Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии.
2026. – Т. 35. – № 2. – С. 72-76.

УДК 551.584.2:58.055(470.57) **DOI: 10.24412/2073-1035-2026-35-2-72-76**

НЕКОТОРЫЕ ПАРАМЕТРЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА НА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛОЩАДКАХ В ЮЖНО-УРАЛЬСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

© 2026 Ю.П. Горичев, О.В. Юсупова

Южно-Уральский государственный природный заповедник,
д. Реветь, Белорецкий район, Республика Башкортостан (Россия)

Поступила 22.06.2026

Аннотация. Представлены результаты микроклиматических наблюдений, проведенных в 2024-2025 гг. в Южно-Уральском заповеднике с использование автономных температурных датчиков. Рассчитаны некоторые показатели температурного режима на фенологических площадках.
Ключевые слова: фенологическая площадка, микроклимат, Южно-Уральский заповедник

Наблюдения за сезонным развитием растений и растительных сообществ в Южно-Уральском заповеднике осуществляются на фенологическом маршруте. Маршрут проходит по западному склону хребта Малый Ямантау, включает 5 фенологических площадок (фп), расположенных на разных высотных отметках (рис. 1). Перепад высот составляет 642 м, протяженность маршрута 7 км.

Феноплощадки расположены в следующих растительных сообществах: № 1 – в пойме реки Реветь (296 м над ур. м.), на зарастающей сенокосной поляне в окружении сероольшаника с единичными деревьями пихты сибирской, ели сибирской, березы повислой и осины; № 2 – на вершине увала (508 м над ур. м.), в широколиственном лесу с участием дуба черешчатого, липы сердцелистной и клена остролистного; № 3 – в средней части западного склона (562 м над ур. м.), в широколиственно-темнохвойном насаждении с участием липы сердцелистной, дуба черешчатого, пихты сибирской, осины; № 4 – в верхней части западного склона (774 м над ур. м.), на зарастающей сенокосной поляне с редколесьем из рябины сибирской и с локальными лесными массивами с участием темнохвойных пород, а также березы и сосны; № 5 – на вершине хребта (938 м над ур. м.), в субальпийском березовом редколесье с редкими деревьями пихты сибирской и ели сибирской.

Горный рельеф и значительный перепад высот определяют микроклиматические различия феноплощадок. На это косвенно указывают данные фенологических наблюдений, регистрирующие разницу в сроках наступления фенофаз у растений на феноплощадках (Юсупова, 2015; Барлыбаева, 2026). На склонах хребта визуально прослеживается высотная дифференциация растительных сообществ (Gorichev, 2020).

С января 2024 г. на всех площадках фенологического маршрута начали проводиться наблюдения за температурным режимом с использованием автономных регистраторов температуры. Цель исследований – выявление микроклиматических различий феноплощадок, установление пределов варьирования термических показателей и термических границ феноклиматических сезонов. Известно, что существует тесная коррелятивная связь между фенологическими явлениями и климатическими показателями (Буторина, Крутовская, 1958; Шнелле, 1961; Буторина, 1979; Шульц, 1981). Наиболее тесная связь между сезонной динамикой растительности и термическим режимом проявляется весной (Шульц, 1981). Установлено, что ход сезонных изменений в фитоценозах во многом обусловлен ходом термических показателей, в числе которых: средние и экстремальные значения температуры воздуха, суммы температур за определенные периоды, длительность вегетационного периода, характер сезонной динамики термического режима (Шульц, 1981). Сезонные процессы протекают тем быстрее, чем выше температура, т.е. повышение температуры ускоряет сезонное развитие растений, а понижение – замедляет наступление фенологических фаз (Шнелле, 1961). Установлена прямо пропорциональная связь скорости сезонного развития растений со скоростью нарастания температур.

