

РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАЛЕНДАРНЫХ ЛЕТ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО АНОМАЛЬНО НИЗКИМИ ЗИМНИМИ ТЕМПЕРАТУРАМИ НА ЗИЛАЙРСКОМ ПЛАТО (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

© 2025 г. С. Е. Кучеров^{а, *}

^аУфимский институт биологии УФИЦ РАН,
Россия 450054 Уфа, просп. Октября, 69

*e-mail: skucherov@mail.ru

Поступила в редакцию 18.04.2024 г.

После доработки 11.11.2024 г.

Принята к публикации 18.11.2024 г.

На южной оконечности Урала (Зилайрское плато) аномально низкие зимние температуры отражаются в образовании специфической анатомической структуры годичных слоев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.). Проведенная на основе особенностей анатомической структуры древесины годичных слоев дуба идентификация календарных лет с повреждением дуба черешчатого аномально низкими зимними температурами показала, что в последние 325 лет в этом районе анатомические признаки воздействия аномально низких зимних температур присутствуют в слоях радиального прироста 47 календарных лет, для большинства из которых доля признаков в годичных слоях очень мала и не превышает 1%. Лишь в слоях радиального прироста 1818, 1828 и 1942 гг. доля признаков значительно выше (6–40%).

Ключевые слова: дуб черешчатый, аномально низкие зимние температуры, анатомия древесины, Зилайрское плато

DOI: 10.31857/S0367059725010064 EDN: UTGLYY

Одним из наиболее сильных негативных факторов по своему влиянию на состояние и рост дуба являются аномально низкие зимние температуры [1], которые приводят к повреждению, ослаблению и нередко усыханию деревьев [1, 2–8]. Так, после аномально низких зимних температур зимы 1941/42 г. произошло значительное усыхание дуба в лесах Башкирского Предуралья и Среднего Поволжья [3, 9, 10]. Сильное усыхание дуба на Южном Урале, в Предуралье и Среднем Поволжье наблюдалось также после аномально низких зимних температур зимы 1978/79 г. [11–14]. Вероятность повреждения деревьев низкими температурами зависит от их положения в рельефе [15], а также от локальных условий произрастания. Так, в дубняках г. Уфы, где в большей части лесных массивов аномально низкие зимние температуры зимы 1978/79 г. (до -50°C) привели к значительному повреждению дуба, имелись участки, на которых деревья не были повреждены [16].

Воздействие аномально низких зимних температур на древесные растения приводит как к внешним, так и внутренним повреждениям у деревьев.

Внешними повреждениями, образующимися у деревьев при воздействии аномально низких зимних температур, являются морозобойные трещины на стволах и усохшие ветви в кронах. В условиях Башкирии практически все деревья дуба черешчатого к возрасту 30–40 лет имеют на стволах морозобойные трещины [7]. Внутренние повреждения у дуба проявляются в образовании внутренней заболони – светлых и рыхлых годичных колец в ядровой древесине [7, 17–20]. Так, в северной части Башкирского Предуралья после аномально низких зимних температур в конце 1978 г. и начале 1979 г. внутренняя заболонь образовалась у 30% обследованных деревьев [12]. А.С. Самцов [21] показал, что аномально низкие зимние температуры приводят к образованию у дуба годичных колец с большим объемом сосудов, при этом сосуды поздней древесины располагаются рассеянно, тогда как в обычные годы они располагаются в виде «языков пламени» или дендрит.

Анатомические особенности строения годичных слоев дуба после воздействия аномально низких

зимних температур проявляются в наличии деформированных клеток в начале годичного слоя, за которым следует совокупность сосудов ранней древесины значительно меньшего, чем в нормальных годичных слоях, размера [19, 22–24]. При исследовании анатомической структуры годичных слоев дуба в пойменных лесах р. Западная Двина Б.Ф. Хасановым [25] было показано, что доля встречаемости годичных слоев с нарушением структуры годичного слоя морозного типа в зоне ранней древесины зависит от возраста и снижается с увеличением возраста деревьев. Указанные особенности анатомической структуры годичных слоев дуба дают возможность проводить ретроспективную индикацию календарных лет, в которые происходило повреждение дуба аномально низкими зимними температурами.

Целью данного исследования было выявление анатомических особенностей в годичных слоях у дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в годы с аномально низкими зимними температурами и проведение ретроспективной идентификации календарных лет формирования годичных слоев дуба черешчатого с анатомической структурой, характерной при воздействии аномально низких зимних температур на южной оконечности Южного Урала (Зилаирское плато).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на Зилаирском плато, расположенном на южной оконечности Южного Урала между широтной излучиной р. Белой на севере (53°00' с.ш.), долиной р. Сакмара на юге (51°35' с.ш.) и востоке (57°50' в.д.) и долиной р. Большой Ик на западе (56°40' в.д.) (рис. 1).

