

УДК 910.4

Особенности распределения снежного покрова в субарктическом гидротермальном урочище Пымвашор (Архангельская область)

© 2012 г. Е.В. Полякова, С.А. Игловский

Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск
lenpo26@yandex.ru

Статья принята к печати 5 мая 2011 г.

Аэрофотосъёмка, снежный покров, термальное урочище, элементы ландшафта.
Aerial photography, landscape elements, snow cover, thermal stow.

Представлены результаты исследования снежного покрова в условиях субарктического гидротермального урочища, полученные на основе снегомерной съёмки и аэрофотосъёмки, выполненной с беспилотного летательного аппарата. Установлено, что снежный покров в урочище Пымвашор формируется под влиянием ветрового переноса, перераспределения снега по ландшафтным элементам, интенсивности и межгодовой изменчивости осадков и определяется близостью к зоне разгрузки термальных вод.

Введение

Под урочищем подразумевается часть ландшафта, отличная от остальной окружающей местности. Урочище Пымвашор — наиболее крупный выход термальных вод на материковой части Европейского сектора Российской Субарктики. Горячие источники представляют собой уникальные ландшафтные системы. Название урочища позаимствовано от одноимённого ручья (в переводе с языка коми — «ручей горячей воды»), прорезающего известняковые горные породы и образующего живописный каньон [7].

Общий объём выполненных исследований снежного покрова в гидротермальных урочищах явно недостаточен, хотя известно, например, что некоторые термальные площадки на п-ове Камчатка всю зиму свободны от снега, тогда как на прилегающей

территории глубина снежного покрова достигает 2–2,5 м [1]. Сходные наблюдения проведены в Северном Прибайкалье, где вдоль некоторых мощных источников сохраняются полосы талого грунта, лишённые снежного покрова [4].

В условиях субарктического гидротермального урочища Пымвашор работ по изучению снежного покрова до сих пор не было. Мы применили качественно новый метод исследований — высокоточную аэрофотосъёмку с беспилотного летательного аппарата StopCam. Полученные данные в комплексе с наземными снегомерными исследованиями позволили отразить реальную картину распределения и залегания снежного покрова, а также выделить участки, подверженные температурному влиянию термальных источников.



Рис. 1. Термальное урочище Пымвашор в зимний период

Fig. 1. Hydrothermal stow Pymvashor in winter

Термальное урочище Пымвашор находится в юго-восточной части Большеземельской тундры между ручьями Пымвашор и Дэршор – притоками р. Адзьва, которые прорезают каменную гряду Воргамусюр, входящую в состав хр. Чернышева (рис. 1). Административно территория относится к Ненецкому автономному округу Архангельской области. Координаты центральной части урочища в месте выхода основного источника – 67°09'76" с.ш., 60°51'20" в.д. Это – группа из восьми источников с общим дебитом 25–30 л/с и температурой воды 20–28 °С круглогодично [7]. Урочище приурочено к тундровой зоне и отличается суровым климатом: длительной холодной зимой с устойчивым снежным покровом, коротким вегетационным периодом и большим количеством осадков. Особенность природных условий района – наличие многолетнемерзлых толщ [6]. 1 августа 2000 г. урочище утверждено в статусе Государственного памятника природы регионального значения.

Температурные показатели термальных источников

Термальная зона	Источник (водоток)	Температура воды, °С
I	tI-1	28,5
	tII-2	27,4
II	tII-3	27,4
	tII-4	25,7
	tII-5	26,7
III	tIII-6	21,8
	tIII-7	20,5
	tIII-8	20,3

Методика исследований

В ноябре 2009 г. сотрудники Института экологических проблем Севера УрО РАН провели Комплексную полярную экспедицию, целью которой было исследование закономерностей функционирования

