

УДК 630\*11+630\*42(476)

© 1998 г. Н. И. ФЕДОРОВ, В. В. САРНАЦКИЙ, И. Э. РИХТЕР,  
Е. С. РАПУНОВИЧ, Н. П. КОВБАСА, А. П. РОГОВОЙ, А. В. ПУЧИЛО

## ОСОБЕННОСТИ МАССОВОГО УСУХАНИЯ ЕЛИ В ЛЕСАХ БЕЛАРУСИ

Исследование усыхающих ельников в различных условиях произрастания позволило выявить типологическую и возрастную характеристику древостоев, определить основные предрасполагающие стрессовые факторы и причины массового отмирания ели европейской в 1992–1996 гг.

*Ель европейская, атмосферные осадки, температура воздуха, уровень грунтовых вод, засуха, смолоносная система, короеды, отмирание деревьев.*

Известна периодичность усыхания ельников в различных регионах Евразии за предыдущие 100–150 лет. Последнее массовое усыхание ели в лесах Беларуси зафиксировано в 1963–1968 гг. Отмирание растущих деревьев длилось 4–5 лет, после чего усыхание прекратилось [7, 16].

Первые признаки современного усыхания ели отмечены в 1992 г., а массовое наблюдается с 1993 г. до настоящего времени (1997 г.). Этому способствовали засушливые летние периоды 1992–1995 гг. с относительно теплыми, малоснежными зимами (за исключением снежной зимы 1995–1996 гг.), обильное плодоношение ели в 1993, 1994 и 1996 гг. Усыхают преимущественно высокопродуктивные ельники кисличные (72.8% усыхающих ельников), черничные (11.1%), мшистые (5.7%). Эти типы леса занимают в лесном фонде соответственно 41.9, 22.3 и 20.8% еловой формации [15]. Усыхание ели наблюдается на всей территории республики и в других, менее распространенных типах леса.

Подвержены усыханию ельники, расположенные на склонах водоразделов в микропонижениях с проточным увлажнением на тяжелых суглинистых почвах, а также насаждения, произрастающие вблизи низинных болот или рек. В меньшей мере страдают от усыхания ельники, расположенные на плоских водоразделах с супесчаными, хорошо дренированными почвами, подстилаемыми моренными суглинками.

В возрастном аспекте усыханию подвержены спелые, приспевающие и в меньшей мере средневозрастные древостои. Усыхание молодяков наблюдается преимущественно в культурфитоценозах, формирующихся на старопахотных землях, и обусловлено чаще всего обильным очаговым размножением опенка или стволовых вредителей.

Преобладающий тип отмирания ели – стволовой, когда повреждения камбия и коры отмечаются в средней части ствола и под кроной. Незначительная часть деревьев отмирает по комлевому типу, остальные – по одновременному или вершинному.

### Объекты и методика

Объекты исследований – здоровые, усыхающие и усохшие ельники различного возраста, полноты и типологической принадлежности, расположенные в лесных мас-

свах Барановичского, Клецкого, Копыльского, Пуховичского, Смолевичского лесхозов и Негорельского учебно-опытного лесхоза. Кроме собственных исследований и работе использованы материалы по усыханию ельников, представленные лесхозами Министерству лесного хозяйства Беларуси. Лесоводственно-таксационные работы проводили по общепринятым методикам [5, 14]. Почвы обследуемых еловых древостоев дерново-подзолистые, суглинистые, супесчаные и торфяно-болотные переходного типа. Уровень залегания грунтовых вод варьирует от 49 (ельник папоротниковый) до 200 (ельник кисличный) и глубже 200 см (ельник мшистый). Изменчивость уровня грунтовых вод в ельниках увеличивается в периоды снеготаяния (март–апрель) и влагозарядки почвы (сентябрь–декабрь) за счет выпадения атмосферных осадков.

Изменчивость метеорологических показателей (атмосферные осадки, температура воздуха) изучали по данным метеослужбы за период 1945–1996 гг. На пробных площадях проводили нивелирование поверхности почвы, перечислительную таксацию, рубку модельных деревьев (3–5 шт. на пробной площади), почвенно-экологические исследования с закладкой почвенных шурфов, прикопок и оборудованием скважин для измерения уровня грунтовых вод.

К усыхающим ельникам относятся участки чистых и смешанных насаждений площадью более 0.1 га, в которых усыхающие и усохшие деревья составляют 10 и более % господствующего полога древостоя.

### Результаты и обсуждение

Нынешнее усыхание еловых лесов масштабно как по охватываемой им территории, так и по размерам причиняемого ущерба. Оно происходит на территории сплошного распространения ели в подзонах дубово-темнохвойных лесов и грабово-дубово-темнохвойных лесов, а также на участках так называемого “островного” [15] распространения этой древесной породы. Основная часть усыхающих древостоев сосредоточена в центральном и северном регионах республики (Брестская, Витебская, Гродненская, Минская и Могилевская области). В Гомельской области, значительные площади которой находятся за пределами естественного ареала ели, также отмечается усыхание древостоев.

Усыхание ельников характеризуется скоротечностью и проявлением диффузно-рассеянного (единичного), куртинно-группового и сплошного отмирания деревьев. Диффузно-рассеянное усыхание происходит на фоне ослабления жизнедеятельности всего древостоя, о чем свидетельствует большое число (до 70% и более) ослабленных деревьев (табл. 1). Отличительная особенность диффузно-рассеянного усыхания – наличие усыхающих крупных деревьев I–II класса Крафта с хорошо развитой кроной. Куртинно-групповое усыхание характерно наличием групп усыхающих и усохших деревьев господствующего полога (до 10–12 шт.) на небольших участках (до 0.25 га), данный тип усыхания наиболее распространен, наблюдается в чистых и смешанных древостоях, произрастающих в различных условиях увлажнения и трофности почвы. Сплошной тип усыхания характеризуется усыханием деревьев на участках площадью свыше 0.25 га, число усыхающих и усохших деревьев более 50%, часто на участке остаются единичные условно здоровые деревья.

