

УДК 631.43

Летняя динамика температуры в горных почвах заповедника "Пасвик"

И.В. Зенкова

Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН

Аннотация. Исследована летняя динамика температуры в почвах горной системы природного заповедника "Пасвик", расположенного на северо-западе Мурманской области. С помощью автоматических регистраторов – термохроноров получены сравнительные данные по динамике температуры в подстилках таёжного и лесотундрового горно-растительных поясов на склонах встречной экспозиции: юго-восточном склоне горы Калкюпя и северо-западном склоне горы Кораблекк. Прослежена корреляция летней динамики температуры подстилок и атмосферного воздуха. Определена сумма положительных и активных температур в подстилках за два наиболее тёплых месяца вегетационного сезона – июль и август. Выявлена внутрисуточная динамика температуры горно-лесных подстилок в условиях полярного дня. Установлено достоверное влияние факторов высотной поясности и экспозиции горных склонов на различие температурного режима подстилок. Показаны различия суточной и летней динамики температуры в подстилках горных почв заповедника "Пасвик" и зональных лесных подзолов Мурманской области.

Abstract. Summer temperature dynamics in upper organogenic horizons of mountain soils of trilateral "Pasvik" reserve situated in the north-west of the Murmansk region have been studied. Using the automatic registers (loggers) there have been received comparative data on daily and seasonal dynamics of soil temperature between the taiga and forest-tundra mountain vegetative belts on the slopes of counter exposition: on the south-east slope of the Kalkupya mountain and the north-western slope of the Korablekk mountain. Significant influence of high-altitudinal zonality and slopes orientation on differences of the temperature regime in the mountain soils has been revealed. The sum of positive and active soils temperatures for the two warmest months of the vegetation season (July and August) has been determined. The daily dynamics of soils temperature has been described in the conditions of northern summer polar day. The correlation between the temperature dynamics of soil and air has been recognized.

Ключевые слова: заповедник "Пасвик", горные экосистемы, высотная поясность, экспозиция склонов, температура подстилок
Key words: "Pasvik" reserve, mountain ecosystems, altitudinal zonality, slopes exposition, soil temperature

1. Введение

Природный заповедник "Пасвик" организован в 1992 г. на пограничной территории России, Норвегии и Финляндии с целью изучения и охраны самых северных в Европе коренных сосновых лесов и обширных водно-болотных угодий с богатой орнитофауной (*Особо охраняемые...*, 2003). Горная система заповедника расположена в подзоне северной тайги на границе с лесотундрой и является самой северо-западной в Мурманской области (69° с.ш., 29° в.д.). Горы, обработанные ледником голоцена, имеют сглаженные вершины небольшой высоты (до 350-380 м при средней высоте равнинной части заповедника 50 м над ур. м.) и характеризуются простой структурой высотной поясности: горно-таёжный пояс редкостойных сосновых лесов сменяется лесотундровым поясом берёзовых криволесий. Вершины гор покрыты воронично-лишайниковой тундровой растительностью.

Климат заповедника субарктический, характеризуется высокой циклонической активностью зимой и антициклонами в летний период, частыми поступлениями холодных арктических масс воздуха, обильным выпадением осадков, неустойчивой погодой. Влияние Нордкапской ветви Северо-Атлантического течения смягчает суровость зимы и обуславливает влажное, прохладное лето. Средняя многолетняя температура воздуха самых холодных месяцев (январь, февраль) составляет -11...-14 °С. Минимальная температура зафиксирована на уровне -46,1 °С, максимальная – на уровне +34,9 °С. Зимой проникновение тёплых воздушных масс из Атлантики вызывает оттепели и суточные перепады температуры до 45 °С. Переход среднесуточных температур воздуха выше 0 °С отмечается в конце апреля. Снег полностью сходит к середине мая, однако снегопад возможен и в конце мая, а заморозки на почве – и в начале июня. За летний период выпадает до 70 % среднегодовой суммы осадков, составляющей около 520 мм. Первый снег отмечается в конце сентября; снежный покров устанавливается в октябре и сохраняется 180-200 дней. Безморозный период длится около 100 дней при

варьировании по годам от 62 до 148 дней. Годовая сумма положительных температур воздуха достигает 1300-1500 °С (Макарова и др., 2001; Поликарпова, 2006; Макарова, Поликарпова, 2012).

Специфические природные условия определяют разнообразие ландшафтов и пестроту почвенного покрова в заповеднике (Поликарпова, 2006; Поликарпова, Раковская, 2011). Около 52 % территории покрыто лесной растительностью, на долю болот приходится 23 %, акватория реки Паз занимает 20 %, горные тундры составляют 4-5 % (Мошиников, Крутов, 2012). Под лесными массивами сформированы Al-Fe-гумусовые подзолы. На равнине и горных склонах под сосняками лишайниковыми и зелёномошно-лишайниковыми преобладают подзолы иллювиально-железистые со слабогумифицированной лесной подстилкой, кислой реакцией почвенного раствора, малой мощностью минерального профиля до 25-30 см. На слабо дренированных участках равнин и пологих склонах возвышенностей под сосняками кустарничковыми и зелёномошными образованы подзолы иллювиально-железисто-гумусовые с более мощным профилем. Из-за сильной заболоченности на территории заповедника широко представлены торфяно-болотные почвы. На плоских вершинах гор в тундровом поясе сформировались подбуры оподзоленные с оторфованной подстилкой мощностью до 12 см. Минеральный профиль подбуров отличается тиксотропностью, вызванной его переувлажнением. Встречаются криогенные пятна – "медальоны" диаметром до 0,5 м, лишённые растительности (Исследование состояния..., 2010). Влияние Гольфстрима определяет отсутствие вечной мерзлоты на широте Мурманской области. Почвы региона относятся к длительно сезонно промерзающим с периодом отрицательных температур до 7,5-8,5 месяцев и глубиной промерзания 15-30 см в торфяно-болотных почвах и 50-100 см в подзолах (Димо, 1972; Семко, 1982).