Зилаирское плато представляет собой древний, сформировавшийся в конце мезозоя пене-плен, являющийся естественным продолжением к югу древнего пенеплена предгорий западного склона Урала [26]. Выровненная платообразная поверхность плато имеет общий слабый наклон в южном и юго-западном направлениях, рельеф в западной и юго-западной частях плато меридионально- и субмеридионально грядовый, в центральной — глубоко расчлененный, в восточной — полого-увалистый; в южной выделяется меридионально расположенный массив хребта Дзяютюбе [27]. Абсолютная высота плато от 400 до 600 м над ур. м. На плато преобладают серые и темно-серые лесные почвы, а на самых возвышенных частях маломощные грубоскелетные почвы [28].

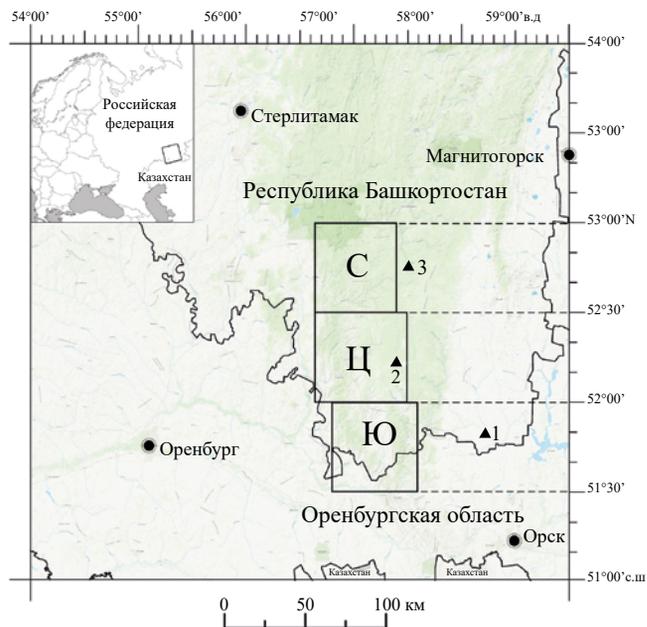


Рис. 1. Карта-схема района исследований: Ю — южная, Ц — центральная, С — северная части Зилаирского плато; ▲ — метеорологические станции: 1 — Акъяр, 2 — Зилаир, 3 — Кананикольское.

Климат Зилаирского плато континентальный [29]. Среднегодовая температура в южной части плато +3.0 °С, в северной +1.5 °С, среднегодовая сумма осадков в южной части плато 450 мм, в северной — 550 мм [30]. В связи с ярко выраженной инверсией температуры с изменением высоты зимой в низинах температура опускается ниже, чем на возвышенностях сыртов.

По геоботаническому районированию территория, где проводились исследования, расположена в трех районах Зилаирского плато: лесостепном районе юго-западной окраины плато, районе широколиственных лесов юго-западной части плато и в районе лиственнично-сосновых с вкраплениями широколиственных (преимущественно дубовых) лесов центральной части плато [28, 31, 32]. Большинство тест-полигонов, на которых были взяты образцы у дуба черешчатого, расположены в первых двух районах.

Для сравнительного анализа территория Зилаирского плато была разделена на широтном градиенте на три района (см. рис. 1): первый (Ю) располагается в южной части плато (от 51°30 до 52°00' с.ш.) в бассейне правых притоков р. Сакмары, второй (Ц) — в центральной части плато (от 52°00' до 52°30' с.ш.) в бассейне рек Большая и Малая Сурень и среднем течении р. Зилаир, третий (С) — в северной части плато

(от 52°30' до 53°00' с.ш.) от широтного течения р. Большой Ик и его притоков на юге района до р. Белой на севере района.

Образцы древесины (керны) у дуба черешчатого на Зилаирском плато были взяты в дубняках и лесах с участием дуба в период с 1985 г. по 2015 г. В первом районе анатомические особенности годичных слоев были исследованы в образцах из 632 деревьев на 45 тест-полигонах (ТП), во втором – из 638 деревьев на 66 ТП, в третьем – из 216 деревьев на 19 ТП (суммарно у 1486 деревьев дуба на 130 тест-полигонах). Датировку осуществляли по реперным годичным слоям, определенным для перекрестно датированных образцов каждого из тест-полигонов. Анатомические особенности строения древесины выявляли в процессе измерений параметров радиального прироста. Фотографии годичных слоев древесины выполнены цифровым микроскопом MDA2000 при увеличении $\times 200$.