По данным Министерства лесного хозяйства Беларуси, площадь усыхающих ельников к 1996 г. составляла 13600 га (2% площади еловых лесов), общий запас ствольной древесины усыхающих и усохших ельников – более 2.4 млн. м<sup>3</sup>. К 1 октября 1996 г. площадь усыхающих ельников по сравнению с 1995 г. возросла в 2.7 раза и составила 37 тыс. га, или 5.5% площади еловых лесов. Из них около 9 тыс. га ельников расстроены и требуют проведения сплошной рубки.

Еще в конце прошлого века М.К. Турский сообщал об усыхании ельников, совпадающем во времени с засушливыми годами [13]. Позже на связь между усыханием ели и засухой указывали Н.П. Жиликов [4], В.П. Тимофеев [11], А.И. Воронцов [2],

Состояние еловых древостоев на участках их массового усыхания

Состав насаждения	Возраст, лет	Тип леса	Класс бонитета	Полнота	Число деревьев, шт. га <sup>-1</sup>	Запас, м <sup>3</sup> га <sup>-1</sup>	Характер усыхания древостоя	Распределение деревьев ели по категориям состояния							
								число, шт. га <sup>-1</sup>		запас, м <sup>3</sup> га <sup>-1</sup>		здоровые		сухие	
								здоровые	ослабленные	здоровые	ослабленные	здоровые	сухие	здоровые	сухие
Барановичский лесхоз, Молдацкое лесничество															
10Е + С	65	Е. клас.	Ia	0.99	644	575	Диффузно-рассеяный	154	456	13	21	175	377	16	7
7Е2Д10с + Гр	75	Е. орл.	I	0.64	169	206	Куртинно-групповой	25	98	3	43	41	102	2	61
7ЕЗД + С	85	Е. клас.	Ia	0.84	221	340	Сплошной	3	22	2	194	6	16	1	317
Клецкий лесхоз, Новинковское лесничество															
7Е2Б1Д	80	Е. клас.	Ia	0.80	360	428	Куртинно-групповой	154	92	70	44	183	109	78	58
9Е10с	70	Е. клас.	Ia	0.67	368	298	Сплошной	50	52	116	150	41	43	94	120
10Е	80	Е. клас.	Ia	0.51	332	246	*	10	16	42	264	6	12	32	196
Негорельский учебно-опытный лесхоз, Негорельское лесничество															
8Е1Б10с + С	75	Е. черн.	I	0.94	452	342	Диффузно-рассеяный	364	70	4	14	322	17	1	2
8Е1С1Л + Б	85	Е. черн.	I	0.98	428	389	Куртинно-групповой	281	22	11	114	276	6	2	105
9Е1С	90	Е. черн.	I	1.00	532	510	*	400	27	13	92	403	11	4	92

Примечание: Е. клас. - ельник класный, Е. орл. - ельник орляковский, Е. черн. - ельник черничный.

А.Д. Маслов [7], А.Я. Орлов [8] и другие исследователи. Наблюдения П.С. Глуховского показали, что в начале 50-х годов ель в ряде областей республики начинала усыхать на следующий год после засухи [3]. Исследования А.Д. Маслова свидетельствуют, что опасность усыхания ели возрастает, если суровые зимы и засухи повторяются, а санитарное состояние лесов неудовлетворительное и действуют дополнительные, ослабляющие насаждения факторы (корневые гнили, чрезмерная гидромелиорация) [7]. Подтверждают этот вывод и данные метеослужбы в периоды усыхания ельников на территории Беларуси в 50-х и 60-х годах. В 50-х годах холодными были январь и февраль 1954 г., когда морозы достигали  $34^{\circ}$ , а снеговой покров не превышал 10 см. В 60-х годах холодной и малоснежной была зима 1963 г. (с этого года и началось массовое усыхание ели), а весна и лето 1963–1964 гг. были сухими, жаркими.

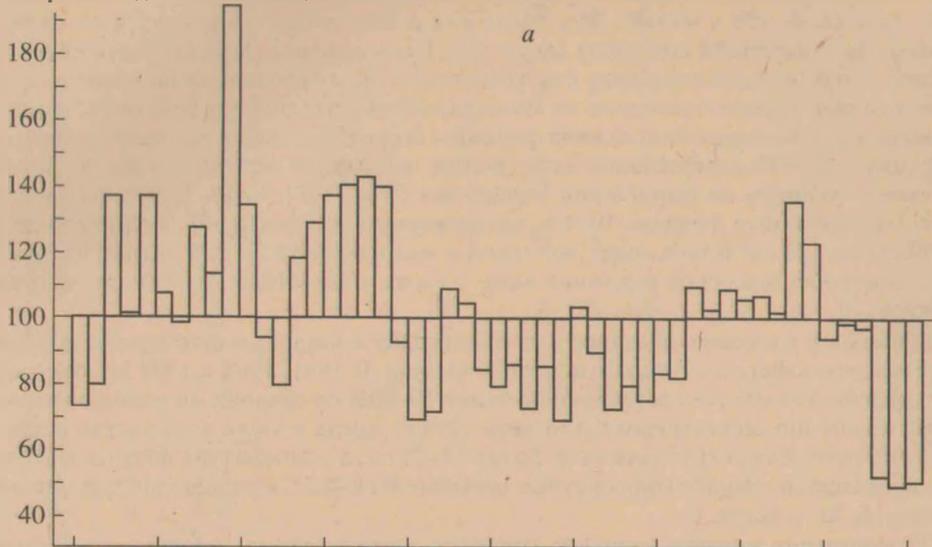
Нынешнее массовое усыхание ели происходит в период, характеризующийся дефицитом атмосферных осадков в летние месяцы. В 1991, 1992 и 1994 гг. количество осадков в июле–августе составляло не более 70–80% от средних многолетних показателей. Особенно засушливым было лето 1994 г., когда в июле количество осадков в целом по республике составляло не более 15–22 см, а температура воздуха в этом месяце превышала среднее многолетнее значение на 2–2.5°, в отдельные дни она повышалась до  $30^{\circ}$  и выше.

