

УДК 630\*181.22:582.475.2(1-924.82)(470.13)

*Э.П. Галенко*

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН

Галенко Эльмира Пантелеймоновна окончила в 1961 г. Ленинградский государственный университет, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Имеет более 100 печатных работ в области экологии леса, фитолимата и биологической продуктивности таежных лесов Европейского Северо-Востока.

E-mail: galenko@ib.komisc.ru



### **ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОЗДУХА СТАРОВОЗРАСТНОГО ЕЛЬНИКА СРЕДНЕЙ ТАЙГИ\***

Приведена характеристика температурных условий среды чернично-сфагнового елового ценоза подзоны средней тайги на фоне тепловых ресурсов региона. Проанализировано влияние температуры воздуха на жизнедеятельность растений. Рассмотрен суточный и сезонный ход температуры воздуха. Представлена суточная динамика температурного поля хвойного фитоценоза в зависимости от типа погоды. Выявлена продолжительность вегетационного периода и периода активной жизнедеятельности растений.

*Ключевые слова:* тайга, еловый ценоз, температурный режим воздуха.

Температура определяет структурно-функциональные особенности как отдельного растительного организма, так и сообщества в целом, потому что в условиях таежных лесов она является ведущим фактором регуляции распространения биоты [16–18, 23 и др.].

В хвойных фитоценозах эдификаторная роль древостоев способствует формированию своего температурного режима, индивидуального температурного фона в суточной и сезонной динамике. Вместе с другими компонентами микроклимата (режим солнечной радиации, влажность, ветер) температурный режим лесного массива определяет комплекс лесорастительных условий и особенности формирования и функционирования древостоя [1, 6, 9, 11, 22 и др.].

Цель данной работы – проанализировать температурные ресурсы воздуха в фитоценозе коренного чернично-сфагнового ельника средней тайги в теплый период года.

Исследования проведены на территории Ляльского лесозоологического стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН, который расположен в

---

\*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 07-04-00104, 13-04-00548) и программы Президиума РАН № 16 (рег. № 09-П-4-1002).

ельнике чернично-сфагновом (*Piceetum myrtilloso-sphagnosum*) подзоны средней тайги европейского северо-востока ( $62^{\circ} 17'$  с.ш.,  $50^{\circ} 40'$  в.д.).

Древостой V класса бонитета, небольшой густоты (количество растущих деревьев 625 экз./га), с запасом древесины 194 м<sup>3</sup>/га, разновозрастный (50...200 лет) и разновысотный, но без выраженной ярусности. Средние диаметр и высота ели соответственно 20 см и 16 м. Много сухостоя (44 экз./га), валежа (200 экз./га) разной степени разложения. Подлесок с проективным покрытием 15...20 % состоит из шиповника, ивы, можжевельника, рябины, жимолости, подрост (5,6 тыс. экз./га) – из ели, пихты, березы. Травяно-кустарничковый ярус с покрытием 60...70 % формируют черника, хвощ, осока, линнея, седмичник, майник и др. Моховой покров, который образован сфагновыми и зелеными мхами, имеет покрытие 80...90 %. Почва торфянисто-подзолисто-глеевая супесчаная, на суглинках. Фитоценоз вписывается в динамический ряд заболачивания ельников черничных [7].

С мая по октябрь 2003–06 гг. температуру воздуха фиксировали круглосуточно каждые 15 мин. Для этого использовали многоканальные транзисторные термодатчики МТ-SAT П25, подключенные к автоматизированной системе сбора фитоклиматических данных на базе персонального компьютера. Точность измерений 0,1 °С. Изучение распределения температуры воздуха внутри полога древостоя проводили по вертикальному профилю в характерном для ельника фрагменте древостоя (парцелле). Для решения поставленной задачи была сооружена деревянная вышка высотой 20 м с выносными в кроновое пространство площадками длиной 3,5 м. Показания снимали на пяти уровнях высоты, м: 20,0 – над пологом древостоя, 13,0 – верхняя треть, 9,0 – середина, 4,5 – нижняя треть кронового пространства, 1,8 – подпологовое пространство. Полученные данные обрабатывали в программе EXCEL. Суммы температур воздуха за каждые сутки, месяц, сезон определяли по Licor-1200 [8].