Для анализа влияния аномально низких зимних температур на структуру годичных слоев дуба на территории Зилаирского плато были использованы данные метеостанций Акъяр, Зилаир и Кананикольское. Аномально низкими мы считаем температуры ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, так как нами ранее было установлено, что после зимы 1941/42 г. с минимальной температурой $-41\text{ }^{\circ}\text{C}$ в годичных слоях 1942 г. двух дубняков центральной части Зилаирского плато были зафиксированы специфические анатомические особенности строения ранней древесины [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Влияние аномально низких зимних температур на анатомическую структуру годичных слоев дуба черешчатого

На метеостанции Акъяр, расположенной в 50 км к востоку от южной части плато, за период метеонаблюдений (с 1937 г. по 2000 г.) температура ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ была зафиксирована 5 раз за 3 зимних сезона, в то время как на метеостанции Зилаир, расположенной в центральной части плато, за тот же период – 32 раза за 17 зимних сезонов, а в северной части плато на метеостанции Кананикольское – 59 раз за 25 зимних сезонов (табл. 1). В северной части плато температуры ниже $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ зафиксированы в течение 8 дней в 6 зимних сезонах (1939/40, 1942/43, 1948/49, 1950/51, 1963/64, 1968/69 г.), в центральной части плато только в один день (17 февраля 1951 г.), а вблизи от южной части плато – ни разу. Эти данные свидетельствуют о том, что при про-

движении от южной к северной части плато увеличивается количество дней с аномально низкими зимними температурами. Абсолютные минимумы температуры на метеостанциях Кананикольское, Зилаир и Акъяр были зафиксированы соответственно 24 января 1969 г. ($-48.1\text{ }^{\circ}\text{C}$), 17 февраля 1951 г. ($-46.9\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 12 января 1940 г. ($-42.2\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Специфические анатомические признаки строения годичных слоев древесины дуба при повреждении аномально низкими зимними температурами проявляются в следующем:

1. Отсутствие сосудов и наличия полосы деформированных клеток с зернистой структурой в начальной части годичного слоя радиального прироста (рис. 2а). Цвет этой начальной части годичного слоя оранжево-коричневый. Отсутствие сосудов в начальной части годичного слоя радиального прироста связано с тем, что в самом начале вегетации у этих деревьев листья не распускаются, вследствие чего не происходит транспирации, а значит, и нет необходимости в образовании сосудов.

2. Значительно меньший размер сосудов в ранней древесине, особенно тех, которые образовались первыми (см. рис. 2а). Это связано с тем, что в начале вегетации на побегах у деревьев распускается мало листьев, для совокупности которых достаточно сосудов малого размера, что и наблюдается в первых рядах сосудов.

Также характерным признаком повреждения дуба аномально низкими зимними температурами является образование внутренней заболони, хорошо просматриваемой на пнях и спилах дуба [17] (рис. 2в). Сосуды в ранней древесине годичных слоев внутренней заболони слабо или вовсе не затилваны.

Из трех типов особенностей структуры годовых слоев, сформировавшихся после зим с аномально низкими зимними температурами, в районе исследования наиболее часто присутствует второй тип – маленькие просветы сосудов, далее следует первый тип – отсутствие сосудов и «зернистая» структура в начале слоя, и самым редким является наличие третьего типа – внутренней заболони (табл. 2).

Установлено, что на всей территории Зилаирского плато после зим с аномально низкими зимними температурами в тот или иной год периода метеонаблюдений (1937–2000 гг.) доля деревьев дуба с анатомическими особенностями строения древесины мала и не превышает 10.6% (в слоях

Таблица 1. Число дней с температурами ниже -40°C по наблюдениям на метеостанциях Акъяр (юг), Зилаир (центр) и Кананикольское (север) за период 1936–2000 гг.

Зима, год	Юг	Центр	Север
1939/40	3	4	4
1940/41		1	1
1941/42		1	1
1942/43		3	3
1944/45			2
1948/49		1	3
1949/50		5	5
1950/51	1	2	1
1953/54		1	
1955/56		3	2
1958/59		1	2
1963/64		1	1
1965/66			1
1966/67			1
1967/68			1
1968/69	1	4	10
1971/72			6
1972/73		1	4
1973/74			1
1975/76		2	4
1976/77			1
1979/80			1
1981/82			1
1987/88			1
1988/89			1
1989/90		1	1
1993/94		1	
Итого	5	32	59

1942 г. – у 61 из 578 деревьев из центральной части плато) (см. табл. 2). Стоит отметить зиму 1941/42 г., после которой в годичных слоях дуба черешчатого во всех частях плато имеются все три признака повреждения аномально низкими зимними температурами.

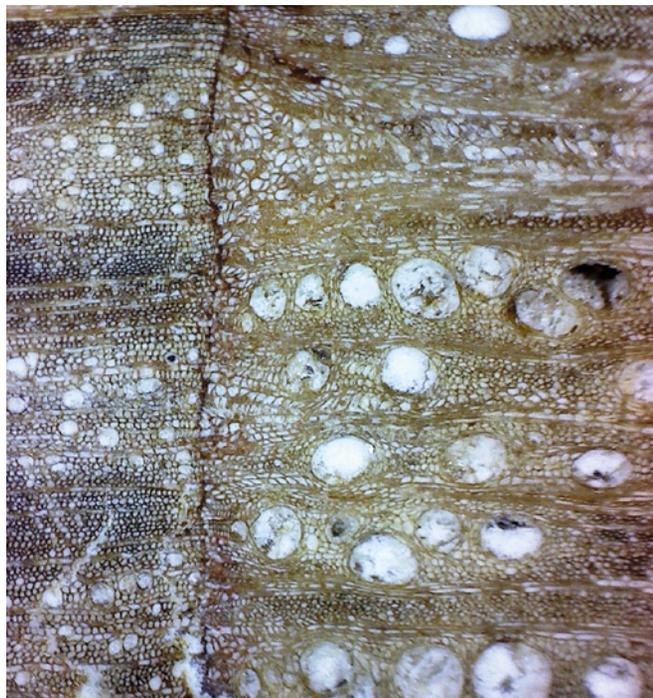
За период метеорологических наблюдений (с 1937 г. по 2000 г.) внутренняя заболонь в годовых слоях деревьев северной части Зилаирского плато зафиксирована в слоях трех лет (1942, 1972, 1977 гг.), в центральной части плато – в слоях двух лет (1942, 1947 гг.) и в южной части плато – также в слоях двух лет (1942, 1977 гг.) (см. табл. 2). Выявлено, что для всех этих лет доля деревьев, имеющих внутреннюю заболонь, очень низка и не превышает в тот или иной год 0.5%. (см. табл. 2).

