

УДК 630 (476):551.5

Н. Ф. ЛОВЧИЙ, Н. И. ФЕДОРОВ, В. Д. ГУЦЕВИЧ

**НАПРЯЖЕННОСТЬ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ В ЗАСУШЛИВЫЕ ПЕРИОДЫ И ИХ РОЛЬ В УСЫХАНИИ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ**

Еловые леса (*Piceeta*) распространены, как правило, в условиях гумидных зон и горных поясов Северо-западной, Центральной и Юго-восточной Европы с повышенным атмосферным и почвенным увлажнением. Положительный баланс влаги в экотопах восточно-европейской тайги и горных поясов является одним из основных условий формирования коренных еловых лесов.

В Беларуси еловые леса занимают 9,6% лесопокрытой площади [15]. Основные их площади сконцентрированы в подзонах дубово-темнохвойных и грабово-дубово-темнохвойных подтаежных лесов. В подзоне широколиственно-сосновых лесов встречаются лишь отдельные полесские «острова» ельников.

К почвам ель европейская (*Picea abies* Karst.) достаточно требовательна. Лучше всего растет на свежих, хорошо дренированных суглинистых и супесчаных почвах, а также на перегнойных почвах с проточной водой. На сухих песчаных и заболоченных почвах растет плохо. Характерной биологической особенностью ели европейской является прежде всего то, что она плохо переносит сухость воздуха и почвы. В результате колебания климата в условиях гумидных зон отклонения от нормальных погодных условий достигают иногда значительных величин. Эти отклонения, проявляющиеся в виде засух, и вызывают периодически повторяющееся массовое усыхание еловых лесов.

Цель настоящей работы — выяснение причин массового усыхания еловых лесов в Беларуси в период 1992—1997 гг. Основная задача исследований — анализ связи массового усыхания ельников с основными абиотическими (климатическими) факторами.

По В. Н. Сукачеву [12], распространение ели ограничено ее повышенной чувствительностью к высокой температуре и сухости воздуха, а также требовательностью к почвенной влаге, связанной с особенностями поверхностной корневой системы.

По мнению И. Д. Юркевича и В. С. Гельтмана [14], распространение ели в Беларуси на юг определяется прежде всего сочетанием высокой теплообеспеченности и низкой влажности воздуха: при сумме температур за период свыше 10 °С, превышающей 2500 °С, сплошного распространения ели уже не наблюдается.

Усыхание ельников связано прежде всего с нарушением водного баланса древостоев в периоды с малым количеством осадков и высокой температурой. Засуха всегда вызывает водный дефицит у растений и связанный с ним водный стресс, а выживание растений в засуху зависит от степени обезвоживания протоплазмы, которую она способна выдержать не претерпевая необратимых повреждений.

Засухоустойчивость [9, 8] — это способность растений переживать засушливые периоды. Это комплексное водоспецифическое свойство, связанное со способностью протоплазмы того или иного вида растения переносить сильное обезвоживание, или способность гидротуры протоплазмы обезвоживаться без необратимых повреждений. Недостаток воды приводит к прогрессирующему обезвоживанию протоплазмы и повышению концентрации растворимых веществ. В итоге нарушаются физиологические функции и повреждаются протоплазматические структуры, прежде всего мембраны. При устойчивой и продолжительной засухе неизбежно нарушение водного баланса растений и сообществ, часто приводящее к усыханию древостоев.

А. Д. Маслов [10] дал обстоятельный обзор литературы и анализ исследования проблемы усыхания ельников за 100-летний период вплоть до 70-х годов. Сведения об усыхании ельников он сопоставляет с циклами засушливых лет на Русской равнине. По данным автора, массовое усыхание ельников происходило в тяжелую зиму 1875—1876 гг., затем в очень за-

сушливые 1890—1892 гг. и 1937—1940 гг. Сильные засухи в эти годы сопровождались морозными зимами. На основании собранных материалов он делает вывод, что большинство районов с усыхающими ельниками приурочены к зоне смешанных лесов, реже — к таежной зоне. Не отрицая комплекса других причин, А. Д. Маслов считает засуху ведущим фактором усыхания ельников. Наряду с этим он подчеркивает, что механизм влияния засухи на физиологическое состояние ели остается неизученным.

По мнению А. И. Воронцова, как пишет А. Д. Маслов [10], процесс усыхания ельников является закономерным, периодически повторяющимся на Русской равнине явлением, связанным с максимальной солнечной активностью, когда преобладает восточный тип атмосферной циркуляции с глубокими антициклонами, холодными зимами и сильными засухами.

В. П. Тимофеев [13] сообщает, что в засушливые 1937—1938 гг. прослеживался сильный дефицит почвенной влаги, что повлекло массовое усыхание ельников в Подмоскowie.

