

DOI: 10.25702/KSC.2588-0039.2018.41.179-182

МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ВАРИАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ СЛАБОВСХОЛМЛЕННОГО РЕЛЬЕФА

В.И. Демин¹, Е.А. Заров²

¹ФГБНУ "Полярный геофизический институт", г. Апатиты, Россия

²Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск, Россия

Аннотация. Исследованы микроклиматические вариации температуры воздуха на территории полевой учебно-экспериментальной станции «Мухрино» (Югорский университет, Ханты-Мансийский АО). Обнаружено, что зимой при низких температурах и слабом ветре в условиях даже очень выровненного участка с относительными превышениями менее 1 м метров в приземном слое возникают неоднородности температуры, достигающие 0.5-2.5°C.

Введение

В качестве основного источника о климатических ресурсах того или иного участка территории принято привлекать данные ближайших метеорологических станций (мс). Однако полевые исследования показывают, что климатические показатели из-за особенностей микроклимата на близких расстояниях могут изменяться даже сильнее, чем при переходе из одной климатической зоны в другую [1]. В частности, микроклиматическая изменчивость термических характеристик воздуха может на порядок превышать их характерный широтный и высотный градиент.

В холмистом рельефе при скоростях ветра более 2 м/с хорошем турбулентном перемешивании (например, в дневные часы) термические различия невелики и колеблются в пределах от 0.5 до 1.5°C [1]. Однако зимой, а ночью во все сезоны, радиационное выхолаживание в тихую погоду при ясном небе, приводит к тому, что воздух, охлажденный на выпуклых формах рельефа, как более тяжелый стекает по склонам, и скапливается в понижениях, образуя «озера холода». Такое перераспределение воздуха по элементам рельефа приводит к возникновению больших неоднородностей в поле температуры.

Согласно климатическим данным, в слабохолмистой местности с относительными превышениями (Δh) ≤ 50 м на Европейской территории России (ЕТР), в наиболее холодный месяц в верхней части холма по сравнению с ровным местом в среднем теплее примерно на 2°C [4]. В реальных условиях в зависимости от погоды разность температур вдоль склона изменяется в широком диапазоне: при отсутствии стоковых течений разности остаются небольшими (около 0°C), а с их появлением достигает уже 4-5°, а в отдельных случаях и 8-12°C [5].

Предположение, что небольшими вариациями рельефа можно пренебречь, не имеет достаточного физического обоснования. В работе [3] сообщается, что в условиях очень выровненного участка протяженностью около 500 м и с перепадом высот 20 м разность минимальных температур при ясной штилевой погоде во все сезоны превышала 5-6°C, достигая 9°C. Можно допустить, что в Арктике диапазон вариаций окажется более значительным, так как в период полярной ночи и низкой инсоляции радиационное выхолаживание при установившейся погоде может продолжаться в течение многих дней. Так при исследовании на Кольском п-ове заметные вариации температуры (до 15-18°C) наблюдаются в слабохолмистом рельефе при перепадах высот 20-50 м [2]. В теплое полугодие диапазон вариаций меньше (до 5-8°C) из-за непродолжительности ночного времени, необходимого для охлаждения.

Известно, что вариации температуры над слабохолмистой местностью нельзя сводить к разнице высот сравниваемых участков. Ее влияние в холмистом рельефе с относительными превышениями до 100-150 м, перекрывается влиянием неоднородностей подстилающей поверхности и форм рельефа [1, 4, 5], а привычный высотный градиент в термическом режиме четко начинает проявляться обычно при разностях высот, превышающих 200-250 м. Тем не менее, возникает вопрос: какие минимально возможные высотные неоднородности начинают отражаться в поле температуры в приземном слое воздуха?

Целью данной работы было оценка возможных вариаций температуры на небольшом расстоянии в условиях слабохолмистого рельефа.

Использованные данные

В работе использованы данные измерений температуры воздуха на полигоне учебно-экспериментальной станции «Мухрино» (Югорский государственный университет) и на Кольском п-ове.

Результаты и обсуждение

Из всех термических характеристик наибольшей микроклиматической изменчивости подвержены минимальные температуры. В летний период на слабоволнообразной равнине (с базисом эрозии менее 50 м) отклонения величины минимальной температуры воздуха от его фонового значения в первую очередь обусловлено особенностями подстилающей поверхности, а также формой рельефа. Причем роль последнего в формировании особенностей среднего минимума невелика, а преобладающее значение имеют особенности подстилающей поверхности (характер почвы и растительности, близость больших водоемов, болот и т.д.). В зимний период, когда снежный покров сглаживает условия излучения, а водоемы замерзают, роль неоднородностей подстилающей поверхности снижается и в наибольшей степени проявляется топография района, определяющая условия радиационного выхолаживания, стока и притока холодного воздуха по элементам рельефа и площадь воздухообора.