Из 25 зимних сезонов с аномально низкими зимними температурами в северной части плато

анатомические особенности радиального прироста (отсутствие сосудов и наличие полосы деформированных клеток с зернистой структурой в начальной части годичного слоя, значительно меньший размер сосудов в ранней древесине) присутствуют в годичных слоях 9 лет (1940, 1941, 1942, 1945, 1951, 1959, 1964, 1977, 1990 гг.); в центральной части плато из 17 зимних сезонов – в годичных слоях 10 лет (1940, 1941, 1942, 1950, 1951, 1956, 1959, 1969, 1990, 1994 гг.), а в южной части из 3 зимних сезонов – в годичных слоях трех лет (1940, 1951 и 1969 гг.) (см. табл. 2).

С другой стороны, анатомические особенности, характерные для годичных слоев, сформировавшихся после зим с аномально низкими зимними температурами, присутствуют в слоях дуба тех лет, в которые температуры ниже -40°C не зафиксированы: в центральной части плато – это годичные слои 1939, 1945, 1946, 1947, 1968, 1972, 1977, 1988, 1989 гг.;

(a)



(б)



(в)



Рис. 2. Анатомические особенности годичных слоев дуба (увеличение $\times 200$): а – в начале слоя радиального прироста клетки деформированы и нет сосудов, далее просветы сосудов меньше нормальных; б – обычный годичный слой радиального прироста дуба с сосудами нормального размера; в – спил дуба из г. Уфы с наличием внутренней заболони (указаны стрелками), образовавшейся после аномально низких зимних температур зим 1941/42 ($-43.2\text{ }^{\circ}\text{C}$) и 1978/79 гг. ($-48.5\text{ }^{\circ}\text{C}$).

в южной – 1939, 1942, 1945, 1946, 1950, 1954, 1956, 1959, 1968, 1973, 1977, 1988, 1989, 1990 гг. В северной части плато анатомических особенностей в слоях радиального прироста, сформировавшихся после зим без аномально низких зимних температур, не обнаружено.

Ретроспективная идентификация календарных лет с повреждением дуба черешчатого аномально низкими зимними температурами

Ретроспективная идентификация календарных лет с повреждением дуба черешчатого аномально низкими зимними температурами проводилась по анатомическим признакам, имеющимся в годичных слоях, сформировавшихся в весенне-летний период после предшествующих зим. Установлено, что за последние 325 лет (с 1695 г.) анатомические признаки, характерные при воздействии аномально низких зимних температур в той или иной частях Зилаирского плато, присутствуют в слоях 1733, 1739, 1743, 1800, 1818, 1826, 1828, 1832, 1850, 1861, 1870, 1871, 1876, 1879, 1883, 1885, 1888, 1911, 1914, 1919, 1920, 1921, 1922, 1931, 1934, 1939, 1940, 1941, 1942, 1945, 1946, 1947, 1950, 1951, 1954, 1956, 1959, 1964, 1968, 1969, 1972, 1973, 1977, 1988, 1989, 1990, 1994 гг. (см. табл. 2). Для

Таблица 2. Количество деревьев со слоями данного года и доля деревьев (%) с наличием в годичных слоях прироста анатомических признаков, характерных при воздействии аномально низких зимних температур, и внутренней заболони

