ельников

Разряд высот.	Корневая губка	Трутовик Швейнитца	Еловая губка	Северный трутовик	Опенок осенний	Всего деревьев
III	29,1	4,9	1,4	1,2	1,9	38,5
	75,6	12,8	3,6	3,0	5,0	100,0
IV	26,5	5,2	0,9	0,7	2,0	35,0
	75,4	14,6	2,6	1,7	5,7	100,0
V	21,5	4,9	0,5	—	1,7	28,6
	75,2	17,0	1,7	0	5,9	100,0
VI	9,8	2,3	0,2	—	0,8	10,5
	74,0	18,0	1,5	0	6,5	100,0

Примечание. В числителе — % от общего числа деревьев; в знаменателе — % от числа пораженных.

Из всех видов дереворазрушающих грибов доля корневой губки остается практически постоянной для разных условий (74...76%), несколько увеличиваясь с улучшением условий роста. Аналогичные закономерности отмечены для еловой губки и северного трутовика. Доля трутовика Швейнитца и опенка осеннего возрастает с понижением разряда высот древостоев. Опенок осенний вызывает заболонную гниль, приводящую к усыханию деревьев. Этим объясняется возрастание доли сухостоя в общем запаса древостоя с понижением разряда высот от $5,8 \pm 0,45$ % для IV разряда до $10,9 \pm 1,9$ % для VI разряда.

Для всех видов дереворазрушающих грибов характерна средняя степень декомпозиции древесины. Средняя стадия гнилей — 2,9 (дупло — 4 стадия) (табл. 6). Для определения границы явной гнили были исследованы образцы разных стадий на содержание целлюлозы. Выход целлюлозы находили путем делигнификации древесины смесью спирта и концентрированной азотной кислоты в соотношении 4/1 по объему (метод Кюршнера [7]). Деструктивные гнили (трутовик Швейнитца) по этому признаку являются явными, начиная с первой стадии. Содержание целлюлозы в них 31,2 %, тогда как в здоровой древесине ели 48...55 %. В коррозийных гнилях (корневая, еловая губка) целлюлоза составляет 42 % для первой стадии, 32,2 % — для второй, 18,9 % — для третьей (см. рисунок). Границей явной гнили можно считать вторую стадию, поскольку древесина с содержанием целлюлозы менее 40 % пригодна лишь для технологической переработки. Доля деревьев, пораженных гнилями разных стадий, при изменении лесора-

Содержание целлюлозы в коррозийных (1) и деструктивных (2) гнилях



стительных условий и увеличении диаметра остается постоянной (табл. 6).

Таблица 6
Стадии гнилей, %, северотаежных ельников
(на срезе пня)

Стадия гнили	Корневая губка	Грутовый Швейнитца	Еловая губка	Северный грутовый	Опенок осенний	Среднее
1	10	11	8	5	6	10
2	17	12	40	28	65	17
3	42	54	38	47	29	44
4	31	26	14	20	—	29
Средняя стадия	3,0	2,5	2,5	2,8	2,2	2,9

Поражаемость деревьев гнилями возрастает с увеличением диаметра деревьев и разряда высот. Существенное влияние оказывает возраст деревьев (48...87% от общей суммы факторов).

Одним из важных моментов является определение размерных характеристик гнилей: их диаметра на пне, протяженности, формы. Эти показатели определяли без подразделения по видам деструктурирующих грибов. Относительная протяженность гнилей увеличивается с повышением разряда высот. Диаметр деревьев не оказывает существенного влияния на этот показатель. Средняя относительная протяженность гнилей для IV разряда высот составила $0,13 \pm 0,02$ от длины ствола, для V — $0,08 \pm 0,015$, для VI — $0,06 \pm 0,01$. Относительная протяженность гнилей по стадиям равна: 1 — $0,33 \pm 0,03$; 2 — $0,27 \pm 0,02$; 3 — $0,22 \pm 0,02$; 4 — $0,18 \pm 0,03$.