#### *Общая характеристика температурного режима региона в годы исследований*

Характеристика температурного режима воздуха приведена за май–октябрь 2003–06 гг. с использованием данных Коми РЦ по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по метеостанции Усть-Вымь, расположенной в 15...20 км от объекта исследования (табл. 1). Установлено, что среднемесячные температуры воздуха от 8...12 °С в мае повышаются до 11...12 °С в июне и до 14...20 °С в июле-августе, снижаются до 8...10 °С в сентябре и до 0...5 °С в октябре. Отклонения от многолетней нормы в сторону похолодания были в 29 % случаев и составляли от –0,1 до –2,9 °С, в сторону потепления, когда температура была на 0,4...4,4 °С выше нормы, – в 71 % случаев. Максимальные температуры воздуха в мае и сентябре поднимались до 28...29 °С, в июне-августе – до 31...32 °С, в октябре – до 19 °С. В мае, июне и сентябре низкие температуры воздуха могут вызвать заморозки до –2...–4 °С, а в июле-августе опуститься до 1...4 °С.

Таблица 1

## Температурный режим воздуха

Год	Месяц	Температура, °С			
		Средняя	Отклонение от нормы	Max	Min
2003	Май	10,9	4,1	24	-3
	Июнь	10,8	-2,9	29	-1
	Июль	18,4	2,1	29	6
	Август	17,1	3,4	31	5
	Сентябрь	7,9	0,4	19	-2
	Октябрь	3,9	3,8	17	-11
2004	Май	8,3	1,5	27	-3
	Июнь	12,5	-1,2	31	-2
	Июль	19,9	3,3	32	6
	Август	13,4	-0,3	28	1
	Сентябрь	8,8	1,3	22	-2
	Октябрь	1,2	1,1	12	-6
2005	Май	11,9	5,1	29	-3
	Июнь	13,6	-0,1	26	1
	Июль	17,2	0,9	31	5
	Август	15,6	1,9	28	3
	Сентябрь	9,6	2,1	19	-1
	Октябрь	4,5	4,4	19	-10
2006	Май	9,5	2,7	22	-3
	Июнь	17,5	3,8	32	4
	Июль	14,5	-1,8	31	4
	Август	13,5	-0,2	24	2
	Сентябрь	8,6	1,1	22	-4
	Октябрь	0,0	-0,1	11	-10

Для хвойных растений критическим периодом является выход их из состояния покоя в конце зимы–весной, который происходит при температуре воздуха от  $-5$  до  $10$  °С. При температурах выше  $5$  °С дерево может начинать рост [5, 10, 21].

В табл. 2 представлены даты перехода среднесуточной температуры воздуха через  $5$  и  $10$  °С и продолжительность периодов вегетации и активной жизнедеятельности растений. В годы исследований период вегетации начинался в конце апреля – начале мая, что близко к среднегодовой дате, но заканчивался на  $2,0...3,0$  нед. позже. Только в 2006 г. период со среднесуточной температурой воздуха выше  $5$  °С наступил значительно раньше, в середине апреля, период вегетации закончился 24 сентября, что соответствовало многолетней норме. Следовательно, вегетационный период все 4 года наблюдений был длиннее среднегодовой нормы на  $3,0...3,5$  нед. Период с температурами воздуха  $10$  °С и выше, соответствующий активной жизнедеятельности растений, начинался 7–9 мая и заканчивался 2–12 сентября, т. е. был продолжительнее среднегодовой нормы на  $20...30$  дн.

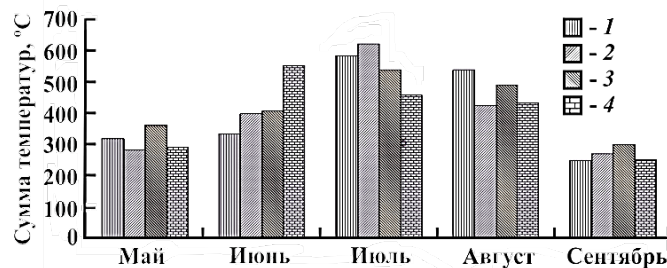
Таблица 2

**Даты перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 и 10 °С  
и продолжительность вегетационного периода  
и периода активной жизнедеятельности растений**