Год	Количество деревьев со слоями данного года			Нет сосудов в начале, зернистая структура			Просветы сосудов меньше			Внутренняя заболонь		
	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С	Ю	Ц	С
1800	9	31	24	0.25		0.05	0.13	0.15				
1818	19	48	33	5.6	4.9		5.6	9.8		5.6	9.8	3.3
1826	26	59	42	4						4	2.0	
1828	30	70	47	3.6	15.9	11.9	14.3	36.5	42.9	17.9	14.3	33.3
1832	37	79	59		2.8	1.9		4.2	3.7		1.4	
1850	55	108	84		2.0			0.7				
1861	65	151	106				1.6	0.9	1.0		0.5	
1870	77	277	124	1.4			2.7	0.8				
1871	80	289	126					0.4				
1876	94	300	136					1.1				
1879	103	317	143		0.7		1.0	0.7			0.4	
1883	132	332	149	0.8			0.8	0.7				
1885	146	341	150		1.0	0.7		0.3			0.3	
1888	171	363	151	3.0	0.6			0.3				
1911	348	431	181	0.3			0.6	0.2	0.6			0.6
1914	375	438	182					0.6		0.3		
1919	404	443	185	3.8	1.4	0.6	2.1	1.8	0.6			
1920	409	464	186		0.2			0.4				
1921	414	475	188	0.5	0.6		1.0	2.0	0.6			
1922	421	493	189		0.4		0.5	0.4			0.2	
1931	518	531	195	0.2	0.2		0.2	0.2				
1934	533	558	200		0.4			0.2			0.2	
1939	570	587	207	0.6	0.2			0.2				
1940	575	589	208	0.2	0.2				0.5			
1941	585	591	207		0.5				0.5			
1942	592	594	208	1.6	4.3	2.5	2.7	6.1	2.0	0.4	0.2	0.5
1945	607	599	208				0.2	0.5	3.5			
1946	610	601	208	0.5	0.5		0.5	0.7				
1947	617	614	209		0.2			0.5			0.2	
1950	618	626	210	0.5	0.7			0.3				
1951	619	621	210	0.2		0.5		0.3				
1954	619	627	210	0.3			0.3					
1956	625	633	211				0.5	0.8				
1959	628	636	213	0.3	0.2	1.0	0.2	0.8	0.5			
1964	628	636	214						0.5			
1968	630	638	216	0.2			1.0	2.1				
1969	630	630	216	0.2	1.0		0.3	0.8				
1972	631	600	211		0.2			0.3				0.5
1973	632	589	211				0.2					
1977	632	578	211	0.7		1	0.5	0.9	0.5	0.3		0.5
1988	629	540	203				0.8	1.4				
1989	628	540	187		0.4		0.5	1.4				
1990	626	538	174				0.2	0.2	0.6			
1994	604	532	174					0.5				

Примечание. В таблицу не включены 1733, 1739, 1743 гг., так как они представлены только 3 деревьями в северной части и 3 из центральной части плато. Пустые ячейки – нет признака; жирным шрифтом выделены значения, превышающие 5%.

большинства этих лет доля присутствия признаков в годичных слоях очень мала и не превышает 1%.

В образцах дуба из южной части плато анатомические особенности первого или второго либо обоих типов одновременно зафиксированы, начиная с 1764 г., в годичных слоях 32 календарных лет (см. табл. 2). Во вторую половину XVIII столетия в этой части плато не выявлено ни одного типа анатомических особенностей, характерных при воздействии аномально низких зимних температур. В XIX столетии выделяются слои радиального прироста 1818 и 1828 гг., в которых доля особенностей строения древесины первого, второго и третьего типов была более 5% (см. табл. 2). В годичных слоях, сформировавшихся в XX столетии, наибольшая доля особенностей первого типа зафиксирована в слоях 1919 г. – 3.8%, второго типа в слоях 1919 и 1942 гг. – 2.1 и 2.7% соответственно (см. табл. 2). Все три признака в этой части плато присутствуют в годичных слоях 1818, 1828, 1942 и 1977 гг. (табл. 3). Максимальная доля деревьев, имеющих анатомические особенности первого типа (отсутствие сосудов в начале слоя, зернистая структура) в этом

районе плато, зафиксирована в слоях 1818 г. (5.6%), второго типа (значительно меньшие просветы сосудов в начале ранней древесины) – в слоях 1828 г. (14.3%), третьего типа (внутренняя заболонь) – также в слоях 1828 г. (17.9%) (см. табл. 2).

Для центральной части Зилаирского плато, начиная с 1716 г., анатомические особенности первого или второго либо обоих типов одновременно выявлены в годичных кольцах 41 календарных лет (см. табл. 2). В слоях прироста, сформировавшихся в XVIII столетии в этой части плато, не выявлено ни одного типа анатомических особенностей. Все три признака присутствуют здесь в годичных слоях 1818, 1828, 1832, 1879, 1885, 1922, 1934, 1942 и 1947 гг. (см. табл. 3). В этой части плато максимальная доля деревьев, имеющих анатомические особенности всех трех типов, зафиксирована в слоях 1828 г. (15.9, 36.5 и 14.3% для первого, второго и третьего типов соответственно) (см. табл. 2).