Представляет интерес изучение ответной реакции роста деревьев в усыхающих ельниках по диаметру и в высоту на изменчивость атмосферных осадков, температуры воздуха и уровня грунтовых вод. Наиболее общий признак для условно здоровых и усыхающих деревьев – снижение ширины годичного кольца в течение 2–3 и более лет на 20–60% и более от среднего значения, вычисленного за последние 45–60 лет (рис. 1, а и 2, а). Даже у условно здорового дерева в ельнике черничном (Негорельский учебно-опытный лесхоз) на фоне успешного роста по диаметру в период 1984–1991 гг. начиная с 1992 г. снижался радиальный прирост и в 1996 г. отклонение ширины годичного кольца от среднего значения составило 67.7%; ель, растущая на этой же пробной площади с усохшей вершиной и испытывающая влияние корневой губки, в 1996 г. имела радиальный прирост лишь 0.3 мм (в структуре годичного кольца присутствовала ранняя древесина без признаков образования поздней древесины). Дерево прекратило в 1995 г. рост в высоту, а в 1996 г. и по диаметру. Можно предположить, что оно в 1997 г. освободится от хвои и усохнет. В большинстве случаев усыхание дерева происходит без образования в последний вегетационный период поздней древесины и характеризуется наличием в отдельных случаях ранней древесины (рис. 1, б и 2, б). Отсутствие поздней древесины в структуре годичного кольца свидетельствует об отмирании дерева в начале вегетации.

Текущий прирост в высоту условно здоровых и ослабленных деревьев в усыхающем ельнике также снижается в засушливые периоды при относительно хорошем состоянии кроны. Рост верхушечного побега условно здоровой ели в 1.5–3 раза и более превышает рост боковых ветвей верхней мутовки, он не имеет признаков повреждения хвои, а верхушечная почка хорошо развита. Текущий прирост в высоту у сильно ослабленных деревьев составляет 50% и менее от среднего, наиболее характерного прироста деревьев данного возраста, условий местопроизрастания и сезона, часто имеются признаки дефолиации или дехромации хвои верхушечного побега и боковых ветвей верхней мутовки; верхушечная почка иногда отсутствует или мертва. Состояние и жизнеспособность верхушки ели – диагностические признаки при лесопатологическом обследовании древостоя [6]. Снижение или прекращение роста в высоту главного верхушечного побега вызывают усиленный рост боковых ветвей верхней мутовки. Подобная тенденция роста ветвей верхней мутовки может продолжаться 1–3 года, однако в последующее время дерево, как правило, усыхает.

Снижение или прекращение роста в высоту главного верхушечного побега не всегда вызывают резкое снижение роста дерева по диаметру в последующие 2–3 года, и лишь интенсивная деятельность короедов быстро завершает процесс усыхания дерева.

Ширина годичного кольца, %



Ширина слоя ранней и поздней древесины, %

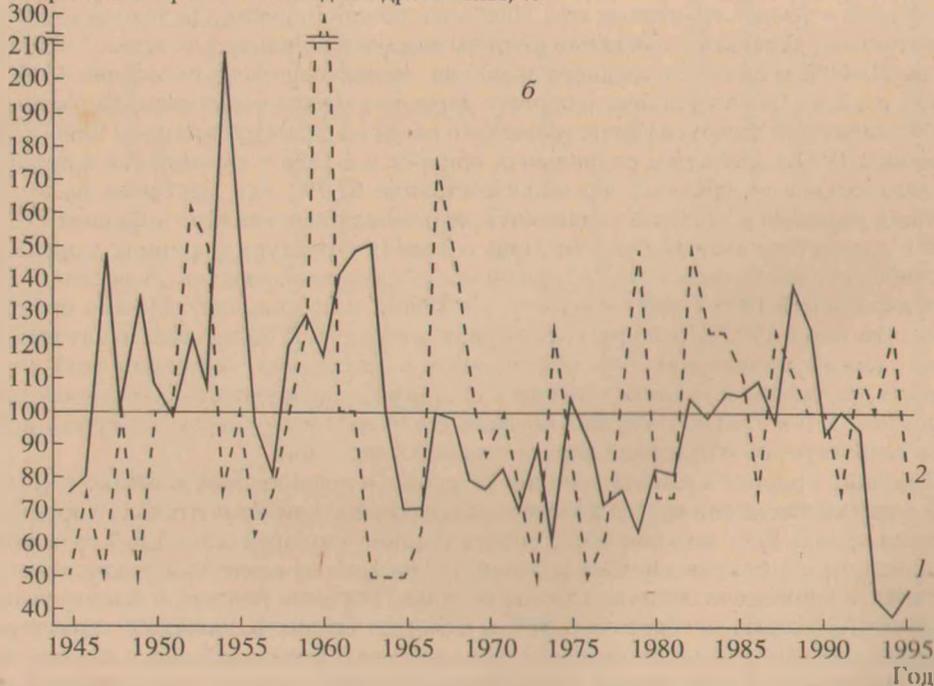
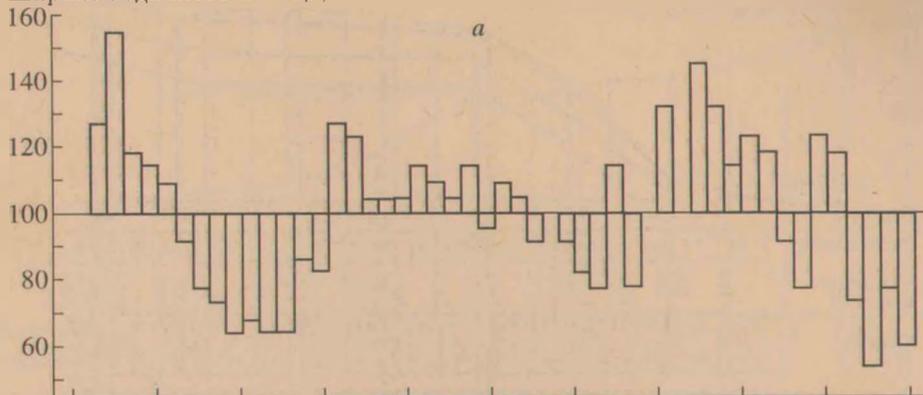