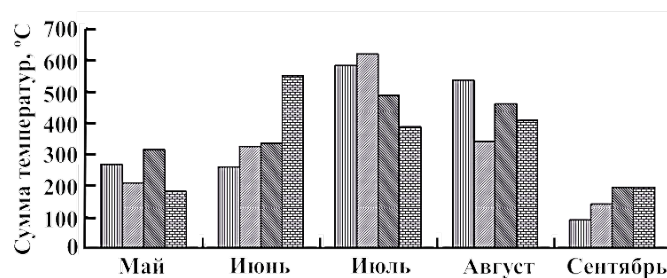
Год	Дата перехода		Продолжительность, дн.	
	Вегетационный период	Период активной жизнедеятельности	Вегетационный период	Период активной жизнедеятельности
2003	30.04–16.10	07.05–02.09	167	118
2004	29.04–10.10	09.05–03.09	165	117
2005	06.05–17.10	08.05–11.09	164	127
2006	15.04–24.09	08.05–12.09	163	128
Средне- многолетнее значение*	06.05–26.09	29.05–01.09	142	96

\*Справочник [20].

Ежемесячные суммы эффективных ( $\geq 5$  °С) температур в мае составляли 280...360 °С, июне–августе – 330...620 °С, в сентябре – 245...295 °С. В сумме за сезон этот показатель достаточно стабилен и равен 1965...2075 °С. Ежемесячные суммы активных ( $\geq 10$  °С) температур в мае колебались от 180 до 265 °С, в июне–августе – от 260 до 615 °С, в сентябре – от 90 до 190 °С, за весь сезон – от 1620 до 1780 °С (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Изменение суммы эффективных (а) и активных (б) температур воздуха: 1 – 2003 г.; 2 – 2004 г.; 3 – 2005 г.; 4 – 2006 г.

Таблица 3

## Статистические показатели сумм эффективных и активных температур

Месяц	Сумма температур, °С					
	эффективных ( $\geq 5$ °С)			активных ( $\geq 10$ °С)		
	$\bar{X}$	$\bar{\sigma}$	V, %	$\bar{X}$	$\bar{\sigma}$	V, %
Май	313,8 ± 16,3	32,5	10,4	245,1 ± 24,9	49,8	20,3
Июнь	426,5 ± 42,4	84,8	19,9	360,3 ± 53,6	107,2	29,8
Июль	547,5 ± 31,6	63,2	11,5	518,9 ± 49,2	98,5	19,0
Август	470,6 ± 23,1	46,3	9,8	433,5 ± 37,8	75,6	17,4
Сентябрь	262,2 ± 11,0	22,0	8,4	158,8 ± 23,1	46,3	29,1

Сопоставление статистических показателей [14] сумм эффективных и активных температур воздуха (табл. 3) показало, что, во-первых, в течение сезона изменчивость сумм как эффективных, так и активных температур наибольшая в июне, наименьшая – в августе; во-вторых, колебание сумм активных температур значительнее.

Необходимо отметить, что регулярно в мае–июне, в начале жизнедеятельности растений, с притоком холодного арктического воздуха наступает резкое похолодание. Вегетация замирает (период вегетации прерывается). Среднесуточная температура воздуха в эти дни опускается до 3...4 °С, минимальная – до –2...–4 °С. Такие явления были 30 мая–4 июня 2003 г., 13–16 мая 2004 г., 22–30 апреля 2006 г. Среднесуточные температуры воздуха ниже 10 °С могут быть в любой месяц теплого времени года. В нашем случае: 26 мая–22 июня 2003 г.; 12–20 мая, 2–14 июня и 10–20 августа 2004 г.; 29 мая–7 июня и 4–10 июля 2005 г.

*Влияние температуры воздуха на жизнедеятельность растений*

Внутренний ритм биологических процессов, происходящих в растении, определяется как генетическими особенностями организма, так и факторами внешней среды [1, 5, 10, 15].

