

DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2018.41.187-190

О МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЯХ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА АРХИПЕЛАГЕ ШПИЦБЕРГЕН

Б.В. Козелов, В.И. Демин

ФГБНУ "Полярный геофизический институт", г. Апатиты, Россия

Аннотация. Проведены измерения пространственного распределения приземной температуры воздуха на арх. Шпицберген в г. Лонгиер и в окрестностях пос. Баренцбург в октябре 2017 г. Отепляющий эффект водной поверхности проявляется в понижении температуры воздуха по мере удаления от берега, но корректная оценка этого воздействия осложнена искажающим влиянием сложного рельефа. Обнаружены вариации температуры до 1-2°C над достаточно выровненными участками с относительными перепадами высот менее 10 м.

Введение

Поле температуры (воздуха и почвы) характеризуется значительными микроклиматическими вариациями над территориями со сложным рельефом или с неоднородной подстилающей поверхностью (сочетание участков с различными типами растительности и теплофизическими свойствами почв, наличие озер, болот и т.п.). Причем на границах контрастных по микроклимату участков градиент температуры может на порядок превышать широтный и высотный градиент [2]. Так, например, вблизи Нью-Олесунна на полигоне размерами всего 100 на 100 м в июле при ясном небе неоднородности теплового излучения между влажным и сухими участками соответствовали перепадам температуры почвы до 10°C [6]. Микроклиматические различия в Арктике должны быть наиболее выраженными в период полярной ночи, когда радиационный баланс подстилающей поверхности остается отрицательным на протяжении длительного периода и происходит сильное охлаждение почвы и прилегающего к ней слоя воздуха. Так, например, по наблюдениям на Кольском п-ове в холмистом рельефе с относительными перепадами высот до 50 м зимой в условиях безоблачного неба и слабого ветра разности температур между вершиной холма и котловинами достигали 15 – 20°C [1].

В данной работе представлены результаты серии микроклиматических измерений на арх. Шпицберген, проведенных осенью 2017 г.

Использованные данные

Работы выполнялись с 28 октября по 3 ноября 2017 г. в условиях полярной ночи при отсутствии или слабом (менее 3 м/с) ветре и при значениях температуры воздуха от -1 до -8°C. Для измерений использовался прибор, изготовленный в Полярном геофизическом институте, в состав которого входит цифровой термодатчик DS18S20 и GPS- приемник. Температура воздуха и координаты одновременно записывались в память прибора с временным разрешением в 1 минуту. К анализу были привлечены также данные норвежского метеорологического института (<https://www.met.no/en>).

Результаты и обсуждение

Важнейшими факторами, способствующими возникновению неоднородностей в поле температуры воздуха над Шпицбергеном, является близость участков к водным объектам (моря и глубоко вдающиеся в сушу фьорды), и горный рельеф. Отепляющий эффект моря в наибольшей степени проявляется в зимнее время, когда наиболее выражен термический контраст между водой и сушей. Даже подо льдом арктические моря «работают» как огромные резервуары тепла и на побережьях минимальная температура зимой на 9–11°C выше по сравнению с участками, удаленным на 20–30 км от берега (рис. 1).

В холодное время года с западным переносом с Северной Атлантики на Шпицберген поступает теплый воздух, благодаря чему здесь примерно на 20°C теплее, чем на расположенных на той же широте островах Канадского арктического архипелага. Зимой влияние Гренландского моря проявляется в выраженном убывании температуры воздуха от западного побережья вглубь суши (рис. 1, 2). Наибольшие изменения происходят в значениях минимальных температур, а наименьшие – в максимальных. Летом различия меньше, что обусловлено снижением разности температур между водой и сушей. В это время года становится заметным охлаждающий эффект водных акваторий, а с таянием снежного покрова в поле температуры появляются и эффекты, создаваемые другими неоднородностями подстилающей поверхности.

Убывание зимних температур наблюдается и в заливе Хорсунд. Находящаяся непосредственно на западном берегу метеорологическая станция (МС) «Hyttevika» зимой 2014-15 гг. в среднем оказалась теплее на 1.5°C, чем МС «Hornsund» на берегу фьорда и почти на 3°C, чем МС в его глубине (МС «Treskelodden») [4].

Обнаруженные изменения температуры по мере удаления с западного побережья на восток меньше тех, которые можно было бы ожидать, если исходить из рис. 1. Однако надо иметь в виду, что представленные на рис. 1 зависимости получены для относительно ровных и плоских берегов на границе суши и моря. В случае Шпицбергена идет сравнение МС, расположенных не на берегу моря и в глубине суши, а находящихся на берегах глубоко вдающегося в сушу залива (фьорд). Причем из-за больших глубин в нем не существует топографического препятствия для обмена водными массами с водами континентального шельфа.