В. И. Абражко [1], исследуя погодные условия, водный режим почв и водный баланс еловых древостоев в засуху 1972 г., показал, что величины давления и запасы влаги в корнеобитаемом слое почвы во вторую половину вегетации в 1972 г. не снижались до категории труднодоступной влаги, зарегистрированной в засуху 1938—1939 гг. И. С. Васильевым [6], однако происходил значительный отпад и усыхание деревьев ели. Водный же режим древостоев в засуху, по его данным, складывался напряженно. В августе 1972 г. водный дефицит в хвое отдельных деревьев ели достигал 42—52%, сосущая сила хвои составляла 40—44 атм, а корней — 22—27 атм, сильно снижалась интенсивность транспирации. Эти величины оказались близкими к сублетальным и сопровождались отмиранием и осыпанием хвои и усыханием деревьев.

Судя по характеристикам водного режима почв и погодных условий В. И. Абражко [2] сделал вывод, что главной причиной гибели ели в засуху 1972 г. является высокая напряженность фитоклимата (продолжительный период повышенной солнечной радиации, низкая влажность и высокая температура воздуха, ветер и др.), а не дефицит влаги и почве.

Ю. Г. Богатырев и И. Н. Васильева [5], исследуя водный режим и напряженность жизненных процессов саженцев ели европейской, установили, что в период окончания роста саженцев ели давление почвенной влаги в сосудах оставалось относительно высоким в пределах от  $-1$  до  $-5$  атм. На основании этого они сделали заключение, что ель европейская — порода требовательная к влагообеспеченности. Для хорошего развития ели необходимо увлажнение почвы, близкое к наименьшей влагоемкости, в противном случае рост ее будет тормозиться.

При влажности почвы намного ниже уровня наименьшей влагоемкости и умеренных метеорологических условиях корневая система ели уже не в состоянии извлекать из почвы влагу в количестве, необходимом для транспирации. Недостаточная оводненность растений довольно быстро начинает сказываться на ходе процессов газообмена, в результате чего приостанавливается рост саженцев, последовавший вскоре после торможения транспирации.

На основании проведенных исследований авторы пришли к выводу, что ель европейская способна выдерживать значительные иссушения как почвы, так и обезвоживание тканей своих органов. Погибает ель при давлении почвенной влаги  $-50$  атм, корней около  $-40$  атм, хвои  $-60$  атм, а в отдельных случаях хвоя способна выживать при иссушении до  $-80$  атм. Вместе с тем ель европейская требовательна к влагообеспеченности. Максимальное развитие ели, по мнению авторов, может протекать только при влажности почвы, близкой к наименьшей влагоемкости, поскольку физиологические процессы у нее нарушаются при относительно высоких давлениях почвенной влаги. Транспирация начинает отставать от возможной при давлении почвенной влаги ( $P_n$ ) от  $-1,0$  до  $-2,0$  атм, рост ели в высоту приостанавливается при  $P_n$  от  $-1,0$  до  $-5,0$  атм.

В. И. Абражко, М. А. Абражко [3], исследуя водный режим основных доминантов и эдификаторов коренных еловых лесов в засуху, пришли к выводу, что виды еловых лесов по нормам реакции и устойчивости к водному стрессу хорошо дифференцированы. Максимальные величины их реального водного дефицита находились в широком диапазоне (10—57%), у многих растений они достигали сублетальных значений и превышали их. Сосущая сила возрастала до 34—48 атм, а у деревьев ели она была значительно выше.

Оценивая влияние засухи на водный стресс главного эдификатора коренных еловых лесов — ели европейской, авторы отмечают, что нарушение водного баланса деревьев ели в засушливые периоды прослеживается в сообществах всех типов. Амплитуда диапазона величин полученных характеристик (давление почвенной влаги, водный дефицит, сосущая сила хвои и корней) отражает как динамику напряженности отдельных периодов засухи, так и индивидуальные различия деревьев регулировать свой водообмен в зависимости от жизненного состояния. Значения максимальных характеристик водного режима хвои оказались близкими к сублетальным зна-

чениям, установленным для ели, а иногда и превышали их. У большинства деревьев ели показатели водного режима оказались значительно ниже сублетальных значений. Древостои высокопродуктивных ельников проявили большую чувствительность к засухе, чем ельники сфагновые.

Многие древесные и кустарниковые виды, как и растения нижних ярусов, по мнению авторов, лучше приспособлены к засухе и легче ее переносят, чем главный эдификатор — ель европейская. Устойчивость субклимаксовых сообществ к засухам во многом ограничена пределами телерантности ели, ее повышенной чувствительностью к дефициту почвенной влаги и напряженности факторов фитоклимата. Усыхание древостоев и нарушение гомеостатических механизмов в биогеоценозе приводит к экзозодинамическим сменам субклимаксовых сообществ. С усилением эдификаторной роли ели в ряду сообществ от заболоченных к высокопродуктивным ельникам, изменение в составе и структуре сообществ, а также скорость перестройки нарушенных сообществ существенно возрастают.