Горичев Юрий Петрович, канд. биол. наук, зам. директора по науке, yura.gorichev.55@mail.ru; *Юсупова Оксана Васлямовна*, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., yusupova_ov@mail.ru



Рис. 1. Месторасположение фенологических площадок.
Fig. 1. Location of phenological sites.

Микроклиматические наблюдения на феноплощадках осуществляются с помощью автономных регистраторов температуры – логгеров. Используется комплекс регистраторов температуры TRKO-1G СЦТР.467569.002-01 (регистратор TR-1G, датчики DS1921G-F5). Термографы в водонепроницаемых пластиковых коробках прикреплены к стволам деревьев с северной стороны на высоте 2 м от земной поверхности. Регистрация температуры воздуха производится 8 раз в сутки синхронно с измерениями на метеостанциях Росгидромета. Корректность использования логгеров для микроклиматических наблюдений подтверждена специальными исследованиями (Василенко, Воропай, 2022).

На основе полученных первичных данных рассчитаны среднемесячные температуры воздуха и разница температурных показателей для трех феноплощадок (фп1, фп3, фп4). Также рассчитаны суммы положительных температур за три месяца (апрель-июнь) вегетационного периода. К сожалению, на двух других феноплощадках (фп2 и фп5) датчики выходили из строя, в связи с чем получены неполные ряды наблюдений.

Сравнительный анализ хода среднемесячных температур воздуха показал их синхронный ход на феноплощадках, но при определенной разнице температурных показателей. Разница между крайними значениями среднемесячных температур на феноплощадках в 2024 г варьировала от 0,3°С в июне до 3,4°С в феврале, а в 2025 г. – от 0,7°С в июне и июле до 3,6°С в феврале (табл. 1). Более всего среднемесячные температуры различались в зимние (декабрь, январь, февраль) и осенние (сентябрь, октябрь) месяцы, менее всего – в мае, июне и июле.

Таблица 1 / Table 1

Среднемесячные температуры воздуха и разница температур (°С) на феноплощадках в 2024 и 2025 гг.
Average monthly air temperatures and temperature difference (°C) at phenotyping sites in 2024 and 2025.

Месяцы	2024 г.					2025 г.				
	фп1	фп3	фп4	Разница температур		фп1	фп3	фп4	Разница температур	
				фп1-фп3	фп1-фп4				фп1-фп3	фп1-фп4
I	–13,1	–10,4	–11,3	–2,7	–1,8	–7,1	–6,8	–8,4	–0,3	1,3
II	–13,6	–10,2	–10,6	–3,4	–3	–11,0	–7,6	–7,4	–3,4	–3,6
III	–3,9	–2,0	–2,6	–1,9	–1,3	–1,5	0,6	0,3	–2,1	–1,8
IV	9,1	10,8	9,9	–1,7	– 0,8	7,4	8,6	8,1	–1,2	–0,7
Y	8,5	8,3	7,8	0,2	0,7	13,0	13,7	14,2	–0,7	–1,2
VI	17,5	17,3	17,6	0,2	–0,1	16,1	16,1	16,8	0	–0,7
VII	17,9	17,5	17,1	0,4	0,8	16,5	16,3	17,0	0,2	–0,5
VIII	14,0	13,6	12,5	0,4	1,5	15,5	15,6	14,6	–0,1	0,9
IX	9,0	11,8	11	–2,8	–2,0	10,0	10,9	9,7	–0,9	0,3
X	1,4	4,3	3,6	–2,9	–2,2	3,9	5,1	4,0	–1,2	–0,1
XI	–3,9	–2,8	–4,1	–1,1	0,2	–0,1	–0,2	–1,9	0,1	1,8
XII	–7,6	–7,3	–8,9	–0,3	1,3	–8,9	–9,1	–11,0	0,2	2,1
Год	2,94	4,2	3,5	–1,3	–0,6	4,48	5,27	4,7	–0,8	–0,2

В целом температурный фон на фенопло-щадках № 3 и № 4 был выше, чем на фенопло-щадке № 1, среднегодовая температура воз-духа была выше в 2024 г. соответственно на 1,3 и 0,6°С, а в 2025 г. – на 0,8 и 0,2°С. Более всего различались температурные показатели на фенопощадках № 1 и № 3. На протяжении 5 месяцев (май–сентябрь) вегетационного пе-риода наиболее низкие значения среднемесяч-ной температуры наблюдались на фенопло-щадке № 5 (рис. 2).