В условиях европейского северо-востока ведущим фактором в продукционном процессе лесных фитоценозов является тепло, сезонная динамика которого обуславливает вариабельность роста и формирования надземных и подземных вегетативных и репродуктивных органов растений. По данным А.А. Молчанова [16], В.В. Смирнова [19] и И.Т. Кищенко [12], температура воздуха влияет на интенсивность роста побегов хвойных в основном в первую половину вегетационного периода. Далее хвойные начинают постепенно входить в состояние покоя, хотя внешние условия еще благоприятны для их роста. Недостаток тепла в первую половину вегетации вызывает замедление или полную остановку жизненных процессов в растениях. Во второй половине сентября–начале октября при пониженных положительных температурах идет процесс первой фазы закаливания деревьев при низких температурах (до –12 °С), который сопровождается накоплением сахаров. Прохождение второй фазы закаливания

идет уже при установившихся отрицательных температурах. В растениях уменьшается количество свободной воды, деревья способны выдерживать температуры до  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже. Развитие глубокого покоя – один из основных признаков адаптации растений Севера к условиям среды [5, 10, 21].

В условиях средней подзоны тайги европейского северо-востока исследованиями К.С. Бобковой, А.И. Патова [2, 3, 4, 24] установлено, что успешность формирования вегетативных органов у ели во многом определяется экологическими условиями. Ростовые процессы в вегетативных органах надземной части ели начинаются при сумме положительных температур воздуха  $190\text{...}230\text{ }^{\circ}\text{C}$ , почек – при  $230\text{...}260\text{ }^{\circ}\text{C}$ , раскрытия почек (рост хвои) –  $300\text{...}400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Пробуждение и рост подземных органов сосны и ели происходит при сумме температур воздуха  $270\text{...}400\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Коэффициент корреляции между приростом побегов и среднесуточной температурой воздуха в первой половине вегетации составляет  $0,61\text{...}0,74$ . Корреляционная связь между приростом хвои и температурой воздуха заметна только до кульминации ее нарастания и находится в тех же пределах, что и между температурой и побегам. Амплитуда колебания средней суточной температуры влияет на изменение прироста побегов. Резкие понижения средней суточной температуры до  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже в начале периода вегетации неоднократно вызывали снижение интенсивности ростовых процессов, что приводило к значительному отставанию общего сезонного прироста побегов хвойных. Особенно сильно на жизнеспособность ели сказываются периоды с отрицательными температурами воздуха, вызывая массовое отмирание молодых побегов. Энергичный рост надземных органов протекает обычно во второй половине июня – начале июля. Довольно тесная связь ( $R = 0,56\text{...}0,63$ ) имеется между приростом деревьев в диаметре и среднесуточной температурой воздуха.

Как показали исследования В.А. Артемова, В.Б. Скупченко, Н.В. Ладановой этих же объектов [23], весеннее пробуждение почек хвойных совпадает с периодом устойчивого перехода температуры воздуха через  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Влияние экологической обстановки на жизнеспособность пыльцы во время ее формирования проявляется в ежегодном варьировании физиологической разнокачественности пыльцевых зерен. Так, понижение температуры воздуха до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  даже на  $2\text{...}4\text{ ч}$  вызывает снижение жизнеспособности пыльцы до  $30\%$ . Погодные условия второй половины сезона вегетации определяют темпы эмбрионального развития генеративных органов, размеры микростробилов, количество спороносных листьев в колоске, потенциальные возможности прироста хвоинок в следующем году.

Согласно исследованиям В.В. Тужилкиной [13, 23], в условиях средней тайги процессы фотосинтеза у сосны и ели начинаются в апреле при температуре воздуха  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , фотосинтетическая активность продолжается около 6 мес. Максимальные скорости ассимиляции этих пород отмечены в июле при наиболее благоприятном сочетании температурных и световых условий. Коэффициенты корреляции между фотосинтетической активностью хвои сосны

Таблица 4

**Продолжительность периодов (дн.) со среднесуточной температурой воздуха  
выше 5 и 10 °С (на высоте 20...22 м)**

Месяц	2003 г. (14.05 – 20.10)		2004 г. (21.05 – 24.10)		2005 г. (14.05 – 25.10)		2006 г. (09.06 – 31.10)	
	≥ 5 °С	≥ 10 °С	≥ 5 °С	≥ 10 °С	≥ 5 °С	≥ 10 °С	≥ 5 °С	≥ 10 °С
Май	15	15	11	11	18	18	–	–
Июнь	26	18	25	18	30	20	22	18
Июль	31	31	31	31	31	31	31	31
Август	31	31	31	21	31	26	31	23
Сентябрь	26	3	19	7	27	12	22	11
Октябрь	16	3	5	0	16	5	1	0
<i>Итого за сезон</i>	145	101	122	88	153	112	106	83