Для северной части Зилаирского плато, начиная с 1695 г., анатомические особенности первого или второго либо обоих типов одновременно выявле-

Таблица 3. Наличие в годичных слоях древесины дуба анатомических признаков, характерных при воздействии аномально низких зимних температур

Год	Юг	Центр	Север	Год	Юг	Центр	Север
1733			**	1934		***	
1739			**	1939	*	**	
1743			**	1940	*	*	*
1800	**	*	*	1941		*	*
1818	***	***	*	1942	***	***	***
1826	**	*		1945	*	*	*
1828	***	***	***	1946	**	**	
1832		***	**	1947		***	
1850		**		1950	*	**	
1861	*	**	*	1951	*	*	*
1870	**	*		1954	**		
1871		*		1956	*	*	
1876		*		1959	**	**	**
1879	*	***		1964			*
1883	**	*		1968	**	*	
1885		***	*	1969	**	**	
1888	*	**		1972		**	*
1911	**	*	**	1973	*		
1914	*	*		1977	***	*	***
1919	**	**	**	1988	*	*	
1920		**		1989	*	**	
1921	**	**	*	1990	*	*	*
1922	*	***		1994		*	
1931	**	**					

Примечание. * – имеется один из признаков; ** – 2 признака; *** – 3 признака.

ны в годичных слоях 20 календарных лет – в 1733, 1739, 1743 гг. и 17 лет, начиная с 1800 г. (см. табл. 2). В слоях прироста, сформировавшихся в XVIII столетии, анатомические признаки присутствуют в слоях 1733 и 1739 гг. у двух из трех деревьев, имеющих слой прироста 1733 и 1739 гг. и в слое 1743 г. – у одного из трех деревьев, имеющих слой прироста 1743 г. В XIX столетии выделяются слои радиального прироста 1828 г., в которых присутствуют особенности строения древесины первого, второго и третьего типов (11.9, 42.9 и 33.3% соответственно) (см. табл. 2). В годичных слоях, сформировавшихся в XX столетии, доля анатомических признаков в тот или иной год, кроме слоев 1942 г., не превышает 1% (см. табл. 2).

Все три признака (включая наличие внутренней заболони) в той или иной частях плато присутствуют в годичных слоях 1818, 1828, 1832, 1879, 1885, 1922, 1934, 1942, 1947 и 1977 гг. (см. табл. 3). Причем все три признака присутствуют во всех частях Зилаирского плато только в слоях 1828 и 1942 гг. (см. табл. 3). В двух частях плато из трех все три признака присутствуют в слоях 1818 г. – в южной и центральной частях плато, и в слоях 1977 г. – в южной и северной частях (см. табл. 3), причем в слоях 1977 г. доля признаков очень мала (у 4 из 608 деревьев в южной и у 3 из 203 деревьев в северной частях плато).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Доля «отражения» аномально низких зимних температур в анатомической структуре годичных слоев (отсутствие сосудов и наличие полосы деформированных клеток с зернистой структурой в начальной части годичного слоя, значительно меньший размер сосудов в ранней древесине) увеличивается при продвижении от северной к южной части Зилаирского плато. За период метеонаблюдений с 1937 г. по 2000 г. в северной части плато из 25 зимних сезонов с аномально низкими зимними температурами анатомические признаки зафиксированы в годичных слоях 9 лет (доля $9/25 = 0.36$), в центральной части плато из 17 зимних сезонов – в годичных слоях 10 лет (доля $10/17 = 0.59$), а в южной части из 3 зимних сезонов – в годичных слоях всех трех лет (доля равна 1) (см. табл. 2).

За период метеорологических наблюдений доля деревьев, имеющих внутреннюю заболонь, очень низка – в тот или иной год она не превышала 0.5%. (см. табл. 2). Для сравнения: в более северных районах Южного Урала и в прилегающем к нему Предуралье доля деревьев, имеющих внутреннюю заболонь после зим с аномально низкими зимними

температурами, достигает 30% и более [12]. Очевидно, это связано с тем, что в более северных районах температура в такие зимы опускается ниже, чем в более южных районах.

В южной и центральной частях Зилаирского плато, в отличие от его северной части, анатомические признаки, характерные для годичных слоев, сформировавшихся после зим с аномально низкими зимними температурами, присутствовали в годичных слоях тех лет, в которые аномально низкие зимние температуры на метеостанциях не были зафиксированы. Несмотря на то, что доля деревьев с анатомическими особенностями в эти годы очень мала, их наличие свидетельствует о том, что повреждение дуба низкими зимними температурами в южной и центральной частях плато происходило и при температурах выше -40 °С. Также можно предположить, что в местах произрастания дуба температура была ниже, чем на метеостанциях. Таким образом, на образование анатомических особенностей, характерных для воздействия аномально низких зимних температур, возможно влияют и особенности метеоусловий местообитаний.

Результаты идентификации календарных лет с повреждением дуба черешчатого аномально низкими зимними температурами свидетельствуют о том, что анатомические признаки этого воздействия чаще встречаются у деревьев в центральной и южной частях плато, несмотря на более низкие аномальные зимние температуры в северной части плато. Очевидно, это связано с тем, что в отличие от северной части плато деревья, произрастающие здесь в более сухих условиях лесостепных ландшафтов, менее устойчивы к воздействию зимних морозов.