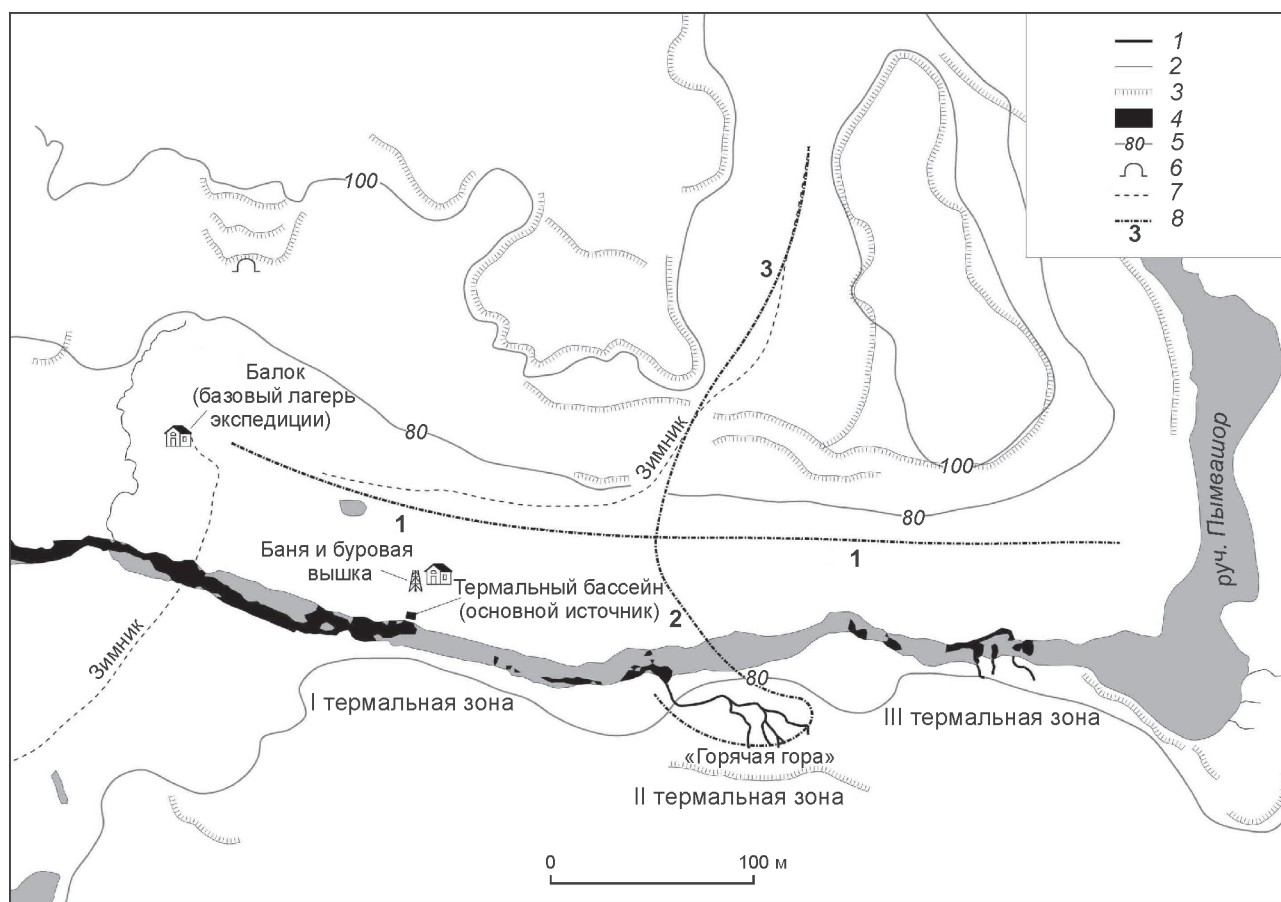


Рис. 2. Цифровая схема термального урочища Пымвашор:

1 – термальные водотоки; 2 – ручьи; 3 – скальные выходы и обрывы; 4 – полыньи; 5 – изолинии рельефа; 6 – пещера; 7 – зимник; 8 – снегомерные ходы

Fig. 2. The digital scheme of the thermal stow Pymvashor:

1 – thermal watercourses; 2 – streams; 3 – rocky exposures and breakages; 4 – ice-holes; 5 – relief isolines; 6 – a cave; 7 – winter road; 8 – snow courses