и ели и температурой воздуха равны 0,67...0,87 в суточной и 0,61...0,74 в сезонной динамике. Температура воздуха оказывает значительное влияние и на транспирацию и водный дефицит хвойных, изучавшихся С.Н. Сенькиной [2, 23]. Следовательно, жизнедеятельность растений адаптирована к умеренным температурам, преобладающим в течение вегетационного периода [1].

С учетом особенностей ростовых процессов вегетативных и репродуктивных органов ели в зависимости от экологических факторов проанализированы данные по температуре воздуха выше 5 и 10 °С в 2003–06 гг. (табл. 4), что позволило определить вероятность встречаемости температур воздуха ниже 5 (прерывание периода вегетации) и выше 10 °С (наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности растительности).

Так, среднесуточная температура воздуха ниже 5 °С не наблюдалась только в июле–августе. В июне вероятность ее повторения составляет 0...17, в сентябре – 13...37, в октябре 48...97 %. Среднесуточные температуры воздуха выше 10 °С возможны в июне, июле, августе, сентябре и октябре соответственно на 60...67, 77...100, 68...100, 10...40, 0...10 %.

В 2003, 2004 и 2006 гг. необходимые для начала роста побегов суммы температур воздуха наступили в III декаде мая, для пробуждения почек – на 3–5 дн. позже, для их раскрытия и начала роста хвои – 25 мая–5 июня. Исключением был 2005 г., когда соответствующие условия для ростовых процессов вегетативных органов древесных наблюдались на 5...10 дн. раньше обычных сроков.

Суточный ход температуры воздуха в летний день в зависимости от облачности представлен на рис. 2. В качестве примера рассмотрены ясный и пасмурный дни и день с переменной облачностью в июле 2006 г. Ясный день характеризуется одним максимумом в 15:00–16:00 и одним минимумом температуры в 3:00–4:00. Интенсивное повышение температуры начинается с восходом солнца (4:00–4:30) и продолжается до 8:00–9:00. Затем рост температуры воздуха замедляется. Интенсивное понижение температуры происходит от 18:00–19:00 (высота солнца ≤ 20°) до 22:00–23:00.

В пасмурный день температура воздуха повышается в дневные часы на 3...5 °С, достигая максимальных значений в 14:00–16:00. К 18:00 она снижается практически до минимума и держится на этом уровне вечер, ночь и утро. В день с переменной облачностью продолжительность периода с относительной стабилизацией повышенных температур длится от 8:00–9:00 до 22:00–23:00 без четкого определенного максимума.

Суточная амплитуда колебания температуры изменялась от 4,8 °С в пасмурный день до 10,7 °С в день с переменной облачностью

и до 15,8 °С в ясный день, т. е. при изменении условий облачности (пасмурно – переменное – ясно) амплитуда суточного колебания температуры воздуха изменяется в 2–3 раза.

Сезонная динамика температуры воздуха. В течение сезона среднесуточная температура воздуха изменялась в следующем диапазоне: в мае–июне – от –1 до 24 °С, в июле–августе – от 7 до 25 °С, в сентябре – от 1 до 17 °С (табл. 5).

При этом абсолютные минимумы температуры воздуха в отдельные часы суток 2003–06 гг. составляли: –2,5...–3,3 °С – в мае; –0,7...5,2 °С – в июне; 4,5...7,8 °С – в июле; 0,5...8,7 °С – в августе; –1,2...–2,5 °С – в сентябре. Максимальные температуры поднимались в мае до 30 °С, в июне–августе – до 31...32 °С; в сентябре – до 22...23 °С (табл. 5).

Вертикальные профили среднесуточной температуры воздуха в древесном пологе ельника в зависимости от типа погоды представлены на рис. 3. Приведены кривые температурной стратификации в ясные дни (1–3), в дни с переменной (4–6) и сплошной облачностью (7–9). Как закономерность, следует отметить повышение среднесуточной температуры воздуха с высотой в пологе ельника чернично-сфагнового при любом типе погоды. Наиболее существенное (2,5...4,4 °С) увеличение температуры воздуха происходит в малооблачную погоду. В дни с переменной облачностью воздух в кроновом пространстве на 0,2...1,1 °С теплее, чем у поверхности земли, в пасмурную погоду – на доли градуса (0,3...0,8 °С).