Феноплощадка № 1 отличается наиболее низ-кими значениями абсолютного минимума тем-пературы и среднемесячной температуры самого холодного месяца, наименьшей суммой темпера-тур за вегетационный период, наименьшей про-должительностью вегетационного и безморозно-го периодов (табл. 2).

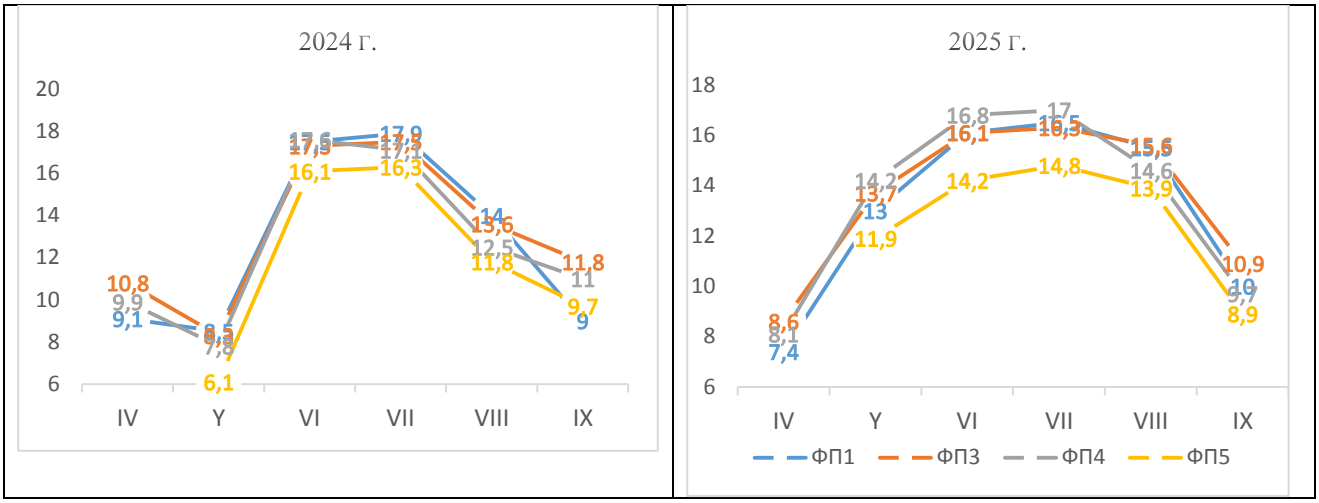


Рис. 2. Ход среднемесячной температуры воздуха на феноплощадках в апреле–сентябре 2024-2025 гг.
Fig. 2. Trend of average monthly air temperature at phenological sites from April to September 2024-2025.

Таблица 2 / Table 2

Некоторые показатели температурного режи-ма на феноплощадках в 2024-2025 гг.

Selected temperature indicators at phenological sites in 2024-2025

Фено-площадки	Показатели						
	T_{min}	t_{min}	t_{max}	T	$P_{вег}$	S	$P_{б/м}$
2024 г.							
№ 4	–25	–11,3	17,6	3,5	157	1902,4	119
№ 3	–27	–10,3	17,5	4,2	157	1962,3	131
№ 1	–34	–13,6	17,9	2,9	153	1865,0	112
2025 г.							
№ 4	–25	–8,4	17,0	4,7	159	2351,1	150
№ 3	–24	–7,6	16,3	5,3	159	2347,0	153
№ 1	–30,5	–11,0	16,5	4,5	145	2151,7	109

Примечание. T_{min} – абсолютный минимум темпе-ратуры, °С; t_{min} – среднемесячная температура самого холодного месяца, °С; t_{max} – среднемесячная темпера-тура самого теплого месяца, °С; T – средняя годовая температура воздуха, °С; $P_{вег}$ – продолжительность вегетационного периода, дни; S – сумма температур за вегетационный период, °С; $P_{б/м}$ – продолжитель-ность безморозного периода, дни.