Рис. 1. Отклонение ширины годичного кольца (а) и ширины слоя ранней и поздней древесины (б), усохшей в 1995 г. ели, % от среднего значения. Ельник кисличный: 1 – ранняя древесина; 2 – поздняя древесина.

Изучение особенностей усыхания ельников, формирующихся в различных почвенно-экологических условиях, способствует выявлению причинно-следственных связей массового усыхания деревьев. Ельник папоротниковый III класса возраста формируется на торфянике переходного типа, подстилаемом с глубины 1.5-2.0 м оглеенным рыхлым песком, характеризуется диффузно-рассеянным отмиранием дере-

Ширина годичного кольца, %



Ширина слоев ранней и поздней древесины, %

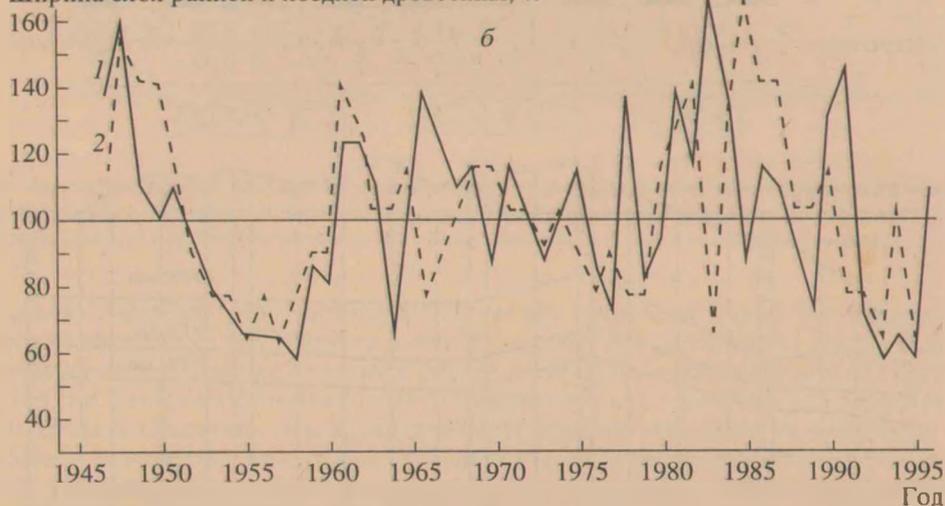


Рис. 2. Отклонение ширины годичного кольца (а) и ширины слоев ранней и поздней древесины (б), усохшей в 1995 г. ели, % от среднего значения. Ельник черничный: 1 – ранняя древесина; 2 – поздняя древесина.

вьев, произрастающих на повышенных элементах микрорельефа (рис. 3). Число усыхающих и усохших деревьев в 1.5 раза превышает естественный отпад для данного возраста древостоя и типа леса. Характеристика режима уровня грунтовых вод ельника папоротникового приведена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика режима почвенно-грунтовых вод елового древостоя

Тип леса, класс бонитета, № скважины на профиле	Уровень грунтовых вод, см				Статистический показатель			
	мини- мальный	макси- мальный	амплитуда колебаний	средний	ошибка среднего, см	коэффициенты		
						варьи- рования, %	асим- метрии	экс- цесса
Е. папоротниковый I, № 3	12	98	86	49.0	2.42	44.0	0.208	-0.872
То же, № 4	17	96	79	51.6	2.20	37.9	8.560	-0.642