В рамках проекта по изучению почвенной фауны горных систем Кольского Заполярья¹ нами проанализирован ряд показателей почвенного покрова на склонах гор заповедника "Пасвик", в частности: температура, влажность, кислотность и зольность горно-лесных подстилок. Логично было предположить, что различия этих показателей, связанные с высотной поясностью растительного покрова и экспозицией склонов, будут определять различия в разнообразии и обилии почвенной фауны. В предлагаемой работе рассмотрено влияние факторов высотной поясности и экспозиции склонов на температурный режим горно-лесных подстилок. Полученные результаты являются новыми для исследуемого района.

2. Объекты исследования

Работы выполнены на встречных склонах двух гор, протянувшихся параллельно друг другу в направлении тектонических разломов и движения ледника: юго-восточном (ЮВ) склоне заповедной горы Калкупя и северо-западном (СЗ) склоне самой высокой горы на околзаповедной территории – Кораблекк (рис. 1). Крутизна склонов составила 30-35°, расстояние между горами у подножья – 5 км.

Эдификатором горно-таёжного пояса обеих гор является лапландская форма сосны обыкновенной или сосна Фриза *Pinus sylvestris lapponica* (Fries ex C. Hartm.) Holmb. (*P. friesiana* Wichura). Берёзовые криволесья образованы берёзой извилистой *Betula tortuosa* Ledeb. На СЗ склоне горы Кораблекк произрастают низкоплотные сосняки кустарничково-лишайниковые возрастом до 300 лет, не отмеченные следами рубок и заготовки древесины (Мошиников, Крутов, 2012). В напочвенном покрове преобладают кустарнички вороники, черники, брусники, голубики, лишайники родов *Cladonia*, *Cetraria*, *Stereocaulon*. Выше лежащий пояс представлен узкой полосой сильно разреженного берёзового криволесья с теми же видами кустарничков, а также багульником, морошкой, карликовой берёзкой, мхами родов *Pleurozium*, *Hylocomium*. По профилю ЮВ склона горы Калкупя старовозрастные сосняки кустарничково-зелёномошные сменяются поясом густого берёзового криволесья кустарничково-разнотравного.

Под горными лесами на коренных породах песчаного гранулометрического состава с примесью моренного материала сформированы типичные подзолы иллювиально-гумусово-железистые и иллювиально-железистые с отчётливым подзолистым горизонтом мощностью 7-10 см (Исследование состояния..., 2010). Расположение заповедника в среднем течении обширной озёрно-речной системы реки Паз, избыточное атмосферное увлажнение, недостаток тепла и низкая испаряемость, близкое залегание грунтовых вод и восходящий ток почвенных растворов в течение большей части года приводят к высокому уровню увлажнения органогенных горизонтов горных почв. Влажность подстилок в поясах сосновых редколесий и берёзовых криволесий на ЮВ склоне горы Калкупя составила 200 и 210 % соответственно. Подстилки этих поясов на СЗ склоне горы Кораблекк были более гидроморфными: 390 и 450 % соответственно (Исследование состояния..., 2010; 2011). Подробное описание почв и растительности на склонах гор Калкупя и Кораблекк приведено в "Летописях" заповедника (Летопись природы..., 2001; 2005; 2009).

¹ Проект поддержан грантом РФФИ № 12-04-01538-а и Программой фундаментальных исследований Президиума РАН "Живая природа: современное состояние и проблемы развития".



Рис. 1. Горная система заповедника "Пасвик" (территория заповедника отмечена штриховкой)

3. Методы исследования

В летний сезон 2012 г. в одноимённых горно-лесных поясах двух гор (таёжном и лесотундровом) на сходных высотах в подстилку на глубину 5 см были заложены отечественные автоматические регистраторы температуры – термохроны серии ТРВ-2 с предельным диапазоном измерений от -25 до $+40$ °С. Термохроны фиксировали температуру в подстилках каждые 2 часа (внутрисуточная динамика) на протяжении 60 суток – с конца июня до конца августа (летняя динамика). По 12 измерениям за каждые сутки были рассчитаны среднесуточные значения температуры подстилок. Динамика температуры атмосферного воздуха в период исследования проанализирована по данным метеостанции Янискоски, расположенной в 40 км от горной системы в южной части заповедника ($68^{\circ}58'$ с.ш., $28^{\circ}47'$ в.д.) на высоте 101 м над ур. м. (по данным метеосайта: <http://rp5.ru>). Экспозиция, высота и крутизна горных склонов определены с помощью полевого GPS навигатора серии Garmin eTrex.

Результаты обработаны в программах Excel и Statistica-7. Достоверность различий температурного режима подстилок в разных высотных поясах на склонах разной экспозиции оценена методом дисперсионного анализа, соответствие летней динамики температуры подстилок и воздуха – методом корреляционного анализа.

4. Результаты

На основе показаний термохронов установлены минимальные и максимальные внутрисуточные и среднесуточные значения температуры в подстилках горно-лесных поясов; определена сумма положительных и активных температур за два наиболее тёплых месяца вегетационного сезона; проведено сравнение суточной и двухмесячной динамики температуры в подстилках разных высотных поясов на склонах разной экспозиции (табл. 1).