Абсолютная протяженность гнилей растет с увеличением диаметра гнили на пне, разряда высот, диаметра дерева на высоте груди. Связь протяженности гнили с ее диаметром более тесная ($\eta = 0,85 \pm 0,07$), чем с диаметром деревьев ($\eta = 0,45 \pm 0,05$). Влияние возраста меньше ($\eta = 0,23 \dots 0,42$) и значительно варьирует. Протяженность гнилей учитывали только для деревьев, пораженных комлевыми гнилями. Стволовые гнили, вызываемые еловой губкой, учитывали отдельно. Средняя протяженность гнили, вызванной еловой губкой (как правило, совместно с корневой губкой), составила $7,9 \pm 0,7$ м.

Диаметр гнили на пне имеет аналогичные связи с таксационными показателями. Для древостоев IV разряда высот средний диаметр гнили составил $12,0 \pm 0,51$; V — $8,2 \pm 0,36$; VI — $6,5 \pm 0,25$. Влияние таксационного диаметра на диаметр гнили значительное ($\eta = 0,57 \pm 0,04$), возраста — умеренное ($\eta = 0,48 \pm 0,05$), что во многом объясняется его приближенным определением.

Форма гнилей по числовому выражению близка к форме ствола. Образующую гнилей описывали полиномом третьей степени.

Объем гнилей $V_{гн}$ определяли интегрированием образующей на протяжении от 0 до h :

$$V_{гн} = \frac{\pi}{4} \int_0^h d_E^2 dx; \quad (3)$$

где h — длина гнили, м;

d_E — значение полинома, характеризующего форму гнили.

Объемы гнилей и абсолютные видовые числа выравнивали с помощью регрессионных моделей (табл. 7). Видовые числа гнилей имеют тенденцию к уменьшению с ростом диаметра гнили на пне. При одном и том же диаметре гнили с понижением разряда высот видовые числа также уменьшаются (табл. 8).

Таблица 7

Характеристики гнилей северотаежных ельников

Факторы влияния	Уравнение связи	Коэффициент множественной корреляции
Встречаемость гнилей Y , % от общего количества деревьев		
Номер разряда высот R Ступень толщины D , см	$Y = 50,03 - 10,67R + 1,879D$	0,965
Номер разряда высот R Класс возраста A	$Y = 3,99 - 8,890R + 8,947A$	0,932
Протяженность гнилей L , м		
Диаметр гнили d , см Номер разряда высот R	$L = 0,836 - 0,190R + 0,127d$	0,989
Диаметр гнили d , см Ступень толщины D , см	$L = -0,280 + 0,156D + 0,110d$	0,950
Номер разряда высот R Ступень толщины D , см	$L = 4,405 - 0,723R + 0,034D$	0,816
Объем гнили V , м		
Номер разряда высот R Диаметр гнили d , см	$V = 0,0016R^{-3,201}d^{2,540}$	0,998
Абсолютные видовые числа гнилей f		
Номер разряда высот R Диаметр гнили d , см	$f = 1,205R^{-0,287}d^{-0,298}$	0,947
Относительный объем дровяной древесины V_0 , % от объема ствола		
Номер разряда высот R Ступень толщины D , см	$V_0 = 119,258R^{-1,674}D^{0,351}$	0,910

Таблица 8

Абсолютные видовые числа гнилей

Диаметр гнили на пне, см	Разряд высот			
	III	IV	V	VI
4	0,582	0,536	0,503	0,477
8	0,477	0,436	0,409	0,388
12	0,420	0,386	0,362	0,354
16	0,385	0,355	0,333	0,326
20	0,361	0,332	0,311	0,296
24	0,342	0,314	0,295	0,280
28	0,326	0,300	0,282	0,267
32	0,313	0,289	0,271	0,257

Объем гнилей зависит и от разряда высот. Для IV разряда средняя доля объемов гнилей составила 2,6 % от объема ствола, V — 1,3 %; VI — 0,9 %. Относительный объем дровяной древесины определяли для стволов, у которых необходима откомлевка в дрова. Средний объем откомлевок для IV разряда составил 36,5 %, V — 26,5 %, VI — 12 %. Доля деревьев (от общего количества), у которых необходимы отком-

левки в дрова и сырье для технологической переработки, уменьшается с понижением разряда: IV — 16,4 %, V — 13,8 %, VI — 9,6 %.