В полученной идентификации календарных лет повреждения дуба черешчатого аномально низкими зимними температурами стоит отметить зиму 1817/18 г., которая была необычайно холодной в Сибири, но не в европейской части России [33]. Это свидетельствует о том, что в данный период погодные условия на южной оконечности Южного Урала были ближе к погодным условиям в Сибири, а не условиям в европейской части России. По аномально холодным условиям зимы 1827/28 г. на территории России нет сведений в архивных материалах [33]. Наличие большого количества анатомических признаков воздействия аномально низких зимних температур в годичных слоях дуба 1828 г. на всей территории Зилаирского плато может быть связано как с региональным характером зимних условий на южной оконечности Южного

Урала, так и с ослабленным состоянием деревьев перед зимой 1827/28 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повреждение дуба аномально низкими зимними температурами находит отражение в образовании в зоне ранней древесины годичного слоя специфической анатомической структуры двух типов: 1) отсутствие сосудов и наличие полосы деформированных клеток с зернистой структурой в начальной части зоны ранней древесины; 2) значительно меньший размер просветов сосудов в зоне ранней древесины. Третьим признаком повреждения дуба аномально низкими зимними температурами является наличие внутренней заболони. Каждый из этих трех признаков встречается либо индивидуально, либо совместно с любым другим признаком, либо эти признаки присутствуют все одновременно. Идентификация календарных лет, в годичных слоях которых присутствуют эти признаки, проводилась для всей территории Зилаирского плато, на которой произрастает дуб черешчатый.

Проведенная идентификация календарных лет с повреждением дуба черешчатого аномально низкими зимними температурами показала, что в последние 325 лет на южной оконечности Южного Урала анатомические признаки воздействия аномально низких зимних температур присутствуют в слоях радиального прироста 47 календарных лет. Для большинства этих лет доля признаков мала (менее 1%). Значительная доля деревьев с наличием анатомических признаков, характерных при воздействии аномально низких зимних температур, и внутренней заболони присутствует только в слоях 1818, 1828 и 1942 гг. Все три признака в той или иной части плато присутствуют в годичных слоях 1818, 1828, 1832, 1879, 1885, 1922, 1934, 1942, 1947 и 1977 гг. Причем все три признака присутствуют во всех частях Зилаирского плато только в слоях 1828 и 1942 гг.

ФИНАНСИРОВАНИЕ И БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 98-04-49539).

Автор выражает благодарность С.В. Кучеровой и А.А. Мулдашеву за помощь в экспедиционных исследованиях.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

В данной работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор данной работы заявляет, что у него нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Прахин И.П.* О повышении морозоустойчивости дубрав. М.: Лесная пром-сть., 1966. 80 с.
2. *Крепс Г.М.* О морозобое широколиственных деревьев зимой 1939/40 года // Научно-методические записки Главного управления по заповедникам при Совете министров РСФСР. М.: Изд-во комитета по заповедникам, 1949. Вып. 12. С. 248–265.
3. *Напалков Н.В.* Дубравы северо-восточной лесостепи. Казань: Татгосиздат, 1953. 144 с.
4. *Федорако Б.И.* К вопросу зимостойкости широколиственных древесных пород в западных предгорьях Южного Урала // Труды Института экологии растений и животных УФАН СССР. Свердловск: УФАН СССР, 1968. Вып. 62. С. 53–62.
5. *Huber B., Giertz-Siebenlist V.* Unsere tausendjährige Eichen-Jahrringchronologie durchschnittlich 57 (10–150)-fach belegt // Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse. Springer, 1970. V. 178. № 1/4. P. 37–42.
6. *Положенцев П.А., Саввин И.М.* О некоторых причинах отмирания дубрав в Чувашской АССР // Лесное хозяйство. 1974. № 1. С. 75–76.
7. *Сергеев Л.И.* Зимостойкость лесообразующих пород и лесовозобновления в Башкирии // Охрана, рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов Башкирии: Тез. докл. науч.-практ. конф. Уфа, 1974. С. 30–34.
8. *Воронцов А.И.* Патология леса. М.: Лесная пром-ть, 1978. 272 с.
9. *Ткаченко М.Е.* Усыхание лесов Башкирии и меры к их оздоровлению // Сборник трудов Башкирской лесной опытной станции. Уфа: Башгосиздат, 1948. С. 2–13.
10. *Крайнев В.П.* Дубравы Заволжья // Дубравы СССР. Т. 3 / Труды Всесоюзного научно-исслед. ин-та лесного хозяйства. М.; Л.: Гослесбуиздат, 1951. Вып. 30. С. 125–204.
11. *Кучеров С.Е.* Зависимость прироста дуба от климатических условий на восточной границе его ареала // Регион и география: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 1995. Ч. 4. С. 80–81.
12. *Кучеров С.Е.* Радиальный прирост дуба черешчатого после повреждения зимними морозами // Труды I Всероссийской конференции по ботаническому ресурсоведению. СПб., 1996. С. 89.
13. *Нагимов А.З.* Экологические факторы и вопросы оптимизации породного состава и повышения