На 3 феноплощадках (фп1, фп3 и фп4) рас-считаны суммы положительных температур воз-духа за период с 1 апреля по 30 июня, с нарас-тающим итогом на последний день пентады (табл. 3). Как видно из табл. 3, накопление тепла (нарастание сумм температур) на феноплощад-ках № 3 и № 4 происходило быстрее, чем на фе-ноплощадке № 1. В 2024 г. на последний день июня наибольшая сумма температур отмечена на феноплощадке № 3, она была выше, чем на фе-ноплощадках № 1 и № 4, соответственно на 54,6°С и 29,8°С. В 2025 г. наибольшая сумма температур отмечена на феноплощадке № 4; она была выше, чем на феноплощадках № 1 и № 3, соответственно на 64,0°С и 22,6°С. Эти температурные показатели согласуются с фенологическими наблюдениями, согласно которым сро-ки наступления фенофаз у ряда видов на фено-площадках № 3 и № 4 более ранние, чем на фено-площадке № 1 (Юсупова, 2015; Барлыбаева, 2026).

Сравнительный анализ данных показал разли-чия в сроках наступления фенологических сезо-нов и субсезонов на феноплощадках. В качестве индикаторов границ сезонов и субсезонов ис-пользуются термические критерии (Буторина, 1979). В заповеднике приняты следующие тем-пературные рубежи: снежная весна – переход максимальной температуры воздуха выше 0°С; пестрая весна – переход среднесуточной тем-пературы выше 0°С; зеленая весна – переход среднесуточной температуры выше 10°С; лето – переход минимальной температуры вы-ше 10°С; золотая осень – переход минимальной температуры ниже 10°С; глубокая осень – пере-ход среднесуточной температуры ниже 0°С.

Таблица 3 / Table 3

Суммы положительных температур воздуха (°С) с нарастающим итогом на последний день пентады на феноплощадках за период с 1 апреля по 30 июня в 2024 и 2025 гг.

Cumulative sums of positive air temperatures (°C) at the end of the pentad at phenological sites for the period from April 1 to June 30 in 2024 and 2025

Месяц	Пентада	2024 г.			2025 г.		
		фп-1	фп3	фп-4	фп-1	фп3	фп-4
Апрель	1-5	18,8	36,6	33,4	19,0	34,1	29,4
	6-10	41,9	62,7	52,0	56,9	78,2	67,3
	11-15	68,8	97,2	78,6	71,9	95,1	80,1
	16-20	137,1	178,6	157,3	127,5	150,7	134,0
	21-25	196,9	260,5	237,7	193,3	224,8	210,2
	26-30	258,5	323,9	297,1	223,2	257,5	244,3
Май	1-5	281,7	342,7	308,6	281,3	317,9	298,8
	6-10	312,3	370,1	329,8	342,5	381,9	359,0
	11-15	345,3	398,6	357,2	422,4	446,8	423,0
	16-20	393,5	447,5	410,3	484,7	511,6	489,9
	21-25	447,4	505,7	469,7	539,6	568,0	551,0
	26-31	520,5	580,5	542,2	641,0	681,9	685,3
Июнь	1-5	611,8	675,4	636,9	716,9	755,7	758,7
	6-10	698,2	759,8	720,8	802,5	850,0	866,5
	11-15	803,0	870,3	845,1	902,6	954,9	976,0
	16-20	904,8	972,2	949,4	976,4	1023,8	1042,5
	21-25	986,4	1047,6	1021,3	1046,0	1089,7	1110,2
	26-30	1045,8	1100,4	1070,6	1124,3	1165,7	1188,3