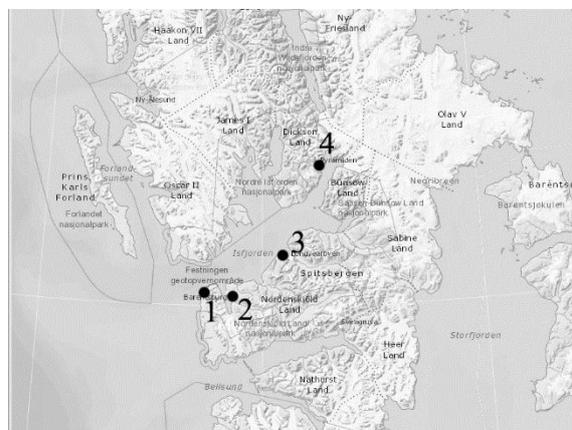
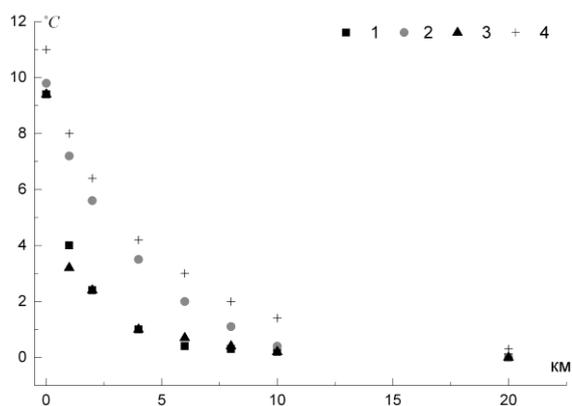


Рисунок 1. Повышение минимальной температуры воздуха по сравнению с участками, находящимися от моря на расстояние 30 км (построен по данным [3]): **1** – Баренцево море (южное побережье), **2** – Баренцево море (северное побережье Кольского п-ова), **3** – Белое море, **4** – Море Лаптевых.

Рисунок 2. Расположение МС на арх. Шпицберген: **1** – Isfjord Radio, **2** – Баренцбург, **3** – Лонгйир (Svalbard Lufthavn), **4** – Пирамида.

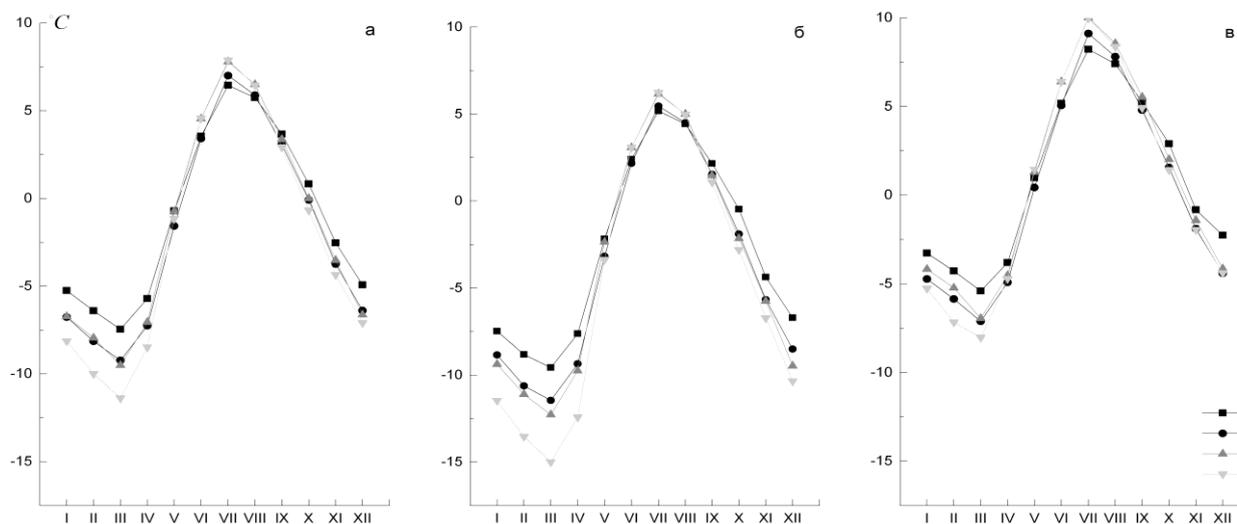


Рисунок 3. Среднемесячные (**а**), средние минимальные (**б**) и максимальные (**в**) температуры в 2014–2018 гг.: **1** – «Isfjord Radio», **2** – Баренцбург, **3** – Лонгйир (Svalbard Lufthavn), **4** – Пирамида