Изучая особенности отношения ели европейской и некоторых других видов ели к недостаточной водообеспеченности, А. Я. Орлов [11] пришел к выводу, что, несмотря на множество выдвинутых гипотез и мнений по проблеме массового усыхания еловых лесов, первопричиной гибели ельников (как из европейской, так и из других видов ели) все же является нарушение водного баланса, когда ее защитные (ксерофитные) свойства, предохраняющие хвою от иссушения, оказываются уже недостаточными и водный потенциал хвои достигает летальных значений. Это может произойти не только в летнюю засуху, но и морозной зимой, так как в этих случаях механизм воздействия в какой-то мере аналогичен — иссушение идет до летальных значений водного потенциала хвои.

Благоприятное увлажнение почвы в критические по напряженности атмосферных факторов моменты может и не сыграть существенной роли. Летальных значений водного потенциала хвои способна достигать при значительном запасе влаги и соответственно высоком водном потенциале верхних слоев почвы. И наоборот, ель способна переживать очень длительные периоды без дождей, но при умеренном режиме. По мнению автора существуют и другие, не связанные с нарушением водного баланса причины гибели ельников. Это прежде всего загрязнение атмосферы выбросами промышленных предприятий, а также рекреационное уплотнение почвы, изменение (чаще искусственное) уровня грунтовых вод и др.

**Результаты и их обсуждение.** В Беларуси массовое усыхание еловых лесов происходило в 1963—1968 гг. Аномальные погодные условия 1992—1994 и последующих годов в сочетании с рядом биотических и антропоических факторов вызвали очередную волну массового усыхания ельников. Она охватила почти всю территорию республики, где произрастают еловые леса. Основная часть усыхающих ельников сосредоточена в центральной и северной частях Беларуси, относящихся к области восточно-европейских темнохвойных подтаежных лесов. О напряженности метеорологических показателей в эти годы можно судить по данным таблицы. Годовое количество осадков за период 1991—1997 гг. колеблется в пределах от 410 до 750 мм. Наименьшее количество осадков по данным большинства метеостанций приходится на 1991 г. Однако этот год не был засушливым, так как наибольшее количество осадков в 1991 г. выпало летом (в мае — августе), в период наиболее интенсивной вегетации растений, а наименьшее — осенью или зимой, в период относительного покоя.

В 1992 и 1994 гг. выпало значительно большее количество осадков. По отдельным метеостанциям (Минск, Полоцк, Волковыск, Новогрудок и др.) оно близко отстоит от максимального количества. Однако эти годы были более засушливыми, особенно 1994 г., так как основная масса осадков приходится на осень и зиму, а в июне — августе, т. е. в период наиболее активной вегетации растений, их выпало сравнительно мало. По данным отдельных метеостанций количество осадков в июле 1992 и 1994 гг. не превышало 5—10 мм (Шарковщина — 1992, 1994 гг.; Докшицы, Орша, Барановичи, Брест, Новогрудок, Волковыск — 1994 г.). Характерной особенностью засухи 1992 г. является то, что она захватила самый активный период вегетации — май — июль. В этот период осадков выпало около половины нормы, а иногда и меньше, что уже в июне привело к сильному иссушению верхних горизонтов почвы. Если сопоставить засушливые 1992 и 1994 гг. по количеству атмосферных осадков в летние месяцы, то они существенно различаются. За май — август в 1992 г. выпало самое малое количество осадков. Их величина по большинству метеостанций в редких случаях превышает 50 % средней многолетней. В 1994 г. в летние месяцы выпало несколько больше осадков — около 60—70 % средней многолетней. Кроме того, осадки летом (май — август) в 1992 г. выпадали сравнительно равномерно, что не приводило к такой сильной напряженности метеопказателей, как в 1994 г., когда в июле практически не было дождей.

**Осадки, среднемесячная температура воздуха, относительная влажность воздуха  
и гидротермический коэффициент Селянинова в летний период 1991—1997 гг.**