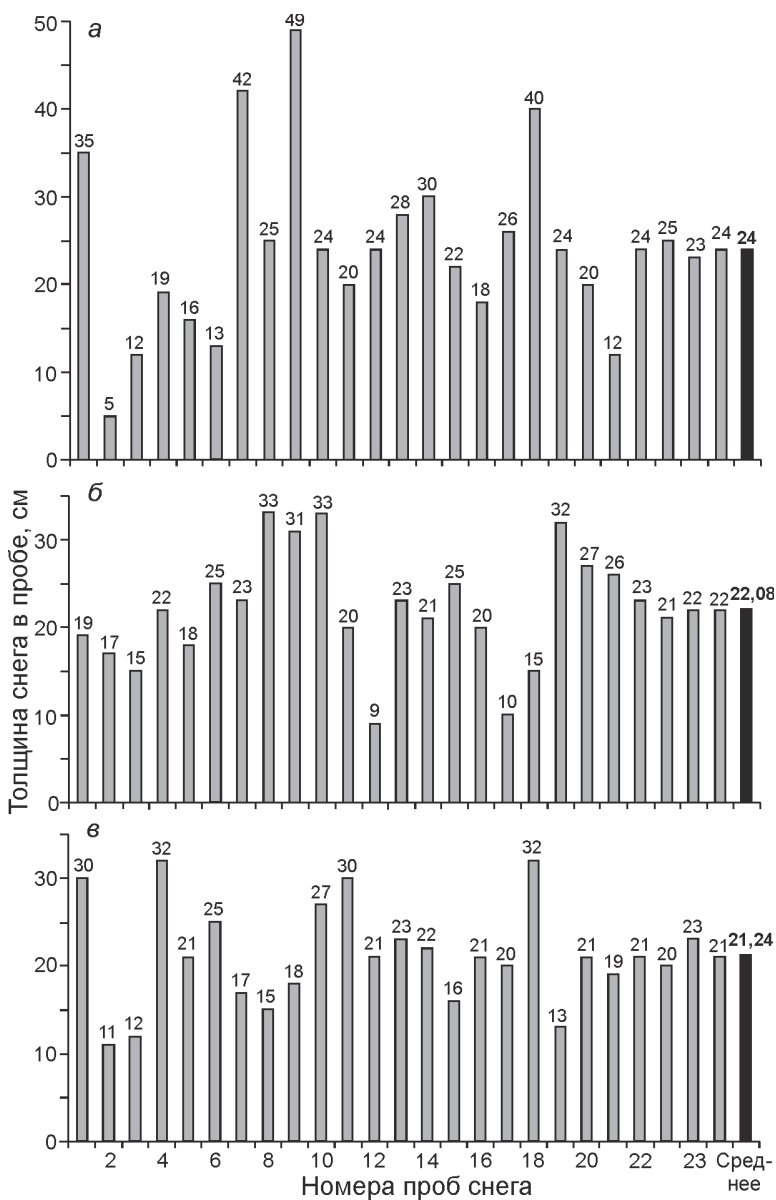


Рис. 3. Толщина снега столба в отобранных пробах и средняя толщина снежного покрова по исследуемым профилям: *a* – 1; *b* – 2; *c* – 3
Fig. 3. Height of the snow column in selected samples and average snow depth on profiles studied

термальных экосистем в условиях Заполярья в зимний период. Снегомерные исследования предусматривали измерение толщины снежного покрова, определение характера его залегания и выявления участков протаявания р. Пымвашор выше и ниже впадения термальных источников в пределах урочища. Толщину снежного покрова определяли по трём ландшафтно-маршрутным профилям: 1 – в долине Пымвашорского лога; 2 – в районе «горячей горы» (место выхода термальных источников на дневную поверхность); 3 – поперёк Пымвашорского лога, через зону разлома в гряде Воргамусюр (Волчий лог). На каждом профиле отбирали по 25 снежных проб. Чтобы выяснить общий характер распределения снега и установить проталины на р. Пымвашор, использовались данные аэрофотосъёмки с беспилотного летательного аппарата Стор-Сам (MicroPilot, Канада). Снимки обрабатывались в

программном пакете ESRI ArcGIS 9.3. Температура воды источников определялась термометром ТК-5.05 по стандартной методике.