Таблица 1. Показатели температурного режима лесных подстилок на склонах гор Калкупя и Кораблекк в июле-августе 2012 г., $n_{\text{суток}} = 60$

Показатели	Калкупя-ЮВ, $69^{\circ}14'$ с.ш.		Кораблекк-СЗ, $69^{\circ}18'$ с.ш.	
	С	Бк	С	Бк
Высота над ур. м., м	125	200	130	250
t среднесуточная, °С	9.24 ± 0.17	9.28 ± 0.12	9.27 ± 0.21	8.37 ± 0.18
min-макс по суткам, °С	5.8 – 11.8	6.5 – 11.0	4.7 – 11.9	4.9 – 11.1
Варьирование по суткам, CV %	14.2	10.4	17.4	16.6
t внутрисуточная, °С	min	4.5	4.5	3.6
	max	14.1	11.6	13.1
Внутрисуточное варьирование, CV %	3.4 – 24.3	2.0 – 9.0	3.2 – 23.5	2.9 – 21.9
Сумма $t > 0$ °С за июль-август, °С	559	563	533	481
Сумма t активных	$\geq +5$ °С	559	563	523
	$\geq +10$ °С	253	206	296
Дата перехода t внутрисуточной через $+10$ °С	2.VII	6.VII	2.VII	13.VII
Число суток с $t \geq +5$ °С	июль	19	22	14
	август	17	17	11
Число суток с $t \geq +10$ °С	июль	12	9	17
	август	12	11	12

Примечание. С – сосняки горно-таёжного пояса, Бк – берёзовые криволесья лесотундрового пояса. Жирным выделены значения, максимальные по поясам.

Выявлена сходная для исследованных горно-лесных поясов летняя динамика температуры подстилок, достоверно коррелирующая с ходом дневной температуры воздуха (рис. 2).

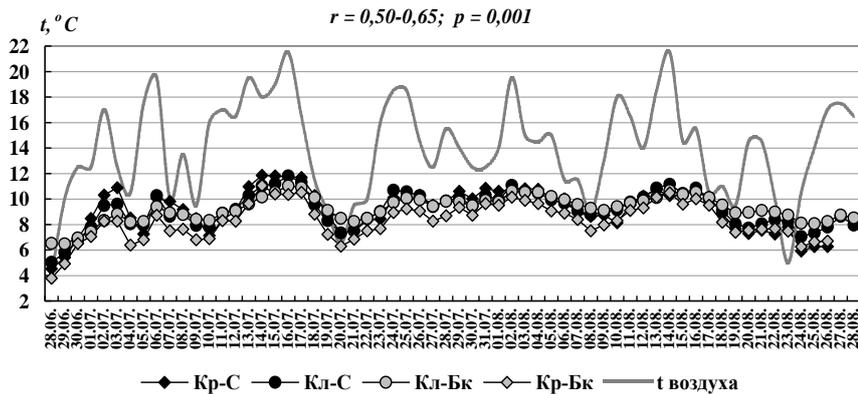


Рис. 2. Динамика среднесуточной температуры подстилок в высотных поясах гор Калкупя (Кл) и Кораблекк (Кр) и дневной температуры воздуха (по данным метеостанции Янискоски) в июле-августе 2012 г. С – сосняки, Бк – берёзовые криволесья

Установлено достоверное влияние факторов высотной поясности и экспозиции горных склонов на различие температурной динамики лесных подстилок. На СЗ склоне горы Кораблекк подстилки горно-таёжного пояса прогревались в летний сезон на 0,4-2,6 °C лучше по сравнению с расположенным выше лесотундровым поясом (рис. 3). В поясе берёзовых криволесий на ЮВ склоне горы Калкупя среднесуточная температура подстилок на протяжении летнего сезона была на 0,1-2,7 °C выше по сравнению с СВ склоном горы Кораблекк (рис. 4). В обоих лесных поясах СЗ склона горы Кораблекк летняя динамика температуры подстилок была более вариабельной за счёт среднесуточных значений ниже +5 °C, не отмеченных в период исследования в пределах ЮВ склона (табл. 1).

Самым тёплым и стабильным по суточной и летней динамике температуры оказался почвенный покров густого берёзового криволесья на ЮВ склоне горы Калкупя, самым холодным и вариабельным – переувлажнённый почвенный покров редкостойного берёзового криволесья на СЗ склоне горы Кораблекк (табл. 1).