Год	Осадки, мм					Температура, °С					Относительная влажность воздуха, %					Гидротермический коэффициент Селянинова				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Полоцк</i>																				
1991	111,8	124,3	71,6	28,4	84,0	10,2	15,4	17,8	16,9	15,1	75	78	75	78	77	1,7	2,68	1,29	0,54	1,55
1992	51,3	61,4	84,6	27,8	53,3	12,5	16,5	18,2	18,8	16,4	65	64	64	70	66	1,15	1,24	1,49	0,49	1,09
1993	28,1	77,4	144,6	64,3	78,6	15,0	13,1	16,0	14,4	14,6	63	73	80	82	75	0,61	1,96	2,92	1,43	1,73
1994	80,8	101,0	15,5	78,0	68,8	10,8	14,1	19,5	16,5	15,2	67	74	66	76	71	2,42	2,39	0,26	1,52	1,64
1995	13,2	65,1	28,1	104,2	52,7	12,4	18,8	17,3	16,8	16,3	71	71	70	75	72	2,95	1,16	0,52	2,00	1,66
1996	53,2	63,6	73,1	5,4	48,8	14,6	15,4	16,0	17,3	15,8	71	72	78	69	73	1,19	1,37	1,48	0,10	1,04
1997	48,1	130,6	65,1	20,4	56,1	11,0	16,2	18,4	17,8	15,9	69	79	76	74	75	1,17	2,68	1,14	0,36	1,33
<i>Шарковщина</i>																				
1991	83,4	102,0	49,4	42,0	69,2	10,4	15,4	18,1	17,1	15,3	73	77	73	75	74	2,60	2,2	0,88	0,79	1,61
1992	44,7	29,6	8,3	21,7	26,1	12,7	17,0	18,8	18,9	16,9	67	63	59	66	64	1,00	0,58	0,14	0,37	0,52
1993	17,1	52,1	92,7	47,5	52,4	15,6	13,6	16,0	14,6	15,0	61	70	79	80	73	0,35	1,27	1,86	1,05	1,35
1994	64,6	98,9	5,5	54,5	55,9	11,0	13,9	19,9	16,8	15,4	66	73	65	75	70	1,90	2,36	0,09	1,05	1,18
1995	47,1	78,1	60,9	69,8	64,0	12,5	18,8	17,4	16,8	16,4	70	72	72	74	72	1,21	1,39	1,13	1,34	1,27
1996	73,9	55,2	75,2	8,3	53,8	14,0	15,5	15,8	18,0	15,8	75	73	78	66	73	1,73	1,19	1,54	0,15	1,15
1997	52,0	132,0	47,1	4,2	58,8	11,0	16,2	18,5	18,4	16,0	70	78	75	70	73	1,42	2,72	0,82	0,07	1,25
<i>Докшицы</i>																				
1991	78,7	98,8	55,0	23,5	69,0	10,0	15,0	17,4	16,6	14,8	74	77	75	75	75	-	2,2	1,02	0,46	1,23
1992	60,8	16,7	51,2	15,3	36,0	11,9	16,3	18,2	18,9	16,3	67	64	60	63	64	1,42	0,34	0,98	0,26	0,75
1993	21,0	75,0	137,5	40,9	68,6	14,8	13,1	15,7	14,1	14,4	62	73	80	82	74	0,46	1,91	2,84	0,93	1,54
1994	79,2	98,9	3,3	66,8	62,1	10,4	13,4	19,2	16,3	14,8	69	75	64	75	71	3,59	2,46	0,06	1,32	1,86
1995	48,8	75,5	54,4	69,1	62,0	12,0	18,3	17,3	16,5	16,0	70	71	70	74	71	1,31	1,38	1,01	1,35	1,26
1996	63,1	49,4	90,1	83,1	58,9	14,0	15,1	15,4	17,2	15,4	74	72	79	68	73	1,47	1,09	1,89	0,62	1,27
1997	54,4	118,0	43,0	23,0	59,6	10,8	15,8	18,0	17,6	15,0	70	79	77	69	74	1,23	2,48	0,77	0,42	1,23
<i>Орша</i>																				
1991	124,3	90,1	82,1	59,9	89,1	10,4	16,0	17,8	16,6	15,2	79	79	75	78	78	4,43	1,88	1,49	1,16	2,22
1992	34,1	65,0	30,3	39,6	42,3	11,7	15,8	17,6	18,6	15,9	67	72	65	67	68	0,93	1,37	0,55	0,69	0,89
1993	37,2	81,9	63,8	65,9	62,2	14,4	13,3	15,7	14,6	14,5	64	73	81	78	74	0,83	2,04	3,36	1,46	1,92
1994	51,0	72,1	2,4	58,2	45,9	10,6	14,2	18,7	16,3	14,9	69	73	65	71	70	1,55	1,69	0,04	1,15	1,11
1995	62,9	63,6	61,0	90,4	69,5	12,3	18,6	17,2	16,6	16,2	71	69	68	72	70	1,66	1,14	1,15	1,75	1,43
1996	98,1	45,1	83,6	1,6	57,1	15,2	15,7	16,4	17,6	16,2	70	69	76	61	69	2,09	0,95	1,65	0,03	1,18
1997	89,6	185,9	60,9	37,5	93,5	11,2	16,4	17,8	17,1	15,6	69	77	78	74	75	2,60	3,77	1,10	0,71	2,05
<i>Ошмяны</i>																				
1991	65,6	98,4	47,2	47,9	64,8	10,3	14,7	17,5	17,2	14,9	71	76	75	75	74	5,17	2,24	0,87	0,90	2,30
1992	26,0	30,2	39,4	54,5	37,7	12,1	16,6	18,5	18,8	16,5	67	63	60	67	64	0,65	0,62	0,69	0,93	0,72
1993	10,6	52,3	68,8	54,0	46,4	15,2	13,4	15,5	14,2	14,6	61	70	80	80	73	0,23	1,30	3,51	1,23	1,56
1994	67,0	44,5	13,3	48,8	43,4	10,8	13,5	19,6	16,7	15,2	67	73	62	75	69	2,08	1,10	0,22	0,94	1,09