Результаты исследований

По характеру распределения снежного покрова на территории Большеземельской тундры выделяются озёрно-болотные понижения и плакорные плоскобугристые участки, выступающие в качестве местных водоразделов. Средняя толщина снежного покрова составляет около 60 см, минимальная – 0–20 см на плакорах, а максимальная – 175 см в озёрно-болотных понижениях [9]. Такое неравномерное залегание снега в тундре обусловлено особенностями рельефа и значительным выдуванием. При визуальном осмотре залегание снежного покрова на территории термального урочища Пымвашор в начале зимнего периода

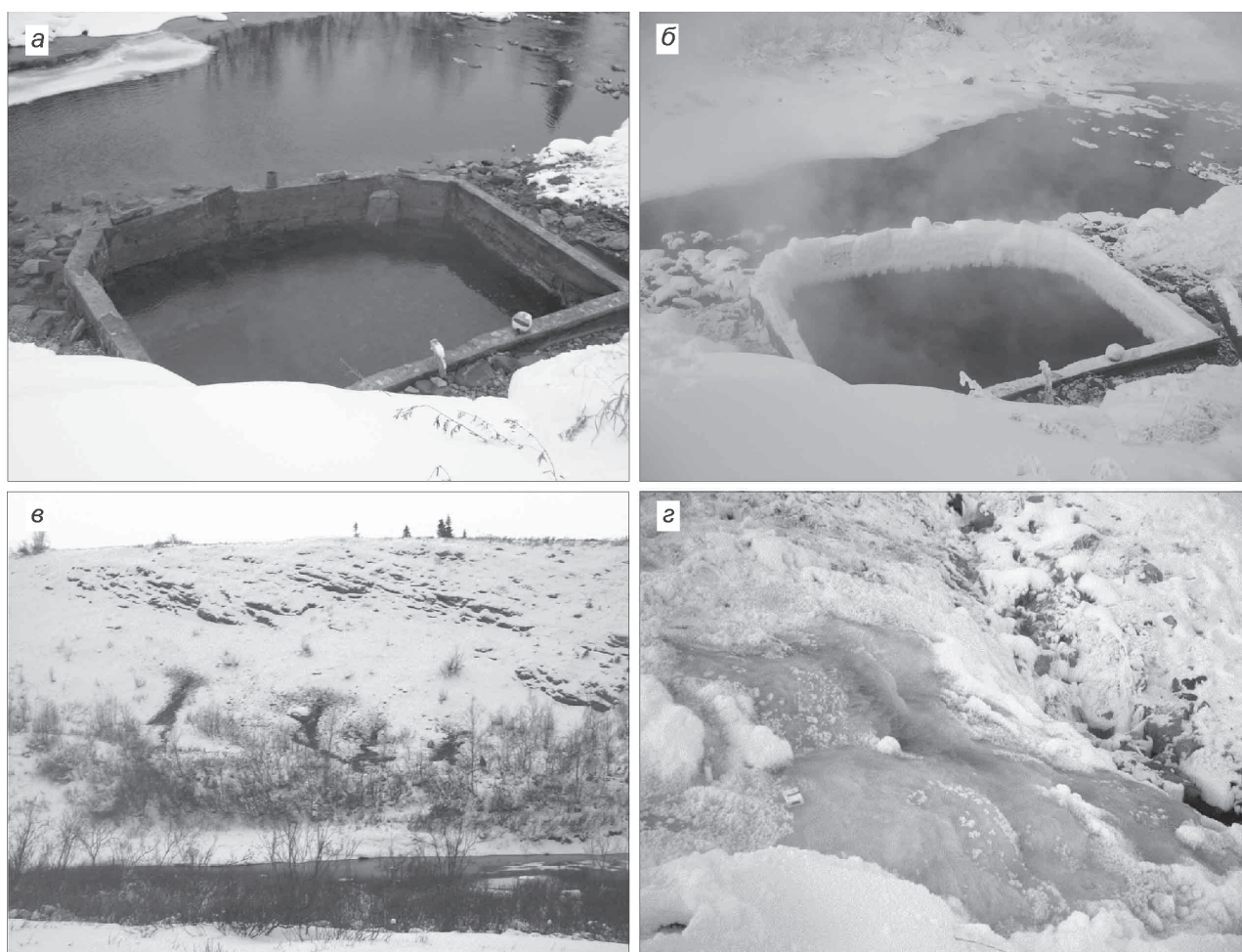


Рис. 4. Снежный покров в зонах разгрузки термальных вод: *а* – основной источник («бассейн») при температуре воздуха -10°C ; *б* – он же при температуре -35°C ; *в* – выходы гидротерм на «Горячей горе»; *г* – наледь вдоль водотока

Fig. 4. Snow cover in the zones of thermal waters drainage:

а – the basic spring («pool») at air temperature -10°C ; *б* – the basic stream at air temperature -35°C ; *в* – spring-line on «The hot mountain»; *г* – aufeis along a watercourse

можно оценить как равномерное на замёрзшей почве без сугробов, снег пушистый [8].

Аэрофотосъёмка и инструментальные возможности программного пакета ESRI ArcGIS 9.3 позволили создать цифровую схему урочища (рис. 2) с определением основных ландшафтных элементов. Чётко выделяются три термальные зоны: I – основной источник или «бассейн»; II – выходы термальных водотоков на горячей горе (известняковые скальные обнажения гряды Воргамустюр); III – выходы термальных водотоков у подошвы скальников. Температурные показатели источников даны в таблице. Очевидно, что вверх по ручью водотоки остывают.

Толщина снежного покрова в отобранных нами пробах варьировала от 5 до 49 см (рис. 3). Средние значения по трём ландшафтно-маршрутным профилям составляли 21–24 см. И максимальное, и минимальное значения отмечаются по профилю 1, т.е. в