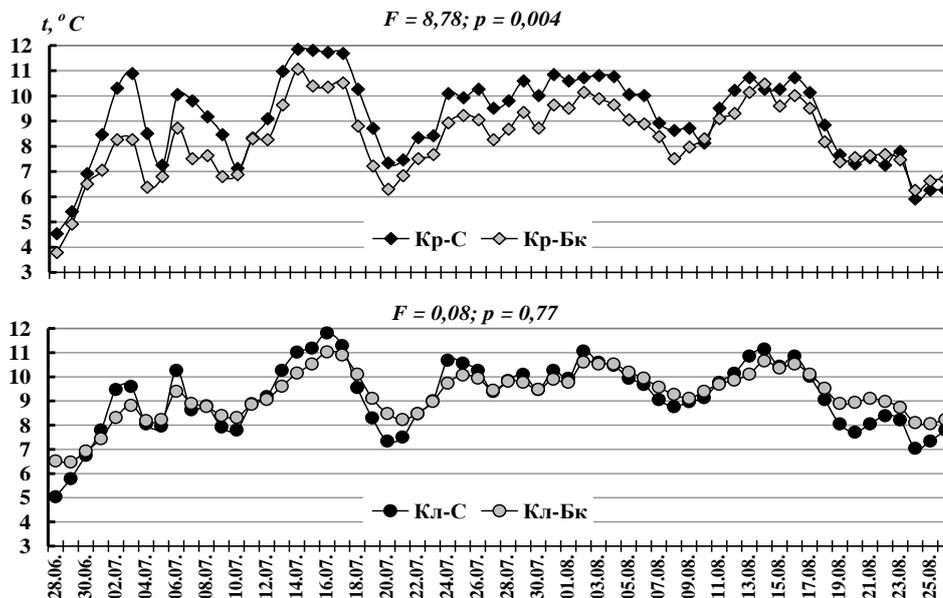


Рис. 3. Сравнение летней динамики среднесуточной температуры подстилок в соседних высотных поясах в пределах склонов гор Калкупя и Кораблекк

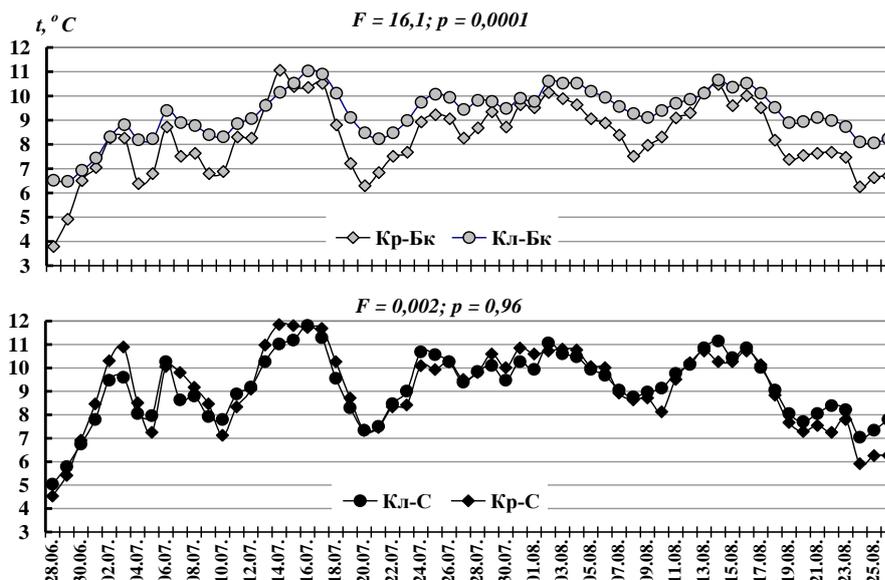


Рис. 4. Сравнение летней динамики среднесуточной температуры в подстилках одноимённых горно-растительных поясов на встречных склонах гор Калкупя и Кораблек

5. Обсуждение

Летняя динамика температуры горно-лесных подстилок и воздуха

На протяжении двух наиболее тёплых месяцев вегетационного сезона – июля и августа при прогреве воздуха в дневные часы до 22 °С внутрисуточная температура горно-лесных подстилок на глубине 5 см не превысила +13...+14 °С. Большую часть сезона температурная разница подстилок и более прогретого воздуха составляла 10-11 °С. Это объясняется протеканием процесса теплообмена между почвой и атмосферным воздухом в летний период по типу инсоляции. О степени летнего прогрева горно-лесных подстилок можно судить по литературным данным для зональных лесных подзолов региона. В центральных районах Мурманской области на широте 67° под пологом сосновых лесов температуры до +15 °С в июне и до +20 °С в июле отмечались только на поверхности почвы. Активные температуры $\geq +10$ °С в тёплые годы проникали в минеральные горизонты до глубины 40-50 см, а в холодные – только в подстилку до глубины 5 см (Семко, 1982). В равнинных сосновых и берёзовых лесах заповедника "Пасвик" на поверхности почвы были зафиксированы сходные температуры: до +15,4 °С в начале июня и до +21 °С в начале июля (Мерциев, 2011).

Среднесуточная температура горно-лесных подстилок изменялась в диапазоне от +4...+6 до +11...+12 °С, её динамика в исследованных поясах была сходной: минимальные значения зафиксированы в основном в конце июня – первой декаде июля и в третьей декаде августа, максимальные – во второй декаде июля (рис. 2-4). Полученные данные соответствуют средним многолетним изменениям температуры воздуха на широте заповедника "Пасвик" и делению вегетационного сезона на следующие фенологические периоды: "перволетье" (вторая половина июня), "полное лето" (с конца июня до второй декады июля), "спад лета" (до конца июля) и "первоосень" (со второй недели до конца августа). Самым тёплым месяцем является июль со среднемноголетней температурой воздуха +13...+14 °С (в отдельные годы до +17 °С); первые осенние заморозки на почве при температуре воздуха $-1...-6$ °С наступают с 28-31 августа (Макарова, Поликарпова, 2012).