Влияние узких заливов (фьордов) на термический режим прибрежных территорий должно быть более слабым, чем открытых морских акваторий. Чтобы оценить его количественно, необходимо провести сопоставление температур воздуха на МС, расположенных примерно вдоль линии, перпендикулярной береговой, но на разном расстоянии от воды. Необходимость учета удаленности от водных объектов демонстрируют МС вблизи Лонгйира: МС, расположенная на территории аэропорта (Svalbard Lufthavn) и, очевидно, наиболее подверженная влиянию находящихся в 0.5 – 2 км заливов, зимой оказывается теплее, чем МС в широкой и длинной долине Advendalen в 8.5 км южнее (рис. 4–5). Размещенная на мысе Wilczekodden автоматическая МС зимой 2014–2015 гг. была на 0.5–0.9°C теплее, чем находящаяся всего в нескольких сотнях метров на берегу МС «Hornsund» [4].

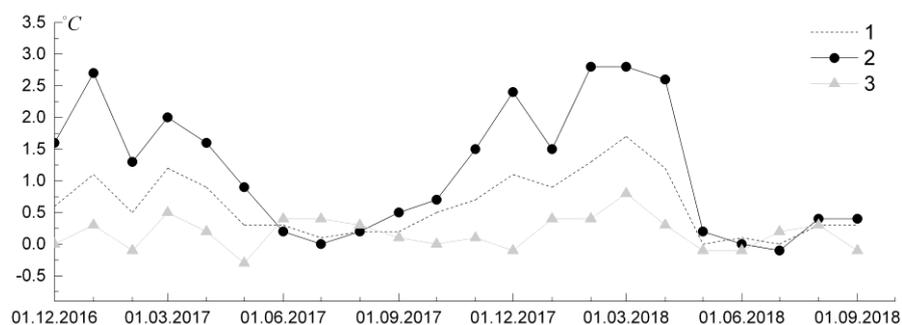


Рисунок 4. Разность среднемесячных (1), средних минимальных (2) и максимальных (3) температур между МС «Svalbard Lufthavn» и «Advendalen», 2016–2018 гг.

Из-за отсутствия сети МС в глубине острова изменение температуры на прилегающих к заливам территориях можно оценить только по результатам маршрутных измерений. В ходе таких измерений в октябре 2017 г. устойчивой картины с быстрым и выраженным уменьшением температуры воздуха с увеличением расстояния от воды не было получено. В Лонгйире температура воздуха понижалась при удалении от берега на 3 км в среднем на 1–1.5°C (рис. 6). В заливе Лаврика у Баренцбурга также было отмечено небольшое понижение температуры (0.4°C) при удалении от берега на расстояние до 350 м (дальнейшее продвижение вглубь острова ограничено из-за резкого подъема (гора). Вблизи Селисбукхты температура воздуха практически не изменялась, что могло быть вызвано как метеорологическими условиями в период производства измерений, так и топографией местности.

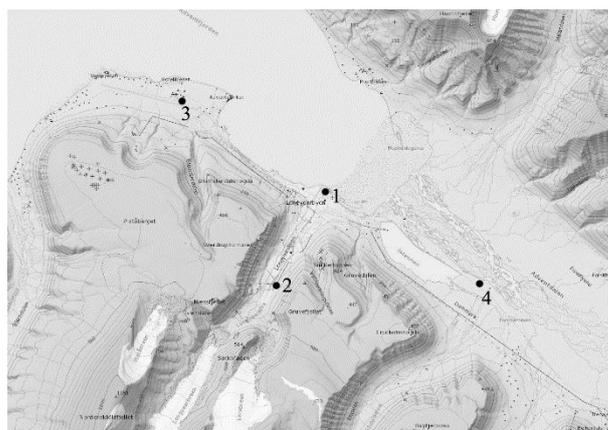


Рисунок 5. Топографическая карта окрестностей г. Лонгйир; 1 и 2 – начальная и конечная точки маршрутных измерений температуры осенью 2017 г., 3 – МС «Лонгйир» (аэропорт), 4 – МС «Advendalen».