долине Пымвашорского лога. Здесь максимальная толщина снежного покрова характерна для ерниковых, можжевельниковых и ивняковых зарослей, выступающих в качестве локальных барьеров. Эти результаты в целом согласуются с полученными ранее данными по Большеземельской тундре, где на плакорных плоскобугристых участках, служащих местными водоразделами, толщина снежного покрова колеблется от 0 до 60 см [9].

В зонах разгрузки термальных вод и на водотоках формируется ледяной покров со сложной структурой (обширные проталины, наледи), при этом соотношение площади льда и полыней зависит от температуры окружающего воздуха (рис. 4). Так, в зоне выхода основного источника при падении температуры воздуха до -25°C толщина ледяного покрова увеличивается примерно на 40%. Ручей Пымвашор и в зоне выхода термальных источников, и на некотором удалении от

них не замерзает даже при температурах $-35 \div -40$ °С. Материалы аэрофотосъёмки позволяют устанавливать границы таких незамерзающих участков, что не всегда удаётся при использовании только наземных способов исследования снежного покрова [5]. На цифровой схеме урочища отмечены все незамёрзшие участки ручья Пымвашор. С помощью математического аппарата программы ESRI ArcGIS 9.3 подсчитано, что свободные ото льда участки составляют примерно 30% общей площади ручья в пределах урочища.

Интенсивное снегонакопление вследствие ветрового надува отмечается на участках развития карста. Так, на возвышенном участке гряды Воргамусюр вблизи термального урочища обнаружены карстовые воронки, заполненные снегом. Их глубина 1,5–3,0 м, диаметр 10–20 м. Здесь зарегистрирована максимальная толщина снежного покрова (до 1 м). Мощные снеговые надувы отмечены и перед входом в карстовую пещеру Хэмят-Пээн-зи, а также вдоль скальных обнажений и обрывов. Кроме того, накопление и уплотнение снега наблюдаются в понижениях рельефа разного происхождения, например, в крупных ложбинах стока и на седловинах. Летом в таких местах часто сохраняются крупные снежники [10].