- продуктивности лесов зоны широколиственных лесов Предкамья // Труды Марийского гос. техн. ун-та. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1997. Вып. 5. Ч. 4. С. 65–67.
14. Яковлев А. С., Яковлев И. А. Дубравы Среднего Поволжья. Йошкар-Ола: Марийский ГТУ, 1999. 351 с.
 15. Kubis P. Poskodenie duba ceroveho mrezovymi trhlinami v zavislosti od expozicie, sklonu, svahu a inych cinitelov, porovnanie frekvencie vyskutu trhliu s dubom zimnim // Lesnicky Casopis. 1985. V. 31. № 4. P. 241–249.
 16. Кучеров С.Е., Мулдашев А.А. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) в условиях г. Уфы // Урбозко-системы: проблемы и перспективы развития: Мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. Ишим: Ишимский гос. педагогич. ин-т им. П.П. Ершова, 2008. Вып. 3. С. 114–116.
 17. Болычевцев В.Г. Дендроклиматическое исследование фауны дуба в Лесной опытной даче ТСХА // Докл. ТСХА. 1967. Вып. 124. С. 297–303.
 18. Karoli B. Fagylec hatasara kialakult szoveti elvaltozasok makroszkopos es mikroszkopos vizsgalata *Quercus cerris* L. Torzsek fatesteben // Bot. Kozl. 1979. V. 66. № 1. P. 1–4.
 19. Кучеров С.Е. Характеристика радиального прироста дуба в лесных насаждениях г. Уфы // Дендрология: техногенез и проблемы лесовосстановления. Уфа: Изд-во «Гилем», 1996. С. 65–79.
 20. Krapiec M. Occurrences of moon-rings in oak from Poland during the Holocene // Eds. Wimmer R., Vetter R.E. Tree-ring analysis: Biological, methodological, and environmental aspects. CABI Publishing, Oxon, United Kingdom, 1999. P. 193–203.
 21. Самцов А.С. Влияние осадков и температуры воздуха на сложения годичных слоев дуба черешчатого // Флористические и геоботанические исследования в Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1970. С. 198–203.
 22. Кучеров С.Е. Влияние массовых размножений листогрызущих насекомых и климатических факторов на радиальный прирост древесных растений: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1988. 24 с.
 23. Хасанов Б.Ф. Абнормальные годичные кольца дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) как инструмент дендрохронологии и дендроклиматологии // Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых ученых: Мат-лы конф. молодых сотрудников и аспирантов Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2004. С. 192–197.
 24. Хасанов Б.Ф. Структура древесины дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) как показатель аномальных климатических явлений (на примере средней полосы европейской части России): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2008. 24 с.
 25. Khasanov B.F. Severe winter rings of oak trees (*Quercus robur* L.) from Central European Russia // International Journal of Biometeorology. 2013. V. 57. № 6. P. 835–843. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0611-1>
 26. Крашенинников И.М. Взаимодействие леса и степи на южной окраине Уральской возвышенности (материалы к истории лесостепного ландшафта) // Географические работы. М.: Географгиз, 1954. С. 174–213.
 27. Рождественский А.П., Зиняхина И.К. Геоморфологическое районирование Южно-Уральского новейшего орогена // Геологический сборник. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2000. № 1. С. 25.
 28. Горчаковский П.Л. Широколиственные леса и их место в растительном покрове Южного Урала. М.: Наука, 1972. 146 с.
 29. Агроклиматические ресурсы Башкирской АССР. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 236 с.
 30. Атлас Республики Башкортостан. Уфа: ФГУП «Омская картогр. ф-ка»: Роскартография, 2005. 420 с.
 31. Крашенинников И.М., Кучеровская-Рожанец С.Е. Природные ресурсы Башкирской АССР. Т. 1. Растительность Башкирской АССР. М.; Л.: АН СССР, 1941. 156 с.
 32. Горчаковский П.Л. Растительность и ботанико-географическое деление Башкирской АССР // Определитель высших растений Башкирской АССР: Сем. Onocleaceae–Fumariaceae. М.: Наука, 1988. С. 5–13.
 33. Борисенков Е.Л., Пасецкий В.М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М.: Мысль, 1988. 512 с.

RETROSPECTIVE IDENTIFICATION OF YEARS OF DAMAGE TO COMMON OAK BY ABNORMALLY LOW WINTER TEMPERATURES ON THE ZILAIR PLATEAU (SOUTHERN URALS)

S. E. Kucherov^{a, *}

^a*Ufa Institute of Biology, Ufa Federal Research Center, Russian Academy of Sciences,
Russia 450054 Ufa*

**e-mail: skucherov@mail.ru*

Abstract –At the southern tip of the Urals (Zilair Plateau), abnormally low winter temperatures are reflected in the formation of a specific anatomical structure of the annual tree-rings of common oak (*Quercus robur* L.). Identification of calendar years with abnormally low winter temperatures produced on the basis of the features of the anatomical structure the tree-rings showed that in the last 320 years anatomical signs of the effects of abnormally low winter temperatures are present in the tree-rings of 47 calendar years, for most of which the proportion of features in the annual layers is very small and does not exceed 1%. Only in the tree-rings of 1818, 1828 and 1942 the proportion of features is significantly higher (6–40%).

Keywords: common oak, abnormally low winter temperatures, wood anatomy, Zilair plateau