Для исследования микроклиматических вариаций температуры в условиях очень выровненного рельефа выбран полигон учебно-экспериментальной станции «Мухрино», расположенный в центральной части Западной Сибири в 30 км к юго-западу от города Ханты-Мансийска на левобережной террасе Иртыша (рис. 1). Перепады высот на исследуемой территории очень незначительные: в микрорельефе перепад высот не превышает 50 см, тогда как мезорельеф изменяется в пределах 1.5-2 м.

В работе использованы результаты измерений на 2 автоматических метеорологических станциях (МС) с датчиками температуры Campbell Scientific model 0TCRT и ветра Young model 05103-5. Одна из МС находится на небольшом возвышении (гряда, облесенная невысокой сосной с наличием вересковых кустарничков), а вторая удалена от гряды на 20 – 30 м в и размещена в небольшом понижении (мочажина). Анализ проводился для наиболее холодных месяцев (декабрь, январь, февраль) – в это время болото промерзло и покрыто снегом, а, следовательно, неоднородности подстилающей поверхности не должны оказывать заметного влияния на распределение температуры.

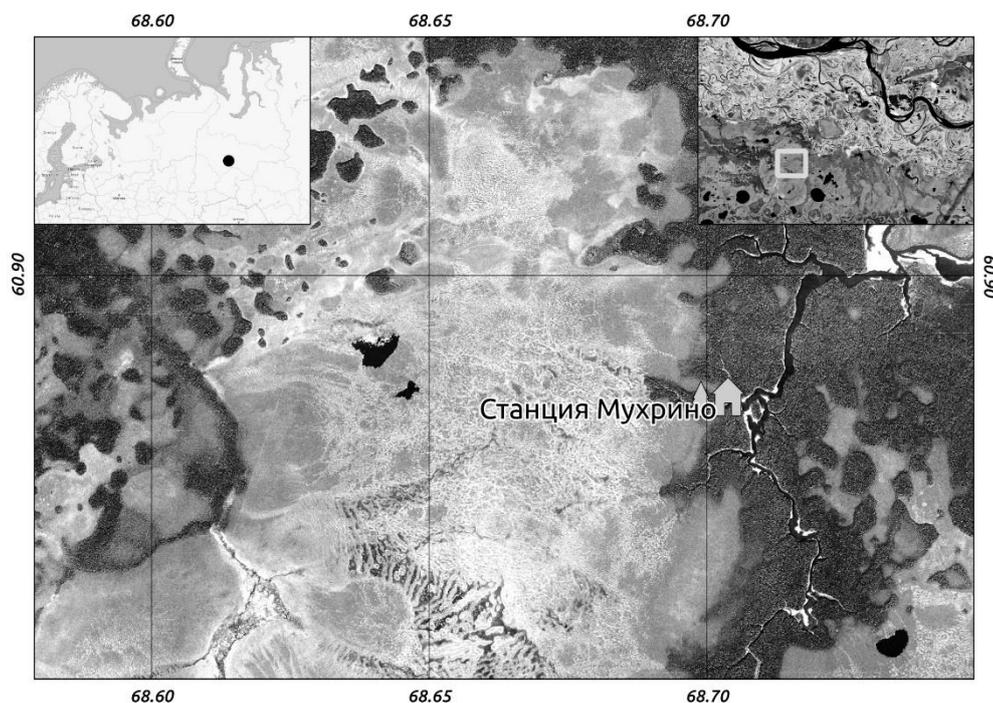


Рисунок 1. Фрагмент топографической карты с указанием расположения полигона «Мухрино».

Несмотря на то, что разница по высоте между выбранными станциями (гряда и мочажина) всего около 30–50 см и невозможно даже выделить участки, соответствующие микроклимату вершин, верхних, средних и нижней частей склонов, подножий и котловин, имеются признаки микроклиматической неоднородности. Так при общем в районе понижении температуры воздуха разность температуры между грядой и мочажинной начинает увеличиваться (рис. 2). Это типичная зависимость для МС, расположенных на участках с разным микроклиматом: понижение температуры, как правило, связано с радиационным охлаждением подстилающей поверхности и приземного слоя воздуха, а радиационное охлаждение является одним из факторов формирования микроклиматических вариаций. Разность температур оказывается в несколько лучшей корреляции с температурой в мочажине, чем на гряде, т.е. наибольший вклад в появление этой разницы вносит большее похолодание в мочажине. Наблюдаемых на полигоне перепадов высот недостаточно для

возникновения стоковых течений. Но в антициклонических условиях даже в небольших низинах скорости ветра меньше, чем на возвышенностях, ослабляется турбулентный обмен и при радиационном излучении возникают более низкие температуры.