1995	68,6	78,5	64,2	47,9	64,8	11,9	17,9	17,5	16,9	16,1	70	73	71	72	72	1,94	1,46	1,18	0,91	1,37
1996	104,5	46,2	68,7	19,0	59,6	13,7	15,0	15,3	17,6	15,4	76	73	79	67	74	2,51	1,02	1,45	0,35	1,33
1997	97,2	115,0	62,2	13,0	71,9	11,3	15,6	17,5	18,0	15,6	70	79	79	70	75	2,79	2,43	1,15	0,23	1,66
<i>Минск</i>																				
1991	80,8	119,2	45,0	45,7	72,6	10,8	15,9	18,6	17,9	15,3	72	74	72	71	72	2,00	2,50	0,78	0,82	1,53
1992	50,8	33,9	22,1	31,7	34,7	12,6	16,9	19,5	20,4	17,4	65	65	56	58	61	1,31	0,67	0,37	0,50	0,71
1993	27,9	50,7	193,1	50,2	80,4	15,6	14,4	16,2	15,0	15,3	60	68	78	77	71	0,58	1,18	3,84	1,08	1,67
1994	98,2	86,2	9,7	82,1	69,1	11,3	14,2	20,2	17,3	15,8	68	73	61	71	68	2,81	2,03	0,16	1,53	1,63
1995	22,3	88,9	85,9	53,7	50,2	12,5	19,0	18,4	17,8	16,9	67	67	66	67	67	0,57	1,56	0,63	0,97	0,93
1996	86,5	29,8	145,4	3,3	66,3	15,1	16,0	16,3	18,2	16,4	71	68	76	62	69	1,86	0,82	2,89	0,05	1,36
1997	72,3	130,1	93,4	19,8	78,9	12,0	16,4	18,2	18,3	16,2	67	77	77	70	73	1,92	2,65	1,66	0,35	1,65
<i>Новогрудок</i>																				
1991	69,8	112,6	57,3	29,9	67,4	10,1	14,7	17,6	17,1	14,9	73	76	77	76	76	2,71	2,54	1,05	0,56	1,71
1992	86,3	44,8	28,4	33,1	48,3	11,9	16,4	18,5	19,4	16,6	69	66	61	63	65	2,23	0,91	0,49	0,55	1,05
1993	36,2	61,2	236,2	97,2	107,8	15,1	13,8	15,3	14,6	14,7	64	71	81	79	74	0,77	1,48	4,98	2,14	2,34
1994	100,3	66,5	1,0	90,1	64,5	10,9	13,6	20,2	17,1	15,5	72	73	58	72	69	3,35	1,63	0,02	1,70	1,42
1995	29,7	88,2	43,6	33,7	48,8	11,8	17,4	17,9	17,4	16,1	70	75	70	66	70	0,80	1,69	0,78	0,63	0,97
1996	118,5	41,3	120,7	14,8	73,8	14,3	15,1	15,4	17,3	15,1	73	70	77	69	72	2,69	0,91	2,53	0,28	1,35
1997	67,9	205,8	92,9	21,6	97,1	11,8	15,5	17,3	18,2	15,7	71	78	79	70	75	1,86	4,42	1,73	0,38	2,10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Волковыск</i>																				
1991	35,4	76,3	32,4	58,4	50,6	10,7	15,4	18,3	17,7	15,5	69	73	73	76	73	0,12	1,66	0,57	1,07	0,86
1992	46,0	31,3	37,8	28,0	35,8	12,6	17,1	19,1	20,3	17,3	68	65	62	60	64	1,14	0,61	0,64	0,45	0,71
1993	55,0	48,4	111,4	64,5	69,1	16,0	14,7	15,7	15,4	15,5	61	68	79	75	71	1,11	1,10	2,28	1,28	1,44
1994	75,9	47,1	3,0	78,8	51,2	11,7	14,4	20,9	18,0	16,3	64	71	56	68	65	2,37	1,09	0,05	1,41	1,23
1995	54,4	48,6	77,0	23,6	53,2	12,2	17,7	18,6	17,5	16,5	70	75	71	70	72	1,44	2,80	1,33	0,60	1,54
1996	95,3	42,5	67,4	16,4	35,4	15,1	15,9	16,2	18,5	16,4	73	71	76	65	71	2,05	0,89	1,34	0,29	1,11
1997	49,4	93,5	93,7	29,2	66,5	12,7	16,4	17,7	18,6	16,4	67	75	79	71	73	1,26	1,90	1,71	0,51	1,35
<i>Могилев</i>																				
1991	76,0	64,7	104,5	25,5	67,7	10,7	16,2	17,9	16,9	15,4	79	78	75	76	77	2,3	1,34	1,88	0,49	1,50
1992	25,0	55,6	19,9	41,1	35,4	12,0	16,1	18,3	19,2	16,4	63	69	61	65	65	0,67	1,15	0,35	0,69	0,72
1993	19,6	62,9	122,0	39,3	66,0	14,7	13,6	16,1	14,7	14,8	66	73	80	78	74	0,43	2,04	2,44	0,86	1,44
1994	39,8	70,4	22,0	50,5	45,7	11,0	14,0	18,6	16,6	15,1	71	75	69	74	72	1,21	1,67	0,38	0,98	1,06
1995	46,9	90,3	47,9	48,0	58,3	12,4	18,4	17,4	17,1	16,3	73	72	70	72	72	1,22	1,63	0,89	0,91	1,16
1996	61,3	42,3	56,9	1,1	40,4	15,2	15,9	16,7	18,2	16,5	71	70	75	60	69	1,30	0,88	1,10	0,02	0,83
1997	76,7	74,1	140,4	85,9	94,3	11,7	16,5	17,8	17,3	15,8	67	76	79	74	74	2,20	1,49	2,54	1,60	1,95
<i>Бобруйск</i>																				
1991	78,2	96,3	53,5	54,7	70,7	11,1	16,3	18,1	17,3	15,7	75	77	76	75	76	2,27	1,97	0,95	1,02	1,55