Несмотря на удаление метеостанции Янискоски от горной системы заповедника на расстояние около 40 км, корреляция температурной динамики атмосферного воздуха (данные метеостанции) и горно-лесных подстилок оказалась достоверной для всех исследованных поясов при высоком уровне значимости: коэффициент корреляции r составил 0,50-0,65; $t_{Si} = 4,40-6,48$ при $p = 0,001$. На понижение величины r повлияла обратная зависимость хода температур в холодные дни (28.VI, 20.VII и 23.VIII), когда горно-лесные подстилки оказывались более тёплыми по сравнению с атмосферным воздухом на 2-3 °С на ЮВ склоне горы Калкупя и на 1-1,5 °С на СЗ склоне горы Кораблек (рис. 2). Вариабельность летней динамики температуры, напротив, была выше для атмосферного воздуха ($CV = 28$ % против 10-17 % в подстилках) в связи со сглаживанием суточных и сезонных колебаний температуры в почвенной среде.

Температурный режим горно-лесных подстилок

Средние за два летних месяца среднесуточные температуры подстилок были сопоставимы в исследованных горных поясах – около +9 °С, однако внутрисуточные минимальные и максимальные значения различались (рис. 5).

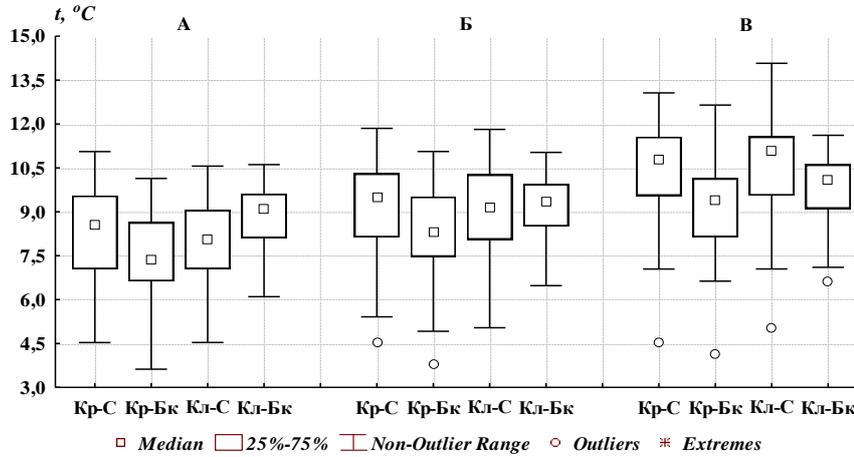


Рис. 5. Минимальные (А), средние (Б) и максимальные (В) внутрисуточные значения температуры в лесных подстилках на склонах гор Калкупия и Кораблекк за июль-август 2012 г., $n_{\text{суток}} = 60$

Самые высокие внутрисуточные и среднесуточные температуры зарегистрированы в подстилках сосняков на склонах обеих гор (рис. 5Б, В). Для них отмечен более ранний переход температур через значение +10 °С (2.VII при t воздуха +17 °С). Сумма активных температур подстилок $\geq +10$ °С и число дней с такой температурой (24-29) за летний период были в сосняках наибольшими (табл. 1, рис. 6, 7). В берёзовых криволесьях прогрев подстилок до значений $\geq +10$ °С наблюдался не более 20 дней за летний сезон, при t воздуха около +20 °С. Число дней с более низкой среднесуточной температурой от +5 до +10 °С в криволесьях было выше: 39-45 дней против 25-36 в горных сосняках.

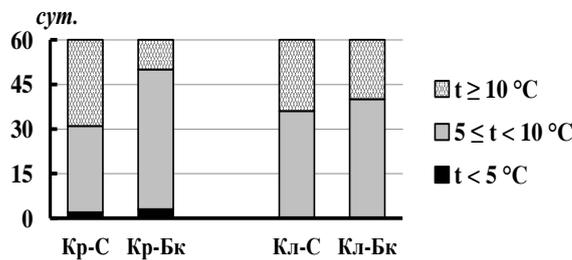


Рис. 6. Число дней со среднесуточной температурой подстилки $< +5$, от +5 до +10 и $\geq +10$ °С в лесных подстилках гор Калкупия и Кораблекк в июле-августе 2012 г.

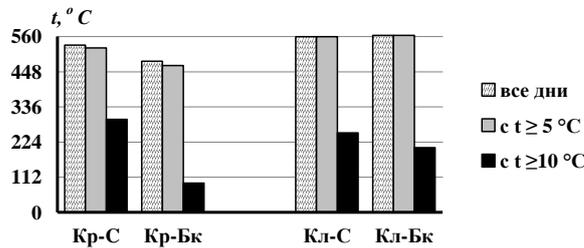


Рис. 7. Сумма положительных и активных температур в лесных подстилках гор Калкупия и Кораблекк за июль-август 2012 г., $n_{\text{суток}} = 60$

Самыми низкими внутрисуточными и среднесуточными температурами отличались гидроморфные подстилки редкостойного берёзового криволесья на СЗ склоне горы Кораблекк (рис. 5А, Б). Число суток с прогревом подстилки $\geq +10$ °С за два летних месяца было здесь наименьшим – 9, как и суммы положительных и активных температур (табл. 1, рис. 6, 7). Слабый прогрев почвенного покрова в лесотундровом поясе этой горы, наряду с его избыточным увлажнением, объясняется розой ветров:

преобладанием в летний период в районе заповедника холодных сырых ветров северного и северо-восточного направлений (*Атлас...*, 1971; по данным сайта ФГУ: <http://pasvik51.ru>).