Для практики таксации важно установить вероятностное распределение древостоев по распространенности гнилей. Оно построено на основе массовых материалов учетных статистических площадок. Опытные данные выравнивали по функции Шарлье типа А и Пирсона-I (табл. 9).

Таблица 9

Число фактурных деревьев	Вероятностное распределение северотаежных ельников, %, по встречаемости гнилей			
	Разряд высот			
	III	IV	V	VI
0	0,1	3,8	7,0	21,9
4	4,0	8,4	12,4	34,7
12	7,8	12,1	18,6	21,9
20	11,6	13,5	18,3	11,6
28	12,6	13,3	15,3	6,4
36	13,9	12,3	11,4	2,6
44	13,5	10,8	7,8	0,6
52	11,6	8,8	4,8	0,3
60	9,7	6,9	2,6	—
68	6,5	5,0	1,2	—
76	4,5	3,1	0,6	—
84	2,6	1,6	—	—
92	1,1	0,3	—	—
100	0,5	0,1	—	—

Во многих исследованиях отмечается слабая связь пораженности ели гнилями (особенно в ранних стадиях) с внешними признаками [6, 10]. Для выявления связи отдельных таксационных показателей с пораженностью гнилями по формуле Пресслера определяли проценты прироста по диаметру P_d и высоте P_h больных и здоровых деревьев. Выявлено, что различие между значениями прироста существенно и составляет 40...50 %. Для здоровых деревьев $P_d = 1,13 \pm 0,03$; $P_h = 0,97 \pm 0,03$; для больных соответственно $0,67 \pm 0,04$ и $0,46 \pm 0,01$.

Распространение гнилей, главное корневой губки, происходит в результате контактов больных корней со здоровыми и носит куртинный характер [9]. Эти выводы подтвердились данными раскопок корневых систем ели на пробах со

сплошной рубкой деревьев. Для того чтобы ответить на вопрос, является ли отпад деревьев в ельниках прямым следствием пораженности гнилями, было исследовано соотношение числа растущих и отпавших деревьев. По данным И. А. Алексеева [1], для обычного отпада оно должно превышать 5...8. В нашем случае эта величина составила в среднем 19,0 (минимальное значение 7,2, максимальное 31,8), что говорит о длительном развитии гнилевых заболеваний северотаежных ельников. Увеличение гнили по диаметру за год примерно равняется приросту дерева [3], причем скорость роста гнили возрастает с увеличением степени декомпозиции древесины вследствие повышения притока кислорода [2].

Сложным вопросом является устойчивость еловых древостоев к поражению гнилями. К факторам устойчивости относятся повышенная кислотность почв, слабая ее аэрация, антисептические свойства сфагновых мхов [4, 8]. Эти факторы характерны для древостоев низких разрядов высот, произрастающих в сфагновых и долгомошных типах лесорастительных условий. Наши исследования подтверждают эти выводы и позволяют использовать полученные закономерности в практике таксации северотаежных ельников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев И. А. Лесохозяйственные меры борьбы с корневой губкой. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. — 76 с. [2]. Ванин С. И. Методы исследования грибных болезней леса и повреждений древесины. — Л.: Гослесбумиздат, 1984. — 228 с. [3]. Васильяускас А. П. Экология и биология корневой губки и факторы, ограничивающие ее патогенность в хвойных насаждениях Литовской ССР: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Тарту, 1981. — 44 с. [4]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера. — Л.: ЛГУ, 1978. — 232 с. [5]. Гусев И. И., Коптев С. В. Сортиментная структура