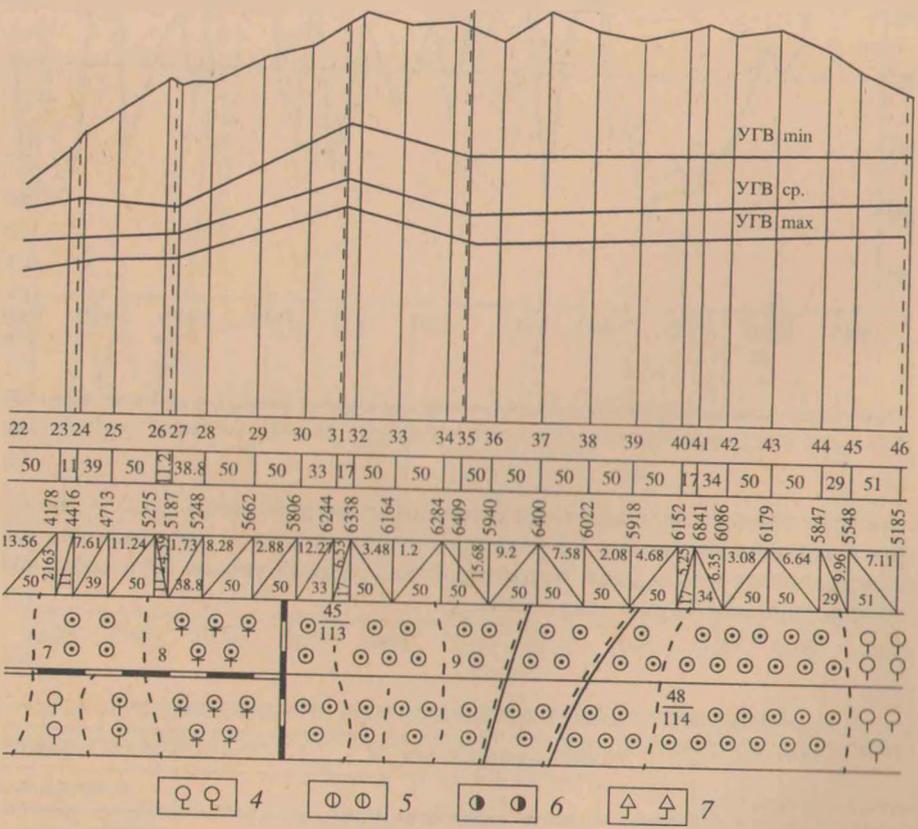
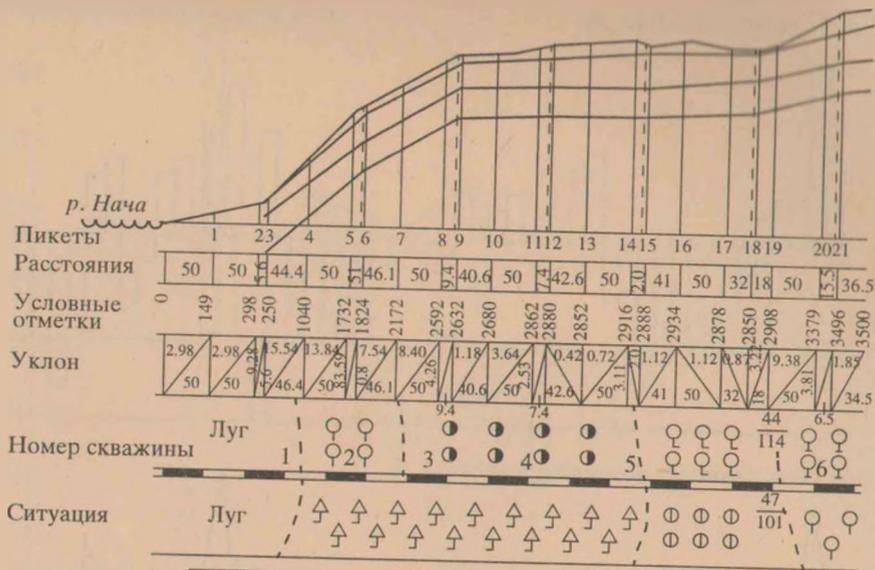


Рис. 3. Распределение растительности по экологическому профилю ельника папоротникового и сосново-еловых древостоев в Велятичском лесничестве (Борисовский лесхоз): 1 – сосняк мшистый; 2 – с. орляково-ый; 3 – с. черничный; 4 – с. долгомошный; 5 – с. багульниковый; 6 – березняк папоротниковый; 7 – ельник папоротниковый.

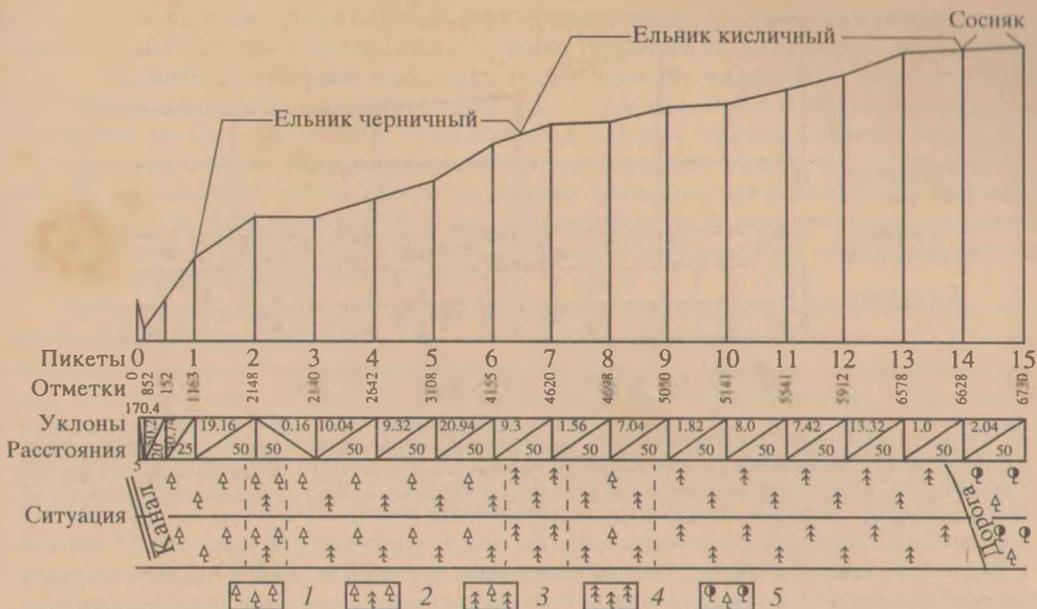


Рис. 4. Лесопатологическое состояние ельников черничного, кисличного и сосново-елового древостоя (сосняк кисличный) в Руденском лесничестве (Пуховичский лесхоз): 1 – ненарушенное насаждение; 2 – единичное усыхание; 3 – куртинное усыхание; 4 – массовое усыхание; 5 – сосняк елово-кисличный.