На водоразделе по периферии урочища отмечены нивальные формы, которые могут представлять собой «зубчатый» фирн. Это – своеобразная форма снежно-фирновых поверхностей в виде наклонных конусов, издали производящих впечатление коленопреклонённых фигур. Размер их в поперечнике составляет около 10–15 см, ориентация угла наклона соответствует преобладающему направлению ветра – северному или северо-восточному. Их генезис, видимо, связан с ветровым переносом и накоплением снега на локальных барьерах – кустах ерника, ивняка или можжевельника. Далее образовавшиеся снежные холмики трансформируются под влиянием фирнизации и ветровой эрозии, что и придаёт им своеобразную форму [3].

Выводы

Формирование снежного покрова на территории термального урочища Пымвашор зависит от ветрового переноса и перераспределения снега по ландшафтным элементам. Средняя толщина снежного покрова (21–24 см) почти не различается и на днище лога вдоль русла ручья Пымвашор, и в пределах Волчьего лога на перевале через гряду Воргамусюр. Это согласуется с данными по Большеземельской тундре в целом. Наибольшее скопление снега характерно для понижений микрорельефа (карстовая воронка на поверхности гряды Воргамусюр), а также у подножия скальных выходов и обрывов в виде надувов. В долине Пымвашорского лога наибольшая толщина снега характерна для участков распространения зарослей карликовой березы (*Betula nana*), которые выступают в качестве локальных барьеров, что также отмечается в работе [2].

Термальные источники и образующиеся от них водотоки зимой остаются тальными и не покрываются

снегом, что отличает и другие гидротермальные районы. От снега свободны участки непосредственного выхода термальных водотоков на дневную поверхность и вертикальные скальные обнажения горных пород на возвышениях гряды Воргамусюр.

Использование аэрофотосъёмки с беспилотного летательного аппарата StopCam позволило создать цифровую модель местности, оконтурить незамерзающие участки ручья Пымвашор, подсчитать соотношение незамерзающих участков и общей площади ручья в пределах урочища, а также сформировать общую картину распределения снежного покрова в термальном урочище Пымвашор.

Работы выполнялись при поддержке РФФИ: гранты № 09-05-00547-а; 09-04-02100-э_к, 11-05-98806-р_север_а).

Литература

1. Бакалин В.А., Чернягина О.А., Кириченко В.Е. Антоцеротовые (Anthocerotophyta) – новый отдел высших растений для флоры Камчатки // Камчатка: события, люди: Материалы XXV Крашенинковых чтений. Петропавловск-Камчатский, 2008. С. 12–17.
2. Виноградова Н.А. Флора района теплых источников Пым-Ва-Шор в Большеземельской тундре // Вестн. ЛГУ. 1962. № 9. С. 22–34.
3. Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. М.: Гидрометеиздат, 1984. 526 с.
4. Плишанов А.С., Казановский С.Г. Ранневесенний аспект геотермальных рефугиев Северного Прибайкалья // Сохранение биологического разнообразия геотермальных рефугиев Байкальской Сибири: Иркутск: изд. СИФИБР СО РАН, 2000. С. 23–24.
5. Полякова Е.В. Возможности подспутникового ДЗЗ с использованием БПЛА StopCam в условиях Европейского Севера // Вестн. ПГУ. Сер. Естественные науки. 2010. № 2. С. 22–26.
6. Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.
7. Семь чудес света в одном регионе // Северо-Запад: сегодня и завтра. 2009. № 4 (7). С. 31–34.
8. Снег: Справочник / Под ред. Д.М. Грея, Д.Х. Мейла. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 751 с.
9. Тентюков М.П. Особенности формирования загрязнение снежного покрова: морозное конденсирование техногенных эмиссий (на примере районов нефтедобычи в Большеземельской тундре) // Криосфера Земли. 2007. Т. XI. № 4. С. 31–41.
10. Титкова Т.Б., Кононова Н.К. Связь аномалий накопленный снега и общей циркуляции атмосферы // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 1. С. 35–46.

Summary

Results of snow cover research in the conditions of the Arctic hydrothermal stow Pymvashor, received with application of snow shootings and aerial photography from the unmanned aerial vehicles are presented. Formation of snow cover in this stow depends on wind carrying over, snow redistribution on landscape elements, intensity and interannual variability of deposits, and from direct affinity to a zone of thermal waters drainage.