В 2024 г. на феноплощадках более всего различались даты начала зимы (25 дней), менее всего – даты начала лета (1 день), более всего различалась продолжительность субсезона «глубокая осень» (25 дней), менее всего – продолжительность зимнего сезона (2 дня) (табл. 4). В 2025 г. разница в сроках наступления фенологических сезонов и субсезонов на феноплощадках составила от 1 дня (начало субсезона «зеленая весна») до 7 дней (начало субсезона «снежная весна»), а разница в продолжительности сезонов составила от 2 дней («глубокая осень») до 7 дней («снежная весна»).

Таблица 4 / Table 4

Даты начала и продолжительность сезонов и субсезонов на феноплощадках в 2024-2025 гг.

Start dates and durations of seasons and sub-seasons at phenological sites in 2024-2025

Год	Субсезон, сезон	фп-1		фп-3		фп-4	
		Дата начала	Продолжительность, дней	Дата начала	Продолжительность, дней	Дата начала	Продолжительность, дней
2024	Снежная весна	29.02	25	27.02	19	26.02	20
	Пестрая весна	25.03	24	17.03	31	17.03	31
	Зеленая весна	18.04	44	17.04	42	17.04	42
	Лето (перволетье)	30.05	85	29.05	94	29.05	84
	Золотая осень	23.08	49	31.08	41	21.08	51
	Глубокая осень	11.10	44	11.10	48	11.10	23
	Зима (первозимье)	24.11	101	28.11	93	03.11	116
2025	Снежная весна	05.03	7	01.03	10	27.02	14
	Пестрая весна	12.03	37	11.03	39	13.03	37
	Зеленая весна	18.04	44	19.04	38	19.04	38
	Лето (перволетье)	1.06	97	27.05	103	27.05	102
	Золотая осень	06.09	56	07.09	55	06.09	54
	Глубокая осень	01.11	32	01.11	30	30.10	32
	Зима (первозимье)	03.12	–	01.12	–	01.12	–

Сравнительный анализ динамики среднесуточной температуры воздуха на 4 феноплощадках в период субсезона «зеленая весна» (когда наблюдается цветение большинства видов растений) показал следующее. В 2024 г. в течение данного субсезона среднесуточные температуры различались на 0,9-4,7°С, в 2025 г. – на 1,6-4,5°С. Наиболее низкие температурные показатели наблюдались

на феноплощадке № 5. На этой феноплощадке 36 дней в 2024 г. и 18 дней в 2025 г. отмечались наиболее низкие среднесуточные температуры, сумма температур на феноплощадке за субсезон в 2024 г. составила 273,9°С, в 2025 г. – 365,2°С. Наиболее высокие температурные показатели отмечены в 2024 г. на феноплощадке № 1, а в 2025 г. – на феноплощадке № 4. Сумма температур воздуха в 2024 г. на феноплощадке № 1 составила 364,2°С, а в 2025 г. на феноплощадке № 4 – 436,3°С.

Сравнительный анализ данных пар феноплощадок (фп1-фп3 и фп1-фп4), расположенных на разных высотах, показал наличие вертикального градиента температуры. При этом наблюдается положительный градиент температуры, т.е. инверсия температуры на этих высотных отрезках. В 2024 г. на высотном отрезке фп1-фп3 (перепад высот 266 м) инверсия температуры отмечалась 230 дней. Наиболее часто инверсия температуры наблюдалась в феврале (62,1%), сентябре (56,7%) и октябре (55,2%), наименее часто – в июле (16,9%), августе (12,5%) и декабре (18,5%).