Анализ смещения ряда распределения уровня грунтовых вод за вегетационный период относительно его среднего значения выявил положительную асимметрию в ельнике папоротниковом с близким к поверхности почвы уровнем залегания грунтовых вод (т.е. чаще встречаются случаи понижения уровня грунтовых вод относительно его среднего значения, чем превышения). Последнее указывает на некоторую периодическую недостаточность влагообеспеченности елового древостоя за счет грунтового увлажнения. Близкое к поверхности почвы залегание уровня грунтовых вод обуславливает формирование поверхностной корневой системы у ели, что в определенной мере снижает устойчивость древостоя к понижению уровня грунтовых вод.

Однако даже в засушливые вегетационные периоды 1991, 1992 и 1994 гг. уровень грунтовых вод в ельнике папоротниковом не понижался более чем на 49 см от его среднего значения. Мелиорирующее влияние р. Нача на влагообеспеченность древостоя в данных условиях обусловлено уровнем воды в реке, который поддерживается плотиной водохранилища, расположенного в 2 км ниже по течению. В других типах леса (сосново-еловых и еловых, произрастающих на автоморфных песчаных и супесчаных почвах) более высокие значения уровня грунтовых вод относительно среднего встречаются чаще, чем понижения, и в условиях глубокого залегания грунтовых вод (ниже 2.5 м) отмечается устойчивое положение уровня грунтовых вод около среднего значения (коэффициент эксцесса положительный и варьирование не превышает 16%). В засушливые годы уровень грунтовых вод за период вегетации в еловых и сосново-еловых древостоях понижался на 50–130 см.

Массовое усыхание ели отмечалось в период 1993–1996 гг. в Руденском лесничестве Пуховичского лесхоза, где на суглинистой почве формируются приспевающие ельники черничный и кисличный различной полноты и состава древостоя (рис. 4).

Диффузно-рассеянное и куртинно-групповое усыхание ели отмечается в ельнике черничном на повышенных элементах рельефа, где уровень грунтовых вод ниже, чем в пониженных элементах рельефа.

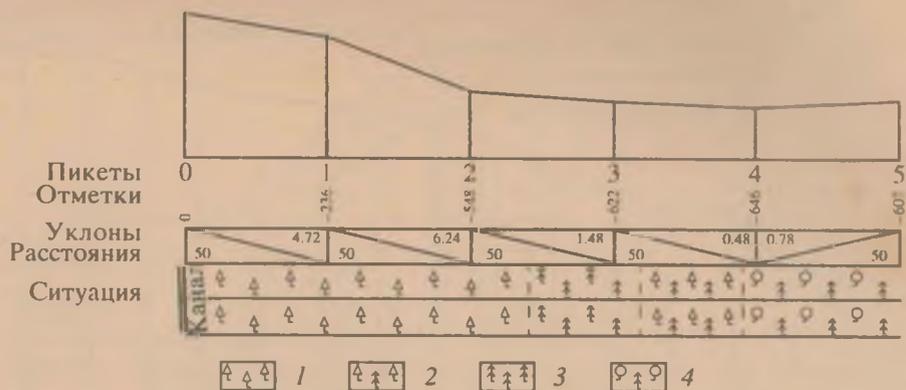


Рис. 5. Лесопатологическое состояние ельника черничного и сосново-елового древостоя (сосняк черничный) в Литвянском лесничестве (Негорельский учебно-опытный лесхоз): 1 – ненарушенное насаждение; 2 – единичное усыхание; 3 – массовое усыхание; 4 – сосняк елово-черничный с единичным усыханием ели.

Расположенные близко к поверхности почвы грунтовые воды в ельнике черничном обуславливают формирование поверхностной корневой системы. Увлажнение полугидроморфной почвы ельника черничного осуществляется грунтовыми водами и атмосферными осадками. Автоморфные почвы ельника кисличного в большинстве случаев увлажняются атмосферными осадками и талыми водами в период снеготаяния.

Хорошая водоудерживающая способность суглинистых почв позволяет формировать высокопродуктивные ельники кисличные даже в условиях повышенного рельефа. Более низкая водоудерживающая способность супесчаных и песчаных почв обуславливает формирование еловых древостоев в понижениях рельефа с близким к поверхности почвы залеганием грунтовых вод, в случае глубокого залегания грунтовых вод и хорошего дренажа почв формируются ельники с развитыми стержневыми (якорными) корневыми системами [1, 9, 10, 15].

Куртинно-групповое и сплошное усыхание деревьев в ельнике кисличном, формирующемся на суглинистой почве, произошло в засушливые периоды 1993–1996 гг. на повышенных элементах рельефа, тогда как в понижениях отмечается чаще всего диффузно-рассеянное или куртинно-групповое усыхание деревьев.