1992	36,0	71,7	27,9	19,8	38,9	12,2	16,5	18,6	20,1	16,9	64	71	61	62	65	0,95	1,45	0,48	0,32	0,8
1993	27,6	62,1	133,4	39,4	65,6	15,0	14,4	16,3	15,1	15,2	63	70	80	75	72	0,59	1,44	2,64	0,84	1,38
1994	72,5	28,6	13,6	67,3	70,5	11,7	14,5	19,2	16,6	15,5	69	74	65	75	71	2,00	2,96	0,23	1,31	1,63
1995	68,9	31,8	25,4	48,7	43,7	12,7	19,1	18,3	17,6	16,9	71	69	66	69	69	1,75	0,55	0,45	0,89	0,91
1996	118,7	51,2	119,5	27,1	79,1	16,0	16,1	16,6	17,6	16,6	69	71	77	67	71	2,41	1,06	2,32	0,50	1,57
1997	73,0	177,1	144,6	27,7	105,6	12,4	16,5	18,0	17,3	16,1	68	79	81	76	76	1,90	3,57	2,59	0,52	2,15
<i>Слуцк</i>																				
1991	60,0	90,9	70,3	25,9	61,8	11,1	16,1	18,8	17,7	15,8	76	78	79	76	77	1,44	1,88	1,24	0,47	1,26
1992	44,3	78,6	16,6	13,3	38,2	12,2	16,8	19,1	20,7	17,2	70	73	62	60	66	1,17	1,55	0,28	0,21	0,80
1993	26,1	85,4	219,1	24,4	88,8	15,5	14,4	16,1	15,1	15,3	66	75	84	79	76	0,54	1,97	4,39	0,52	1,86
1994	72,5	74,5	5,3	41,8	48,5	11,7	14,3	19,6	17,4	15,8	74	77	67	73	73	2,21	1,73	0,09	0,78	1,20
1995	38,9	101,2	21,0	44,9	51,5	12,8	18,5	18,4	17,5	16,8	72	75	71	71	72	0,98	1,82	0,37	0,83	1,00
1996	69,6	26,9	135,4	26,0	64,5	15,9	15,8	16,4	17,9	16,5	73	73	80	70	74	1,43	0,57	2,67	0,47	1,79
1997	93,0	109,4	71,2	74,5	87,0	12,7	16,5	17,8	17,7	16,2	72	82	84	79	79	2,36	2,21	1,29	1,36	1,81
<i>Барановичи</i>																				
1991	53,2	114,3	67,9	30,5	66,5	10,9	15,5	17,9	17,6	15,5	70	75	70	75	73	1,59	2,45	1,22	0,53	1,46
1992	54,6	19,6	15,7	26,5	29,1	12,4	17,3	19,3	20,4	17,4	68	64	59	60	63	1,42	0,38	0,26	0,42	0,62
1993	33,5	93,4	158,0	43,6	82,1	15,9	14,4	15,8	15,2	15,3	66	74	81	77	75	0,68	2,16	3,22	0,93	1,75
1994	62,8	45,2	2,0	50,6	40,1	11,8	14,3	20,3	18,0	16,1	69	73	61	68	68	1,98	1,05	0,03	0,91	0,99
1995	34,1	73,5	30,0	63,2	50,2	12,7	18,2	18,6	17,8	16,8	67	72	67	68	69	0,87	1,35	0,52	1,15	0,97
1996	172,0	38,8	141,1	21,0	93,2	15,6	16,0	16,2	18,1	16,5	71	71	78	67	72	3,58	0,80	2,31	0,38	1,89
1997	63,3	92,5	94,9	20,8	67,9	12,6	16,4	17,2	18,4	16,3	68	76	79	71	74	1,61	1,88	1,73	0,36	1,40
<i>Брест</i>																				
1991	42,4	79,9	32,3	28,8	45,9	11,7	16,3	19,4	18,6	16,5	67	72	71	72	71	1,16	1,64	0,54	0,50	0,96
1992	59,5	31,7	57,3	44,3	48,2	13,4	18,2	20,1	21,6	18,3	67	64	63	59	63	1,43	0,58	0,92	0,66	0,90
1993	28,7	64,4	90,5	50,8	58,6	17,0	16,0	16,9	16,9	16,7	59	66	73	68	67	0,55	1,40	1,73	0,97	1,16
1994	68,3	13,2	5,3	80,3	41,8	13,1	16,1	21,9	18,9	17,5	66	63	54	68	63	1,68	0,27	0,08	1,37	0,85
1995	56,1	48,6	95,7	47,8	62,1	13,3	18,1	20,1	18,3	17,5	68	73	67	69	69	1,36	2,74	1,54	0,84	1,62
1996	65,5	45,0	105,4	39,0	63,7	16,4	17,3	17,0	18,7	17,4	70	68	74	70	71	1,3	0,87	2,00	0,67	1,21
1997	97,2	70,5	158,7	46,5	83,2	14,1	17,3	18,3	19,0	17,2	67	70	79	72	72	2,22	1,36	2,80	0,79	1,79
<i>Гомель</i>																				
1991	35,4	76,3	32,4	58,4	50,6	10,7	15,4	18,3	17,7	15,5	69	73	73	76	73	0,91	1,39	0,52	1,02	0,96
1992	36,0	62,7	72,0	4,7	43,9	13,2	18,1	19,6	21,5	18,1	68	68	61	59	64	0,88	1,16	1,19	0,07	0,83
1993	37,0	94,5	55,5	23,4	52,6	16,3	15,4	17,4	16,2	16,3	68	69	79	73	72	0,73	2,05	2,88	0,47	1,53
1994	84,6	79,6	54,0	58,3	69,4	12,4	15,5	20,3	18,2	16,6	69	71	63	70	68	2,20	1,71	0,86	1,03	1,45
1995	49,1	55,9	58,3	59,9	55,8	14,0	20,1	19,7	18,6	18,1	67	66	61	66	65	1,14	0,93	0,96	1,04	1,02
1996	88,0	57,8	31,1	49,8	57,7	17,6	17,5	18,8	19,0	18,2	63	65	67	61	64	1,62	1,10	0,61	0,84	1,04
1997	54,2	67,0	103,9	52,3	69,4	14,3	18,0	19,5	18,9	17,7	61	73	74	70	70	1,23	1,24	1,72	0,89	1,27