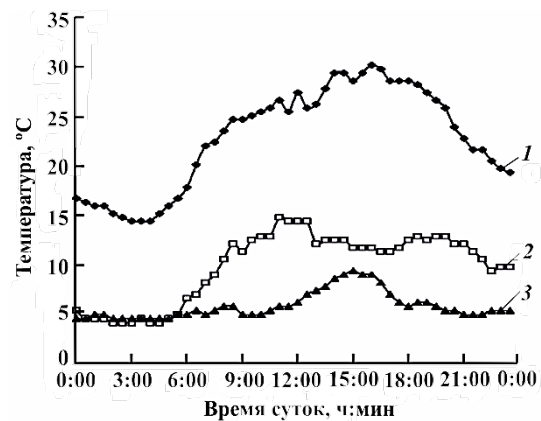


Рис. 2. Суточный ход температуры воздуха в зависимости от типа погоды в ельнике чернично-сфагнового подзоны средней тайги: 1 – ясно (10.07.06 г.); 2 – переменное (07.07.06 г.); 3 – пасмурно (23.07.06 г.)



Таблица 5

Предельные значения среднесуточной температуры воздуха и ее абсолютные минимальные и максимальные значения (°С)

Месяц	2003 г.			2004 г.			2005 г.			2006 г.		
	Min	Max	Амплитуда	Min	Max	Амплитуда	Min	Max	Амплитуда	Min	Max	Амплитуда
Май	3,5	17,1	13,6	-1,0	19,9	20,9	3,2	21,9	18,7	2,4	15,1	12,7
Июнь	-2,8	24,4	27,2	-3,3	27,5	30,8	-2,5	29,7	32,2	-2,5	22,0	24,5
	1,6	21,1	19,5	5,2	23,9	18,7	7,3	20,0	12,7	8,9	23,5	14,6
Июль	-0,2	28,0	28,2	0,7	30,5	29,8	1,5	26,0	24,5	5,2	31,5	26,3
	11,2	22,4	11,2	13,1	24,4	11,3	12,3	24,6	12,3	6,8	23,6	16,8
Август	4,8	29,4	24,6	5,9	32,3	26,4	3,3	30,3	27,0	4,5	31,6	27,1
	11,7	24,8	13,1	7,9	20,7	12,8	10,5	22,0	11,5	7,7	18,6	10,9
Сентябрь	6,6	31,8	25,2	0,5	28,4	27,9	2,0	28,8	26,8	1,0	23,4	22,4
	2,7	11,8	9,1	4,1	15,4	11,3	3,0	14,3	11,3	0,9	17,3	16,4
Октябрь	-1,2	17,2	18,4	-1,5	21,9	23,4	-1,4	20,2	21,6	-2,5	22,7	25,2
	-7,6	13,4	21,0	-3,2	7,3	10,5	-6,0	13,6	19,6	-7,2	10,6	17,8
	-10,6	17,8	28,4	-6,0	10,9	16,9	-8,2	20,2	28,4	-10,4	11,5	21,9