Густой берёзовый кривоствольный лес с хорошо развитым напочвенным покровом на встречном склоне горы Калкупя оказался самым тёплым из исследованных горно-лесных биоценозов. Несмотря на меньшее по сравнению с горными сосняками число дней со среднесуточной температурой $\geq +10$ °С, в подстилках этого березняка минимальная внутрисуточная температура ни в один из дней не опускалась ниже +6,1 °С (рис. 5А). В итоге сумма положительных температур за июль-август 2012 г. была здесь максимальной: 563 °С (рис. 7). Температурный режим подстилок был наиболее стабильным в суточной и летней динамике. Разница между минимальной и максимальной внутрисуточной температурой ни в один из дней не превысила 2,0 °С.

Остальные горно-лесные пояса характеризовались более широкой суточной и сезонной амплитудой температуры подстилок. Суточная разница минимальных и максимальных значений достигала в подстилках каждого из этих поясов 4,0-5,5 °С. Вариабельность среднесуточной температуры подстилок на протяжении летнего периода была выше в лесных поясах СЗ склона (CV 17-18 %) по сравнению с ЮВ склоном (10-14 %) за счёт значений температуры $< +5$ °С, не зафиксированных с конца июня до конца августа в подстилках горы Калкупя (табл. 1).

Лучшая степень прогрева почвенного покрова на склонах, ориентированных к югу (Ю), а также в биоценозах горно-таёжного пояса по сравнению с лесотундровым, неоднократно отмечена нами в горах Хибинского массива, расположенного в центральной части Мурманской области на широте 67° в подзоне северной тайги (*Зенкова и др.*, 2009; 2011). Известно, что поступление суммарной за летний период солнечной радиации на южные склоны Хибин в 1,5-2 раза выше, чем на северные (*Шмакова и др.*, 2008). В середине сентября 2008 г. в поясе берёзовых криволесий на Ю склоне горы Вудьяврчорр на высоте 390 м над ур. м. температура подстилок составила $8,3 \pm 0,4$ °С (min-max 7,6-8,6 °С, $n = 8$), а на склоне СВ экспозиции на высоте 420 м – лишь $5,3 \pm 0,3$ °С. В конце сентября 2011 г. на Ю склоне горы Поачвумчорр подстилки елового редколесья на высоте 390 м прогревались до 9,5-11,6 °С, а берёзового криволесья на высоте 400 м – только до 9,1-10,1 °С. По результатам учётов, выполненных на СВ склоне горы Рисчорр в 2013 г., среднесуточная температура подстилок елово-сосново-берёзового леса на высоте 300 м над ур. м. за период с середины июля до середины сентября была достоверно выше, чем в поясе березового криволесья на высоте 380 м: $11,3 \pm 0,3$ °С (max 15,7 °С) против $10,6 \pm 0,2$ °С (max 13,8 °С). Сумма положительных температур за 63 учётных дня составила в подстилках этих поясов 713 и 668 °С соответственно. В целом в ходе почвенно-зоологических исследований, проведённых нами в разных частях Хибинского массива в 2008-2013 гг. в периоды с 11-17 июня по 15-20 сентября, температура подстилки $< +5$ °С была зафиксирована только в наиболее высокогорных экосистемах: тундровом поясе горы Ловчорр на высоте 735 м и поясе полярной пустыни на вершине этой горы (1093 м). Очевидно, что горные почвы заповедника "Пасвик", расположенные на меньших высотных отметках, характеризуются более низкотемпературным режимом в летний сезон по сравнению с почвами Хибин, что объясняется более северным положением горной системы заповедника в пределах Мурманской области и климатическими особенностями этого района.

Летняя динамика температуры горно-лесных и зональных почв

Полученные нами данные по температурной динамике горно-лесных почв отличаются от результатов исследования термического режима зональных подзолов в центральных районах Мурманской области (*Семко*, 1982). Многолетние наблюдения показали, что в подстилках зональных сосняков на глубине 5 см летний переход среднесуточной температуры через значение +5 °С происходил во второй декаде июля (в подстилках горно-лесных поясов заповедника зафиксирован термохронами раньше – в конце июня), длительность периода с такой температурой подстилок составляла в разные годы от 86 до 120 дней (в горно-лесных поясах заповедника – максимум 45 дней). Дата перехода температуры подстилок через +10 °С варьировала по годам с 26.VII до 6.VIII (в горных почвах заповедника в зависимости от пояса – со 2 по 13.VII). Число дней с такой температурой достигало 58 в тёплое лето и не превышало 4 дней в холодный вегетационный сезон. Падение температуры подстилок ниже этого значения отмечалось 2-24.VIII. В горных почвах заповедника последний период с устойчивой температурой $\geq +10$ °С зафиксирован 12-17.VIII (совпадает с зональными подзолами) при t воздуха 10-22 °С. Осенний переход к значениям $< +5$ °С характерен для зональных подзолов в середине сентября – первой декаде октября; в заповеднике отмечен нами в конце августа. Можно заключить, что в горах заповедника "Пасвик" весенний прогрев подстилок до активных температур +5 и +10 °С и осенний переход температур ниже этих значений смещён на более ранние сроки по сравнению с зональной северной тайгой. Это соответствует более ранним (примерно на неделю) датам прогрева атмосферного воздуха до среднесуточных температур -5, 0, +5, +10 °С весной и его похолодания осенью на широте заповедника по сравнению с центральными районами области (*Атлас...*, 1971).