Анализ среднемесячных и абсолютных минимальных температур показывает, что 1992 г. и особенно 1994 г. отличаются неблагоприятными погодными условиями в зимние месяцы, когда среднемесячная температура в декабре — январе достигала  $-3,5$ — $-4,5$  °С, а абсолютный минимум температуры достигал  $-20$ — $-25$  °С. Особенно холодной была зима 1994 г., когда сильные морозы удерживались до конца февраля.

Напряженность абиотических факторов в летние месяцы 1992 и 1994 гг. обусловливается не только небольшим количеством осадков, но и повышенной солнечной инсоляцией. Среднемесячная температура воздуха в июле в эти годы по данным большинства метеостанций была близка к 20 °С, а по отдельным из них превышала этот предел. Абсолютный максимум температуры в июле — августе 1992 и 1994 гг. колебался в пределах 30—35 °С, а по отдельным метеостанциям (Слуцк, Волковыск, Бобруйск, Барановичи, Брест, Гомель) достигал 36 °С.

Вслед за засушливым 1994 г. последовали не менее засушливые 1995 и 1996 гг., когда в летний период по данным отдельных метеостанций (Полоцк, Минск, Могилев, Новогрудок, Бобруйск, Гомель) выпало меньше осадков, чем в 1994 г. Характерной особенностью засухи 1995 г. было то, что она, как и засуха 1992 г., захватила самый активный период вегетации — начало лета. В мае этого года выпало около половины нормы осадков, а в отдельных регионах осадков было еще меньше (Полоцк, Минск, Новогрудок, Барановичи). В 1996 г., наоборот, исключительно засушливым был конец лета, когда в течение августа практически не было дождей (Полоцк, Орша, Минск, Могилев). 1977 г. по количеству осадков был близок к норме, некоторой засушливостью отличался лишь август.