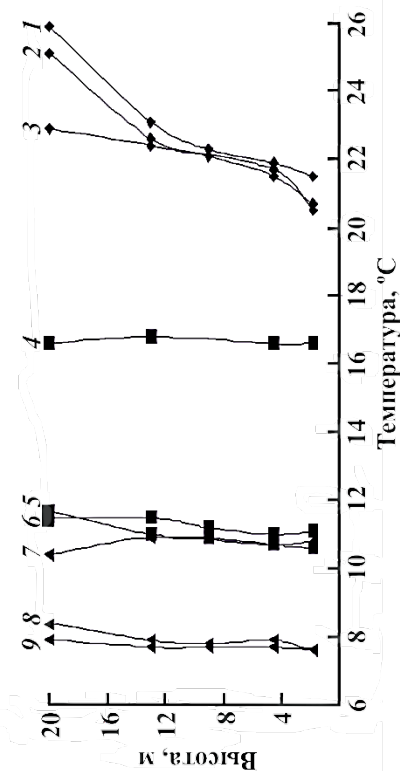


Рис. 3. Вертикальные профили среднесуточной температуры воздуха в зависимости от типа погоды в ельнике чернично-сфагновом средней подзоны тайги: 1-3 – ясно (25.07.05 г.; 05.07.04 г.; 10.07.06 г.); 4-6 – переменнo (19.07.06 г.; 13.06.04 г.; 03.06.05 г.); 7-9 – пасмурно (29.07.06 г.; 06.07.95 г.; 12.06.04 г.)

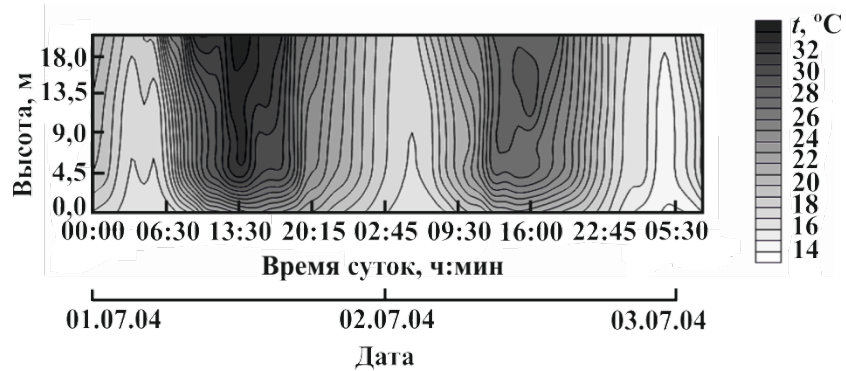


Рис. 4. Пространственно-временное распределение температуры ( $t$ ) воздуха в ельнике чернично-сфагновом подзоны средней тайги в малооблачную погоду

Пространственно-временное температурное поле. Анализ работ по оценке температурного режима воздуха в древостоях, показывает, что пространственно-временная изменчивость его в пределах отдельных экотопов изучена сравнительно слабо. Путем прямых измерений было получено и оценено температурное поле в ельнике чернично-сфагновом в малооблачный день (рис. 4). Сравнивая рис. 3 (кривые 1, 2, 3) и рис. 4, следует отметить, что температурная стратификация, формирующаяся под воздействием радиационного баланса, турбулентного теплообмена и вертикального распределения фитомассы, является интегральным индикатором типа фитолимата. В малооблачный (ясный) день четко прослеживается температурная инверсия (увеличение температуры воздуха с высотой) в пологом пространстве фитоценоза, т. е. имеет место тенденция к установлению инверсионного типа фитолимата. Максимальные температуры отмечаются в верхней половине кронового пространства.

#### Выводы

Таким образом, в условиях подзоны средней тайги европейского северо-востока в годы исследований (2003–06 гг.) вегетационный период был продолжительнее среднееголетней нормы на 3,0...3,5 нед., период активной жизнедеятельности растений – на 20...30 дн. Суммы эффективных и активных температур составили соответственно 1965...2075 и 1620...1780 °С, что превышает многолетнюю норму на 15...30 %. Полученные результаты достаточно надежно вписываются в модель (схему) глобального потепления климата в последние десятилетия.

Анализ пространственно-временного температурного поля в ельнике чернично-сфагновом показал, что в малооблачные дни в пологом пространстве имеет место инверсионный тип фитолимата. Максимальные температуры воздуха отмечаются в верхней половине крон. Положительный температурный градиент ( $\Delta t = t_{20} - t_{1,8}$ ) в летние месяцы (июнь–август) может достигать более