В ельнике черничном, формирующемся на супесчаной почве, также происходило усыхание деревьев в период 1993–1996 гг. (рис. 5). Более низкая водоудерживающая способность супесчаной почвы приводит в засушливые годы к резкому снижению влагозапасов корнеобитаемых слоев почвы, расположенных выше влияния капиллярной грунтовой влаги. Это по сравнению с суглинистой почвой в большей мере определяет влияние понижения уровня грунтовых вод вследствие засухи или гидротехнической мелиорации на усыхание ели. Формирование поверхностной корневой системы, особенно в пониженных элементах рельефа, обуславливает куртинно-групповое и сплошное усыхание ели в случае понижения уровня грунтовых вод в засушливые периоды и иссушения верхних слоев почвы. На повышенных элементах рельефа, где грунтовые воды залегают на большей глубине, ель формирует преимущественно стержневую корневую систему с густой сетью тонких корней у поверхности почвы для использования влаги атмосферных осадков и грунтовых вод, поэтому на повышенных элементах рельефа в ельнике черничном, формирующемся на супесчаной почве, отмечается чаще всего куртинно-групповое и диффузно-рассеянное усыхание деревьев.

Выявленные особенности усыхания ельников, формирующихся в различных почвенно-экологических условиях, позволяют судить о том, что основными стрессовыми

факторами, вызывающими сильное ослабление, а затем массовое усыхание деревьев, являются неблагоприятные погодные условия 1992–1996 гг. Исушение корнеобитаемых слоев почвы и массовое усыхание ели обусловлены выпадением недостаточного количества атмосферных осадков, снижением уровня грунтовых вод вследствие засушливости климата в последние годы и непродуманного гидромелиоративного строительства (осушения). Локальный характер усыхания ели чаще всего наблюдается в случае подтопления почвы или ее иссушения вследствие дорожно-мелиоративного строительства, создания водохранилищ, водозаборов для промышленного и бытового водоснабжения, а также повышенного техногенного загрязнения атмосферы, почвы и поверхностных вод.

Для нынешнего массового усыхания ельников характерной особенностью является отмирание коры деревьев за относительно короткий период времени (20–30 дней) при хорошо сохранившейся хвое, которая осыпается преимущественно зеленой спустя 1–3 и более месяцев после появления первых признаков отмирания коры в верхней и средней части ствола. Предложенные гипотезы [2, 3, 7, 8, 11, 16] об отмирании деревьев в результате нарушения их влагообеспеченности в экстремально засушливые годы не могут объяснить усыхание ели в 1996 г., нормальному по температурно-влажностному режиму, влажности воздуха и количеству атмосферных осадков. Кроме того, известно [8], что ель – это мезофитная порода с некоторыми признаками ксероморфизма и поэтому способна выживать в экстремальных погодных условиях.

Исследования, проведенные в очагах усыхания ели, показали, что существенные изменения произошли в функционировании смоловыделительной системы деревьев. У многих условно здоровых деревьев по поверхности стволов можно наблюдать капельные, а иногда и сплошные потеки смолы.

Капельные потеки чаще всего располагаются в средней и нижней частях ствола, значительно реже – по всему дереву. Сплошные потеки имеют локальное расположение в области кроны и в комлевой части. Вытекает смола из мест повреждения при попытках заселения первичной коры короедами, но чаще – из мест отслоения первичной коры.

В лубе таких деревьев имеются многочисленные мелкие кармашки, заполненные смолой. Причем больше всего их на границе с первичной корой. При микроскопическом изучении луба смола обнаруживается и в примыкающих к кармашкам клетках (ситовидных члениках и паренхимных элементах), местами она пропитывает активную (функциональную) зону луба. Часто значительные скопления застывшей и жидкой смолы можно наблюдать между корой и древесиной. В чем причина этих изменений в лубе условно здоровых деревьев?

Объяснить это можно особенностями функционирования смолоносной системы ели. У нее смоляные ходы луба образованы эпителиальными клетками с тонкими и эластичными оболочками, благодаря чему хорошо приспособлены для выделения живицы [12]. Выделение живицы происходит в случае нанесения дереву механического повреждения, в том числе и в результате заселения дерева стволовыми вредителями. В этом случае эпителиальные клетки, образующие смоляной ход и находящиеся в сжатом состоянии в менее активной, нефункциональной зоне луба, начинают осмотически засасывать воду из окружающей водопроводящей системы и, увеличивая объем, выдавливают смолу под большим давлением. С повышением температуры воздуха и почвы смолообразование и смолотечение усиливаются [12].

Однако при недостаточной влагообеспеченности дерева, что имеет место в экстремально засушливые периоды, эпителиальные клетки и примыкающая к ним паренхима не пополняются необходимыми запасами влаги и начинают отмирать. Это приводит к разрыву смоляных ходов, вследствие чего находящаяся в них и специальных вместилищах смола вытекает и проникает в смежные ткани. Смоляные кармашки образуются схизолизигенным путем, частично благодаря увеличению межклеточного пространства и растворению клетки. Скопление застывшей и жидкой смолы в полостях между корой и древесиной можно объяснить образованием большого числа

травматических смоляных ходов каллюса, возникающих как реакция на разрушение нормальных смоляных ходов.

В свете сказанного можно объяснить механизм скоротечного усыхания ели. Экстремальные погодные условия в вегетационные периоды 1992 и 1994 гг. привели к нарушению функционирования смоловыделительной системы луба деревьев и ее частичному разрушению, вследствие чего происходило проникновение вытекающей под давлением смолы в проводящие и запасающие ткани активной зоны. Результат таких изменений – нарушение оттока в эти ткани синтезированных в хвое ассимилятов, что привело к снижению защитных реакций деревьев, поэтому деревья с ослабленными защитными реакциями – благоприятные объекты для поселения стволовых вредителей, которые значительно ускоряют процесс отмирания дерева.