Термический режим почв в летний период определяется рядом факторов: влажностью почв, зависящей от количества осадков; степенью затенения, создаваемой растительностью; мощностью лесной подстилки, обладающей теплоизоляционными свойствами; степенью промерзания почв в зимний период. Зональные лесные подзолы характеризуются слабым промерзанием зимой благодаря значительной высоте снежного покрова и слабым прогревом в летний период из-за низкого (42-44°) угла солнцестояния. В зональных сосняках максимальный прогрев почв отмечался в годы, тёплые и влажные по погодным условиям, минимальный – в холодные влажные и умеренно влажные, а также в тёплые и сухие. Независимо от температуры воздуха, лесные подзолы лучше прогревались во влажный летний сезон, чем в сухой в связи с большей теплопроводностью влажной почвы (Семко, 1982). Более ранние сроки прогрева горно-лесных подстилок до активных температур можно объяснить их гидроморфностью и, вероятно, иной степенью промерзания зимой по сравнению с зональными лесными подзолами.

Внутрисуточная динамика температуры горно-лесных подстилок

Летний период на широте региона характеризуется явлением полярного дня, когда круглосуточно солнце не опускается за горизонт. На протяжении июля-августа наиболее существенный прогрев подстилок ежедневно отмечался к концу дня-полуночи (табл. 2).

Таблица 2. Суточная динамика температуры подстилок в исследованных лесных биоценозах гор Калкупя и Кораблекк (время суток, час.)

Гора / пояс		Повышение температуры подстилок	Максимальные значения температуры	Понижение температуры подстилок	Минимальные значения температуры
Калкупя, ЮВ	Бк	12-(14-18)-2	14-(18-22)-2	20-(2-6)-12	(24-10)-12
	С	12-(16-18)-20	14-(16-20)-2	2-(4-6)-8	24-(8-10)-12
Кораблекк, СЗ	Бк	14-(16-18)-2	16-(20-24)-2	(2-6)-10	24-(8-10)-12
	С	16-(18-22)-2	20-(22-24)-2	2-(6-8)-10	24-(10-12)-14

Примечание. Указан диапазон времени суток с соответствующими изменениями температуры подстилок. В скобки заключён преобладающий в летний период диапазон суток с соответствующими изменениями температуры подстилок.

В пределах ЮВ склона подстилки начинали прогреваться раньше (в основном с 14-16 часов против 16-18 часов на СЗ склоне) и достигали максимальной температуры обычно к 16-22 часам против 20-24 часов на СЗ склоне. Понижение температуры подстилок в берёзовых криволесьях чаще приходилось на период с 2 часов ночи до 6 утра, в расположенных ниже по профилю гор сосняках – позднее: с 4 до 8 часов утра. Определённое воздействие на суточную динамику температуры почв в сосняках оказывает близость водоёмов: озера Нилиярви у подножья горы Кораблекк и обширной заболоченной территории у подножья горы Калкупя. Подстилка сосняка на СЗ склоне начинала прогреваться позднее в вечернее часы, дольше сохраняла тепло ночью и медленнее остывала в первой половине дня. Минимальные значения температуры подстилок в горно-лесных поясах обычно наблюдались в 8-10 часов утра.

Сравнение с литературными данными показало, что в летний период горные почвы заповедника "Пасвик" имеют иной характер суточной динамики по сравнению с равнинными аналогами. При энтомологическом исследовании лесных биоценозов в окрестностях метеостанции Янискоски в июне-июле 2006 г. суточные максимумы температуры воздуха отмечались в послеполуденное время – в 12-17 часов, почвы – в 16-19 часов. Температурные минимумы воздуха и почвы приходились на 3-5 часов утра (Мерциев, 2011). Сходная суточная динамика описана для лесных подзолов центральных районов области с максимальными значениями температуры на поверхности почвы в 13-15 часов и минимальными – в 3-5 часов, а в толще подстилки 5-10 см – на 2-3 часа позднее (Семко, 1982). Без учёта различий в суточной динамике температуры горно-лесных подстилок, связанных с высотной поясностью и экспозицией склонов, можно заключить, что в период полярного дня горные почвы медленнее, чем равнинные, достигают максимальных суточных температур, однако дольше сохраняют тепло в ночные и утренние часы.

Отмечены различия и в суточной амплитуде температуры подстилок в горно-лесных и зональных почвах. В центральных районах Мурманской области на широте Хибин в летний период суточная амплитуда температуры в лесных подстилах на глубине 5 см не превышает 1,5-2,5 °С в связи с их незначительным прогревом под пологом леса днём и слабым охлаждением в ночные часы в результате теплоизолирующих свойств. В 5-сантиметровом слое целинных торфяно-болотных почв, которые более интенсивногреваются днём и медленнее охлаждаются ночью, внутрисуточные перепады температуры несколько выше: 1,9-3,6 °С (Семко, 1982). В пределах Хибинского массива

суточная амплитуда летней температуры подстилок может достигать, по нашим наблюдениям, 9 °С. В гидроморфных подстилках большинства горно-лесных поясов заповедника "Пасвик" суточная разница минимальных и максимальных температур составляла 4,0-5,5 °С. Очевидно, что горные почвы, особенно на склонах, обращённых на север, отличаются от зональных почв более контрастным суточным режимом температур.

6. Заключение

Учёт температуры с помощью программируемых терморегистраторов, впервые применённых в заповеднике "Пасвик", позволил, с одной стороны, выявить достоверные различия в суточной и летней динамике температурного режима горно-лесных подстилок в зависимости от факторов высотной поясности и экспозиции горных склонов, что и являлось целью исследования, с другой стороны, обнаружить различия в сроках и степени прогрева горных почв заповедника и равнинных почв лесной зоны Мурманской области.