6 °С (2...6 % случаев). В основном разность температуры воздуха на высотах 20,0 и 1,8 м не превышает 4 °С. В весенне-осенние месяцы (май, сентябрь, октябрь), как правило, воздух в верхней трети крон на 0,1...2,0 °С (82...96 %) теплее, чем под пологом, редко – на 4...6 °С (до 3 % случаев в месяц). Отрицательный температурный градиент ( $\Delta t = -(t_{20} - t_{1,8})$ ), когда приземный воздух теплее воздуха в кроновом пространстве, наблюдается в 0...3 % случаев в месяц и не превышает обычно 0,1...0,3 °С. В октябре (предзимний месяц) – это дни при отрицательных температурах воздуха.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.А.* Световой режим леса. Л., 1975. 225 с.
2. Биопродукционный процесс в лесных экосистемах Севера / Отв. ред. К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2001. 278 с.
3. *Бобкова К.С., Богданова Т.Л.* Сезонная динамика роста корней сосны и ели // Экология роста и развития сосны и ели на северо-востоке европейской части СССР: Тр. Коми фил. АН СССР. Сыктывкар, 1979. № 44. С. 46–53.
4. *Бобкова К.С., Патов А.И.* Сезонная динамика роста побегов и корней // Эколого-биологические основы повышения продуктивности таежных лесов Европейского Севера. Л.: Наука, 1981. С. 93–102.
5. *Веретенников А.В.* Физиология растений Воронеж: Изд-во ВГЛТА, 2002. 272 с.
6. *Выхристюк М.М.* Фитоклимат прибрежных лесов северного Байкала. Новосибирск: Наука, 1980. 216 с.
7. *Галенко Э.П., Бобкова К.С., Швецов С.П.* Температурный режим почвы чернично-сфагнового ельника средней тайги // Лесн. журн. 2008. № 3. С. 19–28. (Изв. высш. учеб. заведений).
8. *Галенко Э.П.* Радиационный режим в заболоченном старовозрастном ельнике подзоны средней тайги // Лесоведение. 2010. № 5. С. 20–30.
9. *Галенко Э.П.* Фитоклимат и энергетические факторы продуктивности хвойного леса Европейского Севера. Л.: Наука, 1983. 129 с.
10. *Елагин И.Н.* Сезонное развитие сосновых лесов. Новосибирск: Наука, 1976. 230 с.
11. *Золотокрылин А.Н.* Радиационно-тепловой режим как фактор продуктивности еловых и сосновых насаждений в подзоне смешанных лесов: автореф. дисс. ... канд геогр. наук. М., 1975. 37 с.
12. *Кищенко И.Т.* Сезонный рост побегов и хвои сосны в разных частях кроны // Лесоведение. 1983. № 3. С. 27–32.
13. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции / Отв. ред. К.С. Бобкова, Э.П. Галенко. СПб.: Наука, 2006. 337 с.
14. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высш. шк., 1980. 293 с.
15. *Молчанов А.А.* Лес и климат. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 279 с.
16. *Молчанов А.А.* Рост и плодоношение древесных пород в связи с метеорологическими условиями // Тр. лаб. лесоведения. Т. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 5–50.
17. *Протопопов В.В.* Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск: Наука, 1975. 328 с.
18. *Радченко С.И.* Температура и растение. Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1967. 143 с.

19. Смирнов В.В. Сезонный рост главных пород деревьев. М., 1964. 167 с.
20. Справочник по климату СССР. Вып. I, ч. II. Температура воздуха и почвы. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 340 с.
21. Туманов И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений. М.: Наука, 1979. 352 с.
22. Цветков В.Ф. Этюды экологии леса: моногр. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2009. 354 с.
23. Эколого-биологические основы повышения продуктивности таежных лесов Европейского Севера /Отв. ред. А.В. Веретенников. Л.: Наука, 1981. 232 с.
24. Эколого-физиологические основы продукционного процесса хвойных фитоценозов на Севере / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко, В.В. Тужилкина, С.Н. Сенькина // Сер. препр.: Науч. докл. Коми НЦ УрО АН СССР. Сыктывкар, 1989. Вып. 213. 28 с.

Поступила 30.07.10

***E.P. Galenko***

Institute of Biology, Komi Scientific Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

#### **Thermal Regime of Old Spruce Forests in Middle Taiga**

The article provides characteristics of the thermal regime of bilberry-sphagnum spruce coenosis located in the middle taiga subzone. The effect of air temperature on the life of plants was studied. Diurnal and seasonal temperature ranges were considered. The diurnal thermal regime dynamics of coniferous phytocoenosis depending on the weather type is presented. Duration of vegetation and active plant growth periods for the years of research was estimated.

*Key words:* taiga, spruce forest, thermal regime.

---