Заключение

В результате проведенных исследований установлены некоторые параметры температурного режима на феноплощадках. В дальнейшем предполагается использовать полученные данные для установления корелляционной зависимости между сезонными процессами и термическим режимом воздуха. Рассчитанные корелляционные зависимости могут быть использованы для расчета приближенных сроков прохождения соответствующих фенологических фаз растениями.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список русскоязычной литературы

Барлыбаева М.Ш. Фенологические характеристики некоторых ранневесенних видов на территории Южно-Уральского заповедника // Климат и фенология: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2026. С. 35-38.

Буторина Т.Н. Биоклиматическое районирование Красноярского края. Новосибирск: Наука, 1979. 231 с.

Буторина Т.Н., Крутовская Е.А. Корреляция некоторых феноиндикаторов с температурой // Тр. гос. запов. «Столбы». Вып. 2. Красноярск, 1958. С. 10-32.

Василенко О.В., Воропай Н.Н. Автоматический мониторинг температуры и влажности воздуха в горно-котловинных ландшафтах Прибайкалья // Геогр. и прир. ресурсы. 2022. Т. 43. № 4. С. 59-69.

Шнелле Ф. Фенология растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1961. 260 с.

Шульц Г.Э. Общая фенология. Наука: Ленингр. отд-ние, 1981. 188 с.

Юсупова О.В. О сроках цветения некоторых древесных и кустарниковых видов в Южно-Уральском заповеднике // Современное состояние фенологии и перспективы ее развития: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Т. 2. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2015. С. 108-114.

Общий список литературы / Reference List

Barlybaeva M.Sh. Phenological characteristics of some early spring species within the territory of the South Ural Nature Reserve // Climate and phenology: Matls All-Rus. sci.-pract. conf. Ekaterinburg: Ural SPU, 2026. P. 35-38. (In Russ.).

Butorina T.N. Bioclimatic zoning of Krasnoyarsk Krai. Novosibirsk: Nauka, 1979. 231 p. (In Russ.).

Butorina T.N., Krutovskaya E.A. Correlation of certain pheno-indicators with temperature // Proc. Stolby State Nature Reserve. Iss. 2. Krasnoyarsk, 1958. P. 10-32. (In Russ.).

Vasilenko O.V., Voropay N.N. Automated monitoring of air temperature and humidity in the mountain-basin landscapes of the Baikal region // Geogr. Nat. Resour. 2022. Vol. 43, No. 4. P. 59-69. (In Russ.).

Schnelle F. Plant phenology. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1961. 260 p. (In Russ.).

Shults G.E. General Phenology. Leningrad: Nauka, 1981. 188 p. (In Russ.).

Yusupova O.V. Flowering times of certain tree and shrub species in the South Ural Nature Reserve // Current state of phenology and prospects for its development: Proc. internat. sci.-pract. conf. Vol. 2. Yekaterinburg: Ural SPU, 2015. P. 108-114. (In Russ.).

Gorichev Yu.P. Manifestation of altitudinal differentiation of climatopes and phytocoenoses on the slopes of the Maly Yamantau Ridge (South Ural Nature Reserve, Russia) // IOP Conf. Ser.: Earth and Environ. Sci.: 4th conf. on actual problems of specially protected natural areas, Tolyatti, Sept. 17-18th, 2020. Vol. 607, No. 1. Tolyatti: IOP Publ., 2020. P. 012004.

SOME PARAMETERS OF THE TEMPERATURE REGIME AT PHENOLOGICAL SITES IN THE SOUTH URAL NATURE RESERVE

© 2026 Yu.P. Gorichev, O.V. Yusupova

South Ural State Nature Reserve, Revet village, Beloretsky District, Republic of Bashkortostan (Russia)

Abstract. The results of microclimatic observations carried out in 2024-2025 in the South Ural Nature Reserve using autonomous temperature sensors are presented. Several temperature regime indicators for phenological plots have been calculated.

***Keywords*:** phenological site, microclimate, South Ural Nature Reserve