На рис. 3 показана такая же зависимость (увеличение разности температур при общем понижении температуры) для МС, расположенных на Кольском п-ове: АМСГ «Апатиты» находится на равнине (160 м н.у.м.), а МС «Апатиты» на ровном участке, но в депрессии (135 м н.у.м.), куда поступает холодный воздух с окружающих возвышенностей. Диапазон вариаций при сравнении АМСГ и ГМС «Апатиты» больше, так как неоднородности рельефа выражены более четко и расстояние между ними больше (~13 км).

На рис. 4а показана связь температур на гряде и в мочажине при средних за 30 мин скоростях ветра на высоте 2 м. При скоростях ветра более 2 м/с интенсивное турбулентное перемешивание выравнивает распределение температур на сравниваемых участках – точки оказываются практически на прямой линии (отклонения в обе стороны от нее равновероятны). В случае неоднородного микроклимата при ослаблении ветра начинают проявляться температурные различия: точки на рис. 4а отклоняются преимущественно в одну сторону от прямой, полученной при сильном ветре. Распределение разностей температур между грядой и мочажинной при разных скоростях ветра в виде бокс-диаграммы показано на рис. 4б. Точно такая же качественная зависимость обнаруживается при сравнении температур и ветра на АМСГ «Апатиты» и ГМС «Апатиты» (рис. 5).

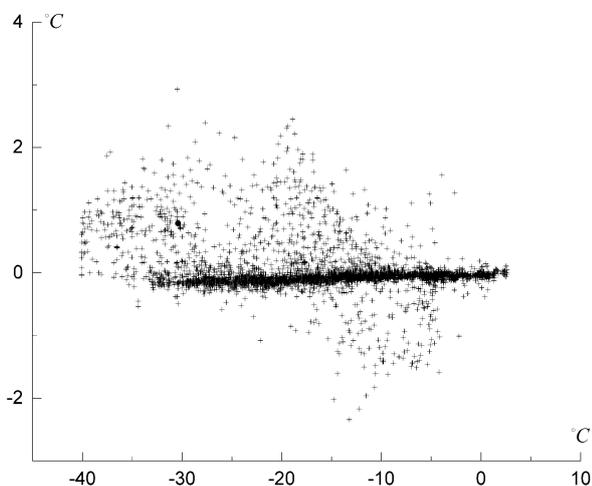


Рисунок 2. Зависимость разности температур между грядой и мочажинной от температуры воздуха в мочажине.

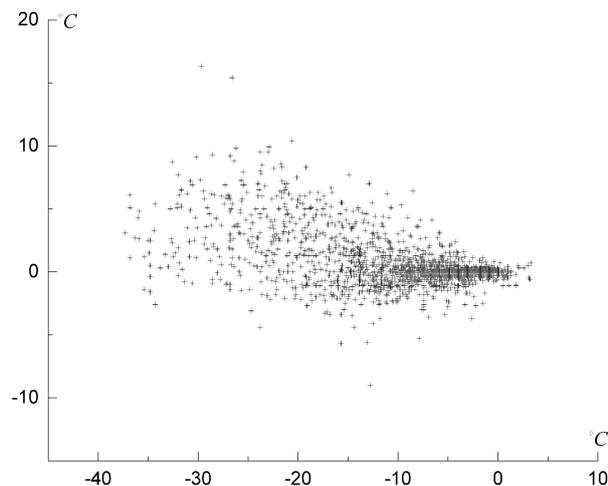


Рисунок 3. Зависимость разности температур между АМСГ и ГМС «Апатиты» от температуры воздуха на ГМС «Апатиты».

Выше уже было сказано, что в зимний период, когда болото замерзло, а снежный покров сглаживает различия в характере подстилающей поверхности, решающее значение для неоднородностей в поле температуры приобретают условия для накопления холодного воздуха. Мочажина как низменный участок характеризуется его застоем и, соответственно, меньшими температурами. В среднем разность температур между грядой и мочажинной в зимний период равна нулю. Однако при слабых скоростях она увеличивается до 0,5°C и даже 2-2,5°C. Существованию таких небольших перепадов температуры на очень выровненной территории, по всей видимости, способствует континентальный климат региона (в условиях континентального климата микроклиматические различия обостряются).

Наличие вариаций температуры воздуха над очень выровненными участками может оказаться весьма существенным в ряде задач климатологии. Например, в пределах любого города есть неоднородности рельефа с относительными превышениями всего в несколько метров, которые часто не обнаруживаются на доступных топографических картах даже крупного масштаба. Многие города в Сибири из-за болотистой низменности намеренно располагали на возвышенных участках, чтобы избежать подтопления паводковыми водами и строительства на водонасыщенных грунтах и за счет такого положения оказываются теплее окружающей местности. Если допустить, что в регионе неоднородности температуры зимой проявляются на слабохолмистой равнине с относительными перепадами всего в 1 м, игнорирование микроклимата становится недопустимым при оценках городского острова тепла.