Гидроморфные подстилки северо-западного склона горы Кораблекк, подверженного действию преобладающих в летний период холодных влажных ветров северного направления, характеризовались более вариабельной суточной и летней динамикой температуры за счёт как более низких, так и более высоких её значений, не характерных для лесных подстилок встречного юго-восточного склона горы Калкупя. Различия гидротермического режима между соседними высотными поясами (таёжным и лесотундровым) на северо-западном склоне были более контрастными по сравнению с юго-восточным склоном. Берёзовые криволесья обеих гор, расположенные выше по склону и в большей степени продуваемые ветрами, отличались от сосновых редколесий меньшими значениями максимальных температур, а между собой – уровнем минимальных температур.

Большую часть летнего сезона температурная динамика горно-лесных подстилок была сопряжена с изменением температуры более прогретого атмосферного воздуха, отличаясь при этом меньшей амплитудой. Положение горной системы заповедника "Пасвик" в северо-западной части Мурманской области с морским субарктическим климатом обусловило более низкотемпературный гидроморфный режим горных почв заповедника в летний сезон по сравнению с почвами высокогорных Хибин, а также иную летнюю и суточную динамику температуры по сравнению с лесными подзолами центральных районов области с более континентальным климатом.

Исследованные особенности температурного режима подстилок на встречных склонах гор Калкупя и Кораблекк, определяемые факторами высотной поясности и экспозиции склонов, будут учтены при анализе различий, выявленных нами в структурно-функциональной организации фауны горных почв заповедника "Пасвик".

Благодарности. Автор выражает признательность администрации Государственного природного заповедника "Пасвик" в лице директора Чижова В.Е. и заместителей директора Поликарповой Н.В. и Дмитренко Г.А. за возможность исследований на заповедной территории и всестороннюю помощь при их проведении.

Литература

- Атлас Мурманской области. М., Главное управление геодезии и картографии при Совете министров СССР, 33 с., 1971.
- Димо В.Н. Тепловой режим почв СССР. М., Колос, 360 с., 1972.
- Зенкова И.В., Пожарская В.В., Похилько А.А. Материалы к почвенной фауне Хибинского горного массива на примере горы Вудъяврчорр. *Вестник МГТУ*, т. 12, № 3, с. 516-524, 2009.
- Зенкова И.В., Пожарская В.В., Похилько А.А. Высотное распределение почвенной фауны Хибин. *Почвоведение*, № 9, с. 1083-1093, 2011.
- Исследование состояния почвенного покрова в долине реки Паз, в том числе на территории заповедника "Пасвик". *Отчёт по договору о науч.-практ. сотрудничестве ИППЭС КНЦ РАН и Государственного природного заповедника "Пасвик". Апатиты, ИППЭС КНЦ РАН, 34 с., 2010.*
- Исследование состояния почвенного покрова и почвенной биоты в долине реки Паз, в том числе на территории заповедника "Пасвик". *Отчёт по договору о науч.-практ. сотрудничестве ИППЭС КНЦ РАН и Государственного природного заповедника "Пасвик". Апатиты, ИППЭС КНЦ РАН, 23 с., 2011.*
- Летопись природы заповедника "Пасвик" Кн. 6 (1999). Мурманск, НИЦ "Па Зори", 110 с., 2001.
- Летопись природы заповедника "Пасвик". Кн. 10 (2003). Рязань, РГУ, 182 с., 2005.
- Летопись природы заповедника "Пасвик". Кн. 12 (2005). Апатиты, КНЦ РАН, 168 с., 2009.

- Макарова О.А., Поликарпова Н.В.** Календарь природы заповедника как основа для изучения изменений в природе. *Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Матер. IV Всерос. научн. конф., Апатиты, КНЦ РАН*, с. 30-35, 2012.
- Макарова О.А., Похилько А.А., Кушель Ю.А.** Гидрометеорологические условия вегетационных периодов 1994-2000 гг. *Сезонная жизнь природы Кольского Севера (растения), 1994-2000 гг. Мурманск, Гос. комитет природных ресурсов по Мурманской обл.*, с. 13-16, 2001.
- Мершиев А.В.** Мониторинг, динамика дорожной сети и кормовое поведение рыжих лесных муравьев в биотопах заповедника "Пасвик". *Летопись природы заповедника "Пасвик". Кн. 13 (2006). Апатиты, КНЦ РАН*, с. 89-118, 2011.
- Мошников С.А., Крутов В.И.** К оценке состояния лесов заповедника "Пасвик". *Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Матер. IV Всерос. научн. конф., Апатиты, КНЦ РАН*, с. 116-119, 2012.
- Особо охраняемые природные территории Мурманской области. *Информационный материал. Мурманск-Апатиты*, 71 с., 2003.
- Поликарпова Н.В.** Особенности природных условий северо-запада Кольского полуострова, определяющие биоразнообразие заповедника "Пасвик". *Современные экологические проблемы Севера. Матер. междунар. конф., Апатиты, КНЦ РАН*, с. 170-172, 2006.
- Поликарпова Н.В., Раковская Э.М.** Почвы заповедника "Пасвик". *Экологические функции лесных почв в естественных и нарушенных ландшафтах. Матер. IV Всерос. научн. конф., Апатиты, КНЦ РАН*, с. 54-57, 2011.
- Семко А.П.** Гидротермический режим почв лесной зоны Кольского полуострова. *Апатиты, КФ АН СССР*, 142 с., 1982.
- Шмакова Н.Ю., Ушакова Г.И., Костюк В.И.** Горно-тундровые сообщества Кольской Субарктики (эколого-физиологический аспект). *Апатиты, КНЦ РАН*, 167 с., 2008.