Интенсивность усыхания ельников определяется, с одной стороны, степенью ослабления жизнедеятельности древостоя в тех или иных условиях произрастания, с другой – наличием хронических очагов стволовых вредителей (главным образом *Ips typographus*, *I. duplicatus*, *Pityogenes chalcographus* и др.), где формируются популяции с повышенной плотностью, или эпизодических (временных) очагов с избыточно плотными популяциями. Становится понятным, почему в очагах усыхания ели отмирающие деревья сохраняют длительное время зеленую хвою. Хвоя остается зеленой, так как в нее беспрепятственно поступает влага с минеральными питательными веществами по неповрежденной заболонной части ствола, что и обеспечивает некоторое время нормальное протекание необходимых физиологических процессов в хвое и неповрежденной части дерева.

**Заключение.** Массовое усыхание ели обусловлено несколькими причинами, вызывающими вначале ослабление жизнедеятельности и снижение активности защитных функций дерева, а затем и его отмирание. Основная причина ослабления деревьев и снижения их защитных функций – экстремальные погодные условия первой половины 1990-х годов (дефицит атмосферных осадков и высокая температура воздуха в вегетационный период), приведшие к изменениям в протекании физиологических процессов в растущих деревьях. Эти изменения заключаются в нарушении функционирования смолоносной системы луба, следствием чего является разрушение смоляных ходов и блокирование выделяющейся при этом смолой проводящих и запасающих элементов (ситовидных клеток и паренхимы), что вызывает их отмирание. Все это приводит к снижению или прекращению оттока образующихся в хвое ассимилятов в ствол дерева и корневую систему.

К факторам, способствующим ослаблению ели и снижению ее биологической устойчивости относятся: понижение уровня грунтовых вод вследствие засухи или непродуманного гидромелиоративного строительства (осушения), бедность почв и малая их аэрация, корневые гнили, техногенное загрязнение атмосферы, почвы и поверхностных вод. Основная причина, определяющая интенсивность отмирания ослабленных и утративших защитные функции деревьев, – стволовые вредители, которым в таких древостоях, благодаря богатой кормовой базе, создаются благоприятные условия для жизнедеятельности, размножения и распространения на больших территориях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Блинцов И.К., Асютин П.Ф.* Закономерности пространственного распределения корневых систем ели и сосны в высокопродуктивных хвойных лесах БССР // Лесоведение и лесн. хозяйство. 1983. Вып. 18. С. 11–17.
2. *Воронцов А.И.* Биологические основы защиты леса. М.: Высш. шк., 1960. 342 с.
3. *Глуховский П.С.* Меры по оздоровлению еловых насаждений Несвижского лесхоза // Лесн. хозяйство. 1955. № 8. С. 59–60.
4. *Жуляков Н.П.* О повреждении короedами еловых насаждений под Москвой. Протоколы собраний Московского лесн. о-ва // Лесн. журн. 1882. Вып. 4. С. 431–435.

5. Корчагин А.А. Полевая геоботаника. Т. 5. Строение растительных сообществ. Л.: Наука, 1976. 320 с.
6. Лебедев А.В. Характер вершины как показатель состояния и жизнеспособности ели // Лесн. журн. 1988. № 5. С. 17–21.
7. Маслов А.Д. Усыхание еловых лесов от засух на европейской территории СССР // Лесоведение. 1972. № 6. С. 77–87.
8. Орлов А.Я. Особенности отношения ели европейской и некоторых других видов к недостаточной влагообеспеченности // Лесоведение. 1996. № 1. С. 84–93.
9. Рахтеенко И.Н. Рост и взаимодействие корневых систем древесных растений. Минск: Изд-во АН БССР, 1963. 254 с.
10. Роде А.А. Вопросы водного режима почв. Л.: Гидрометеоздат, 1978. 214 с.
11. Тимофеев В.П. Борьба с усыханием ели. М.: Гослестехиздат, 1944. 43 с.
12. Трейнис А.М. Подсочка леса. М.: Гослесбумиздат, 1961. 356 с.
13. Турский М.К. Из поездки в некоторые леса средней и южной России // Лесн. журн. 1884. Вып. 5, 6. С. 289–325.
14. Юркевич И.Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. Минск: Наука и техника, 1980. 120 с.
15. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Парфенов В.И. Типы и ассоциации еловых лесов (по исследованиям в БССР). Минск: Наука и техника, 1971. 352 с.
16. Cramer H.H., Cramer-Middendorf M. Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Schadensperioden und Klimafaktoren in mitteleuropäischen Forsten seit 1851 // Pflanzenschutz. Nachr. Bayer. 1984. № 2. S. 208–334.

Белорусский государственный технологический университет  
 Институт экспериментальной ботаники  
 им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси,  
 Минск

Поступила в редакцию  
 29.07.1997 г.

N. I. FEDOROV, V. V. SARNATSKII, I. E. RICHTER, E. S. RAPTUNOVICH,  
 N. P. KOVBASA, A. P. ROGOVOI, A. V. PUCHILO

#### SOME SPECIFIC FEATURES OF MASS DRYING OF SPRUCE TREES IN BELARUS' FORESTS

A role of droughty climatic conditions in 1992–1996 and high air temperature during the growing period as well as an influence of stem pests in the violation of functioning of the *Picea abies* (L.) Karst resin bast system, sieve cells and parenchyma in mass drying of spruce trees in Belorussian forests are shown.