К сожалению, горный рельеф Шпицбергена не позволяют при проведении маршрутных измерений вблизи фьордов избежать искажающих орографических эффектов. Так, например, остается неясным, в какой степени отмеченное выше различие зимних температур на МС в аэропорту Лонгйира (Svalbard Lufthavn) и в долине Advendalen создается тепловым воздействием залива, а в какой – накоплением холодного воздуха в долине. По долине, в устье которой расположен г. Лонгйир и вдоль которой происходили маршрутные измерения (рис. 5), также стекает холодный воздух (перепад высот по маршруту измерений около 100 м). По этой причине отепляющий эффект залива здесь, очевидно, ослаблен. В самом городе он может оказаться даже несколько усиленным благодаря антропогенным потокам тепла, присутствие которых в ходе эксперимента регистрировалось тепловизором «FLIR One». Из-за сложного рельефа корректная количественная оценка воздействия заливов на термический режим прибрежных территорий, потребует более продолжительной серии наблюдений.

Микроклиматические измерения в 2017 г. не ограничивались исследованиями вариаций температуры близи заливов. Для изучения пространственных неоднородностей температуры воздуха, возникающих под влиянием рельефа, был выбран достаточно выровненный участок, расположенный к югу от мыса Хеероден. Несмотря на относительно небольшие перепады высот (~10 м), на его территории обнаружались

микроклиматические вариации до 1–2°C. Из опыта аналогичных измерений на Кольском п-ове ожидалось более выраженные неоднородности в поле температуры. Однако измерения были непродолжительными и носили исключительно пробный характер. Кроме того, метеорологические условия в регионе в целом неблагоприятны для возникновения заметных микроклиматических различий, создаваемых радиационным выхолаживанием (значительная облачность, сильные ветра).

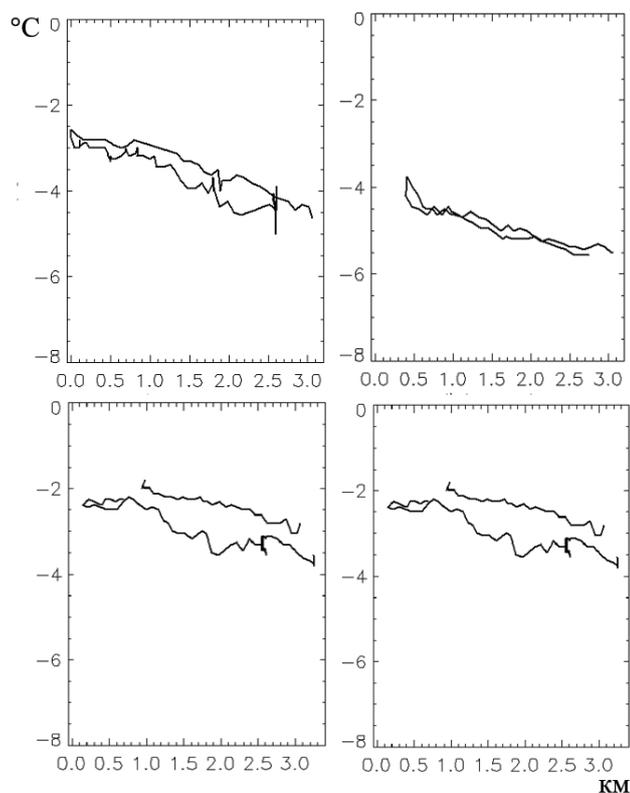


Рисунок 6. Зависимость температуры воздуха от расстояния до залива у г. Лонгйир (маршрутные измерения).

Заключение

Исследовано влияние водных объектов на арх. Шпицберген на термический режим прилегающих участков суши. Отопляющий эффект наиболее выражен в зимнее время в значениях минимальных температурах и уменьшается с удалением от побережья. Количественная оценка этого влияния искажена сложным (горным) рельефом. При проведении измерений на арх. Шпицберген обнаружены микроклиматические вариации температуры воздуха до 1–2°C в пределах участка местности с относительными изменениями высот менее 10 м, возникающие из-за застоя воздуха в отрицательных формах рельефа и его радиационного охлаждения.

Литература

1. Демин В.И., Козелов Б.В., Елизарова Н.И., Меньшов Ю.В. Микроклиматическая изменчивость температуры воздуха на Кольском п-ове // *Physics of Auroral Phenomena. Proc. XL Annual Seminar*. 2017. p. 135-138
2. Гольцберг И.А. Микроклимат СССР. – Л.: Гидрометеиздат. 1967. 282 с
3. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. 280 с.
4. Arazny, Andrzej et. al. Spatial variations in air temperature and humidity over Hornsund fjord (Spitsbergen) from 1 July 2014 // *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 2017. Volume 100, pp 27-43
5. Westermann, S. et al. Spatial and temporal variations of summer surface temperatures of high-arctic tundra on Svalbard - implications for MODIS LST based permafrost monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 2011, 115(3), 908-922