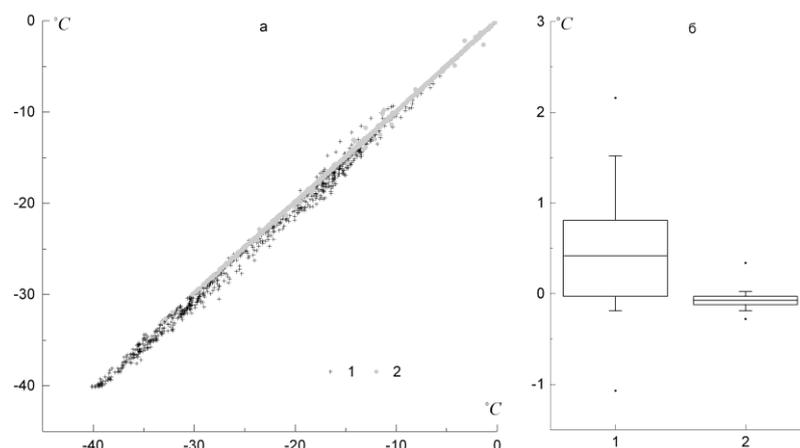


Рисунок 4. Разность зимних температур между грядой и мочажинной в зависимости от средней за 30 мин скорости ветра на высоте 2 м (а) и распределение разностей (б) при скоростях менее 0.5 (1) и более 2 м/с (2).

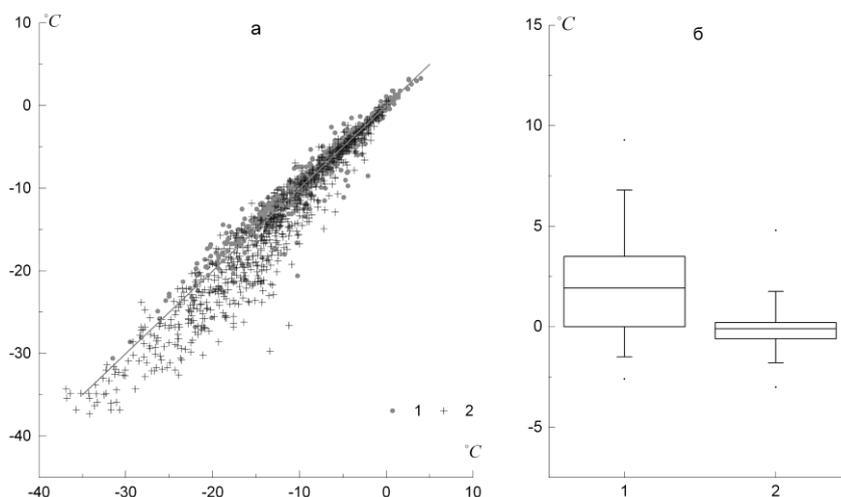


Рисунок 5. Разность зимних температур между АМСР и ГМС «Апатиты» в зависимости от скорости ветра на высоте 10 м на ГМС «Апатиты» и распределение разностей (б) при скоростях менее 1 (1) и более 2 м/с (2).

Заключение

Согласно наблюдениям на болотном полигоне «Мухрино» (Ханты-Мансийский край) зимой средние температуры воздуха на высоте 2 м над поверхностью на гряде и на находящейся в 20-30 м от нее мочажине (ложбине) при разности высот 30-50 см фактически не отличаются. Однако при низких температурах и слабом ветре разность температур увеличивается до 2-2.5°С. Это говорит о том, что зимой в условиях континентального климата микроклиматические неоднородности могут проявляться даже над очень выровненной территорией с относительными перепадами высот менее 1 м.

Литература

1. Гольцберг ИА. Микроклимат СССР. Л.: Гидрометеиздат. 1967. 282 с.
2. Демин В.И., Козелов Б.В., Елизарова Н.И., Меньшов Ю.В. Влияние микроклимата на точность оценки городского «острова тепла» // Труды ГГО. 2017. Вып. 584. С. 74—93.
3. Каушила К.А. К вопросу о территориальном распределении и годовом ходе различий минимальной температуры воздуха, обусловленных рельефом // Труды ГГО. 1970. Вып. 264. с. 90 – 96.
4. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. Л.: Гидрометеиздат. 1984. 280 с
5. Романова Е.Н., Мосолова Г.И., Берсенева И.А. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства Л.: Гидрометеиздат. 1983. 246 с.