Г. Т. Селянинов (цитировано по А. Д. Маслову [10]) рекомендует судить о засухе по гидротермическому коэффициенту, определяемому как частное от деления суммы осадков на сумму температур, уменьшенную в 10 раз, за период, когда среднесуточная температура превышает 10 °С. Ориентируясь на урожайность яровых пшениц, он считает гидротермический коэффициент 1,0 показателем засушливых, а 0,5 — сухих условий.

А. М. Алпатыев [4] принимает гидротермический коэффициент Селянинова, но уточняет цифровые показатели: если он меньше 0,6—0,7, то это почти всегда указывает на засуху.

Используя данные В. И. Виткевича [7], А. Д. Маслов [10] вычислил гидротермический коэффициент Селянинова в засуху 1938 и 1939 гг. За май — сентябрь 1938 г. он был равен 0,69, а за тот же период 1939 г. — 0,79 при норме 1,45.

Засуха 1938 г. крайне неблагоприятно сказалась на древесной растительности, прежде всего на ельниках. По В. П. Тимофееву [13], усыхание ели началось уже в июле 1938 г., сначала погибли всходы, затем молодые посадки, позднее второй ярус. С сентября стало заметно отмирание ели в средневозрастных и припевающих насаждениях, в октябре — ноябре оно усилилось. Деревья усыхали в сомкнутых и изреженных древостоях, одиночно стоящие, на возвышенных и пониженных местах.

Если судить по средней величине гидротермического коэффициента за летний период, то 1994 г. выглядит менее засушливым по сравнению с 1992 г. Однако с этим согласиться нельзя. Метеорологические показатели за лето 1994 г. были не менее напряженными, чем в 1992 г. В июле 1994 г. гидротермический коэффициент Селянинова по большинству метеостанций достигал 0,10—0,20, а иногда и меньших величин, что значительно ниже сублетальных значений (0,60—0,70) для ели.

Таким образом, анализ напряженности погодных условий за период 1991—1997 гг. позволяет заключить, что в Беларуси засушливым был не только 1992 г., но и 1993—1996 гг. Характерной особенностью засухи 1992 г. является то, что она была наиболее интенсивной и совпала с наиболее активным периодом вегетации растений (май — июль). В 1993 г. засуха была менее продолжительной и захватила лишь начало периода наиболее активной вегетации — май. Ее последствия менее губительны в связи со значительными запасами почвенной влаги в этот период. В 1994 г. наиболее засушливой была вторая половина лета (июль — август). Особенно засушливым был июль, когда по всей республике практически не было дождей, а напряженность основных абиотических факторов достигла критических величин. Для засухи 1995 г. характерно то, что она, как и засуха 1992 г., охватила самый активный период вегетации — начало лета. В мае месяце этого года выпало около половины нормы осадков. В 1996 г. исключительно засушливым был конец лета, когда в течение августа практически не было дождей. Все это и обусловило массовое усыхание еловых лесов. Процесс усыхания ельников, начавшийся в 1992 г., был несколько ослаблен в 1993 г., и с новой силой активизировался в 1994—1996 гг. В последующий 1997 г. погодные условия приблизились к норме. Однако благодаря влиянию ряда биотических факторов интенсивность усыхания еловых лесов продолжала оставаться на высоком уровне.

## Summary

Mass drying of fir-wood in Belarus in 1992—96 and its relationship with the major abiotic factors have been analysed.

## Литература

1. Абражко В. И. // Проблемы физиологии и биохимии древесных растений. Вып. 3. Водный режим. Минеральное питание. Красноярск, 1974. С. 5—6.
2. Абражко В. И. // Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Л., 1983. С. 112—127.
3. Абражко В. И., Абражко М. А. // Ботан. журн. 1993. Т. 78, № 10. С. 32—44.
4. Алпатьев А. М. // Климатические ресурсы центральных областей Европейской части СССР и использование их в сельскохозяйственном производстве. Л., 1956.
5. Богатырев Ю. Г., Васильева И. Н. // Лесоведение. 1986. № 2. С. 76—80.
6. Васильев И. С. // Почвоведение. 1941. № 4. С. 30—41.
7. Виткевич В. И. // Лесн. хоз-во. 1940. № 10.
8. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений. М., 1963.
9. Лархер В. Экология растений. М., 1978.
10. Маслов А. Д. // Лесоведение. 1972. № 6. С. 77—87.
11. Орлов А. Я. // Лесоведение. 1996. № 1. С. 84—93.
12. Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники. Л., 1938.
13. Тимофеев В. П. // Лесн. хоз-во. 1939. № 9. С. 6—15.
14. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии. Мн., 1965.
15. Юркевич И. Д., Голод Д. С., Адериго В. С. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование. Мн., 1979.

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

*Поступила в редакцию  
15.07.99*